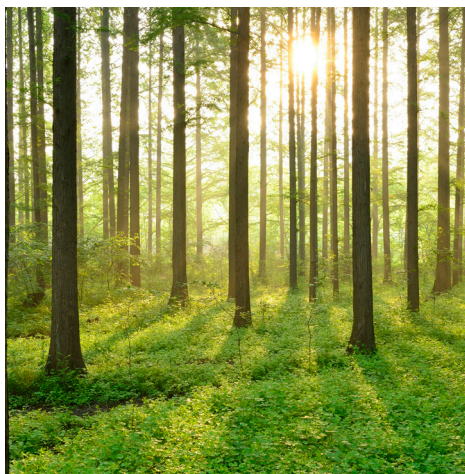


OPTIMERAD ENERGI

RAPPORT 2015:225



Optimerad energi

Nyckeltal för optimalt nätutnyttjande

PIA BORG

ISBN 978-91-7673-225-0 | © 2015 ENERGIFORSK

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Detta projekt behandlar fokusområdet *Laststyrning, hur balans ska eftersträvas mellan produktion och konsumtion* inom programmet Smarta Elnät.

Det finns bland annat nya krav från Energimarknadsinspektionens (Ei) i nästa nätreglering för 2016 - 2019 samtidigt som det finns en ökad trend av förnyelsebar generering och nya laster i lokalnäten, vilket sammantaget leder till ett allt större behov av information beträffande elnätets kvalitet, effektförbrukning och energiflöden. Förstudien syftar därför till att identifiera nyckeltal som både kunder och elbranschen kan använda kopplat till exempelvis kraven i den nya nätregleringen.

Projektet, bestående av Metrum Sweden AB, Embriq AS, Falbygdens Energi AB samt Mälarenergi Elnät AB har tillsammans utarbetat underlag för att implementera energianalyser i olika mätsystem. Resultatet kan ligga till grund för därefter kommande utvecklingsprojekt av leverantörsberoende energi- och effektanalysystem. Mätvärden från både elkvalitets- och debiteringsmätningssystemet ger en unik helhetsbild av hur effektfödet ser ut i olika delar av elnätet. Det inbegriper både lokalt producerad el samt belastningar i olika punkter.

Pia Borg från Scio-Tech har varit projektledare för projektet. Stort tack också till referensgruppen, som på ett mycket välförtjänt sätt har bidragit till projektet:

- Christer Johansson, Vattenfall Eldistribution AB
- Ferruccio Vvunovich, Göteborg Energi AB
- Lars Ström, Ei

Programmets Smart Grids programstyrelse består av följande ledamöter:

- Peter Söderström, Vattenfall Eldistribution AB (ordförande)
- Göran Ericsson, Svenska kraftnät (vice ordförande)
- Patrik Björnström, Sveriges ingenjörer (miljöfonden)
- Fredrik Hartman, Ellevio AB
- Ferruccio Vuinovich, Göteborg Energi AB
- Torbjörn Solver, Mälarenergi AB
- Susann Persson, Jämtkraft AB
- Anders Höglund, Öresundskraft AB
- Johan Wennerholm, Umeå Energi Elnät AB
- Peter Addicksson, HEM AB
- Henric Johansson, Jönköping Energi AB
- Claudio Marchetti, ABB AB
- Hannes Schmied, NCC AB
- Björn Ållebrand, Trafikverket
- Matz Tapper, Svensk Energi (adjungerad)

Följande bolag har deltagit som intressenter till projektet. Energiforsk framför ett stort tack till samtliga företag för värdefulla insatser.

- Sveriges Ingenjörer, Miljöfonden
- Vattenfall Eldistribution AB
- Ellevio AB
- Svenska kraftnät
- • Göteborg Energi AB
- Elinorr ekonomisk förening
- Mälarenergi Elnät AB
- Krafringen Nät AB
- Jämtkraft 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
- Elsäkerhetsverket
- Akademiska Hus
- NKT Cables AB
- NCC Construction Sverige AB
- Trafikverket

Stockholm i december 2015

Susanne Olausson

Energiforsk AB

Programområde Elnät, Vindkraft och Solel

Sammanfattning

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 leverans kvalitet i de lokala elnäten. Vissa av de nyckeltal som förslås i rapporten kommer att finnas tillgängliga i mätinsamlingssystemen redan under 2016.

Syftet med förstudien Optimerad energi har varit att sammanställa underlag som kan användas vid en integrering och vidareutveckling av elkvalitet- och mätinsamlingssystemen oberoende av systemleverantör. Avsikten har också varit att identifiera och rekommendera nya nyckeltal som kan ingå i analysrapporter. De nya rekommenderade nyckeltalen är främst avsedda för att vara ett hjälpmedel för elnätsföretagen vid övervakning av de lokala elnäten, vid nätplaneringar, vid investeringsbeslut samt vid rapportering till myndigheterna.

Resultat från förstudien visar att det rent tekniskt är fullt möjligt att använda befintliga system samt integrera system hos lokala elnätsföretag för att beräkna nyckeltalen *Kapacitet*, *Flexibilitet* och *Andelen förnybar el* i olika delar av elnätet men att det krävs en anpassning i det system som skall tillhandahålla nyckeltalet då det idag inte finns som standard.

Utredningen visar på att det finns ett antal nya nyckeltal som skulle kunna tillhandahållas med befintliga system. Nyckeltal för incitament i den nya förhandsregleringen mäter aggregerat på en överordnad nivå. Så utöver Energimarknadsinspektionens föreslagna nyckeltal är det rimligt att även rekommendera nyckeltalen *Spänningsvariationer*, *Verkningsgrad*, *Lastfaktor*, *Förluster*, *Avbrottsstatistik* och *Tillgänglighet mätdata* för uppföljning i elnätet på valfri nivå.

Nyckeltalen för *Övertonshalt relaterat till märkeffekt*, *Belastning (relation medel- och maxlast)*, *Spänningshöjning relaterat till tid* samt *Spänning & effektkorrelation* kan dels tillföras i de renodlade elkvalitetsmätsystemen men skulle även kunna fås fram via integrering av befintliga system. Flera av de föreslagna nyckeltalen för elkvalitet kommer även sannolikt kunna tillhandahållas i framtida energimätare och därmed ge denna information ända ner på kundnivå. Med nya smarta elmätare kan exempelvis SAIDI och SAIFI mätas istället för som idag beräknas.

Rapporten innehåller, förutom förslag på nyckeltal, en kort sammanställning av de drivkrafter och utmaningar som påverkar lokala elnäten. En sammanfattning av genomförd workshop och utskick till elnätsföretagen. En utredning om lagkrav som omfattar elkvalitet och kundmätning. I rapporten ges dessutom exempel på hur man kan integrera elkvalitetssystem- med debiteringssystem samt förslag på utformning av analysrapport. Förhoppningen är att med energi- och effektanalyser så kan i nästa steg prioriterade åtgärder leda till stora förbättringar och till en effektivare och miljövänligare energianvändning samt en effektivare nätverksamhet till nytta för både slutanvändare och samhället. Förstudien rekommenderar användning av de nyckeltal som visat sig finnas tillgängliga genom systemintegration då kostnaderna för implementering anses rimliga i förhållande till nyttan som de ger.

Summary

The need for intelligent solutions for monitoring and control in the electrical grid is increasing. Climate change, electrical vehicles, solar and wind renewable energy production are a few areas which affect the power quality, energy flow and power variations in the grid. The continuous change in the grid push the need for KPIs (Key Performance Indicators) and analysis tools which can assist in achieving energy efficiency and maintaining security of supply in the local electrical grids. Some of the KPIs proposed in the report will be available in measurement systems already during 2016.

The purpose of the pre-study project Optimized Energy has been to compile data which can be used in the integration and development of supplier independent power quality- and AMR (Automatic Meter Reading) systems. The intention has also been to identify and recommend new KPIs which can be included in analysis reports. The main purpose of the new recommended KPIs is to be a tool to monitor the electrical grids for the electrical grid owners, when planning, making investment decisions and when reporting to the authorities.

The result from the pre-study show that it is technically possible to use the existing systems and to also integrate systems at the electrical grid owners to calculate the KPIs **Capacity, Flexibility and Amount of Renewable Energy**. It also show that the KPIs can be calculated for different levels of the grid, but it will require some minor software development in the existing system who should provide these KPIs, since it does not exist today.

The project show that there are a few KPIs which can be provided with the existing systems. KPIs for incentives in the new draft regulation can be shown on a summary level. Therefore in addition to the Swedish Energy Markets Inspectorate proposed KPIs, it is also possible to recommend the KPIs **Voltage Variations, Efficiency, Load Factor, Losses, Interruption Statistics and Available Measurement Data** to follow up the performance of the grid on the level chosen.

The new recommended KPIs for **Harmonics related to rated power, Load (related to average and max load), Voltage Increase related to time** as well as **Voltage & Power Correlation** can be added in the power quality systems, but can also be retrieved through integration of the existing systems. Several of the suggested power quality KPIs can most likely also be provided by the future energy meters and therefore also provide this information down to customer level. Using new smart energy meters for example makes it possible to measure SAIDI and SAIFI directly instead of being calculated as it is done today.

Except the proposal of KPIs, the report also include a short summary of the driving forces and challenges facing the electrical grids. A short summary of the workshop conducted with the grid owners and a mailing send out. An investigation of the legal regulations which include power quality and energy measuring. The report also include an example on how you can integrate the power quality systems with the revenue systems, including a proposal of an analysis report.

With energy and power analysis the belief is that in the next steps this can lead to large improvements and a more efficient and environment friendly use of energy as well as a more efficient grid operation, which will benefit both the end customer and the society

in large. The pre-study recommend the usage of the KPIs which can be retrieved through minor system integrations since the cost of the implementation is small comparing to the benefits they can give.

Innehåll

1	Inledning	10
1.1	läsanvisning	10
1.2	BAKGRUND	10
1.3	SYFTE & MÅL	11
1.4	AVGRÄNSNINGAR	11
2	Presentation av Optimerad energi	12
2.1	Översikt Projektplan	12
2.2	Kvalitetssäkring av projektet	13
2.3	Ingående partner, deras roller och ansvarsområde	13
2.4	Beställare och projektledare	14
3	Drivkrafter och utmaningar	15
3.1	Klimatmål	15
3.1.1	Nya klimatåtaganden inför Parisavtalet	16
3.2	Utvecklingen i Sverige	16
3.2.1	Budgetproposition 2016	16
3.3	Nationella Handlinsplanen för smarta elnät - Planera för effekt	17
3.3.1	Politiska ramverk och marknadsvillkor	17
3.3.2	Kunddeltagande och samhällsaspekter	18
3.3.3	FoU, innovation och tillväxt	18
3.4	Pågående utredningar	18
3.4.1	Översyn av energipolitiken	18
3.4.2	Efterfrågefleksibilitet	18
3.4.3	Strategi för ökad användning av solceller	19
3.5	Utmaningar för lokalnätet.	19
4	Genomförande	20
4.1	Litteraturstudier	20
4.2	Workshop	20
4.2.1	Nätregleringens nya krav 2016	20
4.2.2	Nya krav på mätning 2017	21
4.2.3	Elkvalitet, krav och nytta 2020 samt Vad kan systemen leverera?	22
4.2.4	Drivkrafter och Utmaningar samt Rekommendationer	23
4.2.5	Resultat från enkät	24
4.3	Uppföljning genom utskick till elnätsföretag	24
4.3.1	Uppföljning Workshop	24
4.3.2	Kundmätning	25
4.3.3	Elkvalitet	26
4.4	Sammanfattning av Mälarenergi	27
4.5	Systemuppbyggnad	28
4.6	Slutsats	29

5	Resultat	31
5.1	Kraftsystemet	31
5.1.1	Bakgrund	31
5.1.2	Kapacitet	32
5.1.3	Flexibilitet	32
5.1.4	Hosting capacity	33
5.1.5	Andelen förnybar el	34
5.2	Kundmätning	34
5.2.1	Nuvarande lagar och föreskrifter	35
5.2.2	Kommande lagar och föreskrifter	35
5.2.3	Vad mäter man idag?	35
5.2.4	Vad mäter man i morgon?	35
5.2.5	Förslag på nya Nyckeltal	36
5.2.6	Delrapport Kundmätning	37
5.3	Elkvalitet	38
5.3.1	Nuvarande lagar och föreskrifter	38
5.3.2	Vad och var mäter man idag?	38
5.3.3	Vad kan man mäta imorgon	38
5.3.4	Förslag på nya Nyckeltal	39
5.3.5	Delrapport Elkvalitet	40
5.4	Övriga nyckeltal	40
5.5	Systemintegration	41
6	Slutsats	43
6.1	Samhällsnyttan	43
6.2	Kundnyttan	44
6.3	Förslag på fortsatta studier och aktiviteter	44
7	Referenser	45

Bilaga 1 Kundmätning

Bilaga 2 Elkvalitet

Bilaga 3 Systemintegration

1 Inledning

1.1 LÄSANVISNING

Rapporten vänder sig i första hand till alla elnätsföretag i Sverige samt till andra intressenter inom elkvalitets- och kundmätningssområdet som exempelvis andra energiföretag, systemtillverkare, konsulter samt politiker och beslutsfattare.

Rapporten, *Optimerad energi - Nyckeltal för optimalt nätutnyttjande*, är en sammanfattning av resultatet från förstudien *Optimerad energi* och består av, förutom den här rapporten, de tre delrapporterna *Kundmätning*, *Elkvalitet* och *Systemintegration*. I rapporten beskrivs bland annat olika drivkrafter och utmaningar för elnätsföretagen samt genomförande och resultatet av förstudien.

Den första delrapporten *Kundmätning* beskriver regelverket samt kraven för mätning, beräkning och rapportering av överförd el. De nya nyckeltalen som presenteras i delrapporten är i första hand till för att hjälpa elnätsföretagen i den dagliga driften. Men det är också tänkt att nyckeltalen ska vara till nytta för kunderna och att de ska förenklar elnätsföretagens rapportering till Energimarknadsinspektionen.

Beskrivning av gällande lagkrav samt nuvarande nyckeltal som omfattar elkvalitet återfinns i delrapport nummer två, *Elkvalitet*. Den innehåller också rekommendationer för tänkbara nya framtida nyckeltal som kan tillföra värde inom området elkvalitet.

I den tredje delrapporten *Systemintegration* ges exempel på hur man kan integrera elkvalitetssystem med debiteringssystem. Dessutom finns en beskrivning av några förutsättningar och utmaningar man bör tänka på för att få en integration mellan olika system att fungera.

1.2 BAKGRUND

För att undvika att den globala medeltemperaturen ska stiga med mer än 2 °C måste vi minska på utsläppen av växthusgaser. I EU kommer ca 80 % av utsläppen från energisystemet och därför behövs det mer förnybar elproduktion för att ersätta olja, kol och gas. De pågående klimatförändringar, som diskuteras på olika klimatmöten runt om i världen, ligger också till grund för EU:s och Sveriges miljömål. Dessa miljömål och klimatförändringarna i sig bidrar till den utveckling och utmaningar som Sveriges elnätsföretag nu står inför.

Utmaningarna består av att det kommer att installeras mycket mer intermittent elproduktion från solceller och vindkraftverk i elnäten. Elektronik i de nya moderna lasterna orsakar störningar på elnätet och är samtidigt mer känsligare för störningar från nätet. Ett ökat kundinflytande och fler valmöjligheter för kunderna medför fler funktionskrav på framtida energimätare. Myndigheterna kommer också skärpa kraven på rapportering från elnätsföretagen och samtidigt försöka skapa incitament för ett bättre och mer optimerat nätutnyttjande för att få effektivare och stabilare elnät. Klimatförändringen förväntas innebära extremväder som dessutom kan försvåra leveranssäkerheten av el och på så sätt skapa problem för elnätsföretagen.

Ett sätt för att skapa stabilare elnät är att använda sig av olika nyckeltal och analysverktyg för att mäta och följa upp vad som händer och sker i lokalnätet. En

förutsättning för det är dock att det finns tillgängliga mätvärden i olika mätpunkter och i flera nivåer av lågspänningsnätet.

1.3 SYFTE & MÅL

Genom att integrera olika tillgängliga mätinsamlingssystem, hos elnätsföretagen, kan man få en helhetsbild av hur energi- och effektförlödet ser ut i olika punkter i nätet. Syftet med förstudien har följaktligen varit att sammanställa underlag som kan användas vid en integrering och vidareutveckling av elkvalitet- och mätinsamlingssystemen oberoende av systemleverantör. Avsikten har också varit att identifiera och rekommendera nya nyckeltal som kan vara till hjälp för elnätsföretagen när förutsättningarna för elnätetsdriften förändras.

Målet har varit att:

- Analysera vilken data som finns att tillgå i dagens mätinsamlingssystem.
- Identifiera vilka nyckeltal som är relevanta med hänsyn till exempelvis myndighetskrav och incitament.
- Identifiera vilken nytta som kan erhållas från ett framtida analysverktyg.
- Rekommendera vilka av nyckeltalen som anses mest rimliga att följa upp.
- Verifiera resultatet från förstudien med elnätsföretag och Energimarknadsinspektionen.

Det genomfördes en workshop halvvägs in i förstudien där andra systemleverantörer och elnätsföretag har deltagit. Syftet med workshopen var att diskutera kommande rapportering av förhandsregleringen till Energimarknadsinspektionen, drivkrafter och utmaningar för nätbolagen samt att föra en diskussion kring några av förstudiens förslag på nya nyckeltal.

1.4 AVGRÄNSNINGAR

Förstudien omfattar kartläggning av lagkrav och föreskrifter som inbegriper området elkvalitet- och kundmätning. Det ingår inga beräkningar över vilka kostnader det skulle medföra att utveckla mätinsamlingssystemen med de föreslagna nyckeltalen. Det finns heller inga uppskattade kostnader för vad konsekvenser av klimat-, politiska- eller samhällsförändringar kan tänkas medföra för elnätsföretagen.

De nya rekommenderade nyckeltalen är främst avsedda för att vara ett hjälpmedel för elnätsföretagen vid övervakning av de lokala elnäten, vid nätplaneringar, vid investeringsbeslut samt vid rapportering till myndigheterna.

Underlaget till förstudien har hämtas från ett väl avgränsat nätområde hos Falbygds Energi. I det aktuella nätet finns elkvalitetsmätare installerade i nätstationerna och insamlingssystem av timvärden.

Systemintegrationen som beskrivs i rapporten är begränsad till att ge exempel på integration mellan Metrums elkvalitetssystem och Embriqs debiteringssystem. Men kunskapen och resultaten från förstudien kan även användas och appliceras på andra leverantörsberoende mätsystem.

2 Presentation av Optimerad energi

2.1 ÖVERSIKT PROJEKTPLAN

Optimerad energi startad i maj 2015 och avslutades i november 2015.

Idag finns energimätare placerade vid slutkundernas anläggningar och i gränspunkterna mellan högspänning-/lågspänningsnätet. Men fler elnätsföretag ser också behovet av att kunna mäta även på nätstationsnivå och att mäta elkvaliteten i nätet. Många elnätsföretag har därför redan börjat att installerat elkvalitetsmätare i olika punkter och nivåer i elnätet.

Med den utgångspunkten har planen med *Optimerad energi* varit att identifiera vilken data som finns i befintliga elkvalitets- och energimätare och som inte används idag. Om man dessutom kombinerar båda dessa mätinsamlingssystem så får man tillgång till ytterligare information och användbara nyckeltal. Det är nyckeltal och analyser som kan användas som hjälpmedel för elnätsföretagen vid drift och rapportering och som är i linje med Energimarknadsinspektionens kommande krav i nätregleringen (2016 – 2019).

Resultatet från förstudien kommer att kunna ge vägledning och ligga till grund för fortsatt utveckling av energi- och effektanalyser i befintliga mätsystem.

Förväntat effektmål är:

- Innehållet i energi-, effekt och elkvalitetsanalysrapporter är sammanställd information som kan användas som underlag vid genomförande av energieffektiviserande och energioptimerade åtgärder i olika delar av verksamheten.
- Nyckeltalen kan bidra till att effektivisera elanvändningen och förbättra leveranskvalitet i det lokala elnätet. Genom att analysera elkvalitet, effektvariationer och visa nyttjandegrad får man ett underlag för att bedöma vart åtgärder sen bör sättas in och en möjlighet att hitta rätt åtgärder för att öka intäktsramen och förbättra lönsamheten.
- Analyserna kan användas av nätbolag som beslutsunderlag för nätplanering, investeringar, åtgärder, underhåll samt för att ge bättre information till deras kunder. Få data och strategi till att energioptimera nätdriften.
- De nya nyckeltalen ger bättre förutsättningar och möjligheter till att analysera samverkan mellan elproduktion och elkonsument i elnäten. En möjlighet är att exempelvis se sammanlagringseffekter på nätstationsnivå. Nyckeltalen och analyserna kan även användas som underlag vid exempelvis laststyrning, aggregering, design av effekttariffer, design av nya prismodeller och energilagring med mera.
- Med hjälp av nyckeltal kan man få ett effektivare arbetssätt och ge nätbolag en möjlighet att sänka både driftkostnader och öka sin leveranssäkerhet av el.
- Analysverktyg kan bidra till en övergripande lösning för elmarknaden genom att underlätta för systembalansering, hantering av effektvariationer samt nätkapacitetsproblem.
- Genom analysverktyg och rapporter kan man erbjuda energibolag och kunder, samt helt fristående företag (tredje part), en helt ny typ av tjänst och service.
- Information i rapporterna medför ett ökat kundinflytande genom att man får tillgång till mätdata på flera olika nivåer i elnätet. Man får historisk sammanställd

information efter elavbrott. Informationen innebär dessutom nya möjligheter för kunder att aktivt delta inom området smarta elnät.

Med energi-, effekt- och elkvalitetsanalyser så kan i nästa steg prioriterade åtgärder leda till stora förbättringar och till en effektivare och miljövänligare energianvändning samt en effektivare nätverksamhet till gagn för både slutanvändare och samhället.

2.2 KVALITETSSÄKRING AV PROJEKTET

Förstudien är genomförd i enlighet med SS-ISO 21500:2012 Vägledning för projektarbete.

Samtliga rapporter har kvalitetsgranskats internt. Delrapporten Kundmätning har granskas externt av David Westerlund, verksamhetsutvecklare, Acando. Delrapporten Elkvalitet har granskats externt vad gäller föreslagna nyckeltal och beräkningsmodeller, detta av Peter Axelberg, Universitetslektor, Högskolan i Borås

Kvalitetsansvarig: Robert Olofsson, Teknisk chef, Metrum Sweden AB är certifierad enligt standard ISO 9001:2008 samt ISO 14001:2004.

2.3 INGÅENDE PARTNER, DERAS ROLLER OCH ANSVARSOMRÅDE

Metrum Sweden AB (Metrum) har tillsammans med Embriq AS (Embriq), Falbygdens Energi Nät AB (Falbygdens Energi), Mälarenergi Elnät AB (Mälarenergi), Seniorit AB (Seniorit) samt Scio-Tech gemensamt genomfört förstudien *Optimerad energi*. Ansvaret i förstudien har fördelats på följande sätt:

Embriq:

- Intern projektledning.
- Expertkunskaper inom det egna området.
- Utredningsarbete och kartläggning av myndighetskrav för området kundmätning.
- Förslag på nya nyckeltal för kundmätning.
- Bilaga 1. Delrapport Kundmätning.
- Delat ansvar för Bilaga 3. Systemintegration.

Metrum:

- Intern projektledning.
- Expertkunskaper inom det egna området.
- Utredningsarbete och kartläggning av myndighetskrav för området elkvalitet.
- Förslag på nya nyckeltal för elkvalitet.
- Bilaga 2. Delrapport Elkvalitet.

- Delat ansvar för Bilaga 3. Delrapport Systemintegration.
- Kvalitetsansvarig.
- Projektägare.

Mälarenergi:

- Deltagit i workshop och utvärdering.
- Deltagit i granskningsarbetet av slutrapporten med tillhörande delrapporter.
- Slutrapporten ingår i Mälarenergi Elnäts 2 Smart program.

Falbygdens Energi:

- Bidragit med mätvärden från elkvalitet- och kundmätningssystemen.
- Deltagit i granskningsarbetet av slutrapporten med tillhörande delrapporter.

Seniorit:

- Kartläggning av myndighetskraven.
- Omvärldsanalys och kartläggning av drivkrafter och utmaningar för elnätsföretagen.
- Workshop.

ScioTech:

- Övergripande projektledning.
- Rapporten *Optimerad energi - Nyckeltal för optimalt nätutnyttjande*

2.4 BESTÄLLARE OCH PROJEKTLEDARE

Beställare: Susanne Olausson, ENERGIFORSK Program Smarta Elnät, Projekt 32234.

Projektledare: Pia Borg, Scio-Tech.

3 Drivkrafter och utmaningar

Resultaten från EU-projektet IMPACT2C visar att om den globala medeltemperaturen ökar med 2 °C så är temperaturförändringen i det nordligaste Sverige mer än 3 °C under vintern. Under sommaren är temperaturökningen mindre men förväntas vara större än 1,5 °C i norra Sverige. Vinterns totala nederbörd förväntas öka med 10 -20 % medan sommaren säsongsnederbörd är nästan oförändrad förutom i norra Sverige där den ökar. Extremnederbörden kommer att öka i hela landet med cirka 10 – 20 %.[1]

Enligt SMHI har Sveriges klimat redan blivit både varmare och mer nederbördsrikt. Forskningen visar att skyfall och kraftiga regn ökar i intensitet när vi får ett allt mer varmt klimat [2]

3.1 KLIMATMÅL

För att hindra den globala uppvärmningen från att öka med mer än två grader jämfört med tiden innan industrialiseringen startade har EU enats om övergripande klimatmål. Dessa brukar benämnas 20-20-20 målen och ska vara uppfyllda fram till år 2020. För att minska utsläppen och spara energi är målet att:

- Minska växthusgasutsläppen med minst 20 procent, jämfört med 1990 års nivåer.
- Sänka energiförbrukningen med 20 procent.
- Höja andelen förnybar energi till 20 procent av all energikonsumtion.
- Höja andelen biobränsle för transporter till 10 procent.

Det är bland annat energi från vind, sol, vattenkraft och biobränsle man avser med förnybar energi.

EU förtydligar sina klimatmål i *EU:s klimat- och energipaket* där det bland annat framgår att till 2020 är Sveriges mål att minska koldioxidutsläppen med 17 procent från 2005 års nivå. Det finns också en ansvarsfördelning om hur växthusgasutsläppen ska fördelas mellan länderna baserad på landets ekonomiska utveckling.

Sedan hösten 2014 finns även en beslutad målsättning för EU:s klimat- och energipolitik fram till 2030. *EU:s klimatmål för 2030* är för fler av målen bindande på EU-nivå och fortsätter att lägga grunden för kommande åtgärder inom energiområdet. Målen innebär att växthusgaser ska minskas med 40 procent och andelen förnybar energi ska vara minst 27 procent. Målet att energieffektiviteten ska öka med minst 27 procent är vägledande men man har en ambition att nå 30 procent på EU-nivå.

EU arbetar för att koppla samman Europas nät för att uppnå en säker och mer effektiv energianvändning. Med *Energiunion*, som presenterades i februari 2015, vill man främja energieffektivitet och energibesparingar och trygga energiförsörjningen. EU vill med unionen både använda mindre fossila bränslen och minska sitt beroende av olja och gas från andra länder. För att öka användningen av förnybar energi vill EU satsa på innovation och energiforskning. Några av åtgärderna är att föreslå lagstiftning om säker tillgång till el, se över all lagstiftning om energieffektivitet, för att en gemensam energimarknad ska kunna skapas stödja genomförandet av infrastrukturprojekt genom EU-fonder. Dessutom vill man utveckla en mer energi- och klimatrelaterad strategi för forskning och innovationer samt stärka energisamarbetet med länder utanför EU inom bland annat förnybar energi och energieffektivitet.

EU har infört nya regler om Ekodesign för att minska energikonsumtionen. Det innebär att tillverkare ska ta med miljöpåverkan och energianvändning i beräkningarna när de designar ny produkter som förbrukar energi. Man avser produkter som är energianvändande (exempelvis lampor, hushållsmaskiner, datorer osv) och energirelaterade produkter (exempelvis byggmaterial, fönster osv). EU har *Energimärkning och effektivitetskrav på vitvaror* och ställer krav på *Energideklaration av byggnader*. EU vill ha även ha en *Effektiva energianvändning och energitjänster* och ställer därför krav som exempelvis handlar om elmätare som visar hur mycket varje enskild kund förbrukar och om att energiföretagen ska skicka elräkningar som går att förstå. Dessutom ska det finnas enkel och tydlig information om hur man sparar energi [3].

3.1.1 Nya klimatåtaganden inför Parisavtalet

Under den 30 september 2015 – 11 december 2015 samlas världens länder, i FN:s klimatkonvention, i Paris för ett enas om ett nytt klimatavtal som ska gälla från 2020. Förslag på åtagande som har kommit in inför mötet omfattar både anpassningsåtgärder och utsläppsminskningar. Av världens totala utsläpp av växthusgaser står de närvarande länderna på klimatkonventionen för uppskattningsvis 80 % av utsläppen. . Det är än så länge svårt att uppskatta vad mötet konkret kommer att leda till och vilka klimatåtagande det till slut blir för respektive länder och för Sverige.[4].

3.2 UTVECKLINGEN I SVERIGE

Energieffektiviseringsdirektivet 2012/27/EU är en direkt följd av EU:s övergripande klimatmål och som konkret har inneburit några nya lagar i Sverige. Exempelvis så ska stora företag göra en energikartläggning vart fjärde år samt så har kraven skärpts för att myndigheter fortsättningsvis ska använda energin mer effektivt [5].

Energimarknadsinspektionen (Ei) har också i den nya elnätsregleringen för åren 2016-2019 föreslagit en del förändringar som är en direkt följd av EU:s och Sveriges miljömål. Skillnad från regleringsperioden för 2012-2015 är att det har tillkommit incitament om leveranskvaliteten, energiförluster och om effektivare nyttjande av elnäten. Ei ställer också högre krav på nätföretagens avbrottsrapportering till myndigheten [6].

Ei har i en rapport till regeringen, *Funktionskrav på framtidens elmätare* gett förslag på vilka funktionskrav som bör ställas på elmätare i framtiden. I rapporten har Ei tittat på funktionskrav som ska underlätta information till kunderna, främja en tillförlitlig och effektiv nätdrift, en minskad energianvändning samt en ökad integration av lokal produktion [7].

3.2.1 Budgetproposition 2016

Regeringens budgetproposition för 2016 innehåller investeringar för klimatet inom de fyra områdena *Mer förnybar energi*, *Internationella insatser*, *Fossilfria resor* samt *Hela Sverige är med*.

Förnybar energi

För att skynda på solcellsutbyggnaden föreslår regeringen en kraftig förstärkning av solinvesterstödet och man föreslår samtidigt en satsning för möjligheten att lagra egenproducerad el. Regeringen vill också inrätta ett nationellt forum för smarta elnät och vill på sikt att Sverige ska ha 100 % förnybar energi.

Internationella insatser

Regeringen vill avsätta mer pengar till miljö- och klimatfinansiering i utvecklingsländer eftersom klimatförändringarna är ett globalt problem och bör lösas gemensamt.

Fossilfria resor

Förmånsskattesubventionen förlängs för miljöanpassade bilar. För elbussar införs ett nytt stöd, supermiljöpremien stärks, ny kollektivtrafik byggs, man vill rusta upp den befintliga järnvägen, avsätta pengar till cykelfrämjande åtgärder och så vidare.

Hela Sverige är med

Regeringen vill ta fram en strategi för hållbar konsumtion. Man vill dessutom hjälpa regioner och kommuner att minska sina klimatutsläpp genom investeringsstödet Klimatklivet. Regeringen satsar även pengar på att höja kunskapen runt klimatanpassning hos myndigheter, kommuner, näringslivet och enskilda. Delvis för att miljö- och klimatteknikföretag ska kunna växa och öka investeringarna i miljöteknik [8].

3.3 NATIONELLA HANDLINGSPLANEN FÖR SMARTA ELNÄT - PLANERA FÖR EFFEKT

Förslaget till nationella handlingsplanen för utvecklingen av smarta elnät 2015 -2030 var slutbetänkande från Samordningsrådet för smarta elnät och lämnades till regeringen i december 2014. Med handlingsplanen ville man skapa framförhållning och underlätta anpassning till framtida utmaningar.

En utgångspunkt för handlingsplanen var att smarta elnät kan, genom att ge fler valmöjligheter, öka elkundernas inflytande på marknaden. Bland annat genom att stimulera utveckling av nya produkter och tjänster. Tillsammans med säker elförsörjning, ett effektivare och hållbarare resursutnyttjande skulle nyttan för kunderna ingå i en helhetssyn för utvecklingen.

Ett resultat av utredningen har varit en ändring i ellagen (1997:857) 3 kap Nätverksamhet mm.

Lagen träder ikraft 1 juli 2016. Det innebär att elnätsföretagen fortsättningsvis har en skyldighet att vid begäran tillhandahålla kundernas förbrukning per timme och att merkostnader inte får debiteras kunden.

Handlingsplanens rekommendationer delades in i tre områden. *Politiska ramverk och marknadsvillkor, Kunddeltagande och samhällsaspekter samt FoU, innovation och tillväxt.*

*Ellagen (1997:857) 3 kap
Nätverksamhet mm.16 b §
Efterfrågefleksibilitet och
information till elanvändare.
"Om en elanvändare begär det ska
en nätkoncessionshavare utan
särskild kostnad tillhandahålla
information som minst visar
Elanvändarens förbrukning per
timme. Regeringen eller den
myndighet som regeringen
bestämmer får meddela närmare
föreskrifter om tillhandahållandet
av informationen enligt första
stycket."*

3.3.1 Politiska ramverk och marknadsvillkor

För att kunna bidra med system- och nätnytta behöver marknadens spelregler utvecklas för att kraftsystemet ska klara framtida utmaningar. Speciellt intressant är villkoren för efterfrågefleksibilitet och energilagring. För att hantera stora informationsmängder kommer det att behövas mer avancerade IT-system och ökad

automation för drift av smarta energisystem. Integrationen mellan olika energibärare, som elektricitet, gas och värme, innebär nya möjligheter till lagring av kyla och värme i smarta elnät. Effektbehovet kommer vara minst lika viktigt som energibehovet och ökad flexibilitet kommer behövas för exempelvis laddning av elbilar. Utbyggnaden av förnybara energikällor kommer kräva ökad förståelse för effekterna på systemnivå om man ska kunna hantera utmaningen för kraftsystemet.

3.3.2 Kunddeltagande och samhällsaspekter

Smarta elnät innebär nya möjligheter till aktivt deltagande för kunderna. Detta har också varit utgångspunkt i de förslag på förutsättningar och behov av kundstödande insatser som rekommenderas. Mätdata och information bör göras mer lättillgänglig för elanvändaren. För det behövs regelförändringar, tydligare information från marknaden samt funktionskrav för smarta mätare. Man behöver även tänka på att värna om kundernas personliga integritet vid hantering av all data och information. Det behövs att ett ökat utbyte av information och kunskap för att kunna utveckla smarta energisystem och som också är viktiga för ett hållbart samhällsbyggande.

3.3.3 FoU, innovation och tillväxt

Avsikten med rekommendationerna är att skapa förutsättningar för att smarta elnät ska utvecklas till en svensk tillväxtbransch. Det handlar om att tillgodose behovet av kunskap och kompetensförsörjning i takt med utvecklingen inom smarta elnät. Det handlar också om behovet av att stimulera forskning, utveckling och innovation inom området. Behovet av standardiseringar inom smarta elnät bedöms också vara viktigt inte minst ur ett exportperspektiv [9].

3.4 PÅGÅENDE UTREDNINGAR

Under 2015 har nya utredningar, på uppdrag av regeringen, påbörjats om den framtida energiförsörjningen och smarta elnät. Nedanstående beskriver några av uppdragen.

3.4.1 Översyn av energipolitiken

Energikommissionen är en parlamentarisk sammansatt kommitté som ska lämna underlag till en bred politisk överenskommelse om den långsiktiga energipolitiken. Avsikten är att analysera det framtida behovet av tillförsel, överföring samt lagring av energi. För att nå en samhällsekonomisk effektiv utveckling av energisystemet ska Energikommissionen identifiera vilka förändringar i regelverket som kommer att krävas. Meningen är även att ta fram underlag på förhållande för elförsörjningen efter 2025-2030. Resultatet ska redovisas senast den 1 januari 2017 [10].

3.4.2 Efterfrågefleksibilitet

Ei har fått i uppdrag av regeringen att utreda vilka hinder och förutsättningar det finns för elkunder att öka den samhällsekonomiska effektiviteten på elmarknaden genom ökad efterfrågefleksibilitet. Med efterfrågefleksibiliteten menas att elkunden förändrar sitt beteende eller förbrukningsmönster efter att ha fått signal från exempelvis elsystemet eller elmarknaden. I uppdraget ingår att analysera incitament från olika aktörer som elhandlare och elnätsföretag (nättariffer) för att öka efterfrågefleksibiliteten samt föreslå åtgärder som kan påskynda och underlätta utvecklingen mot en effektivare elmarknad. Uppdraget ska redovisas senast 3 oktober 2016 [11].

3.4.3 Strategi för ökad användning av sol

Energimyndigheten har fått uppdrag av regeringen att analysera hur sol ska kunna bidra till att Sverige på sikt ska ha hundra procent förnybar energi. Energimyndigheten ska också föreslå en strategi för hur användningen av sol i Sverige ska kunna öka. Resultatet ska redovisas senast den 17 oktober 2016 [12].

3.5 UTMANINGAR FÖR LOKALNÄTET.

Klimatförändringarnas konsekvenser medför troligtvis både ett ändrat produktions- och konsumtionsmönster för energisektorn. Ett mildare vinterklimat minskar energibehovet för exempelvis uppvärmning av fastigheter. När solenergin får ett större genombrott så betyder det att ytterligare en intermittent energikälla ska samverka med vindkraft som också är beroende av vädret. Stormvindar eller nedisning av rotorblad utgör även det ett problem för lokalnät eftersom elproduktionen från vindkraftverken då kan falla bort och orsakar störningar. Varje inträffad driftstörning skapar en försämrad leverans kvalitet. Skiftningar i rådande vindklimat kan även komma att ändra förutsättningarna för elproduktion vid redan etablerade anläggningar [2].

Problem med leveranssäkerheten kan öka om det blir mer frekvent med hård blåst, regn och åska som ställer till med skador på elledningar och i transformatorstationer. Just svårigheter vid översvämningar är också ett problem som märks allt oftare i Sverige. En större mängd blötsnö under vintertiden kan även bli problematisk framförallt för luftledningarna. Samtidigt inför Ei kvalitetsreglering som bygger på att jämföra nivån på elnätets leveranssäkerhet under tillsynsperioden mot en normnivå. Emellertid så medför klimatförändringarna i sig ett större behov av övervakning, mätning och automatisering av de lokala elnäten.

Genom att förnybar elproduktion ansluts till lokala elnät på både lågspänning och högspänning så kommer spänningsnivåerna att variera mer än de har gjort tidigare. Samtidigt ökar kraven från Ei på att nätägaren ska nyttja energin mer effektivt och få en jämnare belastning samt minska energiförlusterna. Installationer av framförallt solcellsanläggningar förväntas att öka framöver. Det kan medföra framtida problem i lokala delar av elnätet i form av förhöjda spänningsnivåer. Även större kortvariga effektuttag, exempelvis värmepumpar, som tar ut högre ström under kortare perioder, ger upphov till kortvariga spänningssänkningar som i svaga elnät märks i form av spänningsdippar och flimmar. Ökad kapacitet och ökad flexibilitet kommer behövas för exempelvis laddning av elbilar.

Övervägande andelen av all ny elektrisk utrustning är uppbyggd av elektronik som skapar störningar på elnätet men som också är mer känslig för sämre spänningskvalitet än traditionella utrustningar. Elektriska störningar uppstår vid allt från planerade till oplanerade händelser på elnätet. Exempel på orsaker till försämrad leverans kvaliteten är i- och urkoppling av elektriska laster, blixtnedslag samt störande elektriska apparater som till exempel switchade nätaggregat, frekvensomriktare och lågenergilampor. [13].

Generellt ökar behovet av en kontinuerlig och tillförlitlig övervakning när man installerar nya laster och mer förnybar elproduktion. Kraven ökar också på att elnätetsföretagen ska mäta och tillhandahålla mer information till elanvändarna.

4 Genomförande

Avsnittet *Drivkrafter och utmaningar* är en sammanfattning av den litteraturstudien som genomfördes i början av förstudien. Från början startades även en utredning om vilka möjliga nyckeltal som gick att identifiera i mätinsamlingssystemen. Därefter gjordes en analys av vilka nya nyckeltal som var möjliga att bilda om man kombinerade flera system.

Under tiden som den första utredningen om mätinsamlingssystemen pågick genomfördes även en parallell utredning runt mer systemövergripande nyckeltal som framförallt är aktuella för Svenska Kraftnät. Detta för att se om det fanns nyckeltal för stamnätet som också kunde vara lämpliga att använda till lokalnäten. Dessutom utreddes behovet av nyckeltal som var relaterade till förnybara energikällor, då det kommer att bli en utmaning för elnätsföretagen i framtiden, samt nyckeltal som kunde bidra till stor kundnytta.

Tre månader in i förstudien genomfördes en workshop. Det fanns då fortfarande inget helt färdigt resultat från utredningen av mätinsamlingssystemen. Därför nämndes endast några tänkbara nya nyckeltal. Utgångsläget för frågor och enkät blev följaktligen de nyckeltal som hade identifierats i den parallella utredningen om övergripande nyckeltal från kraftsystemet.

I slutet av förstudien skickades frågor om resultatet från workshoppen ut till samtliga elnätsföretag i Sverige. Nu presenterades också flera förslag på tänkbara nyckeltal som hade identifierats vid kombination av olika mätinsamlingssystem. Avsikten med utskicket var att få in synpunkter och kommentarer från branschen.

4.1 LITTERATURSTUDIER

För att fördjupa kunskaperna inom smarta elnät har olika webbsidor, dokument och rapporter studerats. Mycket av informationen har hämtats från den nationella handlingsplanen *Planera för effekt* men också från regeringsbeslut och olika direktiv.

4.2 WORKSHOP

Genom att bjuda in elnätsföretag, andra systemleverantörer samt Ei till en workshop den 10 augusti 2015 påbörjades en dialog med branschen om pågående förändringar och behovet av nya nyckeltal. Workshoppen var också ett sätt att försöka säkerställa applicerbarheten och kopplingen till andra större mätsystem som används i Sverige. Workshoppen var indelad i 4 olika grupparbeten där totalt 26 personer deltog och där deltagarna i sin tur blev uppdelade i 4 olika arbetsgrupper.

4.2.1 Nätregleringens nya krav 2016

De nya kraven i förhandsregleringen presenterades av Lars Ström och Linda Werther från Ei. De nya incitamenten i förhandsregleringen för 2016 - 2019 är:

- Leveranskvalitet (leveranssäkerhet), som bygger på att jämföra nivån på elnätsföretagens leveranssäkerhet under tillsynsperioden med en normnivå.
- Nätförluster, som är den procentuella andel nätförluster i förhållande till den totala mängden uttagen energi i gränspunkten.

- Effektivt utnyttjande, är lastfaktorn i gränspunkter. Lastfaktor definieras som en kvot mellan medeleffekten och maxeffekten.

Frågeställningen för grupparbetet:

Vilken påverkan kan nuvarande och föreslagna nyckeltal ge på elnätet/kraftsystemet samt på intressenterna? Vilken nytta kan de ge? Kan de formuleras på ett bättre sätt?

Under diskussionerna ägnades mycket tid till att försöka förstå den nya nätregleringen, så man ansåg att nätregleringen behöver förtydligas. Man tyckte också att Ei:s nya krav är åt rätt håll men att man borde analysera trenden oftare och inte vänta i 4 år för att se hur man ligger till.

I den nya regleringen saknas incitament för spänningskvalitet, som är speciellt viktigt för industriföretag som i hög grad påverkas av sämre leveranskvalitet (produktionsstopp, felaktiga apparatfunktioner, förstörd elektrisk utrustning mm). Man hoppades på att spänningskvalitet kanske skulle kunna vara med i förhandsregleringen med start 2020. Men enligt Ei finns det tyvärr inte förutsättning för detta eftersom det inte finns någon skyldighet till inrapportering av data för spänningskvalitet. Data krävs för att kunna jämföra ett före och ett efter. Men krav på spänningskvalitet ställs på andra håll i regelverket och ingår i Ei:s tillsyn.

Grupperna tyckte att nya modellen inte belönar de som redan gjort investeringar och som redan har en låg energiförlust. Belönar, men marginellt. Även om Ei:s svar var att kunden har då redan betalat för denna investering, så motiverar de inte elnätsbolaget att fortsätta att sänka förlusterna. Man undrade också över hur stora incitamentet är i pengar? Man påpekade även att incitament påverkar kunden direkt och frågade om det var straff eller incitament för kunderna. Man föreslog att Ei skulle ta fram exempel på beräkningar, det vill säga en beräkningsmodell där man själv kan lägga in sina egna siffror på Ei:s hemsida.

Övriga frågor som även togs upp i grupperna var om elnät både i tätorter och glesbygdsnät samt stora och mindre elnät har samma möjligheter till incitament? Var skall man satsa i sitt nät för att få incitament, vart lönar det sig att satsa mest? Man undrade också om man instiftar CEMI₄¹, varför instiftar man inte CEMI₁₂² också? Ei svarade att fler än 11 avbrott ska enligt föreskrifterna inte förekomma, så ett incitament för att minska avbrotten över 11 ska inte behövas.

4.2.2 Nya krav på mätning 2017

Lars Ström, Ei informerade om att nya krav på mätning fortfarande är ute på remiss. Uppdraget har varit att underlätta informationen till kunderna och att främja tillförlitlig och effektiv nätdrift, en minskad energianvändning och en ökad integration av lokal produktion.

Frågeställningen för grupparbetet:

Vad innebär nya krav på mätning för intressenterna? Investeringar, annat? När behöver åtgärder göras? Hur löser man systemintegrationer?

Frågan ställdes, när förväntas förordningar och forskrifter vara klara? Leverantörerna måste hinna förbereda mätarna i tid! Nya krav bör därför komma ut minst 12 månader

¹ CEMI₄ andel kunder som har haft minst 4 avbrott under året

² CEMI₁₂ andel kunder som har haft minst 12 avbrott under året

innan de skall börja gälla. Således om nya krav inte kommer ut förrän 31 december 2016, kan de inte börja gälla förrän 1 januari 2018.

Att alla nya mätare som installeras efter 2017 skall möta de nya kraven på mätning ansågs inte realistiskt. Detta eftersom nya mätare inte går att integrera direkt in i gamla system. Att bygga in dem och integrera in dem i existerande system kommer kosta väldigt mycket till en liten samhällsnytta. Om man byter ut enstaka enheter innan 2025 borde man få dispens. Gruppen föreslog istället att kravet bara skall gälla om man installerar helt nya system, det vill säga mätare och insamlingssystem. Då kan detta gälla från 2017. Annars skall det generella kravet vara 2025, då elnätsbolagen har god tid att planera för ett helhetsbyte.

Grupperna ansåg att det var en bra idé att titta på Norge och Holland som infört dessa ändringar, men att inte göra på samma sätt. I dessa länder har det kostat samhället mycket pengar till lite nytta genom att inför standardiseringsprotokoll. Dessa länder och Sverige är för små länder för att införa egna standards etc. Man bör i stället göra de som större länder i Europa, gå för öppna protokoll etc.

Man ansåg att det var viktigt att införa undermätning i större fastigheter för att ge information till underhåll och så vidare. Laststyrning föll bort i förslaget genom att man då måste kunna koppla bort apparater i anläggningen.

En fråga som kom upp var hur är det med säkerhetsfrågan med anledning av att det är öppna gränssnitt? Vart är gränssnittet? Balansgång mellan slutkund = realtidsmätning och nätbolag = timmätning. Mätarna blir en del av driftsystemet eftersom larm och avbrott innebär att man behöver få in informationen till driftcentralen. Det kan bli ett hot mot driftsäkerheten.

4.2.3 Elkvalitet, krav och nytta 2020 samt Vad kan systemen leverera?

Robert Olofsson, Metrum berättade bland annat om Övertonshalt relaterat till märkeffekt samt abonnerad effekt som nya tänkbare nyckeltal för elkvalitet. Martin Sellman Embriq informerade om sökverktyg och om nyckeltalen Verkningsgrad och Lastfaktor.

Frågeställningen för grupparbetet:

Hur mycket mätning finns det i elnäten? Vad är det för typ av mätning? Vad är det för typ av system?

Generellt sett har man mest kontroll och mätning på högspänningsnäten men dålig kontroll på lågspänningsnäten. Det finns SCADA³, elkvalitet- och debiteringssystem men de är som parallella öar. Kommunikationen mellan systemen är begränsad och det kommer att bli för stora kostnader att hämta all data.

Hur mycket man mäter skiljer mellan nätbolagen. Exempelvis så mäter Umeå Energi i nätstationer och jämför med kundmätningen, om förlusterna är mer än 3 % så undersöker man orsaken. Vattenfall registrerar händelser på kundnivå på vissa lågspänningsanläggningar. Man har ingen löpande överblick i nätet, men när det händer något har man möjlighet att ta fram data för analys.

Elnätsföretagen kommer satsa på och planera för att ha en lösning på plats enligt regleringen 2025. Nuvarande energimätare eller de som nu erbjuds mäter en begränsad

³Supervisory Control And Data Acquisition är ett system för övervakning och styrning av processer.

mängd elkvalitet, dock ej tillräckligt för analys och statistik. Existerande elkvalitetsmätare mäter också energi, men är vanligtvis inte certifierade som debiteringsmätare. En slutsats var att med dagens mätning och mätare klarar vi av det vi måste rapportera.

De flesta mätarna lagrar mer information än vad som används. Men i vilket system bygger man funktionaliteten och vilket system ska vara master är ett stort problem vid integrationen mellan systemen. Mycket går genom NIS⁴-systemen i dag. Ju längre ner i systemen desto mindre mäter man i SCADA och tvärtom ju högre upp i systemen desto mer mäter man i SCADA. Elkvalitetsmätare finns lite utspridda i systemet men det flesta nätföretag har framförallt prioriterat mätpunkter i högspänningsnät. För att se vad som finns i nätet behövs balansmätning från nätstationerna till debiteringsmätningen.

Det finns ett behov av systemintegrering av mätarsystem, ett övergripande system som kan ta in mätvärden från många olika typer av mätare. Idag finns det många olika system och mätare i ett elnät, minst 2-3. Öppna protokoll, integrering samt övergripande system efterfrågas.

4.2.4 Drivkrafter och Utmaningar samt Rekommendationer

Lars Olsson sammanfattade aktuella händelser och aktiviteter som bedöms vara drivkrafter som påverkar utvecklingen av smartare och ett mer hållbart energisystem.

Frågeställningen för grupparbetet:

Vilket behov kan det finnas av nya nyckeltal? Vilken nytta kan de ge? Hur kan de testas?

Behovet av nyckeltal, och vilka som är relevanta varierar beroende på olika faktorer, som till exempel om det är ett stort eller litet elnätsföretag, om de har egen elproduktion eller inte, om det finns mycket förnybar elproduktion och så vidare. Några tyckte det var tillräckligt med de nyckeltal som redan fanns och innan man ska diskutera nya nyckeltal så bör man kanske identifiera vilka problem man har i näten först.

En del elnätsföretag upplever att de har så mycket att göra, av det som de blivit pålagda, att de inte har hunnit fundera på vilka ytterligare nyckeltal som behövs. Det behövs nog tas fram exempel på nyckeltal, hur de kan användas i den dagliga verksamheten, visa vilken nytta de skapar samt hur det gör det enklare för elnätsföretagen.

Målet med nya nyckeltal borde vara att främst fokusera på nyckeltal som förenklar det som finns idag, det vill säga till exempel det som direkt relaterar till avbrott, SAIDI⁵/SAIFI⁶ och CEMI₄. Ett område där nyckeltal skulle vara användbart är relaterat till anslutning av förnybar energi och där det finns stora tillfälliga laster. Det vill säga icke planerbar produktion, hur mycket vågar man ansluta i elnätet (exempelvis sol, vind). Likaså stora tillfälliga laster, till exempel skidanläggningar som Sälen, dessa behöver man bevaka och därmed följa genom nyckeltal.

⁴ Network Information System (NIS). Exempel på funktioner som kan finnas är nätberäkningar, projektering, beredning, nätplanering.

⁵ System Average Interruption Duration Index (SAIDI) = total kundavbrottstid/totalt antal kunder

⁶ System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) = totalt antal kundavbrott/totalt antal kunder

Det påpekades att det är viktigt att väga samman flera resultat och man ska akta sig för att mäta nyckeltal isolerat. Vissa av nyckeltalen hänger ihop medan andra inte drar åt samma håll. Men vissa nyckeltal kan vara bra att använda sig av vid nätplanering.

4.2.5 Resultat från enkät

De nyckeltal som diskuterades under workshopen och som följdes upp i en enkät var följande: *Stabilitet*, *Kapacitet*, *Flexibilitet*, *Inertia*, *Hosting capacity*, *Andelen förnybar el*, *Ramping rate*, *Korrelationsfaktor* samt *Tillgänglighet mätdata*. 13 personer deltog i enkäten.

På frågan Hur viktig är det att kunna följa upp följande nyckeltal utifrån din branschperspektiv? Så svarade 53,8 % att *Tillgänglighet Mätdata* var i mycket hög grad viktig att följa upp. Medan 30,8 % ansåg att *Kapacitet* var viktigast och 25,0 % ansåg *Stabilitet* som det viktigaste nyckeltalet.

På frågan Hur viktig är det att kunna följa upp följande nyckeltal ur ett kundperspektiv? Ansåg 61,5 % att *Tillgänglighet Mätdata* var det viktigaste nyckeltalet, 36,4 % ansåg att *Stabilitet* var viktigast och 25,0 % ansåg *Andelen förnybar el* som det viktigaste.

När man bara fick välja ett nyckeltal och frågade med vilket nyckeltal anser du man bäst kommer att erhålla den totalt största nyttan med för både nätbolagen och kunderna? Så blev *Tillgänglighet Mätdata* och *Stabilitet* lika med 28,6 % vardera. Svaren skilde dock en hel del mellan branscherna. Av systemleverantörerna tyckte 50,0 % att *Tillgänglighet Mätdata* var det viktigaste nyckeltalet. Nätbolagen valde lite olika nyckeltal men *Stabilitet* fick ett kryss mer. *Stabilitet*, *Kapacitet* och *Flexibilitet* fick vart sitt kryss utav gruppen annat företag.

4.3 UPPFÖLJNING GENOM UTSKICK TILL ELNÄTSFÖRETAG

Sista veckan i september skickades dokumentation från workshopen och ytterligare frågor om nyckeltalen ut till ca 160 stycken elnätsföretag. Av dessa valde 7 stycken företag att ge synpunkter och svara på frågorna om bland annat vilka av nyckeltalen de ansåg vara viktiga. Det var första gången som alla förslag på nyckeltal presenterades. För att följa upp den första enkäten ställdes även frågor om man instämde i resultatet från workshopen eller inte.

4.3.1 Uppföljning Workshop

På frågan om *Tillgänglighet av mätdata* var ett viktigt nyckeltal ur både ett kund- och branschperspektiv svarade alla att de instämde. 71 % svarade att *Stabilitet* bedömdes vara viktigt i vissa fall. Ett företag valde att inte svara på frågan om *Stabilitet* och ett företag svarade att de inte instämde i resultatet. Alla tyckte att *Kapacitet* och *Flexibilitet* vara viktigt i vissa fall. På frågan om *Hosting capacity* är viktigt ur ett branschperspektiv så svarade 86 % att de instämde med det. Slutligen tyckte alla att *Andelen förnybar el* är viktigt ur ett branschperspektiv

Exempel på kommentarer:

Det vore bra med exempel på hur nyckeltalen ska vara utformade. Exempelvis på tillgänglighet av mätdata måste man kunna se vilken nytta själva nyckeltalet har så att inte det blir ett självändamål.

Stabilitet bedöms främst beröra balansansvarig och det är oklart vilken nytta lokalnätet har av detta. När det gäller Kapacitet kan man säga att med hjälp av de dimensioneringsregler som finns idag så har vi bra koll på vilken kapacitet olika komponenter i elnätet har ur ett termiskt perspektiv. Däremot med mer lokal produktion måste man ha bättre koll på att nätet är rätt dimensionerat utifrån spänningsvariationerna. Förmodligen kommer man att ta hänsyn till detta problem med hjälp av nyckeltalet Hosting capacity som känns som ett viktigt nyckeltal.

Andelen förnybar elproduktion i elnätet kommer att öka med tiden och därför blir detta ett viktigt nyckeltal för Hosting capacity men kanske endast för detta ändamål. Flexibilitet är något som kan bli svårt att realisera fullt ut eftersom vi ser att man även i fortsättningen kommer att ha ett väl dimensionerat nät. Detta gör att man känner en viss osäkerhet på vilket nytta ett nyckeltal kan ha om man inte vet hur det är utformat.

4.3.2 Kundmätning

Behoven av nya och uppdaterade nyckeltal baseras på kravet att använda elnätet mer effektivt. Men för att effektivisera de lokala näten krävs någon form av sammanställning av tillgängliga mätvärden. Genom att använda mätvärden från både elkvalitets- och debiteringssystem får man ett sammanfattning av hur effektflödet ser ut i olika delar av nätet.

Elnätsföretagen kommer att mäta och rapporterar aggregerade mätvärden till Ei men motsvarande nyckeltal går även att mäta och tillämpa på kundnivå. Data kan hämtas från många olika källor exempel nordpol, elnätsföretagen prislistor, elhandlarens prislistor, väder från SMHI, kartinformation med.mera. Nyckeltalen kan även användas för egen uppföljning av driften.

De nyckeltal som presenterades i utskicket var **Avbrott**, **Spänningsvariationer**, **Lastfaktor**, **Förluster**, **Priser** samt **Tröskelhantering**. På frågan om vilka nyckeltal man trodde var viktigt att på ett enklare sätt kunna följa upp för elnätsföretag blev resultatet. Avbrott och Spänningsvariationer som båda fick medelvärde 4,29 i betyg där 5 var det högsta värdet och 0 det lägsta. **Priser** fick det lägsta betyget med 2,27 i medelvärde. Ur ett systemperspektiv tyckte flest att nyckeltalet **Spänningsvariationer** var viktig att följa upp tätt följt av **Lastfaktor**, **Förluster** samt **Tröskelhantering**. Ur ett kundperspektiv ansågs **Avbrott** och **Priser** som de viktigaste nyckeltalen men **Spänningsvariationer** ansågs också vara viktigt.

Exempel på kommentarer:

Avbrott

Detta finns redan som funktion i många mätare men tekniken måste hinna med för att man ska kunna hantera denna information. Den metod man använder idag för registrering av avbrott känns tillräcklig.

Spänningsvariationer

Det är ett mycket viktigt nyckeltal och det är av stor intresse både för kunden och elnätbolaget.

Lastfaktor

Viktigt att man även får med tiden för medel och max effekt så att man kan summera detta på en högre nivå inom t.ex. ett helt lågspänningsnät.

Förluster

Detta kräver nätstationsmätning och en del integrering mellan nätstationsmätning och debiteringsmätning. Innan dess känns det svårt att kunna utnyttja eventuella nyckeltal.

Tröskelhantering

Att kunna hantera fel innan kunden ringer kan vara mycket användbart.

4.3.3 Elkvalitet

Elkvalitet delas normalt sett in i spännings- respektive ström kvalitet. Det finns tydliga nyckeltal beskrivna vad gäller spänningskvalitet i form av nationella och internationella föreskrifter och i Sverige används EIFS 2013:1 avseende spänningskvalitet i olika delar av elnät. Men i takt med att det installeras fler mätare i elnätet som mäter elkvalitet så ses möjligheten att få en större nytta om det tillförs nya nyckeltal även inom detta område.

De nyckeltal man fick ta ställning till i utskicket var *Spänningshöjning relaterat till tid*, *Spänning & effektkorrelation*, *Belastning (relation medel- och maxlast)* samt *Övertonshalt relaterat till märkeffekt*. På frågan om vilka nyckeltal för elkvalitet man trodde skulle vara viktigt för ett elnätsföretag att kunna mäta fick *Spänningshöjning relaterat till tid* betyget 4,14 i medelvärde där 5 var det högsta betyget och 0 det lägsta. *Spänning & effektkorrelation* fick betyget 3,71, *Belastning (relation medel- och maxlast)* 3,43 och nyckeltalet *Övertonshalt relaterat till märkeffekt* fick 2,86 i betyg. 71 % ansåg att nyckeltalet *Belastning* var viktigast ur ett systemperspektiv och ur ett kundperspektiv fick både *Belastning* och *Spänningshöjning relaterat till tid* 43 % av rösterna vardera.

Exempel på kommentarer:

Övertonshalt relaterat till märkeffekt

Det känns viktigt att ha ett mått på hur mycket övertoner varje kund får producera för att man ska kunna uppfylla föreskrifternas krav i samtliga leveranspunkter.

Belastning (relation medel- och maxlast)

Relationen medel-och maxlast känns inte så viktigt däremot förhållandet mellan maxlast och abonnerad effekt/säkringsstorlek känns viktigt för att man ska få ett mått på hur mycket en kund får överskrida sitt abonnemang momentant.

Spänningshöjning relaterat till tid

Ett mått på hur stor del av tiden man överskrider 110 % känns kanske inte viktigast eftersom man aldrig ska vara så högt i någon leveranspunkt däremot kanske man bör ha ett nyckeltal på hur mycket man överskrider än viss planeringsnivå som man skulle kunna ta fram exempelvis $\pm 6\%$

Spänning & effektkorrelation

Detta känns som det viktigaste måttet. Däremot kanske man också skulle ha korrelationen även mellan konsumerad eller producerad effekt relativt kortslutningseffekt.

4.4 SAMMANFATTNING AV MÅLARENERGI

Det är beklagligt att nätregleringen inte tar med ett incitament för elkvalitet i de nya krav 2016, både stora och små kunder kommer troligtvis att drabbas oftare pga. störningar på elnätet som kan sluta i stora konsekvenser för dem och för elnätsbolaget.

När det gäller de nya kraven på mätning kan man tycka att tiden för förberedelser inte kommer att räcka till eftersom kraven antagligen kommer att vara färdigställda vid årsskiftet 2016 – 2017. Man behöver lösa problem som t.ex. systemintegrationer, kommunikation, insamlingssystem, mm. Det finns så mycket annat som kommer att påverkas av de nya kraven och utvecklingen på dessa punkter behövs också.

Det är mycket möjligt att i framtiden kommer vi att ha stor nytta av smarta debiteringsmätare, vi kommer att ha bättre koll på nätförluster men vi kommer också att ha en bra bild på de elkvalitetsproblem som kan förekomma på elnätet och som kan vidareundersökas med klassade elkvalitetsinstrumenten men integreringen mellan debiteringsmätarna och elkvalitetmätarna behövs i detta sammanhang och det är mycket viktigt. Vi hoppas på att i snar framtid kunna arbeta med ett mer komplett elsystem med hjälp av nya nyckeltal och med rätt infrastruktur för både debiteringsmätning och elkvalitetsmätningar.

I det samhället vi bor i idag behöver man alltid vara uppkopplad och det som man inte brydde sig om förut har stor betydelse nu. Att ha tillgång till mätdata ser man som ett måste samtidigt vill man veta hur elnätet uppför sig när vi kopplar in våra nya produktionsanläggningar eller när vi laddar våra elbilar.

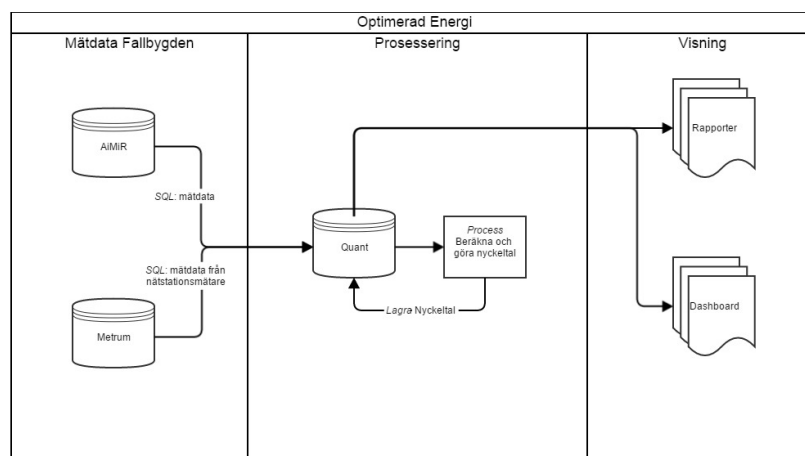
Med hjälp av den här förstudien har man möjligheten att se över trender och behov i samhället och genom att använda oss av nyckeltal kan vi sammanfatta det som är viktigast för elsystemet samt identifiera det som fungerar bra och det som måste förändras eller komplimenteras.

Det är inte okänt att samhället vill vara med och bekämpa miljöpåverkan, den förnybara elproduktionen ökar mer och mer, samma sak gäller för användningen av elbilar med respektive laddinfrastrukturen och då gäller det att vara förberedd.

/ Cristian Armijo Mätplatsspecialist, Mälarenergi Elnät AB

4.5 SYSTEMUPPBYGGNAD

Avsikten med förstudien har varit att undersöka vilka nyckeltal som kan göras tillgängliga via integrering av olika befintliga mätinsamlingssystem hos elnätsföretagen. I studien användes mätdata från Falbygds Energi eftersom det redan existerade en bra struktur med mätning i deras elnät. I det överliggande systemet (Quant) fanns det redan importfunktionalitet för energivärden och det fanns energivärden tillgängligt både på nätstationsnivå och slutkundsnivå.



Figur 4-1 Optimerad energi. Insamling från två system, beräkning och visning av mätvärden.

Figur 4-1. Beskriver metoden som ligger till grund för insamling, beräkning och visning av mätvärden.

1. Lagring av timvärden
 - a) För nätstationer exporteras mätdata från Metrum in som GS2-filer och importeras in i Quant
 - b) För slutkunderna hämtas mätdata från AiMiR direkt i database och konverteras till XML fil-format för import i Quant
2. Skapa databasprocedurer för
 - a) Beräkning av snitteffekt per dygn per mätare
 - b) Beräkning av max effekt per dygn per mätare
 - c) Beräkning av min effekt per dygn per mätare
3. Beräknar och lagrar nyckeltalen lastfaktor (snitteffekt/max effekt) och verkningsgrad (min effekt/max effekt) i en egen tabell för visning och vidare analys.

4. Gör en balanskontroll på en utvald nätstation där det finnes nätstationsmätning från Metrum och där alla slutkunder är mätta med AiMiR insamlingssystem, dvs där det inte finnes slutkunder som har transformatormätta anläggningar eller andra insamlingssystem.

För mer information, se bilaga 3. Systemintegration.

4.6 SLUTSATS

Under workshopen ägnades mycket tid till att försöka förstå den nya nätregleringen och man ansåg att nätregleringen behöver förtydligas.

Det konstaterades att vissa nya energimätare har stöd för en begränsad mängd elkvalitet men att det normalt inte är tillräckligt för analyser men på sikt kan användas för viss statistik. Existerande elkvalitetsmätare mäter i sin tur normalt elkvalitet helt enligt gällande föreskrifter och mäter även energi men används normalt i huvudsak för energikontroll och inte för debitering. Det finns ett behov av ett övergripande mätsystem som kan ta in mätvärden från många olika typer av mätare. En slutsats var dock att med dagens mätare klarar vi av att mäta det vi måste rapportera.

Det finns ett behov av nya nyckeltal främst fokuserat på nyckeltal som förenklar och som är direkt relaterat till avbrott, SAIDI/SAIFI och CEMI₄. Ett område där nyckeltal också skulle vara användbart är relaterat till anslutning av förnybart energi och där det finns stora tillfälliga laster.

Trots att workshopen genomfördes i semestertider deltog flertalet av de som hade blivit inbjudna. Resultatet från enkäten är dock lite osäker eftersom den låg som sista punkt för dagen och vissa hade bråttom iväg. Det medförde tyvärr att en del valde att inte svara och andra kanske stressade igenom enkäten. Trots det var de flesta överens om att *Tillgänglighet mätdata* var ett av de viktigaste nyckeltalen av de som hade diskuterades under workshopen.

Den låga svarsfrekvensen på massutskicket till elnätsföretagen kan däremot ha berott på flera orsaker.

- Frågorna och dokumentationen skickades inte till rätt avdelning eller hamnade inte hos rätt person i företagen.
- Det finns kanske inget större intresse av den här typen av frågor ute i landets elnätsföretag.
- En vecka var för kort svarstid.
- Dokumentationen var för omfattande och blev svårbegriplig och budskapet nådde inte fram.
- Många hade inte hört talats om *Optimerad energi* eller vad förstudien omfattade innan utskicket.

Men oberoende av den låga svarsfrekvensen var det värdefulla synpunkter som kom in och dessa var också i linje med workshopen och förstudiens resultat. Det efterfrågades dessutom fler workshoppar runt detta ämne.



Bild 1 Två av grupperna under workshopen den 10 augusti 2015.

Förstudien har även visat att det är fullt möjligt att integrera mätvärden från flera olika system hos ett elnätsföretag och därigenom kunna beräkna nyckeltal i olika nivåer av elnätet.

5 Resultat

5.1 KRAFTSYSTEMET

5.1.1 Bakgrund

Förstudien har kartlagt ett antal olika nyckeltal, dels sådana som redan finns definierade enligt myndighetskrav och dels förslag på nya nyckeltal. Samtliga nyckeltal som föreslås skall kunna användas i lokalnät och därigenom har förstudien även tagit utgångspunkt i nyckeltal som redan finns definierade för överliggande elnät som till exempel region- stamnätet.

Ur kraftsystemets perspektiv så är det viktigt att ha nyckeltal som styr mot att bibehålla den stabilitet och leveranssäkerhet som finns idag med hög tillgänglighet och förhållandevis liten miljöpåverkan. Svenska Kraftnät är ansvarig för att upprätthålla stabilitet tillsammans med de andra länderna som ingår i det nordiska synkroniserade systemet. I begreppet stabilitet ingår att hålla frekvens och spänning inom vissa nivåer och riktlinjer samt att återställa systemet vid störningar och avvikelser. Den kapacitet som går att överföra i systemet och den flexibilitet som krävs för att kunna hantera större förändringar i både produktion och konsumtion är viktiga parametrar. Även andra delar av kraftsystemet som regionnät och lokalnät kan vara i behov av att styras mot liknande nyckeltal.

Inriktningen med de nya nyckeltalen är att underlätta planering och skapa balans av aktiva och reaktiva utbyten mellan lokalnät och regionnät. Men nyckeltal som tillämpas av Svenska Kraftnät exempelvis *Kapacitet* och *Flexibilitet* kan teoretiskt sett även användas på lokalnätet.

Elnätföretagen har idag begränsad möjlighet att reglera aktiv effekt enligt gällande lagstiftning, Ellagen 1997:857 3 kap. 1a §, vilket innebär att det är svårt att påverka både kapacitet och flexibilitet.

Upprätthållande av spänning i lokalnäten enligt föreskrift sker genom spänningsreglering med lindningskopplare på matande transformator från överliggande regionnät.

Genom att mäta och följa upp balansen i lokalnäten av aktiv och reaktiv effekt samt lokal inmatad elproduktion så skulle det även underlätta planeringen av driften för både regionnät och stamnät.

Idag sker en dialog mellan representanter av lokalnät och regionnät när anslutning av vindkraft skall ske om vad som regionnätet kan klara av utan att det uppstår problem med leveranssäkerheten.

Ellagen 1997:857 3 kap. 1a §

En juridisk person som bedriver nätverksamhet får inte bedriva produktion av eller handel med el. Ett stamnätsföretag får inte heller bedriva produktion av eller handel med naturgas.

Utan hinder av första stycket får produktion av el bedrivas tillsammans med nätverksamhet av samma juridiska person, om produktionen

- 1. uteslutande är avsedd att täcka nätförluster, eller*
- 2. sker tillfälligt i syfte att ersätta utebliven el vid*

5.1.2 Kapacitet

Nätkapacitet är mängden el i effekt som kan överföras eller distribueras via ledning eller transformatorer för att ansluta ny produktion eller ny konsumtion utan att elnätets funktion äventyras. Kapacitet mäts idag som aktiv effekt (W) under en timme eller 15 minuter.

Bedömning av kapacitet i det lokala elnätet görs vid nätplaneringen av anslutning av förnybar elproduktion. Utredningar av tillgänglig kapacitet i regionnätet görs tillsammans av lokalt elnätföretag och regionalt nätföretag. Kapacitet mellan nätområden behöver fastställas i aktiv effekt kW av både regionnät och lokalnät liknande det som görs i stamnätet i snitten mellan prisområden.

Om kapaciteten överskrids så kan stora avbrott uppstå som innebär stora kostnader där beräkningar görs på liknande som vid instabilitet samt problem med Inertia och Hosting capacity.

Kapacitet är den max effekt i kW som kan överföras kontinuerligt.

Mätning och beräkning sker normalt i system som tillhandahålls av det regionala nätföretaget i gränspunkter som normalt ger underlag till fakturering och avräkning.

Mätning och beräkning kan även göras i system för mätning av elkvalitet när mätare finns installerade hos nätföretaget i till exempel utbytespunkter. Dessa mätare kan användas som kontrollmätare och därmed ge löpande information om maximal effekt i respektive utbytespunkt med ställbara lagringsintervall på till exempel 15 min eller 1 h.

Resultat från förstudien visar därmed att man genom användande av befintliga mätsystem och systemintegration kan tillhandahålla nyckeltal för lokala elnäts kapacitet. Vilka system som kan integreras för detta nyckeltal beskrivs i separat delrapport Systemintegration. Se bilaga 3.

Utöver maxeffekt så finns ett antal andra nyckeltal som föreslås för ytterligare indikering av kapacitet i lokala elnät och exempel på dessa är lastfaktor, verkningsgrad, övertonshalt relaterat till märkeffekt samt belastningsförhållande. Dessa nyckeltal beskrivs i detalj under 5.2. Kundmätning samt 5.3 Elkvalitet.

5.1.3 Flexibilitet

Flexibilitet är den effekt i kW som kan förändras under en timme eller 15 minuter genom direkt styrning av belastning alternativt produktion. Alternativt kan flexibilitet uppnås genom indirekt styrning med prissignaler eller effekttariffer.

Fördelen med detta nyckeltal är att kunna anpassa och korrelera produktion och konsumtion genom att försöka anpassa konsumtionen då det finns tillgång till förnybar elproduktion. Likaså att anpassa konsumtionen då det finns sämre tillgång på förnybar elproduktion. Den stora fördelen med att kunna anpassa konsumtion till produktion, och vice versa, är att kunna utjämna lastprofiler och använda befintliga nät med existerande dimensionering så långt som möjligt. Likaså att använda de redan gjorda investeringarna i befintliga elnät och minimera nya investeringar i elnäten för att hålla nere kapitalkostnader. Nyttan är också att kunna ansluta mer förnybar elproduktion

och använda mer el till elfordon och annan konsumtion som värmepumpar genom styrning och anpassning mellan produktion och konsumtion.

Flexibiliteten i nätområden behöver fastställas för både stamnät, regionnät och lokalnät.

Flexibilitet kan beskrivas som den högsta förändringen av effekt som sker under ett definierat tidsintervall (1h alt. 15 min) och inom ett nätområde som kan påverkas.

Mätning och beräkning av flexibilitet kan ske i system som tillhandahålls av det regionala nätföretaget i gränspunkter som normalt ger underlag till fakturering och avräkning.

Mätning och beräkning av flexibilitet hos lokala nätföretag kan även göras i system för mätning av elkvalitet när mätare finns installerade i till exempel utbytespunkter. Dessa mätare kan användas som kontrollmätare och därmed ge löpande information om förändringar av effekt under en viss tidsperiod och baserat på ställbara lagringsintervall.

Resultat från förstudien visar därmed att man genom användande av befintliga mätsystem och systemintegration kan tillhandahålla nyckeltal för lokala elnätets flexibilitet. Vilka system som kan integreras för beräkning av detta nyckeltal beskrivs i separat delrapport Systemintegration. Se bilaga 3.

Ramping rate

Nyckeltalen "Ramping rate" det vill säga den hastighet som effekten förändras i kraftsystemet och korrelationsfaktor är förhållandet mellan aktuell produktion och konsumtion ingår i flexibilitet. Ramping rate är den nuvarande hastigheten på förändringarna under en timme i första hand på morgon och kväll. I genomförd förstudie så har nyckeltalet för Ramping rate utgått då det anses vara en del av nyckeltalet flexibilitet.

5.1.4 Hosting capacity

Det finns olika begränsningar i ett elnät, tekniska och övriga, som påverkar hur mycket förnyelsebar energi som är möjligt att ansluta. Hosting Capacity är ett sätt att fastställa mängden påverkan av ny konsumtion eller produktion på ett elnät. För att kunna kvantifiera Hosting Capacity utvärderas olika orsaker till nätpåverkan, olika prestandaindex. Det prestandaindex som tillåter minsta mängd distribuerad generering som är möjlig att ansluta är det som bestämmer Hosting Capacity eller acceptansgränsen.

Exempel på prestandaindex är långsamma spänningsändringar, överbelastning, övertoner, flimmer och snabba spänningsändringar, förluster samt antal händelser i nätet.

Det är möjligt att höja Hosting Capacity genom förändringar i nätet. Exempel på åtgärder kan vara att bygga nya/byta ut existerande ledningar eller transformatorer, förbättra spänningskontrollen, koppla in filter eller ansluta energilager. Vilken metod

som kan användas beror på vilket kraftsystemsfenomen som begränsar mängden vindkraft samt nätets utseende [14].

Hosting capacity kan beräknas som den andel maximala installerade effekt (kW) av förnybar elproduktion inom ett nätområde i förhållande till max effekt i (kW) och som kan driftas utan avbrott där konsumenter och andra producenter kopplas bort av reläskydd, genom övertoner, överlast, överspänningar med mera.

På grund av komplexiteten med att beräkna Hosting capacity rekommenderas att en grundligare utredning om nyckeltalet genomförs.

5.1.5 Andelen förnybar el

Nyckeltal för "Andel förnybar el" kan till exempel mätas som installerad effekt av produktion i förhållande till max och min konsumtion. Nyckeltalet kan även mätas som producerad energi på årsbasis i förhållande till total konsumtion.

Nytan består av att bättre kunna planera anslutning av ny produktion på ett optimalt sätt utan att nivån för Hosting Capacity överskrids samt att optimera driften för att minimera förluster och kostnader mot överliggande nät samt minimera kapitalkostnader vid investeringar i elnätet och nyanslutningar.

Andelen förnybar elproduktion kan mätas som den andel aktuell installerad effekt i kW som är ansluten till ett nätområde i förhållande till max effekt i kW och den energi kWh som produceras i förhållande till total konsumtion inom nätområdet i kWh.

Resultat från förstudien visar att det rent tekniskt är fullt möjligt att använda befintliga system samt integrera system hos lokala elnätsföretag för att beräkna ovanstående nyckeltal i olika delar av elnätet men att det krävs en anpassning i det system som skall tillhandahålla nyckeltalet då det idag inte finns som standard. Förstudien har även tittat på ett alternativt nyckeltal "Spänningshöjning relaterat till tid" som skulle kunna ge indikering på eventuella framtida lokala elnätsproblem vid anslutning av lokala solcellsanläggningar, detta beskrivs närmare i 5.3 Elkvalitet.

5.2 KUNDMÄTNING

Elnätsföretagen har monopol på att distribuera elen inom det egna nätkoncessionsområdet. Av den anledningen övervakar Ei elmarknaden och reglerar elnätsverksamheten bland annat för att elnätsföretagen inte ska ta ut för höga avgifter av sina kunder. Det regleras genom att Ei i förväg sätter en övre gräns (en intäktsram), under en fyraårsperiod, som reglerar och bestämmer hur mycket elnätsföretaget får ta betalt av alla kunder i sitt nätkoncessionsområde.

Ellagen 1997:857 3 kap. 1§ ett företag som bedriver nätverksamhet ansvarar för drift och underhåll och, vid behov, utbyggnad av sitt ledningsnät och, i tillämpliga fall, dess anslutning till andra ledningsnät. Företaget svarar också för att dess ledningsnät är säkert, tillförlitligt och effektivt och för att det på lång sikt kan uppfylla rimliga krav på överföring av el.

Enligt ellagen är elnätsföretagens uppdrag att planera, bygga och driva näten effektivt och långsiktigt. Elnätsföretagen ansvarar likaså för den mätning som utgör underlag för elnätsföretagen att debitera kunden för elöverföringen och av elhandlaren för att fakturera elförbrukningen.

5.2.1 Nuvarande lagar och föreskrifter

Nätföretagen rapporterar idag antalet avbrott, avbrottstid och uttagspunkter. Utifrån denna data räknar Ei ut statistik som presenteras som Medelavbrottsfrekvens för alla kunder (SAIFI), Medelavbrottstid för alla kunder (SAIDI), Medelavbrottstid för berörda kunder (CAIDI) samt Tillgängligheten i nätet (ASAI).

- EIFS 2011:3 Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd om mätning, beräkning och rapportering av överförd el; beslutade den 8 september 2011
- EIFS 2012:2 Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd om ändring i Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd (EIFS 2011:3) om mätning, beräkning och rapportering av överförd el; Beslutade den 13 september 2012
- EIFS 2014:7 Föreskrifter och allmänna råd om ändring i Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd (EIFS 2011:3) om mätning, beräkning och rapportering av överförd el; beslutade den 4 juli 2014
- EIFS 2015:7 Föreskrifter om ändring i Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd (EIFS 2011:3) om mätning, beräkning och rapportering av överförd el; beslutade den 7 maj 2015

5.2.2 Kommande lagar och föreskrifter

Ändring av ellagen 1997:857 3 kap.16 b §

- EIFS 2015:4 Energimarknadsinspektionens föreskrifter om skyldighet att rapportera elavbrott för bedömning av leveranssäkerheten i elnäten
- EIFS 2015:5 Energimarknadsinspektionens föreskrifter om vad som avses med kvaliteten i nätkoncessionshavarens sätt att bedriva nätverksamheten vid fastställande av intäktsram
- EIFS 2015:6 Energimarknadsinspektionens föreskrifter om vad som avses med ett effektivt utnyttjande av elnätet vid fastställande av intäktsram

5.2.3 Vad mäter man idag?

Funktionskrav på elmätare ökar i takt med att myndigheterna ställer nya krav på mätning. Idag mäter man aktiv effekt per timme med olika insamlingstider som sen ligger till grund för debitering och fakturering av kunderna. När produktionsanläggningar ansluts mäter man dessutom aktiv effekt i båda riktningarna. Det vill säga den aktiva effekt som produceras eller konsumeras i samma anslutningspunkt.

5.2.4 Vad mäter man i morgon?

Nya smartare elmätare erbjuder mycket mer funktionalitet och har ofta mycket god kommunikationsinfrastruktur. Mätarna kan mäta aktiv, reaktiv och skenbar effekt och energi. Mätarna stödjer produktion från förnybara energikällor som till exempel solpaneler och vindkraftverk för bostäder. Dom nya mätsystemen är lättare att

integrera, ofta med färdiga gränssnitt som redan finns framtagna av leverantören. Ofta kan man integrera många typer av mätare: el, vatten, gas, värme med modern kommunikationsteknik.

5.2.5 Förslag på nya Nyckeltal

De positiva effekterna med ett integrerat system är fler än potentialen med nya nyckeltal. Informationen ger helt andra förutsättningar för övergripande kontroll, transparens, tillgänglighet och en möjlighet att analysera och agera för elnätsföretagen. Nyckeltal för incitament i den nya förhandsregleringen mäter aggregerat på en överordnad nivå, vilket ger en indikation men det är inte tillräckligt underlag för analysera specifika elanvändare. I elnätet uppstår sammanlagings effekter vilket innebär att det är svårt att spåra enskilda anläggningars påverkan på en aggregerad nivå. Så utöver Ei:s föreslagna nyckeltal, för leveranssäkerhet och ett effektivt utnyttjande av elnäten, på aggregerad nivå finns ytterligare tänkbara nyckeltal. **Spänningsvariationer, Verkningsgrad, Lastfaktor, Förluster, Avbrottsstatistik och Tillgänglighet mätdata** på valfri nivå i elnätet.

Spänningsvariationer

Spänningsnivåerna varierar mer om man ansluter en större mängd förnybar elproduktion i både lågspännings- och högspänningsnätet. I lokala nät vid låg elkonsument och hög elproduktion från vindkraftverk och solceller kan effektriktningen även vändas vilket ökar behovet av att övervaka spänningsvariationerna.

Fördelar med nyckeltalet är att det ger en bättre kontroll på hur spänningsvariationerna ser ut i nätet. Det skyddar mot överspänningar som kan orsaka stora skador på förstörd utrustning både hos kunder och för elnätsföretagen. Genom att undvika allt för låg spänning så minskas risken för överlast och spänningskollaps vilket i sin tur kan orsaka avbrott.

Genom att sätta tröskelnivåer för insamlingen kan man övervaka och ge driften information innan det blir akuta fel. Det gäller i första hand aktiv effekt och spänning I dagsläget kan flertalet Head End system hantera detta genom inställningar i systemet. Operatörer kan då presenteras för utnyttjande över eller under larmnivåer beroende på inställning. Detta ger elnätsföretagen en möjlighet till att se fel och problem i nätet innan eller samtidigt som det händer och kunna ta rätt beslut snabbare.

Verkningsgrad

Nyckeltalet är en variant av lastfaktor som kan vara ett komplement för att bedöma belastning. Med Verkningsgrad kan man få en bättre analys av hur kunden använder sin el än med Lastfaktor vilket är ett potentiellt redskap för att åstadkomma en effektivare elanvändning.

Lastfaktor

Genom att jämma ut belastningen på elnätet och kapa effekttoppar utnyttjar man nätet mer effektivt. På så sätt ökar man kapaciteten i nätet och kan ansluta både fler kunder och mer förnybara energikällor utan att förstärka nätet. Nätförlusterna reduceras också vid en jämnare belastning.

Lastfaktor definieras som en kvot mellan medeleffekten och maxeffekten. I rapporteringen till Ei sker mätning i gränspunkten mellan regionnät och lokalnät.

Förstudiens förslag är att *Lastfaktor* även bör mätas i nätstationer och på anläggningsnivå. Detta för att tydliggöra var problemen uppstår och vart man bör sätta in åtgärder i det lokala nätet för att jämma ut belastningen.

Förluster

Energiförluster uppstår vid överföringen av el och ökar då den överförda energin i nätet ökar. Förluster har en direkt påverkan på kostnader och energiåtgång. Incitamentet är till för att elnätsföretagen ska minska förlusterna och ge ett mer effektivare nyttjande av elnätet. Ei kommer att använda den procentuella andel nätförluster i förhållande till den totala mängden uttagen energi. I rapporteringen till Ei sker mätning i gränspunkten mellan regionnät och lokalnät.

Resultatet från förstudien visar att förluster dessutom bör mätas och presenteras på fler nivå i nätet, som i nätstationer och på anläggningsnivå. Genom att beräkna förluster på anläggningsnivå erhåller man bättre analyser och ett mer detaljerat underlag som man kan använda till mer konkreta åtgärder. Man kan sätta tröskelnivåer för förluster och övervaka på samma sätt som för Spänningsvariationer.

Avbrottsstatistik

För beräkning av leveranssäkerheten används aviserade avbrott och oaviserade avbrott mellan 3 minuter och 12 timmar. Kommande avbrottsrapportering grundar sig på att jämföra nivån på elnätsföretagens leveranssäkerhet under tillsynsperioden med en normnivå.

Genom att hämta avbrottsinformation från kundmätning och mätning i nätstation kan man göra bättre analys av leveranskvalitet som kan ligga till grund för enklare åtgärder. Exempelvis som vädersäkring, förebyggande underhåll och förbättring av elkvalitet.

Med nya krav på mätning så kan man följa upp nyckeltalen SAIDI, SAIFI och CMI på kundnivå vilket ger mer detaljerad information än på en aggregerad nivå.

Tillgänglighet mätdata

Redan idag finns det elnätsföretag som exempelvis kräver av sin mätvärdesleverantör att 97 % av mätvärdena ska levereras inom 6h för att sedan öka kravet per nivå tills man når 100 % inom 120h. Men även andra elnätsföretag som inte köper denna tjänst av externa bolag har stor nytta av att mäta och följa upp leveransen av mätvärden. Detta ger en snabb uppföljning vid eventuella problem med leveransen.

5.2.6 Delrapport Kundmätning

Ovanstående resultat är endast en kort sammanfattning av den utredning som har föregått delrapport *Kundmätning*. I rapporten sammanfattas nuvarande och föreslagna lagar och föreskrifter som ligger till grund för nya nyckeltal. Rapporten beskriver också hur kundmätningssystem är uppbyggda och ger förslag på vad ett framtida analysverktyg kan innehålla. För mer information, se bilaga 1. Delrapport *Kundmätning*.

5.3 ELKVALITET

När det installeras mer förnyelsebara energikällor samt att mer moderna laster ansluts i elnäten ökar intresset för att mäta elkvalitet. Ny elektronik skapar ofta mer störningar på elnät samtidigt som elektroniken är mer störningskänsliga.

Elkvalitet delas normalt in i spännings- respektive ström-kvalitet. Om man tittar på elkvalitet i exempelvis en kundanläggnings leveranspunkt så kan ström-kvaliteten beskrivas som ett mått på hur mycket störningar som anslutna elektriska utrustningar under respektive leveranspunkt skapar. Hur spänningskvaliteten i sin tur påverkas beror på elnätets kortslutningseffekt och andra anslutna elektriska utrustningar påverkan i det gemensamma nätområdet samt inverkan från överliggande elnät. I begreppet spänningskvalitet ingår alla störningar i spänning förutom korta och långa avbrott.

Leveranskvalitet är ett sammanfattande begrepp som avser elleveransens kvalitet och innefattar både leveranssäkerhet och spänningskvalitet. Leveranssäkerheten avser antalet avbrott (korta och långa avbrott) och spänningskvalitet definieras i sin tur genom ett antal mätparametrar där nyckeltal kan ges.

5.3.1 Nuvarande lagar och föreskrifter

Lagar avseende elkvalitet utgörs av Ellagen (SFS 1997:857) som definierar att överföringen av el ska vara av god kvalitet. Riktlinjer och nyckeltal för god elkvalitet anges i föreskrift EIFS 2013:1 som innefattar leveranssäkerhet och angivna nyckeltal för spänningskvalitet.

5.3.2 Vad och var mäter man idag?

Elnätet innehåller ett antal olika system och mätare som kan tillhandahålla olika mätdata beroende på ändamål. Idag installeras vanligtvis separata elkvalitetsmätare i mottagnings- och fördelningsstationer samt i många fall även i vissa prioriterade nätstationer. Installation av mätsystem i nätstationer ökar och generellt så väljs antingen elkvalitetsmätare, RTU:⁷er eller energimätare med tillgång till viss elkvalitetsmätdata för nätstationsmätning. Via integrering av existerande systemlösningar i elnätet så går det att samla in elkvalitetsmätdata från samtliga tillgängliga mätare och använda för statistik och analys i ett centralt system.

Det finns det idag fjärravlästa energimätare i varje enskild leveranspunkt. Dessa tillhandahåller normalt sett endast mätvärden för energi men det finns ett antal fabrikat på marknaden som även tillhandahåller viss elkvalitetsmätdata.

Vad gäller elkvalitetssystem så finns det möjligheter att tillhandahålla ett antal separata mätparametrar. Exempel på dessa är strömmätning och strömövertoner, effektövertoner samt registrering av transienta förlopp. Dessutom att det möjligt att mäta i högre frekvensband

5.3.3 Vad kan man mäta imorgon

Vad gäller energimätare och AMR system så finns redan idag möjlighet att välja nya mätare som utöver energi även levererar statistik kring elkvalitet. Exempel på möjliga framtida mätparametrar i kunders leveranspunkter är spänning samt

⁷Remote Terminal Unit (RTU)

övertonsinnehåll. På sikt kan även avbrotts- och dipstatistik i respektive leveranspunkt vara av intresse.

5.3.4 Förslag på nya Nyckeltal

Det finns stora möjligheter att addera de föreslagna nya nyckeltalen via befintliga system och via integrering. Förstudien har även tagit hänsyn till tekniska skillnader mellan tillgängliga mätsystem och mätare för olika nivåer. Förslag till nya nyckeltal är genomförbara för samtliga nivåer via redan existerande lösningar. Förslagen omfattar nyckeltal för *Övertonshalt relaterat till märkeffekt*, *Belastning (relation medel- och maxlast)*, *Spänningshöjning relaterat till tid* samt *Spänning & effektkorrelation*.

Övertonshalt relaterat till märkeffekt

Detta nyckeltal ger ett mått på både verkningsgrad för exempelvis. transformatorer samt en möjlighet att följa upp hur mycket övertonsbidrag som en kundanläggning ger ut på elnätet, i förhållande till aktuell dimensionering och abonnerad effekt.

För elnätsföretagen innebär nyckeltalet att man får en bättre överblick över vilken verklig verkningsgrad som finns i transformatorstationer. De kan därigenom enklare följa upp hur denna påverkas av nya anslutna laster och därmed få bättre underlag för framtida investeringar och nätplanering. Dessutom ger nyckeltalet på kundnivå och i leveranspunkten möjligheten att enklare identifiera anläggningar som skapar övertonsproblem på elnätet och att sätta dessa i relation till abonnerad effekt. Därigenom skulle det kunna användas för att fördela eventuella kostnader för åtgärder för övertonsrelaterade störningar i elnätet.

Belastning (relation medel- och maxlast)

Dagens elnät påverkas i högre grad av större kortvariga effektuttag som har att göra med att flera nya laster med fokus på energibesparing, tar ut högre effekt under kortare perioder. Exempel på denna typ av last är värmepumpar.

Vid större kortvariga effektuttag tas stor ström ut under kortvariga perioder vilket ger upphov till kortvariga spänningssänkningar som i framförallt svaga elnät märks i form av spänningsdippar och flimmer. Nyckeltalet ger nätbolagen ökad möjlighet för att följa trender i hur belastningen förändras över tid och därigenom möjlighet till en bättre nätplanering för att minimera risken för störande kortvariga spänningssänkningar.

Spänningshöjning relaterat till tid

Installation av förnybara energikällor i form av solcellsanläggningar ökar och förväntas öka framöver. Men det kan komma att ge framtida problem i lokala delar av elnätet i form av förhöjda spänningsnivåer.

Nyckeltalet ger ett mått på förändring i nätet över tid avseende eventuell spänningshöjning och kan via systemintegration visas i övergripande nätinformationssystem. Genom att studera trenden över tid i olika nätområden får man en indikera om eventuella åtgärder i nätet kommer behövas. Trendanalysen är därmed förebyggande och ger möjlighet att undvika för höga spänningsnivåer i lokala delar av elnätet.

Spänning & effektkorrelation

Om detta nyckeltal beräknas för respektive mätpunkt så blir det möjligt att använda det i övergripande systemnivå för att tydligt åskådliggöra spänningsavvikelser i olika delar av elnätet och korrelationen till vad som ger upphov till denna. Vid problem med spänningsavvikelser i delar av elnätet så kan detta nyckeltal hjälpa till att identifiera var problemet skapas.

Nyckeltalet är framförallt värdefullt som en del i framtida nätplanering men kan även via integrering i övergripande nät- och driftsystem ge värdefull information för driftövervakning då det tydliggör relationen mellan spänningsavvikelser och uppkomst till dessa.

5.3.5 Delrapport Elkvalitet

Ovanstående resultat är endast en kort sammanfattning av den utredning som har utförts delrapporten Elkvalitet. Rapporten innehåller en beskrivning av befintliga nyckeltal avseende elkvalitet som baseras på gällande föreskrift EIFS 2013:1. Rapporten omfattar en sammanfattning av de mätsystem som normalt sett finns tillgängliga hos elnätsföretagen idag, indelat i olika nivåer av elnätet och hur nyckeltal kan fås fram genom integrering av befintliga system. Därutöver ges förslag och rekommendationer kring tänkbara nya nyckeltal samt exempel på utformning av en analysrapport. För mer information, se bilaga 2. Delrapport Elkvalitet.

5.4 ÖVRIGA NYCKELTAL

En stor andel förnybar elproduktion kommer att medföra att kraftsystemet blir svårare att balansera och spänningsregleringen försvåras. Mängden mekanisk svängmassa minskar också vilket gör systemet mer känsligt för störningar.

En utgångspunkt med förslagen på nyckeltalen i förstudien har varit att se om nyckeltal som idag används av Svenska kraftnät för drift av kraftsystemet, också kan användas för lokalnäten för att eventuellt kunna stödja stamnätet vid behov. Men Stabilitet, Inertia, samt Korrelationsfaktor är inte föreslagna som nyckeltal för elnätsföretagen eftersom förutsättningar för dessa nyckeltal behöver utredas vidare.

Det som skulle kunna vara en fråga om stabilitet för elnätet är spänningsvariationer som beskrivs som nyckeltal under området spänningskvalitet och kundmätning. Se 5.2.5 Förslag på nya Nyckeltal.

Stabilitet mäts idag av Svenska kraftnät på stamnätet genom frekvens- och spänningsavvikelser och tid för återställande till normal drift. Stamnätet ska klara ett fel på enskild komponent utan att elleveranserna påverkas. Inom 15 minuter ska driften vara återställd inom normala gränser. Tillåtet spänningsintervall för 400 kV systemet är 395 - 425 kV. Vid störd drift får aldrig spänningen gå under 355 kV. Under normal drift ska frekvensen vara nära 50 Hz. tillåtna frekvensavvikelser är mellan 49,9 - 50,1 Hz.

Inertia är den tröghet som finns i kraftsystemet med en viss andel förnybar elproduktion och en viss konsumtion. Bedömning av Inertia görs idag av Svenska Kraftnät i deras system för drift och simuleringar. Kraftsystemets totala svängmassa kan i vissa avseenden ses som en reglerresurs. Den är avgörande för hur snabbt frekvensen initialt förändras och hur djupt denna hinner sjunka eller stiga vid plötsliga obalanser i produktion eller konsumtion. I dagsläget finns inga krav formulerade

rörande hur stor svängmassa som minst måste finnas i kraftsystemet. Den stora fördelen med att mäta och bedöma Inertia är att kunna ansluta större andel förnybar elproduktion med lägre svängningsmassa och utan att riskera stora avbrott.

Med **Korrelationsfaktorn** avses sambandet mellan förnybar elproduktion och konsumtion. Det är lastprofiler av olika produktionsslag som jämför med profiler för konsumtion. Hög korrelationsfaktor innebär att förnybar el produceras i hög grad vid tidpunkter som motsvarar aktuell konsumtion.

Genom att hämta uppgifter från andra system så kan man sammanställa den totala kostnaden för kunden gällande pris för energi och pris för effekt. Till exempel både den fasta och rörliga kostnader för elhandel samt elnät, energiskatter, moms och andra avgifter. Idag finns informationen i olika system. Nyckeltalet **Prisinformation till kund** är dock mest lämpligt att presentera av elhandlare eller system som bygger på information till kund, exempelvis Energywatch och Eliq. För mer information om Prisinformation till kund, se bilaga 1 Delrapport Kundmätning.

5.5 SYSTEMINTEGRATION

Det har genomförts en kartläggning över vilka nyckeltal som kan göras tillgängliga via systemintegration och på samtliga systemnivåer i elnätet (utbytespunkter högspänning,

Nyckeltal	Systemnivåer /Integration		
	Mottagnings-station (Utbytespunkter högspänning)	Nätstationer	Leverans-punkter (låg-spänning)
Kapacitet	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	-
Flexibilitet	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	-
Lastfaktor	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	AMR/MPS
Verkningsgrad	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	AMR/MPS
Energiförluster	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	AMR/MPS
Avbrottsstatistik	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	AMR/MPS
Spänningsvariationer	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	(AMR/MPS)*
Tillgänglighet på mätdata	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	AMR/MPS
Övertonshalt rel. märkeffekt	PQMS/MPS	PQMS/MPS	(AMR/MPS)*
Övertonshalt rel. effektstorlek	PQMS/MPS	PQMS/MPS	(AMR/MPS)*
Belastningsnyckeltal (medel/maxlast)	PQMS/MPS	PQMS/MPS	(AMR/MPS)*
Nyckeltal spänning rel. tid	PQMS/MPS	PQMS/MPS	(AMR/MPS)*

*kräver uppdaterade AMR-system samt energimätare som innefattar angivna elkvalitetsparametrar, normalt inte tillgängligt i dagens installerade system.

Renodlade elkvalitetsanalyssystem benämns i tabell 1 som PQMS⁸ och mätinsamlingssystem benämns med AMR⁹. Mätpresentationssystem benämns MPS och innefattar en blandning av övergripande system som finns tillgängliga och som skulle kunna utföra nyckeltalsberäkningar via systemintegration.

Integrationen av data i förstudien är begränsad till energivärden. Dels finns importfunktionalitet för energivärden (på formatet GS2-filer) redan implementerad i det överliggande systemet (QUANT), dels finns energivärden tillgängligt både på nätstationsnivå (Metrum) och slutkundsnivå (AiMiR).

I förstudien visas ett exempel på integration genom nyckeltalet Lastfaktor och Verkningsgrad. För mer fakta och information om resultatet från systemintegrationen, se bilaga 3. Systemintegration.

⁸ Power Quality Monitoring System (PQMS)

⁹ Automatic Meter Reading System (AMR)

6 Slutsats

Sammantaget ökar behovet av intelligenta lösningar för uppföljning och kontroll i de lokala elnäten. Klimatförändringar, elbilar, sol- och vindkraft är bara några av alla de faktorer som påverkar elkvaliteten 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.

Resultat från förstudien visar att det rent tekniskt är fullt möjligt att använda befintliga system samt integrera system hos lokala elnätsföretag för att beräkna nyckeltalen Kapacitet, Flexibilitet och Andelen förnybar el i olika delar av elnätet men att det krävs en anpassning i det system som skall tillhandahålla nyckeltalet då det idag inte finns som standard.

Utredningen har visat att det finns ett antal nya nyckeltal som skulle kunna tillhandahållas redan idag med befintliga system. Nyckeltal för incitament i den nya förhandsregleringen mäter aggregerat på en överordnad nivå. I praktiken är variationen av elanvändningen mycket stora i lokala nät eftersom det i vissa punkter blir en sammanlagringseffekt av olika belastningar. Det innebär att det är svårt att spåra enskilda anläggningars påverkan på en aggregerad nivå. Så utöver Ei:s föreslagna nyckeltal för leveranssäkerhet och ett effektivt utnyttjande av elnäten är det rimligt att rekommendera Spänningsvariationer, Verkningsgrad, Lastfaktor, Förluster, Avbrottsstatistik och Tillgänglighet mätdata som nyckeltal på valfri nivå i elnätet.

Nyckeltalen för Övertonshalt relaterat till märkeffekt, Belastning (relation medel- och maxlast), Spänningshöjning relaterat till tid samt Spänning & effektkorrelation kan dels tillföras i de renodlade elkvalitetsmätsystemen men ett antal av de nya föreslagna nyckeltalen i denna rapport skulle även kunna fås fram via integrering av befintliga system. Flera av de föreslagna nyckeltalen för elkvalitet kommer även sannolikt kunna tillhandahållas i framtida energimätare och därmed ge denna information ända ner på kundnivå, dock troligen inte med samma noggrannhet.

Med nya smarta elmätare kan till exempel SAIDI och SAIFI mätas istället för som idag beräknas. Genom att effektivt mäta och skapa larm på nyckeltalen i så skapar man sig en bild av hur väl lokalnätet fungerar. Nyckeltalen kan också jämföras med samma nyckeltal på koncessionsnivå. Vissa av de nyckeltal som förslås i rapporten kommer att finnas tillgängliga i mätinsamlingssystemen redan under 2016.

6.1 SAMHÄLLSNYTTAN

Samhällsnyttan med de nya nyckeltalen är att de förser elnätsföretagen med redskap och verktyg för att kunna följa upp och förbättra leveransskvaliteten i elnäten. Samtidigt minskar den totala kostnaden för samhället i form av minskade energiförluster och störningar och ger möjlighet att utnyttja elnätet på ett mer effektivt sätt. Nyckeltalen ger elnätsföretagen en möjlighet till att se fel och problem i nätet innan eller samtidigt som det händer. Med små insatser från de lokala elnätsföretagen så går det att skapa stor samhällsnytta. Tillämpning av de nya nyckeltalen kan bidra till att leveransskvalitet kan bibehållas eller förbättras i de lokala elnäten. En väl fungerande elförsörjning är av stor betydelse för samhällets funktion och utveckling.

6.2 KUNDNYTTAN

Nyckeltal som kan medverka till att få aktiva kunder och det som kallas förbrukarflexibilitet är viktiga. Kundnytta fås även genom lägre framtida kostnader för elnät och elleveranser. Detta kan uppnås om nya nyckeltal ger incitament till förbättringar och nya kostnadseffektiva lösningar för minskade energiförluster och störningar samt ett mer effektivt nyttjande av elnätet.

6.3 FÖRSLAG PÅ FORTSATTA STUDIER OCH AKTIVITETER

Responsen från den genomförda workshopen var mycket positiv. Det har efterfrågats flera workshoppar för att diskutera den här typen av frågor som berör elnätsföretagen. Det uppskattades både att de fick tillfälle till en dialog med myndigheten och möjligheten att kunna påverka utbudet av nya nyckeltal i analysverktyg. En lämplig aktivitet skulle vara att genomföra fler workshops för att sprida resultatet från rapporten.

Med anledning av Ei:s förhandsreglering (för 2016 – 2019) och med tanke på de nytillkomna incitamenten är det lämpligt att följa upp Optimerad energi med nya projekt där man direkt tillämpar de olika nyckeltalen. Projekt där man analyserar elnätet (på olika nivåer) och ger förslag på konkreta åtgärder för att exempelvis öka leveranskvaliteten, minska nätförlusterna eller för att nyttja elnätet mer effektivt.

7 Referenser

- SMHI, Kunskapsbanken (uppdaterad 2015-08-14)
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/vad-betyder-2-c-global-temperaturokning-for-sveriges-klimat-1.92072> 2015-11-02
- SMHI Konsekvenser för energisektorn (uppdaterad 2014-04-23)
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/konsekvenser-for-energiesektorn-1.5829> 2015-11-02
- EU – upplysningen vid Sveriges riksdag (Uppdaterad 2015-07-08) <http://www.eu-upplysningen.se/Om-EU/Vad-EU-gor/Miljopolitik-i-EU/Klimatmal-for-att-stoppa-global-uppvarmning/> 2015-10-24
- Naturvårdsverket, Miljöarbete i samhället. (Uppdaterad 2015-10-12)
<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/EU-och-internationellt/Internationellt-miljoarbete/Multilateralt-samarbete/Klimatforhandlingar/Nya-Klimatataganden-infor-Parisavtalet/> 2015-10-25
- EUROPAPARLAMENTET OCH RÅDETS DIREKTIV 2012/27/EU <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:SV:PDF> 2015-10-25
- Energimarknadsinspektionen, Publikationer. <http://ei.se/sv/Publikationer/Foreskrifter/> 2015-10-25
- Energimarknadsinspektionen. Funktionskrav på framtidens elmätare.
http://www.energimarknadsinspektionen.se/Documents/Publikationer/rapporter_och_pm/Rapporter%202015/Ei_R2015_09.pdf 2015-10-25
- Regeringskansliet (uppdaterad 2015-09-21)
<http://www.regeringen.se/artiklar/2015/09/investeringar-i-klimatomställning-och-energi/> 2015-10-25
- Planera för effekt – Slutbetänkande från Samordningsrådet för Smarta elnät.
http://www.swedishsmartgrid.se/wp-content/uploads/2014/12/SOU-2014_84_webb.pdf 2015-10-21
- Energikommissionen (uppdaterad 2015-10-19) <http://www.energikommissionen.se/> 2015-10-26
- Energimarknadsinspektionen, Projekt
<http://ei.se/sv/Projekt/Projekt/efterfrageflexibilitet-i-det-svenska-elsystemet/> 2015-10-26
- Regeringskansliet (uppdaterad 2015-07-28)
<http://www.regeringen.se/contentassets/33e2bd95cd1e46d895f9762c4b8b779e/150723-regbeslut-uppdrag-energimyndigheten-solel.pdf> 2015-11-05
- Metrum <http://www.metrums.se/pages/varfor-mata-elkvalitet.html> 2015-11-05
- N. Etheden, S. Aceby, Acceptansgräns vid anslutning av distribuerad generering, Elforsk rapport 12:44 – Bilaga 1, http://www.elforsk.se/Rapporter/?rid=12_44_ 2015-11-06

OPTIMERAD ENERGI

Syftet med förstudien Optimerad energi har varit att sammanställa underlag som kan användas vid en integrering och vidareutveckling av elkvalitet- och mätinsamlingssystemen oberoende av systemleverantör. Avsikten har också varit att identifiera och rekommendera nya nyckeltal som kan ingå i analysrapporter.

De i rapporten rekommenderade nyckeltalen är främst avsedda för att vara ett hjälpmedel för elnätsföretagen vid övervakning av de lokala elnäten, vid nätplaneringar, vid investeringsbeslut samt vid rapportering till myndigheterna.

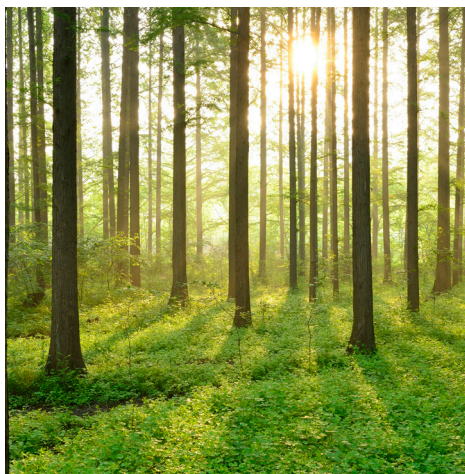
Förstudien rekommenderar användning av de nyckeltal som visat sig finnas tillgängliga genom systemintegration då kostnaderna för implementering anses rimliga i förhållande till nyttan som de ger. Vissa av de nyckeltal som förslås i rapporten kommer att finnas tillgängliga i mätinsamlingssystemen redan under 2016.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se

KUNDMÄTNING

BILAGA 1



Kundmätning

Optimerad energi, delrapport 1

MARTIN SELLMAN

ISBN 978-91-7673-[XXX-X] | © 2015 ENERGIFORSK

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Denna bilaga är den första delrapporten i förstudien Optimerad energi. Den övergripande rapporten Optimerad energi - Nyckeltal för optimalt nätutnyttjande sammanfattar och knyter samman de olika delrapporterna.

Bilaga 1 är framtagen av Embriq, Martin Sellman.

Sammanfattning

Syfte med denna delrapport är att kartlägga nuvarande och föreslagna nyckeltal för nätregleringen som innefattar belastning, nätförluster och leveranskvalitet samt att ge rekommendationer till tänkbara framtida nyckeltal som kan tillföra kundvärde inom detta område.

Utifrån beskrivna kommande krav, behov och nyttor finns det ett stort behov av att utveckla nya nyckeltal och systemfunktioner.

I rapporten sammanfattas nuvarande och föreslagna lagar och föreskrifter som ligger till grund för nya nyckeltal. Rapporten beskriver också hur kundmätningssystem är uppbyggda.

Rapporten beskriver följande nya nyckeltal, ner på elanvändarnivå.

- Spänningsvariationer
- Verkningsgrad
- Lastfaktor
- Förluster
- Avbrottsstatistik
- Prisinformation till kund
- Förbrukning jämfört med utetemperatur
- Jämförelse inom kundsegment
- Tillgänglighet mätdata

Utöver Ei:s redan föreslagna nyckeltal på aggregerad nivå så föreslår vi i förstudien följande nyckeltal som är nya. Spänningsvariationer, verkningsgrad, och tillgänglighet på mätdata. Nyckeltalen lastfaktor, förluster, avbrottsstatistik som kommer att tillämpas på aggregerad nivå föreslås att de används på elanvändarnivå.

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte	5
1.3	Avgränsningar	5
2	Kundmätning	6
2.1	Vad omfattas vid kundmätning	6
2.2	Nuvarande lagar och föreskrifter avseende kundmätning	6
2.3	Kommande lag och föreskrifter	6
2.4	Pågående utredningar	7
3	Styrmedel	9
3.1	Nätförluster	9
3.2	Belastning	9
3.3	Kvalitetsreglering	10
3.3.1	Kvalitetsreglering lokalnät	10
3.3.2	Kvalitetsreglering Regionnät	11
3.3.3	Kvalitetsreglering Stamnät	11
4	Allmänna krav på elmätare för kundmätning idag	12
4.1	Debiteringsmätningssystem (Kundmätning)	12
4.2	Vad mäter man idag	13
4.3	Vad kan man mäta imorgon	14
4.4	Hur kan man kombinera kundmätning- och elkvalitetsmätning?	14
4.5	Identifierade nyckeltal	15
5	Resultat	16
5.1	Nyckeltal på kundnivå om man kombinerar olika system	16
5.1.1	Spänningsvariationer	16
5.1.2	Verkningsgrad	17
5.1.3	Lastfaktor	17
5.1.4	Förluster	18
5.1.5	Avbrottsstatistik	18
5.1.6	Prisinformation till kund	19
5.1.7	Förbrukning jämfört med utetemperatur	20
5.1.8	Jämförelse mellan kundsegment	20
5.1.9	Tillgänglighet mätdata	20
5.2	Resultat från utskick till elnätsföretag	21
5.3	Slutsats	21
5.4	Beräkningsmodeller	22
5.5	Utformning av rapportverktyg	22
6	Referenser	23

1 Inledning

1.1 BAKGRUND

Behovet av nya funktionskrav på elmätare ökar. I takt med att myndigheterna ställer nya krav på mätning så ökar möjligheterna till att optimera elanvändningen. Detta ställer krav på nya analysverktyg för att kunna följa upp optimeringen.

I Sverige finns i dagsläget 5,2 miljoner elanvändare. Av dessa uppfyller de flesta mätarna krav på timmätning. Merparten av dessa byttes till elektronisk insamling innan 2009. Reformen bedöms ha kostat 15 miljarder kronor.

Det finns idag ett förslag från Ei på nya funktionskrav för mätning. Förslaget har varit ute på remiss men har ännu inte beslutats av regeringen. De nya kraven föreslås införas från 2017 – 2025.

1.2 SYFTE

Syfte med denna delrapport är att kartlägga nuvarande och föreslagna nyckeltal för nätregleringen som innefattar belastning, nätförluster och leveransskvalitet samt att ge rekommendationer till tänkbara framtida nyckeltal som kan tillföra kundvärde inom detta område. Syftet är även att kartlägga förslag på elmätarens nya funktionalitet och hur det påverkar utformningen av nya nyckeltal.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

Fokus i förstudien ligger på kundmätning för elanvändare upp till 63 Ampere. Mätning för elanvändare över 63 är inte inkluderade i förstudien.

Vi har inte kvantifierat nyttan av varje nyckeltal fullt ut utan nyttan är beskriven mer allmänt. Data från Elbörsen och priser på elnät har inte verifierats i denna studie.

För att åskådliggöra resultaten av vår studie har data från Falbygdens Energis mätsystem AiMiR och Metrum använts. Data från Metrums system har skickats till Embriqs system Quant som sedan har bearbetats där. Likaså har data skickats till Quant från AiMiR.

2 Kundmätning

2.1 VAD OMFATTAS VID KUNDMÄTNING

Underlag till debitering samlas in av elmätare. Redovisning av timvärden ligger till underlag för fakturering av elanvändare. En del bolag har även ytterligare funktionalitet som t.ex. fjärradministration av leveranser, effekttariffer och avbrottslarm.

Leverans av mätvärden följs upp med hjälp av Service Level Agreements (SLA) det vill säga tillgänglighet när mätvärden är insamlade, validerade och levererade. Vissa bolag följer upp leveransen med Key Performance Indicator (KPI) som är ett begrepp från ekonomiengelskan.

2.2 NUVARANDE LAGAR OCH FÖRESKRIFTER AVSEENDE KUNDMÄTNING

- EIFS 2011:3 (Energimarknadsinspektionen, 2011)
 - × Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd om mätning, beräkning och rapportering av överförd el; beslutade den 8 september 2011
- EIFS 2012:2 (Energimarknadsinspektionen, 2012)
 - × Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd om ändring i Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd (EIFS 2011:3) om mätning, beräkning och rapportering av överförd el; Beslutade den 13 september 2012
- EIFS 2014:7 (Energimarknadsinspektionen, 2014)
 - × Föreskrifter och allmänna råd om ändring i Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd (EIFS 2011:3) om mätning, beräkning och rapportering av överförd el; beslutade den 4 juli 2014
- EIFS 2015:7 (Energimarknadsinspektionen, 2015)
 - × Föreskrifter om ändring i Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd (EIFS 2011:3) om mätning, beräkning och rapportering av överförd el; beslutade den 7 maj 2015

2.3 KOMMANDE LAG OCH FÖRESKRIFTER

- Ändring av ellagen 1997:857 3 kap.16 b § (Samordningsrådet för smarta elnät, 2014)
 - × Planera för effekt! Slutbetänkande från Samordningsrådet för smarta elnät
- EIFS 2015:4 (Energimarknadsinspektionen, 2015)
 - × Energimarknadsinspektionens föreskrifter om skyldighet att rapportera elavbrott för bedömning av leveranssäkerheten i elnäten
- EIFS 2015:5 (Energimarknadsinspektionen, 2015)
 - × Energimarknadsinspektionens föreskrifter om vad som avses med kvaliteten i nätkoncessionshavarens sätt att bedriva nätverksamheten vid fastställande av intäktsram
- EIFS 2015:6 (Energimarknadsinspektionen, 2015)
 - × Energimarknadsinspektionens föreskrifter om vad som avses med ett effektivt utnyttjande av elnätet vid fastställande av intäktsram

2.4 PÅGÅENDE UTREDNINGAR

Ei föreslår två tillägg till ellagen i rapporten Ei_R2015_09. (Daniel Norstedt, 2015)
Remissinstanserna har fram till den 28 september 2015 på sig att lämna synpunkter på rapporten.

Citat från Ei

"Ei föreslår också att myndigheten, med stöd av de föreslagna tilläggen i ellagen, ska få utfärda föreskrifter där funktionskraven är närmare beskrivna.

- Mätarfunktioner är en viktig framtidsfråga och den är även kopplad till frågan om förbrukarflexibilitet. De funktioner vi föreslår ökar möjligheten för konsumenter att vara aktiva och kunna agera utifrån prissignaler, säger Ei:s generaldirektör Anne Vadasz Nilsson.*

Idag är det upp till elnätsföretagen att bestämma vilka funktioner de ska ha på sina mätare. Ett syfte med att ställa funktionskrav på mätarna och mätsystemen är att höja miniminivån så att alla kunder får samma information om sin elförbrukning och samma möjlighet att utnyttja energitjänster.

- Om vi sätter en standard för vilka funktioner som en mätare ska ha så gynnas både kunderna, elhandlare och energitjänstemarknaden. Då finns större möjlighet för kunderna att ta del av olika energieffektiviseringstjänster och därmed få en ökad kontroll över sin elförbrukning, oavsett var de bor eller vilket elnätsbolag de har, säger Daniel Norstedt, expert på Ei och projektledare för regeringsuppdraget.*

Ei anser följande åtta funktionskrav bör regleras i föreskrift eller förordning:

- Mätaren utrustas med ett öppet, standardiserat gränssnitt som levererar nära realtidsvärden på effekt och mätarställning och i förekommande fall produktion. Kunden får tillgång till dessa värden.*
- Mätsystemet ska för varje fas registrera spänning, ström, energi samt aktiv och reaktiv effekt för uttag och inmatning av el. En av effekterna av den här funktionaliteten är att den möjliggör en större andel lokal produktion.*
- Alla registrerade data ska kunna fjärravläsas.*
- Mätsystemet ska registrera mätvärden med en frekvens på 60 minuter och kunna ställas om till en frekvens på 15 minuter.*
- Vid avbrott ska mätsystemet registrera och spara uppgifter om tidpunkt för början och slut på ett avbrott längre än 3 minuter i en eller flera faser.*
- Mätsystemet ska kunna skicka larm vid nollfel i kundens elanläggning för att undvika farliga spänningsnivåer, personskador och brand.*
- Nätkoncessionsinnehavaren ska fjärrledes kunna uppgradera mjukvara och ändra inställningar i mätsystemet.*
- Nätkoncessionsinnehavaren ska fjärrledes via mätsystemet kunna spänningssätta och fränkoppla elanläggningar."*

Ei har tagit fram nya föreskrifter gällande förhandsreglering av intäktsramen som träder i kraft 2016- 01-01 (ref. Ei 2015:01)

Ei har tagit fram rapport Incitament för effektivt utnyttjande av elnätet (ref. Ei R2015:07) (Öhling, 2015)

Vid beräkningen av intäktsramens storlek ska ramen enligt 5 kap. 6 § ellagen (1997:857) täcka skäligen kostnader för att bedriva nätverksamhet under tillsynsperioden och ge en rimlig avkastning på det kapital (kapitalbas) som krävs för att bedriva verksamheten. När intäktsramen bestäms ska Ei ta hänsyn till om nätverksamheten bedrivits effektivt. En sådan bedömning kan medföra att intäktsramen ökar eller minskar beroende på om nätföretaget har ett effektivt utnyttjande av elnätet Ei har tagit fram en föreskrift som syftar till att skapa incitament för elnätsföretagen för ett effektivt utnyttjande av elnätet genom att sänka nätförlusterna samt att använda elnätet jämnt över tiden. Dessa incitament kommer att börja gälla för den kommande tillsynsperioden 2016-2019.

3 Styrmedel

Nätföretagen rapporterar idag antalet avbrott, avbrottstid och uttagspunkter. Utifrån denna data räknar Ei ut statistik som presenteras som Medelavbrottsfrekvens för alla kunder (SAIFI), Medelavbrottstid för alla kunder (SAIDI), Medelavbrottstid för berörda kunder (CAIDI) samt Tillgängligheten i nätet (ASAI)

3.1 NÄTFÖRLUSTER

Nätförluster avser de förluster som uppstår i överföringen av el och definieras som skillnaden mellan hur mycket el som matas in och hur mycket som tas ut på nätet. Motivet till att använda nätförluster som en indikator för ett effektivt utnyttjande av elnätet är att dessa har en direkt påverkan på nätkostnader och energiåtgång. Ett incitament för nätföretagen att minska förlusterna skapar därför tydliga nyttor för nätanvändare och för samhället som helhet.

Den indikator som Ei kommer att använda för att skapa incitament för att minska nätförlusterna från och med den kommande tillsynsperioden (2016-2019) är den procentuella andel nätförluster i förhållande till den totala mängden uttagen energi. Indikatorn bygger på det tydliga sambandet som visar att nätförlusterna ökar då den överförda energin i nätet ökar. Incitamentet är konstruerat så att en reduktion av andelen förluster eller en ökad andel förluster jämfört med den egna historiken ger ett tillägg respektive avdrag på intäktsramen.

Mätning och beräkning av förluster mäts i gränspunkt mellan regionnät och lokalnät samt mäts med system för konsumtion och produktion. Inrapportering sker i enlighet med EIFS 2015:6. Vi betraktar indikatorn som ett nyckeltal

3.2 BELASTNING

Ett effektivt utnyttjande av elnätet kan uppnås genom att jämna ut nätets belastning och kapa effekttoppar. Därigenom kan kapaciteten i nätet öka vilket kan leda till ökad möjlighet för anslutning av exempelvis mer förnybar energi eller fler uttagskunder utan att investera i mer kapacitet. Vid en jämnare belastning reduceras också nätförlusterna. En utjämnad belastning och en reduktion av effekttoppar kan medföra sänkta kostnader för överliggande nät och för ersättning vid inmatning av el. I praktiken har detta visat sig vara svårt på grund av konstruktionen av regionnätstariffer.

Den indikator som Ei kommer att använda för att definiera belastningen på elnätet från och med den kommande tillsynsperioden (2016-2019) är lastfaktorn i gränspunkter. Lastfaktor definieras som en kvot mellan medeleffekten och maxeffekten. Vid stora effektvariationer och enstaka effekttoppar i systemet blir lastfaktorn låg. En hög lastfaktor vittnar däremot om att belastningskurvans variationer inte är lika kraftiga, att systemet utnyttjas jämnare, vilket är gynnsamt både tekniskt och ekonomiskt. Mätning och beräkning av belastning mäts i gränspunkt mellan regionnät och lokalnät. Inrapportering sker i enlighet med EIFS 2015:6. Vi betraktar indikatorn som ett nyckeltal.

3.3 KVALITETSREGLERING

Ei föreslår även Kvalitetsreglering av intäktsram för elnätsföretag (Energimarknadsinspektionen, 2015). När intäktsramen bestäms ska Ei ta hänsyn till kvaliteten i nätkoncessionsinnehavarens sätt att bedriva nätverksamheten. En sådan bedömning kan medföra att intäktsramen ökar eller minskar beroende på om nätföretaget har en god eller mindre god kvalitet på överföringen av el

Sedan 2010 har mer detaljerad avbrottsstatistik rapporterats in till Ei. Elnätsföretagen rapporterar elavbrott per uttagpunkt i sina nät och särredovisar avbrott kortare och längre än 12 timmar för anpassning till regleringen. Varje uttagpunkt klassificeras även med avseende på typ av kund. Detta har medfört att incitamenten i kvalitetsregleringen kan styras mer precist och har föranlett denna vidareutveckling av kvalitetsregleringen.

3.3.1 Kvalitetsreglering lokalnät

Kvalitetsregleringen bygger på att jämföra nivån på elnätsföretagens leveranssäkerhet under tillsynsperioden med en normnivå. De indikatorer som används för att bedöma leveranssäkerheten samt beräkning av avbrottskostnader i näten är SAIDI och SAIFI. Oaviserade avbrott mellan 3 minuter och 12 timmar samt aviserade avbrott ligger till grund för beräkning av avbrottskostnader.

Nätföretagets prestation för tillsynsperioden bedöms med indikatorerna SAIDI och SAIFI. För dessa indikatorer jämförs utfallet per kundsegment med nätföretagets normvärde per kundsegment. Dessa beräkningar multipliceras med en kostnadsparameter och resultatet (dvs. avbrottskostnaden) ger ett tillägg eller ett avdrag på företagets intäktsram beroende på om nätföretaget presterat bättre eller sämre än normvärdet. Slutligen görs en justering av avbrottskostnaden med hjälp av kvalitetsindikatorn CEMI4 i syfte att minska variationer i kvalitet inom elnätsföretag (styreffekt 5).

SAIDI (System Average Interruption Duration Index) Indexet SAIDI är utformat för att ge information om den genomsnittliga avbrottstiden per kund och år. $SAIDI = \text{total kundavbrottstid} / \text{totalt antal kunder}$.

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) Indexet SAIFI är utformat för att ge information om den genomsnittliga avbrottsfrekvensen per kund och år. $SAIFI = \text{totalt antal kundavbrott} / \text{totalt antal kunder}$.

CEMI_n (Customers Experiencing Multiple Interruptions) Indexet CEMI_n är utformat för att visa hur stor andel av kundkollektivet som har mer än n antal avbrott per år. Syftet är att hjälpa till att upptäcka leveranskvalitetsproblem för kunder som inte kan identifieras med hjälp av de genomsnittliga värdena SAIDI och SAIFI. $CEMI_n = \text{totalt antal kunder som upplevt minst } n \text{ avbrott} / \text{totalt antal kunder}$

Både SAIDI och SAIFI kan i princip förbättras utan att förbättringen märks hos alla kunder. Exempelvis kan ett nätföretag som prioriterar leveranskvaliteten i tätbebyggda områden få ett stort genomslag på SAIDI och SAIFI på bekostnad av glesbebyggda områden. Eftersom en önskvärd styreffekt är att minska kvalitetsvariationerna inom en redovisningsenhet behöver detta motverkas. Ei har därför valt att låta CEMI_n påverka det slutliga incitamentet som ges till nätföretagen. Indikatorn CEMI_n används som en justering av det incitament som indikatorerna SAIDI och SAIFI resulterar i. Ei bedömer att n ska motsvara vad som anses vara god kvalitet i överföringen av el enligt Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd om krav som ska vara

uppfyllda för att överföringen av el ska vara av god kvalitet (EIFS 2013:1) (upp till 3 långa avbrott per år och kund, vilket motsvarar $n = 4$). CEMI4 används för att reducera de tillägg respektive avdrag som beräknas med SAIDI och SAIFI. Om en allmän förbättring skett i nätet (SAIDI/SAIFI har förbättrats) samtidigt som en större andel kunder än tidigare haft 4 avbrott eller fler reduceras tillägget. På samma vis leder en allmän försämring i nätet (SAIDI/SAIFI har försämrats) samtidigt som en mindre andel kunder än tidigare haft 4 avbrott eller fler, till att avdraget reduceras. Vi betraktar indikatorerna ovan som nyckeltal.

3.3.2 Kvalitetsreglering Regionnät

Kvalitetsregleringen bygger på att jämföra nivån på elnätsföretagens leveranssäkerhet under tillsynsperiodens med en normnivå. De indikatorer som används för att bedöma leveranssäkerheten samt beräkning av avbrottskostnader i näten är ILE6 och ILEffekt7. Oaviserade avbrott mellan 3 minuter och 12 timmar samt aviserade avbrott ligger till grund för beräkning av avbrottskostnader med avseende på ILE. För ILEffekt tillkommer de korta avbrotten, dvs. avbrott från 100 millisekunder till 3 minuter, för oaviserade avbrott.

3.3.3 Kvalitetsreglering Stamnät

Kvalitetsregleringen bygger på att jämföra nivån på Svenska kraftnäts leveranssäkerhet under tillsynsperiodens med en normnivå. De indikatorer som används för att bedöma leveranssäkerheten samt beräkning av avbrottskostnader i näten är ILE och ILEffekt. Oaviserade avbrott från 1 minut och längre samt aviserade avbrott ligger till grund för beräkning av avbrottskostnader med avseende på ILE. För ILEffekt tillkommer de korta avbrotten, dvs. avbrott från 100 millisekunder till 1 minut, för oaviserade avbrott.

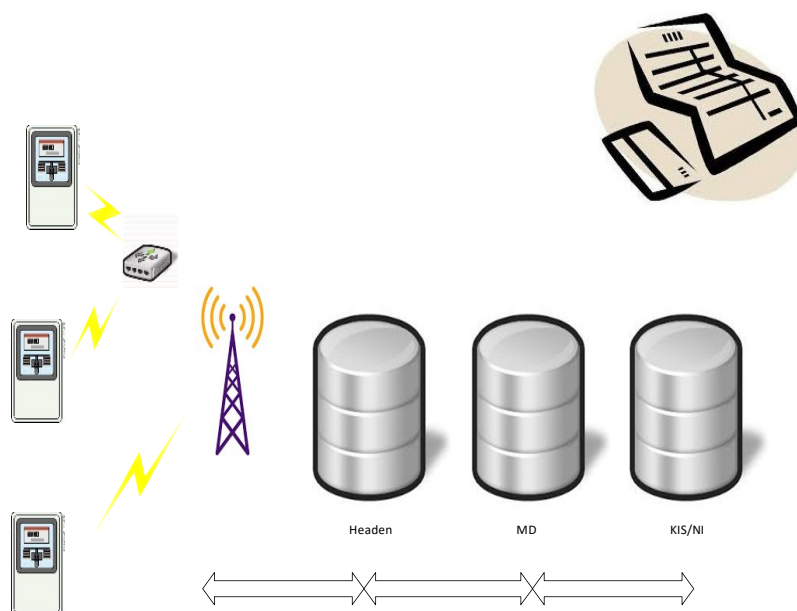
Normnivån för kvalitetsindikatorerna baseras på stamnätets genomsnittliga kvalitet under de 10 år som infaller två år innan tillsynsperioden. Kvalitetsreglering för alla tre elnäten beskrivs i EIFS 2015:4.

4 Allmänna krav på elmätare för kundmätning idag

Elnätsföretagen kan idag mäta timförbrukningen enligt de krav som infördes 1 juli 2009. Det finns olika möjligheter till insamlingen av dessa mätvärden. Beroende på teknisk lösning så tar det olika lång tid för olika elnätsföretag att samla in mätvärdena. En del nätbolag har högre tillgänglighet beroende på teknisk lösning och samlar in en hög andel mätvärden redan inom några timmar från dygnsskiftet.

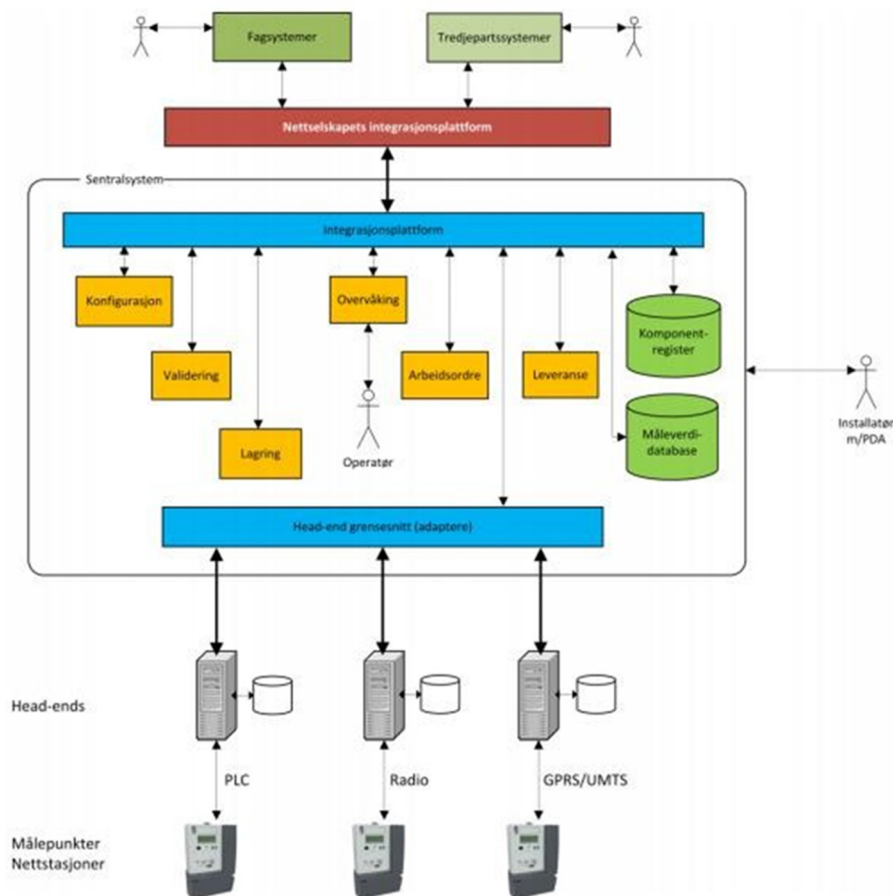
4.1 DEBITERINGSMÄTNINGSSYSTEM (KUNDMÄTNING)

Systemuppbyggnad:



Figur 4-1 Bilden visar exempel på systemuppbyggnad

Insamlingen sker från elmätarna, placerade hos elanvändare och vid produktionsanläggningar. Främst sker denna kommunikation genom olika radioprotokoll (P2P GPRS, ZigBee m.m.) eller via elnätet. Radiosystemen använder i stor utsträckning någon form av koncentrator för att samla ihop och skicka in mätvärden via insamlingssystemet (Head End) till centralsystemets (MDM – och dess mätvärdesdatabas), där man kan göra validering. Sedan skickas mätvärden vidare som underlag till debitering eller fakturering i kundinformationssystem och för information till nätinformationssystem (KIS/NIS).



Figur 4-2 Detaljert bilde på systemoppbygging

Figur 2 beskriver et generisk system for måtværdene med insamling, validering og levering til fakturering. Quant fra Embriq ses som et overordnet system som kan samle in måtværdene fra flere Head End system og inneholder flere avanserte funksjoner som overvåking, arbeidsordre og grenssnitt for användare. Den h r typen av system kan ha funksjoner for optimering og for  tt hantere förluster, system liknande dette hanterer of ta även generering av rapporter

4.2 VAD MÄTER MAN IDAG

Man m ter idag timv rdene (m tarst llninger og f rbrukningsv rdene) med ulike insamlingstid till underlag for fakturering. Vid anslutning av produksjonsanl ggninger ställs krav på  tt m te aktiv effekt i båda riktninger, konsumtion og produktion.

Vissa nätbolag mäter SLA som en del av leveransen d v s tilg nglighet n r en viss andel av alla m tv rdene har samlats in. En del nätbolag erbjuder information om elanvändning via "Mina sidor"  ven på timniv  som redovisas i efterhand. Information om kostnader för elnät och elhandel framgår av faktura.

4.3 VAD KAN MAN MÄTA IMORGON

Nya smarta elmätare erbjuder mycket mer funktionalitet än dagens mätare, mätarna är mer intelligenta och har ofta mycket god kommunikationsinfrastruktur. Dom nya mätsystemen är lättare att integrera, ofta med färdiga gränssnitt, Application Programming Interface (API) som redan är framtagna av elmätartillverkaren vilket gör det enklare att tillhandahålla mätdata bland annat till elanvändarna.

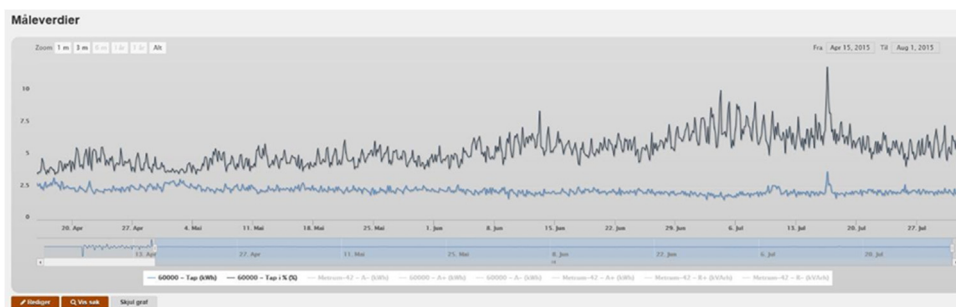
Mätarleverantörernas anger att mätarna kan mäta aktiv, reaktiv och skenbar effekt och energi. Mätarna stödjer mätning av produktion från förnybara energikällor som t.ex. solpaneler och vindkraftverk för bostäder. Se mer i bilaga 1 och bilaga2

Ofta kan man integrera många typer av mätare: el, vatten, gas, värme med modern kommunikationsteknik i samma system. Genom att hämta uppgifter från andra system så kan man sammanställa den totala kostnaden för kunden gällande pris för energi och pris för effekt. Informationen om priser för elhandel finns att hämta på Elbörsen eller hos specifik elhandlare. Information om priser av elnät finns oftast tillgängliga på nätbolagets hemsida. Priser på energiskatter och moms finns tillgängliga hos myndigheterna hemsidor. Utöver att mäta så kan man sammanställa ny typ av information genom att kombinera mätdata som t.ex. temperatur från SMHI.

4.4 HUR KAN MAN KOMBINERA KUNDMÄTNING- OCH ELKVALITETSMÄTNING?

Vi har i förstudien skickat mätdata från Metrum och AiMiR-system till Quant för att beräkna förluster. AiMiR och Quant är Head End och mätdatasystem (MDM) från Embriq som används för att samla in och validera mätvärden för underlag till fakturering av mätvärden. En nätstation valdes ut där Metrum har nätstationsmätning och där AiMiR har alla underliggande mätare. I dessa tester har det som visas i delrapport Systemintegration kunnat valideras mätdata från Metrums system i Quant. Med dessa tester uppdagades tidigt att det var viktigt att topologin (d v s hur elnätet är uppbyggt) finns beskriven på vilka anläggningar som tillhör respektive nätstation och att det är viktigt att kontrollera tidsynkning av mätarna för att få korrekt jämförelse och beräkning av förluster.

Det går att söka information från nätstationer och fördelningsstationer i Metrums system från Quant. Det är även fullt möjligt att beräkna och söka på de anläggningar som har större effektoppar och t.ex. en mindre effektivare elanvändning som skapar mer förluster än andra anläggningar, likaså söka på de anläggningar som har en sämre leverans kvalitet. Sökningen görs möjlig genom att nyckeltal har skapats på alla elanvändare och de nätstationer där det finns mätning.



Figur 4-3 Visar förluster på nätstation

En Tydlig beskrivning av denna integrering finns i delrapport integration

4.5 IDENTIFIERADE NYCKELTAL

Dessa nyckeltal identifierades i början av projektet.

- Spänningsvariationer
- Verkningsgrad
- Lastfaktor
- Förluster
- Avbrottsstatistik
- Prisinformation till kund
 - × Spotpris per timme
 - × Pris per energi
 - × Pris på effekt
- Förbrukning jämfört med utetemperatur
- Jämförelse inom kundsegment
- Tillgänglighet mätdata



Figur 4-4 Bilden visar förbrukning kontra utomhustemperatur.

Från 2016-01-01 skall lastfaktor rapporteras på aggregerad nivå, förluster och avbrott har sedan 2009 redan rapporterats.

5 Resultat

5.1 NYCKELTAL PÅ KUNDNIVÅ OM MAN KOMBINERAR OLIKA SYSTEM

Ur kundperspektivet så är nyckeltal som medverkar till att få aktiva kunder och det som kallas förbrukarflexibilitet viktigt och det skapar stor nytta både för användare/kunder och för kraftsystemet. Det nya lagförslaget (1997:857 3 kap.16 b §) innebär att elnätsföretagen fortsättningsvis har en skyldighet att vid begäran tillhandahålla kundernas förbrukning per timme och att merkostnader inte får debiteras kunden.

Aktiva kunder kan med hjälp av prissignaler hjälpa till att balansera kraftsystemet. Viktigt är att det finns en acceptabel nivå på tillgänglighet av mätdata som kan användas till mer än debitering, typ effekttariffer samt övervakning och styrning för att få till en effektivare och mer optimal användning av el.

Nyckeltalen som ligger till grund för det som träder i kraft 2016 som incitament i intäktsregleringen och nya funktionskrav för mätning, finns beskrivna av EI och den nyttan de förväntas uppnå. Utöver det så bedömer vi att nyckeltalen i nätregleringen även bör tillämpas på kundnivå för att ge större nytta då analysen görs mycket enklare på vad för effektiva åtgärder som kan genomföras.

Då priserna på el i första hand på elnät med stor sannolikhet kommer att öka genom behov av stora investeringar i framtiden, ser vi att kunden ges större möjlighet och påverka sin användning av el och minska miljöbelastningen

5.1.1 Spänningsvariationer

Genom att förnybar elproduktion ansluts till lokala elnät på både på lågspänning och högspänning så kommer spänningsnivåerna att variera mer än de har gjort tidigare. Förändringar av effektriktning kan förekomma vid tillfällen av låg konsumtion och hög produktion av t.ex. sol. Det finns då behov av att införa ett nyckeltal som mäter spänningsvariationer som också kan larma när spänningsnivåerna underskrider eller överskrider en viss spänning.

Man kan kalla det överspänning och underspänning. Nivåerna ska kunna sättas utifrån de lokala förhållanden som finns för konsumtion, dimensionering av elnätet och andelen förnybar elproduktion. Idag finns det krav i Sverige att spänningen inte får variera mer än plus/minus 10 %. En rimlig nivå som kan sättas för övervakning och larm kan vara plus/minus 5 %.

Nyckeltalet gör att nätägaren har bättre kontroll på spänningsvariationer. Det skyddar mot överspänningar som kan orsaka stora skador på förstörd utrustning både hos kunder och för nätägaren. Nyttan är också att genom regleringen av spänningen till viss del kan reglera kapacitet och den effekt som kan överföras både för produktion och konsumtion. Genom att undvika för låg spänning så minskar risken för överlast och spänningskollaps, vilket i sin tur orsakar avbrott som medför samhällskostnader för kunder och nätägare.

Spänning kan mätas redan idag i HeadEnd och spänningsvariationer bör presenteras i MDM-system. För vissa äldre system kan det bli en utmaning att presentera denna data.

Genom att sätta tröskelnivåer för insamlingen kan man övervaka och ge driften information innan det blir akuta fel. Dom storheter som är aktuella i första hand är:

- Aktiv effekt
- Spänning

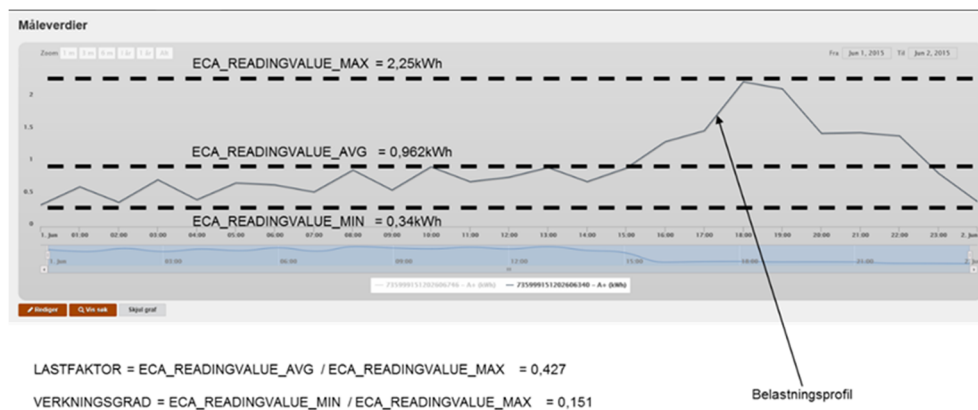
Det kan användas för att styra och reglera konsumtion, till exempel blockera laddningen av el-fordon vid behov. Tröskelhantering kan ligga till grund för nätplanering och vid anslutning av ny förnybar produktion.

I dagsläget kan flertalet Head End system hantera detta genom inställningar i systemet. Operatörer kan då presenteras för utnyttjande över eller under larmnivåer beroende på inställning. Detta ger elnätsföretagen en möjlighet till att se fel och problem i nätet innan eller samtidigt som det händer och kunna ta rätt beslut snabbare.

5.1.2 Verkningsgrad

Det lägsta timvärdet genom det högsta timvärdet per dygn ger verkningsgrad i procent. Verkningsgrad kan beräknas från alla system som har tillgång till timvärden. Verkningsgrad är en variant av lastfaktor som kan vara ett komplement för att bedöma belastning. Nyttan består av att kunna göra en bättre analys av hur kunden använder sin el som leder till en mer konkret åtgärd. Vanligaste åtgärder är att ge elanvändaren prissignaler, införande av effekttariffer och laststyrning. Beroende av vilken typ av kundsegment mätningen görs på kan verkningsgrad vara ett komplement till att man får en bättre bild av kundens användning än med lastfaktor. Genom att mäta det lägsta timvärdet kan man bättre bedöma kundens flexibilitet, det vil säga kunna påverka sin egen användning.

Exempel på jämförelse av nyckeltalen enligt bifogad bild.



Figur 5-1 Lastfaktor och verkningsgrad

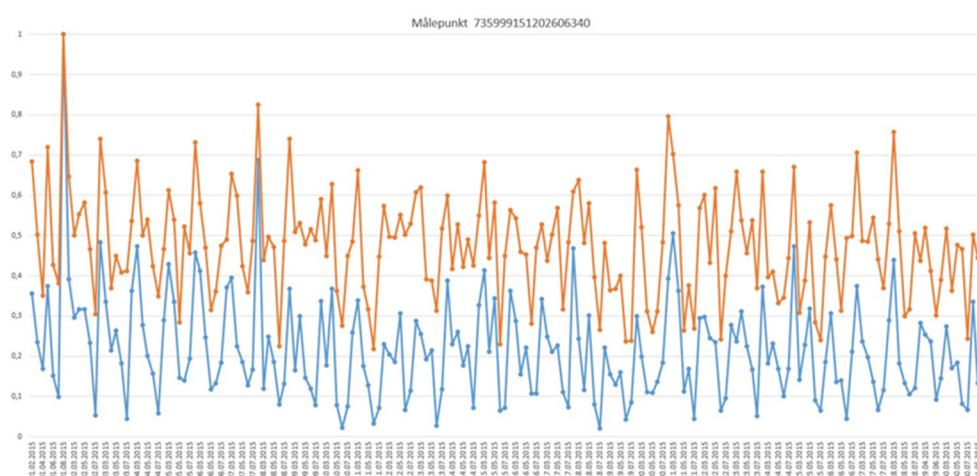
Verkningsgrad, kan ge en bättre nytta och en bättre analys av hur kunden använder sin el t e x hur spetsig profilen är då den räknas på högsta och lägsta belastning. Kan vara så att enklare åtgärder kan åstadkomma en effektivare elanvändning.

5.1.3 Lastfaktor

Den indikator som Ei använt för att definiera belastningen är dygnslastfaktorn enligt EIFS 2015:6 Lastfaktor föreslås av Ei och definieras som en kvot mellan medeleffekten

och maxeffekten. Lastfaktorn går att fastställa vid tillgång av timvärden. Vid stora effektvariationer och enstaka effekttoppar i systemet blir lastfaktorn låg. En hög lastfaktor vittnar däremot om att belastningskurvans variationer inte är lika kraftiga, att systemet utnyttjas jämnare, vilket är gynnsamt både tekniskt och ekonomiskt. *Se mer under Belastning i styrmedel*

Nyttan med nyckeltalen lastfaktor och verkningsgrad är att rätt åtgärder minskar kundens kostnader, minskar kundens miljöbelastning samt minskar kostnader för elnätsägaren gällande investeringar i överliggande nät och kostnader för förluster. Samtidigt underlättar det nätplanering genom minskade investeringar i infrastruktur och minskar på sikt kapitalkostnader för investeringar i ditt elnät.



Figur 5-2 Lastfaktor kontra verkningsgrad på en mätare.

5.1.4 Förluster

Förluster avser de förluster på lokal nivå som uppstår i överföringen av el och definieras som skillnaden mellan hur mycket el som matas in och hur mycket som tas ut på nätet enligt I EIFS 2015:6. Förluster bör kunna beräknas och sökas upp och presenteras på godtycklig nivå i nätet typ på nätstationer och anläggningar. Förlusterna kan räknas fram på alla anläggningar om tillgång till mätdata och anläggningsdata finns. I takt med att nya krav på mätning införs så kan nya nyckeltal för förluster tillämpas med hjälp av beskrivning av beräkningsmetod.

Nyttan med att beräkna förluster på anläggningsnivå möjliggör bättre analyser och bättre underlag till konkreta åtgärder typ investeringar, bättre information till kund, införande av effekttariffer, laststyrning m.m. I takt med att nyckeltal för förluster införs och analyseras på aggregerad nivå så kan även förluster beräknas på kundnivå genom analys av lastprofiler, lastfaktor och verkningsgrad. Genom att uppskatta förluster på kundnivå så kan det skapa nytta genom att åtgärder för att förbättra även påverkar förlusterna till det bättre på aggregerad nivå. Att sätta larm (tröskellarm) på detta nyckeltal ger elnätsföretagen tidig information om eventuella problem i elnätet. I dagsläget beräknas inte förluster på kundnivå.

5.1.5 Avbrottsstatistik

Gällande avbrottsrapportering bygger på att jämföra nivån på elnätsföretagens leveranssäkerhet under tillsynsperioden med en normnivå. Den nu gällande

föreskriften EIFS 2013:2 avseende rapportering av elavbrott kommer från och med 2016 att ersättas av den nya föreskriften EIFS 2015:4 som beslutades i april 2015 och som träder i kraft den 1 januari 2016. De indikatorer som används för att bedöma leveranssäkerheten samt beräkning av avbrottskostnader i näten är SAIDI och SAIFI. Oaviserade avbrott mellan 3 minuter och 12 timmar samt aviserade avbrott ligger till grund för beräkning av avbrottskostnader.

Genom att hämta avbrottsinformation från kundmätning och mätning i nätstation kan man göra bättre analys av leverans kvalitet och enklare åtgärder typ vädersäkring, förebyggande underhåll och förbättring av elkvalitet.

I takt med att nya krav på mätning införs så kan man följa upp nyckeltalen SAIDI, SAIFI och CMI på kundnivå från mätarna vilket ger större nytta och säkrare uppgifter än på aggregerad nivå. Konkreta åtgärder för resp. kund för att förbättra elkvalitet kan enklare fastställas. I dagsläget finns inga system klara för att mäta och presentera denna data på kundnivå men det pågår utveckling för att kunna sammanställa och presentera detta.

5.1.6 Prisinformation till kund

Genom att hämta uppgifter från andra system så kan man sammanställa den totala kostnaden för kunden gällande pris för energi och pris för effekt. Informationen om priser för elhandel finns att hämta på nordpol eller hos specifik elhandlare. Information om priser av elnät finns oftast tillgängliga på nätbolagets hemsida. Priser på energiskatter och moms finns tillgängliga hos myndigheterna hemsidor. Det är lämpligt att elhandlaren sammanställer och tillhandahåller prisinformation till kund.

Nyttan består av att kunden får information om den totala kostnaden för sin användning av el som idag finns redovisat i olika system. Elanvändaren kan lättare förstå sin egen situation och se de möjligheter som finns för att påverka sin el-användning. Det gäller både information om kostnader för energi (kWh) och kostnader för effekt (kW) dvs. den del av elnätet som kunden disponerar i sitt abonnemang. Genom att kunden kan anpassa sin elanvändning så kan elnätsägaren även minska sina kostnader för överliggande nät, förluster och kapitalkostnad.

Exempel på vilka komponenter som ingår i den totala kostnaden är både fasta och rörliga kostnader för elhandel samt elnät, energiskatter och moms. Dessutom ingår det avgifter för elcertifikat, effektreserv och störningsberedskap.

Genom jämförelser mellan olika kundanläggningar kan också en större kunskap och medvetenhet skapas som leder till konkreta åtgärder för optimerad energianvändning.

Kostnader för el, att förstå vad elen kostar bedömer vi skapar stor nytta. Idag är det svårt för kunden att sammanställa sina kostnader då de består av nät, elhandel samt energiskatter, avgifter för effektreserv, certifikat för förnybar elproduktion och moms. Idag finns informationen i olika system. Pris på elhandel finns hos elhandlaren, pris på elnät finns hos resp. elnät, skatter, avgifter och moms kommer från myndigheter. Om kunden inte förstår vad det kostar så är det svårt att förstå vad som går att påverka.

Kostnader för el bör beskrivas som pris per energi typ. öre/kWh och pris för effekt typ öre/kW som ofta motsvarar de fasta avgifterna som helst ska motsvara den kapacitet i elnäten som kunden behöver.

Att få tillgång till spotpriser som ska spegla tillgång och efterfrågan av el bedömer vi är viktigt och ger stor nytta. I takt med att timvärden görs mer tillgängliga för kund och

att nya produkter som spotpris för timme erbjuds kund samt att priserna blir mer volatila så kommer kunderna att kunna påverka sin användning och sina kostnader. Framförallt när egen produktion av el och laddning av elfordon blir mer vanligt. Spotpriser är öre/kWh plus ev. tillägg.

Information gällande mätdata finns i kundsystemen, även i system typ Energywatch och Eliq. Information om nätkostnader finns i faktureringsystem, information om elhandel finns i elhandlarens elsystem, information om skatter och moms finns hos myndigheten och vissa uppgifter finns att hämta hos SCB enligt Konsumenternas Energimarknadsbyrås chef Bo Hesselgren.

Nyckeltalet Prisinformation till kund är mest lämpligt att presentera av elhandlare eller system som bygger på information till kund, typ Energywatch och Eliq

Delprojektet har valt att inte gå vidare med detta nyckeltal då kostnaden att integrera den informationen som krävs från elnät, elhandel och skatter skulle driva höga kostnader för nätföretagen som kan vara svårt att motivera ur ett samhällsekonomiskt perspektiv.

5.1.7 Förbrukning jämfört med utetemperatur

Förbrukning jämfört med utetemperatur och vind, data från väder på temperatur och vind kan underlätta att göra prognoser på elanvändning och produktion och skapa stor nytta. Det kan möjliggöra införandet av styrning av både elanvändning och produktion genom s.k. kallad laststyrning och curtailment d v s styra produktion vissa timmar eller koppla bort produktion.

Detta finns i dagsläget presenterat i andra typer av systemet, t.ex diodmätningssystem, exempelvis Eliq. Där kan kunden tydligt se åtgången av energi i förhållande till temperatur.

Delprojektet har valt att inte gå vidare med detta nyckeltal då denna funktion redan finns utvecklad i andra system och i dessa system kan brytas ner per elanvändare.

5.1.8 Jämförelse mellan kundsegment

Jämförelse mellan kundsegment kan skapa nytta genom att kunderna kan få mer kunskap och förståelse för hur el används i jämförelse med andra användare. Det gäller både, energi, effekt och kostnader med påverkan av väderdata. Nyckeltalet för jämförelser mellan kunder kan driva oskäligt höga kostnader för de nätföretag som inte har motsvarande funktionalitet i sina kundsystem. Vi har därför valt att inte gå vidare med detta nyckeltal

5.1.9 Tillgänglighet mätdata

Under konceptet färdigt mätvärde rapporterar leverantörer till nätföretagen leveranser av mätdata kontinuerligt där man följer upp:

- Leveranser inom 6h
- Leveranser inom 24h
- Leveranser inom 48 h
- Leveranser inom 120h

Nyckeltalet består av antal insamlade mätvärden i procent inom en viss tid. Även kallad SLA krav. Vanligt är att nätbolaget kräver över 97 % inom 6h för att sedan öka kravet per nivå tills man når 100% inom 120h

Även elnätsföretag som inte köper denna tjänst av externa bolag har stor nytta av att mäta detta nyckeltal och följa upp leveransen för att kunna påvisa sin leveransnivå och följa upp eventuella problem med insamlingen av mätvärden. Detta ger en snabb uppföljning vid eventuella problem med leveransen.

5.2 RESULTAT FRÅN UTSKICK TILL ELNÄTSFÖRETAG

Det var endast 7 elnätsföretag av ca 160 stycken som svarade på uppföljningen av förstudiens föreslagna nyckeltal. I resultatet framgår att *Avbrottsstatistik* och *Spänningsvariationer* ansågs vara de nyckeltal som var viktiga att följa upp. Nyckeltalet *Spänningsvariationer* var främst viktigt ur ett systemperspektiv medan *Avbrottsstatistik* och *Prisinformation till kund* var viktiga ur ett kundperspektiv.

5.3 SLUTSATS

Under förstudien har kunskap tillförts genom inläsning av rapporter, workshop med nätföretag och utvärdering av svar från enkäter från nätföretagen. Sammantaget har det påverkat våra prioriteringar och förslag till nya nyckeltal.

Utöver Ei:s redan föreslagna nyckeltal på aggregerad nivå finns behov för ytterligare nyckeltal som prisinformation, spänningsvariation, verkningsgrad, lastfaktor, förluster, avbrottsstatistik och tillgänglighet av mätdata på elanvändarens nivå.

Nyckeltal för incitament i den nya förhandsregleringen mäter aggregerat på en överordnad nivå, vilket ger en indikation men inte tillräckligt underlag för analyser hos specifika elanvändare där det framgår vilka anläggningar och elanvändare som har inte har en effektiv elanvändning och som även bidrar till ökade förluster. I elnätet uppstår sammanlagring vilket innebär att det är svårt att spåra enskilda anläggningars påverkan på en aggregerad nivå.

Ei utreder också vilka hinder som föreligger för att kunna åstadkomma förbrukarflexibilitet, det vill säga att låta kunderna vara aktiva.

Nyttorna är i dagsläget uppskattade och inte kvantifierade, för att göra det krävs det mer underlag på kostnader för införande av nyckeltalen, typ integration, integrering av hård och mjukvara. För att uppnå större nytta anser vi att mätdata bör beräkna och jämföra mätdata t.ex. vid förlustberäkning. Nyckeltalet *Prisinformation till kund* är mest lämpligt att presentera av elhandlare eller system som bygger på information till kund, typ Energywatch och Eliq

I förstudien har efterfrågeflexibilitet haft stor inverkan på förslag av nyckeltal. Under förstudien gång så har vi kommit till insikt om att vi behöver prioritera och avgränsa antalet nyckeltal utifrån den nytta de kan ge och vilka kostnader som kan uppstå om de skulle införas. Nyckeltalen för förbrukning jämfört med utetemperatur och jämförelse inom kundsegment kommer inte att tas med som slutliga förslag för användning av nätföretagen. Även om belastningen är beroende av temperatur så kräver nyckeltalet data från väderinformation som kombineras med aktiv effekt per timme. Information om väder inte är tillgängligt i MDM-system så vi bedömer att konstruera detta nyckeltal kan driva oacceptabla kostnader för nätföretagen.

Jämförelse inom kundsegment är en funktion som redan finns i det mätsystem hos Falbygds Energi Elnät som vi har utvärderat. Vi bedömer även här att ett sådant nyckeltal kan innebära extra kostnader för de nätbolag som idag inte har de funktionerna.

5.4 BERÄKNINGSMODELLER

Verkningsgrad

Beräknas genom lägsta timvärdet genom det högsta timvärdet per dygn, vilket ger verkningsgrad i procent.

Lastfaktor

Lastfaktor definieras som en kvot mellan medeleffekten och maxeffekten

Förluster

Förlusterna beräknas av hur mycket energi som matas in och hur mycket energi som tas ut i godtycklig punkt

Avbrottsstatistik

SAIDI = total kundavbrottstid/totalt antal kunder SAIFI = totalt antal kundavbrott/totalt antal kunder

CEMIn = totalt antal kunder som upplevt minst n avbrott/totalt antal kunder

Tillgänglighet mätdata

Beräknas genom antal levererade mätvärden delat på antal tillgängliga mätvärden och ges i procent

5.5 UTFORMNING AV RAPPORTVERKTYG

Beräkning av nyckeltal som lastfaktor och verkningsgrad skulle kunna konfigureras som tidsstyrda jobb som körs vid tidsbestämda intervall, t.ex. varje dygn eller en gång per månad, och beräknas baserat på de insamlade mätvärdena för den givna perioden. Det skulle kunna vara möjligt att ställa in en viss tröskelnivå och sedan få rapporterat en avvikelse för anläggningar som passerar denna konfigurerade gräns. Ett annat alternativ vore att sätta upp beräkning av avläsningstyperna lastfaktor och verkningsgrad vid leverans av mätvärden. De beräknade mätvärden blir lagrade i databasen och gör det möjligt att söka upp dem i en mätvärdesvisning som definierade avläsningstyper med en given intervall för en given värdetyp, t.ex. för aktivt förbrukning. Detta gör det möjligt att vid ett senare tillfälle kunna söka upp dem i ett rapporteringsverktyg där man kan söka upp anläggnings-id med största och minsta värdet per kundsegment, anläggningstyp etc.

Slutkunder med låg lastfaktor som har fått en faktura baserad på en enstaka hög effekttopp kan vara intressant att lätt kunna filtrera fram i ett rapporteringsverktyg för att undersöka ytterligare.

6 Referenser

- Daniel Norstedt, S. P. (2015). *Funktionskrav på framtidens mätare*. Eskilstuna: Energimarknadsinspektionen.
- Energimarknadsinspektionen. (2011). *Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd om mätning, beräkning och rapportering av överförd el*. Göran Morén.
- Energimarknadsinspektionen. (2012). *Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd om ändring i Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd (EIFS 2011:3) om mätning, beräkning och rapportering av överförd el*. Göran Morén.
- Energimarknadsinspektionen. (2014). *Föreskrifter och allmänna råd om ändring i Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd (EIFS 2011:3) om mätning, beräkning och rapportering av överförd el*. Göran Morén.
- Energimarknadsinspektionen. (2015). *Energimarknadsinspektionens föreskrifter om skyldighet att rapportera elavbrott för bedömning av leveranssäkerheten i elnäten*. Göran Morén (chefsjurist).
- Energimarknadsinspektionen. (2015). *Energimarknadsinspektionens föreskrifter om vad som avses med ett effektivt utnyttjande av elnätet vid fastställande av intäktsram*. Göran Morén.
- Energimarknadsinspektionen. (2015). *Energimarknadsinspektionens föreskrifter om vad som avses med kvaliteten i nätkoncessionshavarens sätt att bedriva nätverksamheten vid fastställande av intäktsram*. Göran Morén.
- Energimarknadsinspektionen. (2015). *Föreskrifter om ändring i Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd (EIFS 2011:3) om mätning, beräkning och rapportering av överförd el*. Göran Morén.
- Energimarknadsinspektionen. (2015). *Kvalitetsreglering av intäktsram*. Eskilstuna: Energimarknadsinspektionen.
- Samordningsrådet för smarta elnät. (2014). *Planera för effekt*. Stockholm. Öhling, L. W. (2015). *Incitament för effektivt utnyttjande av elnätet*. Eskilstuna:
- Energimarknadsinspektionen.

BILAGA 1: KUNDMÄTNING

Denna bilaga är den första delrapporten i förstudien Optimerad energi. Den övergripande rapporten Optimerad energi - Nyckeltal för optimalt nätutnyttjande sammanfattar och knyter samman de olika delrapporterna.

Syfte med denna delrapport har varit att kartlägga nuvarande och föreslagna nyckeltal för nätregleringen som innefattar belastning, nätförluster och leverans kvalitet samt att ge rekommendationer till tänkbara framtida nyckeltal som kan tillföra kundvärde inom detta område.

Genom att bryta ner och mäta nyckeltalen per anläggning kan elnätsföretaget skapa sig en bättre bild av nätet och lättare kunna ta beslut om var investeringar bör göras. Alla nyckeltal som skall rapporteras på aggregerad nivå kan brytas ned och presenteras på anläggningsnivå. Så utöver Ei:s redan föreslagna nyckeltal på aggregerad nivå finns behov för ytterligare nyckeltal som spänningsvariation, verkningsgrad, lastfaktor, förluster, avbrottsstatistik och tillgänglighet av mätdata på elanvändarens nivå.

Ett nytt steg i energiforskningen

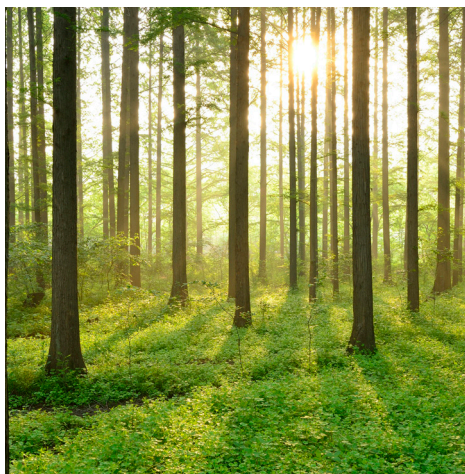
Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se



Energiforsk

ELKVALITET

BILAGA 2



Elkvalitet

Optimerad energi, Delrapport 2

ROBERT OLOFSSON

ISBN 978-91-7673-[XXX-X] | © 2015 ENERGIFORSK

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Denna bilaga är den andra delrapporten i förstudien Optimerad energi. Den övergripande rapporten Optimerad energi - Nyckeltal för optimalt nätutnyttjande sammanfattar och knyter samman de olika delrapporterna.

Bilaga 2 är framtagen av Metrum, Robert Olofsson.

Sammanfattning

Projektet har kartlagt befintliga nyckeltal avseende elkvalitet som baseras på gällande föreskrift EIFS 2013:1 [2]. Det finns även en sammanfattning av de mätsystem som normalt sett finns tillgängliga hos elnätsföretag idag, indelat i olika nivåer av elnätet och hur nyckeltal kan fås fram genom integrering av befintliga system. Därutöver ges förslag och rekommendationer kring tänkbara nya nyckeltal.

Sammanfattningsvis så har elnätsföretag normalt sett möjlighet att tillhandahålla befintliga nyckeltal enligt EIFS 2013:1 [2] via fast installerade elkvalitetsmätare i utbytespunkter (högspänningsnät), i prioriterade nätstationer (t.ex. industriområden) samt i enskilda fall i kunders leveranspunkter (normalt endast stickprov med hjälp av portabla elkvalitetsmätare). En delmängd av dessa nyckeltal såsom spänningssvärden och övertoner kan i framtiden vara tekniskt möjliga att addera i energimätare för kontinuerlig uppföljning av kundernas leveranspunkter, dock rimligen inte Klass A i enlighet med mätstandard IEC 61000-4-30 [3].

Det finns stora möjligheter att addera föreslagna nya nyckeltal via befintliga system och via integrering. Projektet har även tagit hänsyn till tekniska skillnader mellan tillgängliga mätsystem och mätare för olika nivåer och ger förslag till nya nyckeltal som är genomförbara för samtliga nivåer via redan existerande lösningar.

Via en kundundersökning (enkät) till Sveriges elnätsföretag har de föreslagna nya nyckeltalen utvärderats med avseende på vikt för företag att mäta (1-5) och mest prioriterade nyckeltal ur systemperspektiv samt kundperspektiv.

Ur vikt för företag att mäta så värderas samtliga föreslagna nyckeltal relativt högt (3 av 4 föreslagna nyckeltal får mellan 3,4-4,1 i medelvärde på en 5 gradig skala där 1 = inte viktigt alls och 5 = i mycket hög grad). [5]

Det bör tilläggas att relativt få elnätsbolag har besvarat enkäten och att resultat och slutsatser därmed inte kan anses statistiskt säkerställda men dock bör kunna ge en indikation och vägledning för framtida uppföljning.

Innehåll

1	Inledning	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Syfte	7
1.3	Avgränsningar	7
2	Elkvalitet	8
2.1	Vad innefattas i leverans kvalitet respektive elkvalitet	8
2.2	Nuvarande lagar och föreskrifter avseende elkvalitet	8
2.2.1	Nyckeltal i EIFS 2013:1	9
2.2.2	Långsamma spänningsändringar	9
2.2.3	Spänningsövertoner	9
2.2.4	Spänningsosymmetri	9
2.2.5	Kortvariga spänningssänkningar	9
2.2.6	Kortvariga spänningshöjning	10
2.2.7	Snabba spänningsändringar	10
2.2.8	Nyckeltal och utgångspunkt för olika spänningsnivåer	10
2.2.9	Mätstandard IEC 61000-4-30	11
3	Tillgängliga mätsystem för elkvalitet i distributionsnät	12
3.1	Tillgängliga system	12
3.2	Systemuppbyggnad med fokus på elkvalitet	12
3.3	Vad och var mäter man idag	12
3.3.1	Mätning i mottagnings- och fördelningsstationer	12
3.3.2	Mätning i nätstationer	13
3.3.3	Mätning i leveranspunkter	13
3.4	Vad kan man mäta imorgon	13
4	Analys av ett lokalt elnät	15
4.1	Nätuppbyggnad	15
5	Resultat	16
5.1	Förslag på framtida nyckeltal för elkvalitet	16
5.1.1	Nyckeltal för övertonshalt relaterat till märkeffekt	16
5.1.2	Nyckeltal belastning (relation medel- och maxlast)	16
5.1.3	Nyckeltal för spänningshöjning relaterat till tid	17
5.1.4	Nyckeltal för spänning & effektkorrelation	18
5.2	Beräkningsmodeller	18
5.2.1	Beräkningsmodell nyckeltal för övertonshalt relaterat till märkeffekt	18
5.2.2	Beräkningsmodell nyckeltal belastning (relation medel- och maxlast)	19
5.2.3	Beräkningsmodell nyckeltal för spänningshöjning relaterat till tid	19
5.2.4	Beräkningsmodell nyckeltal för spänning & effektkorrelation	19

5.3	Nödvändiga mätparametrar för föreslagna nya nyckeltal	20
5.4	Samhällsnyttan	20
5.5	Kundnyttan	20
5.6	Slutsats	21
6	Förslag på utformning av analysrapport	22
7	Referenser	23

1 Inledning

1.1 BAKGRUND

Intresset för mätning av Elkvalitet ökar för varje dag i takt med att det installeras mer förnyelsebara energikällor i elnäten samt att moderna laster innehåller elektronik och skapar mer störningar på elnät samtidigt som de därtill oftast blir mer störningskänsliga. Elkvalitet delas normalt sett in i spännings- respektive ström kvalitet. Hitintills så finns det tydliga nyckeltal beskrivna vad gäller spänningskvalitet i form av nationella och internationella föreskrifter och i Sverige används EIFS 2013:1 [2] avseende spänningskvalitet i olika delar av elnät. I takt med att det installeras fler mätare och system i elnätet som mäter elkvalitet så ses möjligheten att få en större nytta om det tillförs nya nyckeltal även inom detta område.

1.2 SYFTE

Syfte med denna delrapport är att kartlägga nuvarande nyckeltal som innefattar elkvalitet samt att ge rekommendationer till tänkbara framtida nyckeltal som kan tillföra värde inom detta område.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

Huvudfokus i detta projekt gäller att kartlägga de befintliga nyckeltal som finns avseende elkvalitet i enlighet med lagkrav och föreskrifter samt att om möjligt ge förslag på tänkbara nya nyckeltal som kan skapa ett framtida värde för elbranschen. Projektet kartlägger inte i detalj vilka nyckeltal som finns tillgängliga per systemnivå idag (mätare och mätsystem för t.ex. utbytespunkter i högspänningsnät alternativt energimätare i leveranspunkter för lågspänning) utan ger exempel på framtida möjligheter utifrån såväl befintliga som nya system.

2 Elkvalitet

2.1 VAD INNEFATTAS I LEVERANSKVALITET RESPEKTIVE ELKVALITET

Leveranskvalitet är ett sammanfattande begrepp avseende elleveransens kvalitet och innefattar både leveranssäkerhet och spänningskvalitet. Leveranssäkerheten avser antalet avbrott (korta och långa avbrott) och spänningskvalitet definieras i sin tur genom ett antal mätparametrar där nyckeltal kan ges.



Figur 2-1 Leveranskvalitet, spänningskvalitet och leveranssäkerhet (figur hämtad ur Energimarknadsinspektionens rapport EI R2014:04 [6]).

Inom begreppet "spänningskvalitet" ingår därmed alla störningar i spänning förutom korta och långa avbrott.

Begreppet elkvalitet innefattar i sin tur såväl spänningskvalitet som strömqualität. Om man tittar på elkvalitet i t.ex. en kundanläggnings leveranspunkt så kan strömqualiteten beskrivas som ett mått på hur mycket störningar som anslutna elektriska utrustningar under respektive leveranspunkt skapar. Hur spänningskvaliteten i sin tur påverkas beror på elnätets kortslutningseffekt och andra anslutna elektriska utrustningar påverkan i det gemensamma nätområdet samt inverkan från överliggande elnät.

2.2 NUVARANDE LAGAR OCH FÖRESKRIFTER AVSEENDE ELKVALITET

Lagar avseende elkvalitet utgörs av Ellagen (SFS 1997:857) [1] som definierar att överföringen av el ska vara av god kvalitet. Riktlinjer och nyckeltal för god elkvalitet anges i föreskrift EIFS 2013:1 [2] som innefattar leveranssäkerhet och angivna nyckeltal för spänningskvalitet.

2.2.1 Nyckeltal i EIFS 2013:1

Vad gäller nyckeltal för spänningskvalitet så finns det ett antal som definieras i föreskrift EIFS 2013:1 [2]. Hur nyckeltalen skall mätas och beräknas finns beskrivet i mätstandarden IEC 61000-4-30 [3] vilket EIFS 2013:1 hänvisar till skall uppfylla klass A.

Rekommenderad minimal mättid i enlighet med EIFS 2013:1 är minst 1 vecka.

De nyckeltal som definieras i EIFS 2013:1 [2] beskrivs nedan.

2.2.2 Långsamma spänningsändringar

Långsamma spänningsändringar mäts med 10-min medelvärden. Gränsvärden är angivna till +/- 10 % från aktuell referensspänning.

2.2.3 Spänningsövertoner

Spänningsövertoner mäts med 10-minuters medelvärden.

”Total övertonshalt (THD) skall understiga 8 % för samtliga spänningsnivåer.”

Olika gränsvärden anges per enskild överton samt med skillnader vad gäller spänningsnivå och dessa finns i separat tabellform i föreskriften (EIFS 2013:1).

2.2.4 Spänningsosymmetri

Spänningsosymmetri mäts med 10-minuters medelvärden.

”Spänningsosymmetri skall vara mindre än eller lika med 2 %.”

2.2.5 Kortvariga spänningssänkningar

”Kortvariga spänningssänkningar innebär en tillfällig sänkning av spänningens effektivvärde under 90 % av referensspänningen.”

EIFS 2013:1 anger nyckeltal för kortvariga spänningssänkningar i relation till varaktighet och djup, gränsvärden beskrivs i separat varaktighetstabell för olika spänningsnivå enligt exempel nedan.

Tabell 1 Exempel på varaktighetstabell för indelning och kategorisering av kortvariga spänningssänkningar upp t.o.m. 45 kV (Tabell 3 hämtad ur EIFS 2013:1).

U [%]	Varaktighet t [ms]				
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$	$5000 < t \leq 60000$
$90 > u \geq 80$	A		B		
$80 > u \geq 70$					
$70 > u \geq 40$					
$40 > u \geq 5$				C	
$5 > u$					

Exempel och utdrag från paragraf 6 med anknytning till varaktighetstabellen visas nedan.

”Paragraf 6 (hämtad från EIFS 2013:1)

För referensspänningar upp till och med 45 kilovolt gäller följande. Det ska inte inträffa några kortvariga spänningssänkningar med sådan kvarstående spänning och sådan varaktighet som framgår av område C i tabell 3.

Nätägaren är skyldig att åtgärda kortvariga spänningssänkningar inom område B i tabell 3 i den utsträckning åtgärderna är rimliga i förhållande till de olägenheter för elanvändarna som är förknippade med de kortvariga spänningssänkningarna.”

2.2.6 Kortvariga spänningshöjning

”Kortvariga spänningshöjningar innebär en tillfällig höjning av spänningens effektivvärde över 110 % av referensspänningen.”

EIFS 2013:1 anger nyckeltal för kortvariga spänningshöjningar för referensspänningar upp t.o.m. 1000 V i relation till varaktighet och djup, gränsvärden beskrivs i separat varaktighetstabell.

2.2.7 Snabba spänningsändringar

”Snabba spänningsändringar definieras som en ändring av spänningens effektivvärde som är snabbare än 0,5 procent per sekund och där spänningens effektivvärden före, under och efter ändringen är mellan 90 procent och 110 procent av referensspänningen.”

Snabba spänningsändringar bestäms av stationär och maximal spänningsändring.

$\Delta U_{stationär}$ är skillnaden mellan spänningens effektivvärde före och efter ändringen.

ΔU_{max} är den maximala spänningsändringen under ett spänningsändringsförlopp.

EIFS 2013:1 anger gränsvärden för snabba spänningsändringar enligt tabell 6 nedan.

”Antalet snabba spänningsändringar adderat med antalet kortvariga spänningssänkningar som överensstämmer med område A enligt paragraf 6-7 och tabell 3 och 4 i EIFS 2013:1 skall inte överstiga antalen angivna i tabell 6.”

Tabell 2 Maximala antalet snabba spänningsändringar per dygn (hämtad ur EIFS 2013:1).

Snabba spänningsändringar	Maxim alt antal per dygn	
	$U_n \leq 45 \text{ kV}$	$U_n > 45 \text{ kV}$
$\Delta U_{stationär} \geq 3\%$	24	12
$\Delta U_{max} \geq 5\%$	24	12

2.2.8 Nyckeltal och utgångspunkt för olika spänningsnivåer

”För referensspänningar upp till och med 1 000 volt bestäms spänningens egenskaper med fasspänningar som utgångspunkt.

För referensspänningar över 1 000 volt bestäms spänningens egenskaper med huvudspänningar som utgångspunkt.”

EIFS 2013:1 anger nyckeltal för 4 olika spänningsnivåer angivna nedan

- < 1 kV
- 1 kV – 36 kV
- 36 kV – 45 kV
- 45 kV – 150 kV

2.2.9 Mätstandard IEC 61000-4-30

Mätstandarden definierar mätinstrumentens noggrannhet samt hur respektive mätparameter skall mätas och beräknas. För klass A skall noggrannheten vara bättre än 0,1 % och det finns väl definierade mätmetoder för respektive mätparameter samt krav på att det inte skall förekomma tidsglapp eller luckor i mätdata och beräkning. Det ställs även krav på tidsnoggrannhet. Standarden innefattar därtill flaggningskoncept för att undvika att en störning räknas mer än en gång.

Klass A instrument kan användas som referensinstrument vid mätning av elkvalitet och ger möjlighet till jämförbara mätningar.

EIFS 2013:1 [2] hänvisar till att mätning av spänningskvalitet skall utföras i enlighet med SS EN 61000-4-30, klass A [3][3][3].

3 Tillgängliga mätsystem för elkvalitet i distributionsnät

3.1 TILLGÄNGLIGA SYSTEM

Det finns ett antal olika system som innefattar olika delar och noggrannhet av elkvalitetsdata tillgängliga för dagens eldistributionsnät. Hur mycket mätdata avseende elkvalitet som finns tillgänglig och vilken kvalitet den håller varierar normalt med aktuella spänningsnivåer och historiskt finns mest data att tillgå från stationer på högspänningsnivå med en ökande trend att addera elkvalitetsmätning även i lågspänningsnät i såväl nätstationer som i kunders leveranspunkter.

De system som normalt sett används för uppföljning av elkvalitet i någon form är framförallt renodlade elkvalitetsanalyssystem (fasta elkvalitetsmätare och analyssystem) men därtill tillkommer viss elkvalitetsmätning via skyddssystem (ex. reläer), störningsskrivare, RTU (Remote Terminal Unit) och vissa energimätare med tilläggsfunktioner.

3.2 SYSTEMUPPBYGGNAD MED FOKUS PÅ ELKVALITET

De renodlade mätsystem som finns för elkvalitetsmätning enligt gällande föreskrifter (EIFS 2013:1 [2]) innefattar normalt elkvalitetsmätare för fast installation i olika nivåer av ett elnät och därtill ett automatiskt insamlings- och analyssystem. Det finns ett antal olika alternativ av elkvalitetsmätare som uppfyller Klass A (IEC 61000-4-30 [3]) och som kan installeras i t.ex. mottagningsstationer, fördelningsstationer, nätstationer samt i vissa fall även i utvalda leveranspunkter.

Normal systemuppbyggnad innefattar ett klient-/serversystem inklusive någon form av automatisk kommunikationstjänst som laddar ner mätdata från fast installerade instrument och samlar det i en gemensam server. Klientprogram för elkvalitetsanalys innefattar normalt sett ett antal olika funktioner och analysmöjligheter. Exempel på analysmöjligheter är händelselistor, störningsanalys, grafiska analysverktyg för långtidsdata och trendanalys (elkvalitetsparametrar), statistik (t.ex. varaktighetsdiagram) samt rapportgeneratorer mot t.ex. gällande föreskrift.

3.3 VAD OCH VAR MÄTER MAN IDAG

Elnätet (Stamnät/Regionnät/Distributionsnät) innehåller idag ett antal olika system och mätare som kan tillhandahålla olika mätdata beroende på ändamål. För att tydliggöra vad som normalt mäts avseende elkvalitet på olika nivåer av ett elnät så fokuserar förstudien på distributionsnät och rapporten delas upp i underrubriker för mottagnings- och fördelningsstationer, nätstationer och leveranspunkter.

3.3.1 Mätning i mottagnings- och fördelningsstationer

Idag installeras normalt separata elkvalitetsmätare som uppfyller högsta klass av mätstandarder (IEC 61000-4-30, Klass A) i mottagnings- och fördelningsstationer samt i många fall även i prioriterade nätstationer. Dessa mätare kan användas som referensmätare och innefattar oftast mätdata för samtliga nyckeltal som finns definierade i EIFS 2013:1 [2].

Alternativ mätdata för vissa elkvalitetsparametrar finns i vissa fall att tillgå från t.ex. reläer och separata störningsskrivare men dessa tillhandahåller i många fall endast kurvformsdata och normalt inte definierade elkvalitetsparametrar enligt aktuell föreskrift. Fokus i detta fall blir störningsanalys via kurvformsinspelning (spänning och ström) och i många fall utvärderas dessa i separata analysprogram som har stöd för COMTRADE-format (**Common format for Transient Data Exchange for power systems**).

3.3.2 Mätning i nätstationer

Historiskt så har det funnits begränsad mätning i nätstationer och om det funnits har det normalt endast funnits energimätning.

Idag ökar installation av mätsystem i nätstationer och generellt så väljs antingen elkvalitetsmätare, RTU (Remote Terminal Unit) alternativt energimätare med tillgång till viss elkvalitetsmätdata för nätstationsmätning.

Beroende på valt alternativ så finns det olika mängd mätdata tillgänglig avseende elkvalitet på denna nivå.

Via integrering av existerande systemlösningar i elnätet så går det idag att samla in elkvalitetsmätdata från samtliga tillgängliga mätare och använda för statistik och analys i ett centralt system.

Exempel på hur integrerade system kan användas är t.ex. att beräkna nyckeltal för förlustenergi mellan olika nivåer inkluderat nätstations- till slutkundsnivå. Det går därtill att i övergripande system (t.ex. DMS) att jämföra nyckeltal för vissa elkvalitetsparametrar för olika nivåer av elnätet.

3.3.3 Mätning i leveranspunkter

I Sverige finns det idag fjärravlästa energimätare i varje enskild leveranspunkt. Dessa tillhandahåller idag normalt sett endast mätvärden för energi men det finns ett antal fabrikat på marknaden där det även tillhandahålls viss elkvalitetsdata. Utöver dessa så väljer större industrier ofta parallell installation av elkvalitetsmätare i leveranspunkter, mätdata från dessa har dock normalt elnätsföretag inte åtkomst till.

Energimätarna är dock normalt sett inte utvecklade som referensmätare för elkvalitet och uppfyller därmed normalt inte mätstandard IEC 61000-4-30 [3]. De kan tillföra statistisk information för beräkning av ett antal nyckeltal avseende spänningskvalitet och kan via integrerade system leverera denna statistik för slutkundsnivå d.v.s. i kunders leveranspunkter.

3.4 VAD KAN MAN MÄTA IMORGON

Det finns stora möjligheter att addera mätdata i samtliga nivåer av elnätet.

Vad gäller elkvalitetssystem så finns det redan idag möjlighet att utöver nyckeltal enligt gällande föreskrift EIFS 2013:1 [2] tillhandahålla ett antal separata mätparametrar. Exempel på dessa är t.ex. strömmätning och strömövertoner, effektövertoner samt registrering av transienta förlopp.

Därutöver är det även möjligt att mäta i högre frekvensband än de normalt definierade i gällande föreskrifter. Exempel på detta är mätdata i frekvensband upp till 150 kHz

vilket används för elnätskommunikation (PLC) vid fjärravläsning av energimätare. Detta område är känsligt för störningar och varierar därtill med aktuellt driftläge och anslutna laster vilket gör det extra intressant att följa över tid för att enklare kunna felsöka och hitta eventuella störkällor.

Vad gäller energimätare och AMR system så finns redan idag möjlighet att välja nya mätare som utöver energi även levererar statistik kring elkvalitet. Exempel på möjliga framtida mätparametrar i kundernas leveranspunkter är t.ex. spänning samt övertonsinnehåll. På sikt kan även avbrotts- och dipstatistik i respektive leveranspunkt vara av intresse.

4 Analys av ett lokalt elnät

4.1 NÄTUPPBYGGNAD

Elnätet delas normalt in i mottagningspunkter (utbytespunkter), fördelningsstationer, nätstationer och leveranspunkter. Mottagnings- och fördelningspunkter avser högspänning, nätstationsnivå avser mellan- till lågspänning och leveranspunkter förekommer för samtliga spänningsnivåer men avser normalt sett framförallt lågspänning.

Detta projekt kartlägger nuvarande mätningar av elkvalitet i samtliga nivåer av elnätet.

5 Resultat

5.1 FÖRSLAG PÅ FRAMTIDA NYCKELTAL FÖR ELKVALITET

Inom projektet har det även tagits fram förslag till nya nyckeltal avseende elkvalitet som presenteras nedan. Det är viktigt att påpeka att dessa inte har verifierats inom projektet utan att projektet avser att ge idéer till framtida tänkbara nyckeltal som får utvärderas och verifieras separat.

5.1.1 Nyckeltal för övertonshalt relaterat till märkeffekt

Ett förslag till nya framtida nyckeltal för elkvalitet är övertonshalt i förhållande till anläggnings aktiva märkeffekt (W) alternativt kundanläggnings effektstorlek t.ex. aktuell säkring (A). Detta nyckeltal definieras idag normalt som TDD [4] vilket står för Total Demand Distortion.

Varför?

Detta nyckeltal ger ett mått på såväl verkningsgrad för t.ex. transformatorer samt en möjlighet att följa upp hur mycket övertonsbidrag som en kundanläggning ger ut på elnätet i förhållande till aktuell dimensionering och abonnerad effekt.

Vilka problem löser detta?

För elnätsföretagen innebär nyckeltalet att man får en bättre överblick över vilken verklig verkningsgrad som finns i transformatorstationer. De kan därigenom enklare följa upp hur denna påverkas av nya anslutna laster och därigenom få bättre underlag för framtida investeringar och nätplanering.

Utöver detta så ger nyckeltalet på kundnivå och leveranspunkt möjlighet att enklare identifiera anläggningar som skapar övertonproblem på elnätet och att sätta dessa i relation till abonnerad effekt. Därigenom skulle det kunna användas för att fördela eventuella kostnader för åtgärder för övertonsrelaterade störningar i elnätet.

I vilken situation är det användbart?

Avseende nyckeltal för transformators verkningsgrad så är det tillämpligt framförallt för uppföljning och nätplanering.

Avseende nyckeltal med övertonshalt i relation till abonnerad effekt så skulle det i framtiden kunna användas för att identifiera och ställa krav på kunder som har anläggningar som genererar stor andel övertoner till elnätet. Nyckeltalet ger möjlighet att fördela kostnader för åtgärder och kunden får då incitament att antingen höja sin abonnerade effekt och därigenom bidra till t.ex. nätförstärkning eller välja att bibehålla sitt nuvarande abonnemang men själv bekosta åtgärd som t.ex. övertonsfiltrering.

5.1.2 Nyckeltal belastning (relation medel- och maxlast)

Nyckeltal för relation mellan medel-last (I_{avg} (A), 10 min) och maxlast (I_{max} (A), baserad på 10 ms RMS värden) – ger en indikation på förhållandet mellan normala laster och avvikande laster som tar ut mycket ström under korta tidsintervall vilket kan ge upphov till kortvariga spänningssänkningar i elnätet.

Vid användning av elkvalitetsinstrument som uppfyller IEC 61000-4-30 (Klass A [3]) så kan mätvärden för mycket kortvariga förändringar som baseras på t.ex. halv-periods RMS-värden (10 ms) tillhandahållas för både spänning och ström vilket möjliggör detta nyckeltal framöver.

Varför?

Dagens elnät påverkas i högre grad av större kortvariga effektuttag som har att göra med att flera nya laster med fokus på energibesparing tar ut högre effekt under kortare perioder. Exempel på denna typ av last är t.ex. värmepumpar och då inte minst luft-luft värmepumpar som installerats i stor volym i bostäder som framförallt har direktverkande uppvärmning.

Vilka problem löser detta?

Vid större kortvariga effektuttag tas stor ström ut under kortvariga perioder vilket ger upphov till kortvariga spänningssänkningar som i framförallt svaga elnät märks i form av spänningsdippar (sags) och flimmer (blinkningar). Nyckeltalet ger elnätsföretagen ökad möjlighet för att följa trender i hur belastningen förändras över tid och därigenom möjlighet till en bättre nätplanering för att minimera risken för störande kortvariga spänningssänkningar.

I vilken situation är det användbart?

Nyckeltalet tydliggör de delar av elnätet där det finns en större andel laster med kortvariga effektuttag och ger därigenom även möjlighet till en bättre nätplanering för att minimera risken för störande kortvariga spänningssänkningar.

5.1.3 Nyckeltal för spänningshöjning relaterat till tid

Nyckeltal som beskriver under hur lång tid som spänningen (V , mätt med 10-min medelvärden) överstiger t.ex. 110 % av nominell eller angiven spänningsnivå (V). Detta ger en indikation på hur nätet kan påverkas av lokala förnyelsebara energikällor så som t.ex. solcellsanläggningar som vid produktion ger en högre spänning i lokala nät.

Varför?

Införandet av förnyelsebara energikällor i form av solcellsanläggningar ökar raskt och förväntas öka ännu mer framöver. Framförallt förväntas lokala mindre solcellsanläggningar som installeras hos t.ex. villakunder öka framöver vilket är positivt ur miljösynpunkt men kan komma att ge framtida problem i lokala delar av elnätet i form av förhöjda spänningsnivåer.

Vilka problem löser detta?

Nyckeltalet ger ett mått på förändring i nätet över tid avseende eventuell spänningshöjning och kan via systemintegration visas i övergripande nätinformationssystem för att studera trenden över tid i olika nätområden och indikera om eventuella åtgärder i nätet kommer behövas. Trendanalysen är därmed förebyggande och ger möjlighet att undvika för höga spänningsnivåer i lokala delar av elnätet.

I vilken situation är det användbart?

Nyckeltalet kan tillsammans med en löpande trendanalys fungera förebyggande och ge möjlighet att undvika för höga framtida spänningsnivåer i lokala delar av elnätet.

5.1.4 Nyckeltal för spänning & effektkorrelation

Nytt nyckeltal föreslås även för att studera samband och korrelation mellan spänning (V) och effekt (P).

Högsta och lägsta spänning ($U_{\max}$ (V), $U_{\min}$ (V)) per t.ex. dygn i relation till uttagen effekt ($P_{\max}$ (W), $P_{\min}$ (W)) under motsvarande tid skulle kunna ge information om var i nätet som det finns problem med avvikande spänning och var problemet skapas.

Varför?

Om detta nyckeltal beräknas för respektive mätpunkt så blir det möjligt att använda det i övergripande systemnivå för att tydligt åskådliggöra spänningsavvikelser i olika delar av elnätet och korrelationen till vad som ger upphov till denna. Utifrån respektive mätpunkt borde nyckeltalet kunna ge information om ingen påverkan (inom viss marginal) alternativt bidragande (nedströms) eller ej bidragande (uppströms) effektförändring.

Vilka problem löser detta?

Vid problem med spänningsavvikelser i delar av elnätet så kan detta nyckeltal hjälpa till att identifiera var problemet skapas.

I vilken situation är det användbart?

Nyckeltalet är framförallt värdefullt som en del i framtida nätplanering men kan även via integrering i övergripande nät- och driftsystem ge värdefull information för driftövervakning då det tydliggör relationen mellan spänningsavvikelser och uppkomst till dessa.

5.2 BERÄKNINGSMODELLER

Förslagna beräkningsmodeller för de rekommenderade nyckeltalen i denna delrapport visas nedan.

5.2.1 Beräkningsmodell nyckeltal för övertonshalt relaterat till märkeffekt

$$I_{TDD} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + I_5^2 + \dots}}{I_L} \times 100\%$$

där I_L kan beräknas från transformators märkeffekt (VA) alternativt utgöra abonnerad säkringsstorlek (A) i en leveranspunkt och I_n^2 utgörs av n:e tonens effektivvärde i kvadrat.

Referens I_{TDD} formel: IEEE Std 519- 1992 [4]

- A. Vid nyckeltal för att påvisa verkningsgrad hos t.ex. transformatorer så föreslås I_L baseras på transformatorns märkeffekt (VA) i relation till nominell spänning (U_{nom}).

$$I_L = S / U_{nom}$$

S är transformatorns märkeffekt (VA).

Unom är den nominella spänningsnivån (V) i aktuell punkt.

B. Vid nyckeltal för övertonshalt relaterat till abonnerad effekt så gäller nedanstående

I_L = Abonnerad säkringsstorlek (A)

5.2.2 Beräkningsmodell nyckeltal belastning (relation medel- och maxlast)

Nyckeltalet för att kontinuerligt följa relationen mellan medel- och maxlast föreslås beräknas med nedanstående formel

$$I_{BL} = I_{\max}(10\text{ms}) / I_{\text{med}}(10\text{ min})$$

Nyckeltalet beräknas löpande med 10-min värden och därefter kan nya nyckeltal räknas fram där t.ex. andelen som överstiger visst värde/dygn (t.ex. > 1,5) redovisas, detta för att ge ett mått och indikation på mätpunkter där nätet belastas ojämnt över tid.

5.2.3 Beräkningsmodell nyckeltal för spänningshöjning relaterat till tid

Nyckeltal $U_{MT}(\%)$ kan beräknas som total procentuell andel per dygn som spänningen överstiger angivet värde. Angivet värde föreslås i detta fall vara 110 % av nominell eller angiven spänningsnivå.

$$U_{MT}(\%) = (\text{Antal } U_{\max}(10\text{-min}) > 110 \% \text{ av } U_{\text{nom}}) / 144^*$$

*Antal 10-min värden/dygn

5.2.4 Beräkningsmodell nyckeltal för spänning & effektkorrelation

Nytt nyckeltal föreslås även för att studera samband och korrelation mellan spänning (U) och effekt (P).

Högsta och lägsta spänning ($U_{\max}$, $U_{\min}$) per t.ex. dygn i relation till uttagen effekt ($P_{\max}$, $P_{\min}$) under motsvarande tid ger information om var i nätet som det finns problem med avvikande spänning och ger en indikation var någonstans problemet skapas.

Avgränsningar och antaganden för föreslaget nyckeltal och beräkningsmodell

Förslaget bygger på antagandet att den övervägande andelen av elektriskt anslutna laster i en mät punkt utgörs av resistiv last. Det bygger därtill på antagandet att om spänning (U) och aktiv effekt (P) mäts med medelvärden över minst 10 minuter så kommer man undvika tillfälliga insvängningsförlopp och delvis motverkande bidrag från t.ex. induktiva laster såsom elektriska motorer. Dessa antaganden bör granskas vidare och verifieras separat innan modellen används.

Med ovanstående avgränsningar och antaganden så får man en fördel att nyckeltalet på sikt skulle kunna tillhandahållas i samtliga nivåer av elnätet eftersom nödvändiga mätvärden (spänningsmedelvärde, effektmiddelvärde) idag finns att tillgå även via vissa fabrikat av nya energimätare.

Föreslagen beräkningsmodell för detta nyckeltal har diskuterats inom förstudien och det har via enkätuppföljning visat sig finnas intresse och ses nytta med från svarande elnätsföretag. Det har dock visat sig vara relativt komplext att hitta en rekommenderad beräkningsmodell som kan verifieras inom ramarna för denna begränsade förstudie och det föreslås därför att detta nyckeltal och lämplig beräkningsmodell får bearbetas vidare i eventuellt kommande projekt.

5.3 NÖDVÄNDIGA MÄTPARAMETRAR FÖR FÖRESLAGNA NYA NYCKELTAL

De nya nyckeltal som föreslås i denna del av förstudien har fokus på tillföra nya värden via befintliga system. Även om vissa av nyckeltalen i dagens nuvarande läge normalt endast kan tillhandahållas via renodlade elkvalitetsanalyssystem så har fokus varit på att det även skall finnas framtida möjligheter att beräkna nyckeltalen för samtliga nivåer av elnät.

Tabell 3 Tabellen visar de mätparametrar som krävs för beräkning av föreslagna nyckeltal.

Mätparameter	Lagringsintervall	Förtydligande
Spänning		
Uavg	10 min	Medelspänning (Urms)
Umax	10 min	Högsta 10-min värde/dygn
Umin	10 min	Minsta 10-min värde/dygn
Ström		
Iavg	10 min	Medelström (Irms)
I1avg	10 min	Strömmens grundton, Medelvärde
Imax	10 ms	Maximal ström (Irms max) beräknat per halvperiod (10 ms)
Effekt		
Pavg	10 min	Aktiv medeleffekt
Pmax	10 min	Högsta 10-min aktiv effekt/dygn
Pmin	10 min	Minsta 10-min aktiv effekt/dygn
Övertoner		
TDD	10 min	Enligt separat föreslagen beräkningsmodell
Individuella övertoner	10 min	Min upp till 40:e ton

5.4 SAMHÄLLSNYTTAN

Samhällsnyttan med nya nyckeltal för elkvalitet är att ge incitament till nätbolagen att skapa en bättre leverans kvalitet i elnäten vilket gynnar alla eftersom det vid förbättringar minskar den totala kostnaden för samhället i form av energiförluster samt störningar och kan därtill ge möjlighet att utnyttja elnätet på ett mer effektivt sätt.

5.5 KUNDNYTTAN

Kundnyttan blir i form av lägre framtida kostnader för elnät och elleveranser. Detta kan uppnås om nya nyckeltal ger incitament till förbättringar och nya kostnadseffektiva lösningar för minskade energiförluster och störningar samt för ett mer effektivt användande av elnät (via t.ex. reglering).

5.6 SLUTSATS

Slutsatsen från detta projekts del avseende elkvalitet är att det redan finns ett antal nyckeltal definierade i gällande föreskrifter. Dessa är kopplade till Ellagen (SFS 1997:857) [1] där det finns beskrivning om att överföringen av el skall vara av god kvalitet som i sin tur är kopplad till gällande svensk föreskrift EIFS 2013:1 [2] där ett antal nyckeltal för spänningskvalitet finns definierade.

Det har även kartlagts att det finns ett antal nya nyckeltal som skulle kunna tillhandahållas redan idag med befintliga system. Dessa kan dels tillföras i de renodlade elkvalitetsmätsystemen men ett antal av de nya föreslagna nyckeltalen i denna rapport skulle även kunna fås fram via integrering av befintliga system. En integrerad lösning mellan t.ex. elkvalitetsanalyssystem och mätinsamlingssystem kan användas redan idag alternativt ett övergripande system som importerar data från olika nivåer och därefter beräknar nyckeltalen per nivå. Flera av de föreslagna nyckeltalen för elkvalitet kommer även sannolikt kunna tillhandahållas i framtida energimätare och därmed ge denna information ända ner på kundnivå, dock troligen inte med samma noggrannhet.

För att få en uppskattning om värdet och nyttan med de olika föreslagna nya nyckeltalen så har en workshop hållits med inbjudna elnätsföretag samt leverantörer och därutöver har en separat enkät skickats till ett stort antal elnätsföretag. Slutsatsen från workshop samt enkät [5] visar att det finns ett intresse från branschen avseende föreslagna nya nyckeltal men att det varierar mellan de föreslagna nyckeltalen.

Störst vikt avseende *nyckeltals värde för det egna företaget att mäta* läggs på nyckeltalet "Spänningshöjning relaterat till tid" som t.ex. kan användas för uppföljning vid lokalt installerade solcellsanläggningar (medelvärde 4,14 av 5). Därefter kommer nyckeltalet för "Spänning & effektkorrelation" (medelvärde 3,71 av 5). [5]

Ur *systemperspektiv* anser flest av bolagen som svarat att nyckeltalet för "Belastning (relation medel och maxlast)" har störst värde. [5]

Ur ett *kundperspektiv* så anses både "Belastning (relation medel och maxlast)" och "Spänningshöjning relaterat till tid" som mest viktiga (lika antal röster). [5]

Det bör tilläggas att relativt få elnätsbolag har besvarat enkäten och att resultat och slutsatser därmed inte kan anses statistiskt säkerställda men dock bör kunna ge en indikation och vägledning för framtida uppföljning.

6 Förslag på utformning av analysrapport

Förslag på utformning av analysrapporter som visar nyckeltal i enlighet med aktuell föreskrift för spänningskvalitet, EIFS 2013:1 [2], visas nedan i figur 6-1.

Elkvalitetsrapport		EIFS 2013 UNDER 1KV
Spänningsvariationer Godkänd Obalans Godkänd Spänningssprång Godkänd Sags Godkänd Swells Godkänd THD Underkänd Individuella övertoner Underkänd Resultat Underkänd		Mätperiod Från 2015-04-06 00:00 till 2015-04-13 00:00 Mätenhet Namn Nätstation 1028 S/N 0508014339 Modell SC Noggrannhet > 99.9 % U _{nom} 230 V
Korta avbrott 0 Långa avbrott 0 Sags 1 Swells 0 Transienter 0		
Referens _____		
Kommentar _____		

Figur 6-1 Förslag på utformning av övergripande analysrapport (sammanfattning) av nyckeltal enligt EIFS 2013:1 [2].

Exempel avseende detaljerade nyckeltal för t.ex. spänningsvariationer visas i figur 3.

Spänningsvariationer

Tabell 4 Förslag på detaljerade nyckeltal i analysrapport avseende spänningskvalitet.

Fas	Norm min (V)	Uppmätt min (V)	Norm max (V)	Uppmätt max (V)	Resultat
U1	207	228,1	253	233,1	Godkänd
U2	207	227,7	253	233,4	Godkänd
U3	207	228,6	253	234,6	Godkänd

7 Referenser

- [1] Ellagen (SFS 1997:857)
- [2] EIFS 2013:1 Energimarknadsinspektionens författningssamling
- [3] SS-EN 61000-4-30, utg 2:2009
- [4] IEEE Std. 519 – 2002
- [5] Kundenkät
- [6] EI R2014:04 Leveranssäkerheten i elnäten 2012

BILAGA 2: ELKVALITET

Denna bilaga är den andra delrapporten i förstudien Optimerad energi. Den övergripande rapporten Optimerad energi - Nyckeltal för optimalt nätutnyttjande sammanfattar och knyter samman de olika delrapporterna.

Slutsatsen från detta projekts del avseende elkvalitet är att det redan finns ett antal nyckeltal definierade i gällande föreskrifter. Dessa är kopplade till Ellagen (SFS 1997:857) där det finns beskrivning om att överföringen av el skall vara av god kvalitet som i sin tur är kopplad till gällande svensk föreskrift EIFS 2013:1 där ett antal nyckeltal för spänningskvalitet finns definierade.

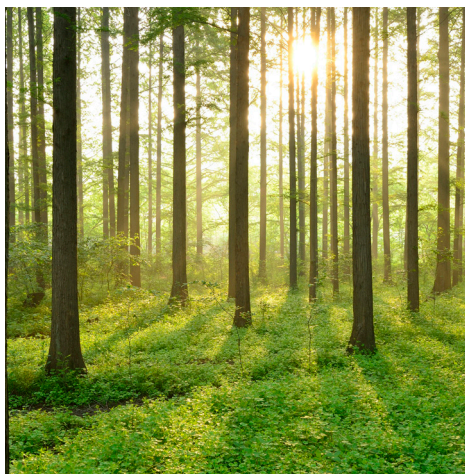
Det har även kartlagts att det finns ett antal nya nyckeltal som skulle kunna tillhandahållas redan idag med befintliga system. Dessa kan dels tillföras i de renodlade elkvalitetsmätsystemen men ett antal av de nya föreslagna nyckeltalen i denna rapport skulle även kunna fås fram via integrering av befintliga system. En integrerad lösning mellan t.ex. elkvalitetsanalyssystem och mätinsamlingssystem kan användas redan idag alternativt ett övergripande system som importerar data från olika nivåer och därefter beräknar nyckeltalen per nivå. Flera av de föreslagna nyckeltalen för elkvalitet kommer även sannolikt kunna tillhandahållas i framtida energimätare och därmed ge denna information ända ner på kundnivå, dock troligen inte med samma noggrannhet.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se

SYSTEMINTEGRATION – EN FÖRUTSÄTTNING

BILAGA 3



SYSTEMINTEGRATION – EN FÖRUTSÄTTNING

Optimerad energi, Delrapport 3

MARKUS KERN, DANIEL BÄCK

ISBN 978-91-7673-[XXX-X] | © 2015 ENERGIFORSK

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Denna bilaga är den tredje delrapporten i förstudien Optimerad energi. Den övergripande rapporten Optimerad energi - Nyckeltal för optimalt nätutnyttjande sammanfattar och knyter samman de olika delrapporterna.

Bilaga 3 är framtagen av Metrum, Markus Kern tillsammans med Embriq, Daniel Bäck.

Sammanfattning

Denna del av förstudien har syftat till att undersöka möjligheter till systemintegration för att därigenom kunna använda föreslagna nyckeltal på så många nivåer av elnätet som möjligt.

Förstudien visar exempel på hur systemintegration kan genomföras och definierar därigenom även ett antal lämpliga dataformat för detta.

Förstudien visar att det finns inga tekniska hinder för systemintegration i de system som innefattats i projektet. Den visar dock att det finns andra viktiga aspekter att ta hänsyn till om systemintegration skall vara möjlig så som t.ex. organisatoriska förutsättningar i form av att olika system hanteras av olika avdelningar eller av olika organisationer.

Studien är dock tydlig att påpeka det positiva mervärdet med systemintegration som normalt vida överstiger kostnader och utmaningar att genomföra den. Systemintegration ger helt andra förutsättningar för överblickbarhet, transparens, tillgänglighet och möjlighet att analysera och agera.

Systemintegration ger därtill möjlighet att applicera förstudiens föreslagna nyckeltal i flera olika nivåer av elnätet vilket ökar värdet och nyttan. Detta har verifierats genom att i projektet integrera tre olika system (AMR, PQMS och MPS) vilket beskrivs i denna delrapport.

Innehåll

1	Inledning	6
1.1	Bakgrund	6
1.2	Syfte	6
1.3	Avgränsningar	6
2	Systemintegration – en förutsättning	7
2.1	Tekniska förutsättningar	7
2.2	Organisatoriska förutsättningar	7
2.3	Positiva effekter och utmaningar	7
3	Nyckeltal som kan fås tillgängliga via systemintegrering	8
3.1	Bakgrund	8
3.2	Exempel på system som kan integreras	8
3.3	Tillgängliga nyckeltal via systemintegration	8
4	Verifiering av systemintegration	10
4.1	Avgränsning	10
4.2	Bakgrund	10
4.3	Metod	10
4.4	Import av data	11
4.5	Processering av data	12
4.6	Analysering av data	13
4.7	Slutsats	13

1 Inledning

1.1 BAKGRUND

En viktig del av denna förstudie har varit att undersöka möjligheter till systemintegration via de system som idag normalt finns tillgängliga hos nätbolag. Bakgrunden till detta är att de nyckeltal som föreslås bör vara möjliga att tillgå från så många nivåer av elnätet som möjligt för att ge största möjliga nytta. Systemintegration innebär att mätdata från flera olika system kopplas samman så att respektive nyckeltal kan beräknas från flera olika nivåer av elnätet.

1.2 SYFTE

Syfte med denna delrapport är att kartlägga möjligheter till systemintegration samt att verifiera hur integrationen kan genomföras och därmed även påvisa såväl möjligheter som eventuella utmaningar.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

Avgränsningar har satts till att prioritera beskrivning av möjliga principer för systemintegration och att endast verifiera några utvalda delar av systemintegration och därmed inte täcka in alla föreslagna nyckeltal.

2 Systemintegration – en förutsättning

En förutsättning för att kunna ta fram några nyckeltal är att ha tillgång till data. Detta kan vara en större utmaning än vad som är direkt uppenbart. Data är ofta spritt över olika system, insamlat av olika instrument med olika tillverkare och olika dataformat, och kanske även hanterat av olika avdelningar eller organisationer. Utmaningarna för att få integrationen att fungera är alltså ofta inte bara tekniska utan ofta också organisatoriska, vilket inte får underskattas.

2.1 TEKNISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Det som krävs från ett tekniskt perspektiv är:

- Ett huvudsystem där all data som behövs samlas. Detta kan vara ett befintligt system eller ett nytt.
- Export av data från alla övriga system in till huvudsystemet.

Det finns olika dataformat med olika fördelar och nackdelar.

- **Xml** är ett generellt format som kan hantera alla typer av data och anpassas efter behov. Det kan dock innebära en hel del arbete med specifikation och utveckling på både export- och importsidan om inte en grund redan finns på plats.
- **GS2-filer** är ett standardformat för energivärden. De är mer människoläsliga än Xml-filer och inläsning finns i bästa fall redan implementerat i systemet. Nackdelar är dels att de är begränsade till just energivärden, dels att de ofta hanteras i lite olika "dialekter" i olika system, vilket betyder att man behöver vara beredd på att hantera nödvändiga anpassningar.
- Man kan även tänka sig att exporttjänsten infogar data direkt in i huvudsystemets **Sql-databas**. Detta kan dock vara IT-mässigt komplicerat och tveksamt från ett säkerhetsperspektiv.

2.2 ORGANISATORISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Som i många fall är det lätt att göra misstaget att fokusera helt på de tekniska aspekterna av ett projekt som rör IT-system och underskatta de mänskliga. Nödvändigt för att en systemintegration ska fungera är:

- Att det finns personer med kunskap, tid och vilja nog att ansvara för varje delsystem som berörs av integrationsprojektet.
- Att det finns tid, pengar avsatta och ett övergripande ansvar för styrningen av projektet på plats.

2.3 POSITIVA EFFEKTER OCH UTMANINGAR

Självklart sträcker sig de positiva effekterna med ett enhetligt integrerat system längre än möjligheten att ta ut nyckeltal. Det ger helt andra förutsättningar för överblickbarhet, transparens, tillgänglighet och möjlighet att analysera och agera. Det bör dock nämnas att det är troligt att råka på utmaningar på vägen dit. Räkna med att tveksamheter och felaktigheter i data som ingen uppmärksammat kommer i dagen och måste tas itu med. Räkna också med att behöva hantera komplicerande detaljer som exempelvis olika sätt att hantera sommartid, olika sätt att räkna timvärden, etc.

3 Nyckeltal som kan fås tillgängliga via systemintegrering

3.1 BAKGRUND

Projektet har fokuserat på ett antal nyckeltal och kartlagt vilka som kan beräknas för olika systemnivå. Projektet har därtill undersökt vilka nyckeltal som kan göras tillgängliga via integrering av olika befintliga system hos nätbolag.

3.2 EXEMPEL PÅ SYSTEM SOM KAN INTEGRERAS

Baserat på de nyckeltal som redovisas i denna förstudie så har olika tillgängliga system granskats och det har verifierats att flera av nyckeltalen skulle kunna göras tillgängliga för samtliga nivåer av elnätet genom systemintegration.

Exempel på system som verifierats och integrerats inom ramarna för denna förstudie är mätinsamlingssystem (AiMiR), elkvalitetsanalyssystem (Metrum PQ Controller) och övergripande mätpresentations- och beslutsstödsystem (Embriq QUANT).

3.3 TILLGÄNGLIGA NYCKELTAL VIA SYSTEMINTEGRATION

Förstudien har innefattat förslag på ett antal nyckeltal och utifrån dessa har en kartläggning genomförts för vilka som kan göras tillgängliga på samtliga systemnivåer (utbytespunkter högspänning, nätstationsnivå samt leveranspunkter).

Nedanstående tabell 1 visar exempel på nyckeltal som kan göras tillgängliga via systemintegration. Respektive nyckeltal redovisas närmare i separata delprojektrapporter.

Renodlade elkvalitetsanalyssystem benämns nedan PQMS (Power Quality Monitoring System).

Mätinsamlingssystem benämns med AMR (Automatic Meter Reading System).

Mätpresentationssystem benämns MPS och innefattar en blandning av övergripande system som finns tillgängliga och som skulle kunna utföra nyckeltalsberäkningar via systemintegration.

Tabell 1 Nyckeltal som kan göras tillgängliga via systemintegration.

Nyckeltal	Systemnivåer /Integration		
	Mottagnings-station (Utbytespunkter högspänning)	Nätstationer	Leverans-punkter (låg-spänning)
Kapacitet	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	-
Flexibilitet	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	-
Lastfaktor	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	AMR/MPS
Verkningsgrad	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	AMR/MPS
Energiförluster	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	AMR/MPS
Avbrottsstatistik	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	AMR/MPS
Spänningsvariationer	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	(AMR/MPS)*
Tillgänglighet på mätdata	PQMS/AMR/MPS	PQMS/AMR/MPS	AMR/MPS
Övertonshalt rel. märkeffekt	PQMS/MPS	PQMS/MPS	(AMR/MPS)*
Övertonshalt rel. effektstorlek	PQMS/MPS	PQMS/MPS	(AMR/MPS)*
Belastningsnyckeltal (medel/maxlast)	PQMS/MPS	PQMS/MPS	(AMR/MPS)*
Nyckeltal spänning rel. tid	PQMS/MPS	PQMS/MPS	(AMR/MPS)*

*kräver uppdaterade AMR-system samt energimätare som innefattar angivna elkvalitetsparametrar, normalt inte tillgängligt i dagens installerade system.

4 Verifiering av systemintegration

Förstudien har inkluderat verifiering och tester av möjlig systemintegration.

4.1 AVGRÄNSNING

För den här förstudien har vi avgränsat integrationen av data till energivärden. Dels finns importfunktionalitet för energivärden (på formatet GS2-filer) redan implementerad i det överliggande systemet (QUANT), dels finns energivärden tillgängligt både på nätstationsnivå (Metrum) och slutkundsnivå (AiMiR). Vi har avgränsat analysen till nyckeltal **lastfaktor** för den här förstudien, som har huvudfokus att verifiera att konceptet är gångbart.

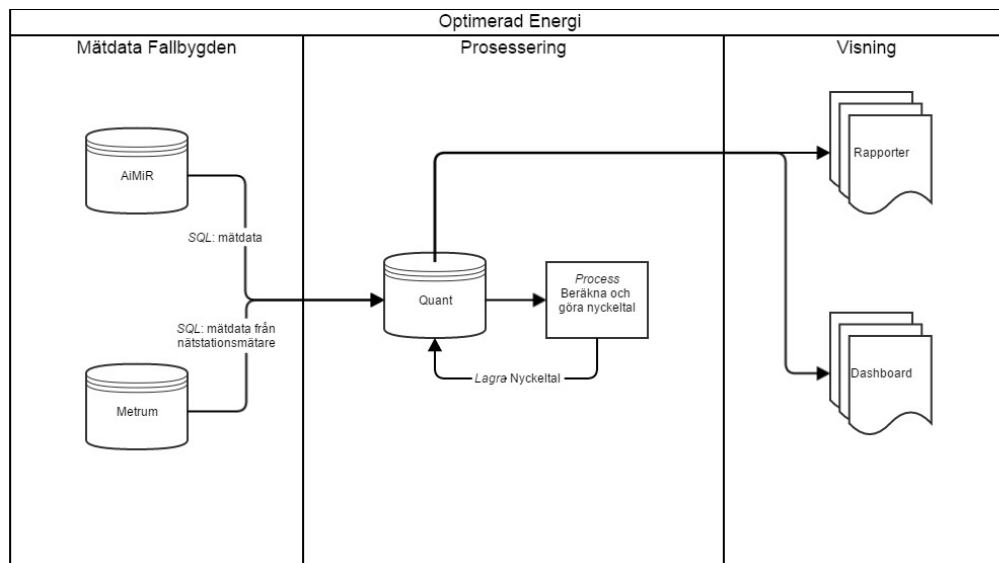
4.2 BAKGRUND

Syftet med denna exempelstudie är att finna och analysera nyckeltal i elnätet på nätstations- och slutkundsnivå. I Sverige måste nätägarna rapportera lastfaktor, vilket definieras som snitteffekt/max effekt, på nätstationsnivå. Vi vill ta reda på om det är förnuftigt att även göra detta på slutkundsnivå. Metrum har mätdata på nätstationsnivå och Embriq har mätdata på slutkundsnivå i AiMiR.

4.3 METOD

Figur 1 nedan beskriver den överordnade metoden som ligger till grund för insamling, beräkning och visning av mätvärden. Kort summering:

1. Lagring av timvärden
 - a) För nätstationer exporteras mätdata från Metrum in som GS2-filer och importeras in i Quant
 - b) För slutkunderna hämtas mätdata från AiMiR direkt i databasen och konverteras till XML fil-format för import i Quant
2. Skapa databasprocedurer för
 - a) Beräkning av snitteffekt per dygn per mätare
 - b) Beräkning av max effekt per dygn per mätare
 - c) Beräkning av min effekt per dygn per mätare
3. Beräknar och lagrar nyckeltalen lastfaktor (snitteffekt/max effekt) och verkningsgrad (min effekt/max effekt) i en egen tabell för visning och vidare analys.
4. Gör en balanskontroll på en utvald nätstation där det finnes nätstationsmätning från Metrum och där alla slutkunder är mätta med AiMiR insamlingssystem, dvs där det inte finnes slutkunder som har transformatormätta anläggningar eller anläggningar i andra insamlingssystem.



Figur 4-1 Schematisk figur över system som har integrerats i denna förstudie.

4.4 IMPORT AV DATA

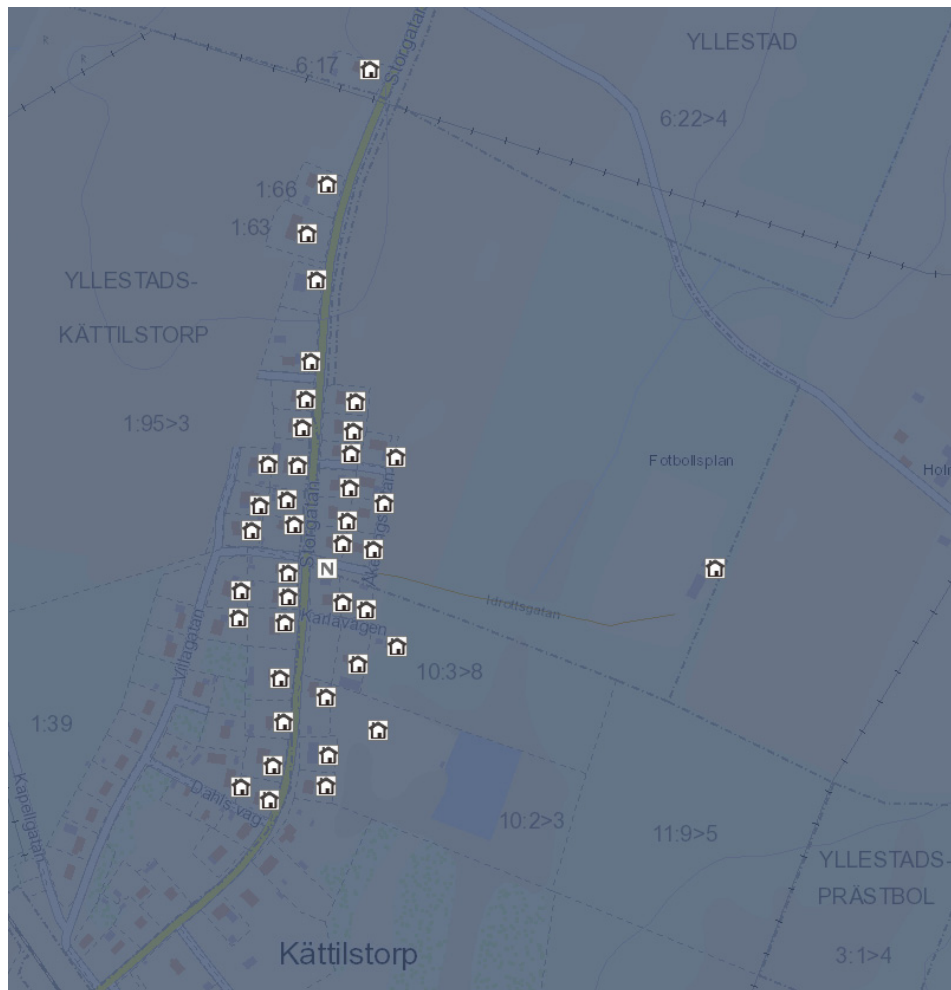
Mätdata från 45 st instrument hos FEAB placerade i mottagningsstationer (HSP) som nätstationer (LV) exporterades som GS2-filer och importerades därefter in i Quant där mätdata validerades och blev lagrat. Upplösning på mätdata var 60 minuter och avläsningstypen intervallvärden för alla fyra kvadranter. Datum för äldsta värdet varierade från 2013 till 2015.

En nätstation valdes ut där det var mätning på nätstationsnivå med ett av Metrums instrument och där det inte fanns några transformatormätta anläggningar eller anläggningar mätta med andra insamlingssystem än AiMiR. Det fanns 55 st slutkunder under denna nätstation som alla hade mätare kopplade till AiMiR insamlingssystem. Alla anläggningar var hushållskunder förutom en anläggning som var kopplad till vägbelysning.

Strukturdata för lokationer, distributionspunkter och mätpunkter för Metrums och AiMiR anläggningar migrerades in i Quant. Nätstrukturen för AiMiR-anläggningarna togs hänsyn till så att de placerades under rätt nätstation distributionsmässigt.

Mätdata från urvalet av AiMiR-anläggningarna hämtades direkt från AIMIR-databasen och exporterades som filer i XML-format som sedan kunde importeras in i Quant där data validerades och lagrades för vidare analys. Upplösning på data var 60 minuter och avläsningstypen absolutvärden för en kvadrant aktiv förbrukning. Datum för äldsta värdet var 1 februari och sista värdet 1 augusti 2015.

Figur 2 nedanför visar geografisk placering för nätstation och slutkunderna. Den lokation som är märkt med "N" är själva nätstationen.



Figur 4-2 Översiktsbild med geografisk placering av utvald nätstation och underliggande slutkunder som används vid verifiering av valda nyckeltal i denna delrapport.

4.5 PROCESSERING AV DATA

Det skapades databasprocedurer som beräknade och persisterade nyckeltal från mätdata som var importerad i Quant i mätvärdesdatabasen. De nyckeltal som fokuserades på var lastfaktor och verkningsgrad. Båda dessa har ett linjärt förhållande till varandra och definieras enligt nedan

$$\text{LASTFAKTOR} = \text{READINGVALUE_AVG} / \text{READINGVALUE_MAX}$$

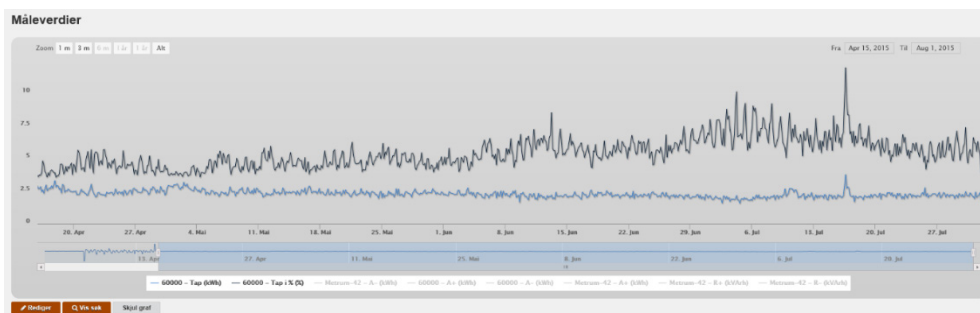
$$\text{VERKNINGSGRAD} = \text{READINGVALUE_MIN} / \text{READINGVALUE_MAX}$$

Lastfaktor beskriver på ett sätt hur belastningsprofilen varierar över tid. Är det en hög lastfaktor betyder det att det är en jämn förbrukning och inte så stora toppar i belastning i förhållande till genomsnittlig förbrukning. Däremot om det är en låg lastfaktor så kan det betyda att belastningen är skevt fördelad under dygnet med kraftiga belastningar vid vissa tidpunkter.

Lastfaktor och verkningsgrad för både mätdata från Metrums system och AiMiR's system räknades ut för varje dygn och lagrades till en separat tabell i databasen. Dessa data exporterades sedan för visning i Excel-format.

4.6 ANALYSERING AV DATA

Första analysen var att utföra en nätstationsbalanskontroll i Quant, det vill säga summera förbrukning och produktion för in- och utmatning i nätområdet. Förlusterna och förlusterna i procent beräknades från mars till juli 2015 då vi hade data från båda insamlingssystemen Metrum och AiMiR. Resultaten överensstämde ungefär med vad som förväntades och låg på ca 2kWh per timma som motsvarar ca 4-6 procent förluster vilket visas i figur 3 nedan. Då allt i nätområdet skulle vara mätt skulle detta vara de rena förlusterna i elledningarna och diverse övergångar som vi ser.

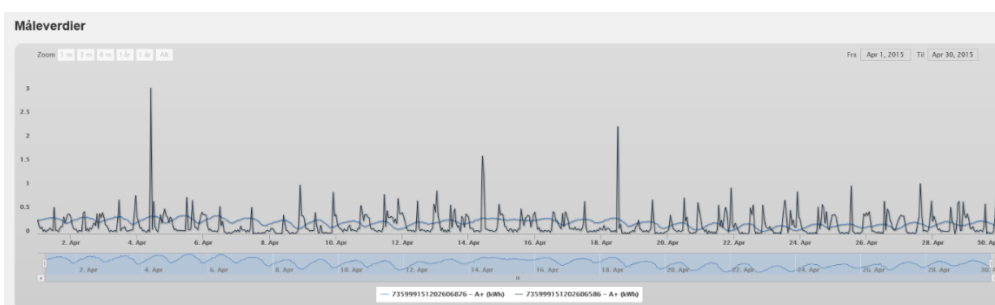


Figur 4-3 Presentation av nyckeltal över förluster (kWh, %) i valt nätområde.

När det gäller lastfaktor fann vi att Metrums nätstationsmätare generellt har en högre genomsnittlig lastfaktor än slutkunderna från AiMiRs system.

Mät punkt 735999151202606876 är en av de AiMiR-mät punkter med högst genomsnittlig lastfaktor under april. Mät punkt 735999151202606586 är en av de AiMiR-målepunkter med lägst genomsnittlig lastfaktor under april.

I figur 4 nedan ser man stor kontrast mellan förbrukningsprofilerna. Mät punkten med lägst lastfaktor har mycket höga toppar och kontraster medan mät punkten med hög genomsnittlig lastfaktor har mera stabil belastningsprofil.



Figur 4-4 Presentation av nyckeltal för lastfaktor i valt nätområde och mellan olika nivåer (nätstation samt slutkunder).

4.7 SLUTSATS

Slutsatsen från denna del av förstudien visar att det är fullt möjligt att integrera olika befintliga system genom ett antal föreslagna dataformat. Förstudien har därtill verifierat en genomförd systemintegration där tre olika system har integrerats (AMR,

PQMS och MPS) och där ett antal nyckeltal har beräknats med hjälp av data från systemintegrationen. Den sammantagna slutsatsen från förstudien blir därmed att det finns tekniska möjligheter till systemintegration men att man bör ta hänsyn till organisatoriska förutsättningar som normalt är den största utmaningen.

BILAGA 3: SYSTEMINTEGRATION – EN FÖRUTSÄTTNING

Denna bilaga är den tredje delrapporten i förstudien Optimerad energi. Den övergripande rapporten Optimerad energi - Nyckeltal för optimalt nätutnyttjande sammanfattar och knyter samman de olika delrapporterna.

Slutsatsen från denna del av förstudien visar att det är fullt möjligt att integrera olika befintliga system genom ett antal föreslagna dataformat. Förstudien har därtill verifierat en genomförd systemintegration där tre olika system har integrerats (AMR, PQMS och MPS) och där ett antal nyckeltal har beräknats med hjälp av data från systemintegrationen. Den sammantagna slutsatsen från förstudien blir därmed att det finns tekniska möjligheter till systemintegration men att man bör ta hänsyn till organisatoriska förutsättningar som normalt är den största utmaningen.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se



Energiforsk