



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ANNIINA SIANOJA  
JAKELUVERKKOYHTIÖN ENERGIAMITTAUSTIEDON LAADUN  
KEHITTÄMINEN

Diplomityö

Tarkastaja: professori Pertti Järven-  
tausta  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta-  
neuvoston kokouksessa 3. kesä-  
kuuta 2015

## TIIVISTELMÄ

**ANNIINA SIANOJA:** Jakeluverkkoyhtiön energiamittaustiedon laadun kehittämisen

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 88 sivua

Lokakuu 2015

Sähkötekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Sähköverkot ja -markkinat

Tarkastaja: professori Pertti Järventausta

Avainsanat: Energiamittaustieto, tiedon laatu, tiedon laadun parantaminen, AMR

Sähkönkulutuksen mittaaminen on Suomessa mullistunut etäluettavien sähkömittareiden asentamisen jälkeen. Uusilla mittareilla sähkönkulutusta voidaan mitata esimerkiksi tunneittain. Mittaustiedot saadaan siirrettyä etäluennan avulla jakeluverkkoyhtiön järjestelmiin yleensä noin vuorokauden sisällä sähkönkulutuksesta. Mitatuista tiedoista voidaan muodostaa aikasarjoja, jotka sisältävät sähkönkulutustiedon lisäksi aikaleiman ja energiamittaustiedon luotettavuudesta kertovan statuksen. Aikasarjat lähetetään sähkömarkkinaosapuolien käyttöön MSCONS-sanomina päivittäin. Asiakkaat pystyvät myös tutkimaan omaa sähkönkulutustaan erilaisten online-palveluiden avulla. Aikasarjoja voidaan käyttää hyväksi myös asiakkaan laskutuksessa.

Elenia Oy:n laskutusmalli uudistuu vuonna 2016, jolloin asiakkaiden laskutus perustuu tuntiaikasarjoista laskettuihin sähkönkulutustietoihin. Elenian aikasarjojen laatu on hyvällä tasolla, mutta laatuun halutaan kiinnittää aiempaa enemmän huomiota, jotta Elenia pystyy tarjoamaan vielä aiempaa parempilaatuista tietoa oman laskutuksen, sähkömarkkinaosapuolien ja asiakkaiden käyttöön. Yhteispohjoismaisen taseselvityksen ja datahubin käyttöönotot tulevat lisäämään myös vaatimuksia aikasarjojen laadulle tulevaisuudessa. Aikasarjat on pystyttävä toimittamaan aiempaa nopeammin ja luotettavammin sähkömarkkinaosapuolille. Diplomityössä tunnistetaan aikasarjojen laatuun vaikuttavia tekijöitä, sekä määritetään aikasarjojen laadun nykyinen taso. Aikasarjojen laatuun vaikuttavat tekijät voidaan jakaa mittaustietokantaan tulevan datan laatuun vaikuttaviksi tekijöiksi sekä mittaustietokannasta ulos lähtevän datan laatuun vaikuttaviin asioihin. Lisäksi laatua voidaan tarkastella sekä Elenian että yhteistyökumppaneiden näkökulmasta.

Energiamittaustiedon laadun määrittämisessä on käytetty hyväksi monenlaista dataa aikasarjoista sekä haastateltu useita henkilöitä. Laadun nykytilan määrittämisen jälkeen on esitetty erilaisia toimenpiteitä aikasarjojen laadun parantamiseksi. Työssä tärkeimpiä laatuun parantavia toimenpide-ehdotuksia ovat viiveiden välttäminen sekä erilaisten päivittäistä työtä helpottavien raporttien ajaminen. Tuntisarjojen korjaamiseen käytettävään työkaluun ehdotetaan myös parannuksia. Sanomaliikenteen osalta työssä ehdotetaan, että Elenialla kiinnitetään aiempaa enemmän huomiota MSCONS-sanomiin liittyviin negatiivisiin APERAK-kuittauksiin. Lisäksi sanomien lähettämisessä on huomioitava, että energiamittaustiedoista tulee lähettää päivittäin ainoastaan vain uudet ja muuttuneet tiedot. Yhtenä osana diplomityötä määritettiin erilaisia keinoja aikasarjojen laaduntarkkailuun. Uudet laatuindeksit kertovat aiempaa tarkemmin aikasarjojen laadusta sekä mittaustoitinnan tehokkuudesta ja luotettavuudesta.

## ABSTRACT

**ANNIINA SIANOJA:** Developing the quality of electricity consumption data at a distribution company

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 88 pages

October 2015

Master's Degree Programme in Electrical Engineering

Major: Power systems and markets

Examiner: Professor Pertti Järventausta

**Keywords:** Electricity consumption data, data quality, data quality improvement, AMR.

Measuring electricity consumption data has changed a lot in Finland since the remote-readable electricity meters have been installed. New meters are capable of measuring electricity consumption hourly and data can be read in normal conditions in the distribution system operators' databases during the next day. Time series can be formed from the hourly-measured electricity consumption data. Time series always include a timestamp and status, which indicates the reliability of the electricity consumption measurement. Time series are sent daily to the electricity market participants as MSCONS-messages. Customers are also able to analyse their own electricity consumption data via different on-line-services. Time series can also be used for customer billing.

Elenia will revise the whole billing model in 2016 which means that in the future customer billing will be based on hourly electricity consumption data. The quality of the electricity consumption data is excellent at Elenia but the quality will be monitored more carefully in the future. Nordic Imbalance Settlement and Datahub will be implemented and they will emphasize data quality improvement. Time series must be delivered to the electricity market participants faster and more reliably. This M.Sc. thesis identifies different factors which have an effect on the quality of the electricity consumption data. They can be divided into factors affecting the incoming and outgoing data of the measurement database. The quality of the data can also be examined from both Elenia's and collaborators' point of view.

The quality of the hourly electricity consumption data was determined by interviewing and analyzing different types of data. Suggestions for data quality improvement were made after defining the quality of the data. The most important proposition was to reduce different kinds of delays in the measurement process and to create new reports for helping daily working issues. Enhancements of the time series' manual correction tool have been suggested. Only new and changed hourly electricity consumption data should be sent to electricity market participants every day so it is recommended to send only the indispensable messages. New ways to observe the quality of the hourly electricity consumption data were defined in the M.Sc. thesis. New key performance indexes describe more carefully the quality of the hourly electricity consumption data and the reliability of the whole measurement process.

## ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Elenia Oy:ssa kevään ja syksyn 2015 välisenä aikana. Diplomityön tarkastajana on toiminut professori Pertti Järventausta Tampereen teknilliseltä yliopistolta. Pertille haluan antaa suuret kiitokset työni tarkastamisesta ja erittäin laadukkaista kommentteista koko diplomityön ajan.

Elenian puolesta työtäni ovat ohjanneet Juha Järvenpää ja Markku Kauppinen. Haluan kiittää Juhaa ja Markkua lukuisista keskusteluistamme diplomityöhön liittyen. Erityiskiitos Markulle kaikista rakentavista kommentteista, jotka ovat vieneet diplomityötäni eteenpäin. Juhaa haluan kiittää erittäin mielenkiintoisesta diplomityön aiheesta sekä kaikesta siitä tuesta ja luottamuksesta, jota olen diplomityön kirjoittamisen aikana saanut.

Haluan kiittää kaikkia niitä Elenialla työskenteleviä henkilöitä, jotka ovat kannustaneet ja tsempanneet minua diplomityöni aikana. Kiitos lukuisista haastatteluista ja kommentteista diplomityöhön liittyen. Aivan erityinen kiitos jokaiselle Mittaustiedot-tiimissä työskentelevälle, jotka olette omalta osaltanne mahdollistaneet diplomityöni tekemisen Elenialla.

Perheen ja ystävien tuki on ollut diplomityön tekemisessä myös erittäin tärkeää. Suuri kiitos kaikille siitä tuesta ja kannustuksesta, jota olen saanut diplomityöni ja muutenkin opintojeni aikana. Aivan erityisen kiitoksen ansaitsee Jussi, joka on jaksanut elää mukana jokaisessa hetkessä ja johon olen aina voinut turvautua.

Tampereella, 16.10.2015

Anniina Sianoja

## SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
2.	ETÄLUETTAVAT SÄHKÖMITTARIT JA TUNTILUENTA .....	4
	2.1 Energiamittauksiin liittyvä lainsäädäntö .....	5
	2.2 Mittaustiedon hallinta.....	7
	2.3 Aikasarjat .....	9
	2.4 EDI-sanomat.....	11
3.	AIKASARJOJEN LAATU .....	13
	3.1 Tiedon laatu.....	13
	3.2 Aikasarjojen laatuun vaikuttavat asiat.....	17
	3.2.1 Mittaustietokantaan tulevan datan laatuun vaikuttavat tekijät .....	17
	3.2.2 Mittaustietokannasta lähtevän datan laatuun vaikuttavat tekijät....	22
	3.2.3 Elenian sisäiset sekä yhteistyökumppaneiden aikaansaamat datan laatuun vaikuttavat tekijät .....	26
	3.3 Taloudelliset näkökulmat .....	28
4.	SÄHKÖMARKKINOIDEN KEHITYKSEN AIHEUTTAMAT VAATIMUKSET DATAN LAADULLE .....	31
	4.1 Sähkömarkkinoiden kansainvälistyminen ja uusi taseselvitysmalli.....	32
	4.2 Datahub .....	37
	4.2.1 Datahubit muualla Euroopassa.....	37
	4.2.2 Suomen datahub.....	39
5.	ELENIA OY:N AIKASARJOJEN LAADUN NYKYTILA.....	42
	5.1 Luennan saanto.....	43
	5.2 Tuntisarjojen manuaalinen korjaaminen .....	44
	5.3 Tasevirheikäyttöpaikat .....	48
	5.4 Sanomaliikenteen laatu .....	51
6.	AIKASARJOJEN LAADUN PARANTAMINEN.....	55
	6.1 Riittävä taso aikasarjojen laadulle.....	56
	6.2 Toimenpiteet aikasarjojen laadun parantamiseksi.....	57
	6.2.1 Raportoinnin kehittäminen.....	58
	6.2.2 Aikasarjojen korjaaminen ja uudet työkalut .....	63
	6.2.3 Viiveiden vähentäminen ja uudet toimintatavat.....	65
	6.2.4 Tiedon lataus mittaustiedon hallintajärjestelmään .....	67
	6.2.5 Sanomaliikenteen kehitys ja Elenian laskutuksen onnistuminen...	68
	6.2.6 Aikasarjojen laaduntarkkailu ja uudet laatuindeksit .....	71
	6.2.7 Prosessin jatkokehitys .....	77
	6.2.8 Seuraavan sukupolven AMR .....	78
	6.3 Aikasarjojen laatua parantavien toimenpiteiden priorisointi .....	80
7.	YHTEENVETO .....	82
	LÄHTEET.....	84

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

AMI	Advanced Metering Infrastructure, Mittareiden etäluentajärjestelmä
AMR	Automatic Meter Reading, Automaattinen mittarinluenta
APERAK	Application Error and Acknowledgement message, EDI-sanomaliikenteen sanomatyyppi sovellusten väliseen kuittaukseen
EDI	Electronic Data Interchange, Sähköinen tiedonsiirto
EDIEL	Electronic Data Interchange in Electricity, Sähkömarkkinoiden sähköisen tiedonsiirron menetelmä
EDIFACT	Standardi EDI-sanomaliikenteeseen
EV	Energiavirasto
GPRS	General Packet Radio Service, Matkaviestinverkon pakettikytkentäinen tiedonsiirto
GSM	Global System for Mobile Communication, Matkapuhelinjärjestelmä
KPI	Key Performance Index, Laatuindeksi
MSCONS	Metered Services Consumption Report, Sanomatyyppi mittaustietojen välitykseen
NBS	Nordic Balance Settlement, Yhteispohjoismainen taseselvitys
PRODAT	Product Data Message, EDI-sanomaliikenteen sanomatyyppi asiakas-, käyttöpaikka- ja sopimustietojen välitykseen verkkoyhtiön ja sähkön myyjän välillä
$W_{T0}$	Arvioitavan tunnin kulutus
$W_{T-1}$	Arviointia vastaavan tunnin edellisen viikon kulutus
$W_{PKE}$	Aikasarjasta puuttuva kokonaisenergia
$W_{PKE_{T-1}}$	Puuttuvaa kokonaisenergiaa vastaavan ajanjakson kulutus edellisellä viikolla

# 1. JOHDANTO

Sähkövoimatekniikan toimiala on viime vuosien aikana kokenut useita erilaisia muutoksia, joilla on suoria vaikutuksia myös jakeluverkkoyhtiöiden toimintaan. Muutokset jatkuvat edelleen, kun älykkäät sähköverkot kehittyvät koko ajan ja asiakkaat tulevat entistä tietoisimmiksi omista vaikutusmahdollisuuksistaan sähkömarkkinoilla. Verkkoyhtiöt haluavat tarjota asiakkailleen entistä laadukkaampaa sähköä, luotettavampaa sähköntoimitusta ja parempia palvelukokemuksia. Lisäksi näitä muutoksia ovat vauhdittaneet erilaiset lainsäädännölliset vaatimukset, joiden mukaan verkkoyhtiöiden on tehtävä erilaisia muutoksia.

Sähköverkon älykkyyden lisääminen on johtanut siihen, että asiakkaiden sähkön kuluista mittaavat sähkömittarit on vaihdettu etäluettaviin mittareihin, joilla sähkönkulutusta ja/tai –tuotantoa voidaan mitata esimerkiksi tunnin tarkkuudella (Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 2009). Mittaustiedosta voidaan muodostaa aikasarjoja, joilla voidaan korvata aiemmin kuormituskäyristä mallinnetut tuntisarjat mitatuilla arvoilla (Rissanen et al. 2010). Aikasarjoja voidaan myös hyödyntää laskutuksessa perinteisten kuukausittaisiin mittarilukemiin perustuvien sähkölaskujen sijaan (Siewert 2015). Tällä hetkellä mittausjaksona käytetään tuntia, jolloin aikasarjoista puhutaan yleisesti tuntisarjoina. Tuntisarja tarkoittaa siis yhden tunnin mittaista taseselvitysjaksoa, mutta tässä työssä käytetään yleisesti termejä aikasarja tai tuntisarja. Tulevaisuudessa taseselvitysjakso mahdollisesti lyhenee, jolloin saatetaan puhua viidentoista minuutin sarjoista tai jopa viiden minuutin sarjoista (AMR 2030 2015). Tästä syystä yleistermi aikasarja ei ota kantaa energiamittauksen mittausjakson tai taseselvitysjakson pituuteen.

Elenia Oy (jatkossa Elenia) on vaihtanut sähkömittarit etäluettaviksi jo ennen kuin Suomessa lainsäädäntö sitä vaati ja Elenialla on tästä syystä jo usean vuoden kokemus aikasarjoista ja niihin liittyvistä erityispiirteistä. Energiamittaustiedolta on tarkoituksenmukaista vaatia erittäin hyvää laatutasoa, sillä energiankulutuksen tuntimittauksen tavoitteena on pystyä tarjoamaan mahdollisimman oikea-aikaista ja luotettavaa tietoa aikasarjojen muodossa niin verkkoyhtiön itsensä, asiakkaiden kuin sähkömarkkinaosapuolienkin käyttöön. Elenian energiamittaustiedon laatu on hyvällä tasolla, sillä sitä on tietoisesti pyritty parantamaan viime vuosien aikana useilla erilaisilla keinoilla.

Elenia on sähköverkkoyhtiö, joka on muodostunut yrityskaupan yhteydessä. Elenia on toiminut omana yrityksenään helmikuusta 2012 lähtien, mutta sitä ennen Elenia on tullut Suomessa tunnetuksi Vattenfall Verko Oy:na. Elenia -konserniin kuuluvat sähköverkkoyhtiön lisäksi myös Elenia Lämpö Oy, joka toimittaa kaukolämpöä sekä Elenia Palvelut Oy, joka hoitaa kaukolämmön, sähköverkon sekä Vattenfallin asiakaspalvelua. Elenia

toimii Suomessa noin 415 000 asiakkaan sähkönsiirtoyhtiönä yli sadan kunnan alueella Pohjois- ja Etelä-Pohjanmaalla, Keski-Suomessa, Pirkanmaalla sekä Kanta- ja Päijät-Hämeessä. Elenian arvoihin kuuluvat yhdessä aikaansaaminen, rohkeus uudistua, vastuullinen kumppani sekä toimiminen asiakasta lähellä. (Elenia 2015)

Sähköverkkoyhtiö Elenia ja sähkönmyyntiyhtiö Vattenfall Oy (jatkossa Vattenfall) eroavat yrityksinä myös järjestelmätasolla toisistaan vuonna 2016. Tämä tarkoittaa sitä, että Elenian toimitusvelvollisena myyjänä toiminut Vattenfall ei saa enää esimerkiksi sähkönmyyntiasiakkaitaan koskevia tietoja yhteisen asiakastietojärjestelmän kautta, vaan Elenian ja Vattenfallin on aloitettava sanomaliikenne näiden tietojen vaihtamista varten. Tämä tulee tarkoittamaan sitä, että Elenian lähettämien PRODAT-sanomien määrä tulee kasvamaan 3-4-kertaiseksi nykyisestä tilanteesta (Sandell 2015).

Asiakastietojärjestelmän muutoksen lisäksi Elenialla siirrytään laskutuksessa käyttämään aikasarjoihin perustuvia tietoja kaikilla käyttöpaikoilla vuonna 2016, ja tästä syystä tämän diplomityön tavoitteena on selvittää tarkemmin Elenian energiamittaustiedon laadun nykytilaa, tunnistaa laatuun vaikuttavia asioita sekä kehittää energiamittaustiedon laatua entistä paremmaksi. Tiedon laadun parantamisessa on perimmäisenä tarkoituksena, että Elenia pystyy kehittämään omia prosessejaan sekä palvelemaan asiakkaita ja sähkömarkkinaosapuolia entistä paremmin.

Tässä diplomityössä käsitellään erityisesti sähkömittareilta saadun kulutustiedon laatua ja laadun parantamista. Erilaisia sähkömittareita ja niiden ominaispiirteitä ei juurikaan tässä työssä käsitellä. Työn ulkopuolelle rajataan myös Elenialla käytössä olevat järjestelmät, sillä ne on kuvattu Pekka Mäkelän diplomityössä lukuun ottamatta uutta asiakastietojärjestelmää, joka tullaan ottamaan Elenialla käyttöön vuonna 2016 (Mäkelä 2011).

Aikasarjojen laatuun vaikuttavat asiat on työssä jaettu mittaustietokantaan tulevan datan laatuun vaikuttaviin tekijöihin sekä mittaustietokannasta lähtevän datan laatuominaisuuksiin. Tiedon laatua tarkkailtaessa on otettava huomioon, että datan saanti sähkömittarilta on selkeä laatuun vaikuttava tekijä, mutta laatuun vaikuttaa vähintään yhtä paljon myös se, minkälaista tietoa mittarilta saadaan. Mittarilta saatu mitattukin data voi joissain tapauksissa sisältää laatupoikkeamia, jolloin tiedon luotettavuus kärsii. Myös tähän osaluokkaan kiinnitetään diplomityössä erityistä huomiota. Diplomityössä määritetään myös erilaisia aikasarjojen laatua mittaavia laatuindeksejä, jotka ottavat aiempaa paremmin huomioon mittareilta saatavan tiedon laadun eikä ainoastaan sitä, saadaanko sähkömittareilta ylipäänsä dataa.

Elenian energiamittaustoiminnassa on mukana hyvin monia eri yhteistyökumppaneita. Kumppaneiden vaikutukset tiedon laatuun otetaan myös huomioon. Lisäksi diplomityössä pohditaan, miten sähkömarkkinoiden muutokset, kuten uusi taseselvitysmalli ja datahub, vaikuttavat energiamittaustiedon laatuun tulevaisuudessa. Tulevaisuutta käsitellään lisäksi diplomityössä seuraavan sukupolven AMR:n näkökulmasta, sillä Elenia on



aloittanut projektin koskien tulevaisuuden sähkömittaria ja siltä vaadittavia ominaisuuksia. Tämän diplomityön tarkoitus on ottaa kantaa tulevaisuuden sähkömittarin määriteltyyn tiedon laadun kannalta.

Mittaustiedon laadun kehittämisessä keskitytään tämän diplomityön osalta prosessin kehittämiseen sekä uusien työkalujen ja toimintatapojen löytämiseen. Tarkoituksena on lisätä aikasarjoihin ja niiden korjaukseen liittyvää automaatiota, jolloin manuaalista työtä voidaan vähentää selvästi nykyisestä. Aikasarjojen laadun kehityksessä vahvana ohjaavana tekijänä on asiakaslähtöisyys ja sen parantaminen. Diplomityössä keskeisenä tavoitteena on, että Elenia haluaa jatkossakin olla alan edelläkävijä ja kehittää mittaustoimintaansa niin, että Elenia voi tarjota vielä aiempaa parempilaatuista sähkönkulutusdataa entistä nopeammin sähkömarkkinaosapuolille, asiakkaille sekä Elenian omaan käyttöön.

## 2. ETÄLUETTAVAT SÄHKÖMITTARIT JA TUNTI- LUENTA

Etäluettava sähkömittari, eli AMR-mittari (Automatic Meter Reading) tarkoittaa sähkön kulutusta ja/tai -tuotantoa mittaavaa laitteistoa, joka on jatkuvasti jollakin tiedonsiirtotekniikalla yhteydessä mittaustietojärjestelmään. Mittaustietokantaan voidaan tallentaa tietoja käyttöpaikan sähkönkäytöstä. Nykyaikaiset etäluettavat sähkömittarit on varustettu tuntimittausominaisuudella, eli ne pystyvät mittaamaan ja tallentamaan käyttöpaikan tunneittaisen sähkönkulutuksen muistiin (Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 2009). Lisäksi osa mittareista pystyy myös tarkempaan kuin tunnin välein tapahtuvaan mittaukseen. (Mäkelä 2011)

Perinteisesti verkkoyhtiöllä on ollut automatiikkaa keskijänniteverkossa, esimerkiksi releiden, vianpaikannuksen ja kauko-ohjattavien kytkinlaitteiden muodossa. Tällöin esimerkiksi sähköverkon vioista on saatu paljon tietoa automatiikan välityksellä. Vaikka etäluettavien sähkömittareiden pääasiallinen tehtävä on sähkön kulutuksen mittaaminen, niin sähkömittareita pystytään hyödyntämään myös hyvin moniin muihin asioihin verkkoyhtiöiden toiminnassa. AMR-laitteella voidaan esimerkiksi saada tärkeää tietoa siitä, onko yksittäisellä käyttöpaikalla sähköt päällä. Tätä tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi pienjänniteverkon vianpaikannuksessa. (Löf 2009, Mäkelä 2011)

Palvelureleellä varustetuilla etäluettavilla sähkömittareilla voidaan myös katkaista tai kytkeä sähkö käyttöpaikalta ilman asentajan käyntiä paikan päällä. Palvelureleitä hyödynnetään erityisesti sekä perintäkatkoissa että muuttokatkoissa (Källarsson 2015). Muuttokatko tarkoittaa tilannetta, jossa asiakkaan poismuuton takia käyttöpaikalla ei ole voimassa olevaa verkkopalvelusopimusta. Etäkatkaisu ja -kytkentätoimintojen lisäksi etäluettavien sähkömittareiden avulla voidaan saada kriittistä tietoa myös esimerkiksi vaiheiden puuttumisesta tai nollavikatapauksissa nollajohtimen vioittumisesta, jolloin asentaja voidaan lähettää paikalle aiempaa nopeammin korjaamaan vikaa. (Mäkelä 2011)

Useimpia nykyaikaisia AMR-mittareita voidaan lisäksi myös hyödyntää esimerkiksi sähkön laadun tarkkailussa. Mittareilta on mahdollisuus etäohjauksella asettaa päälle esimerkiksi jännitteen laadun luenta ja tämän laaduntarkkailun avulla voidaan saada alustavaa tietoa käyttöpaikan sähkön laadusta. Varsinaiset sähkön laadun mittaukset toteutetaan yleensä erilaisilla sähkön laadun analysointilaitteilla, joilla saadaan tehtyä luotettava analyysi käyttöpaikan sähkön laadusta. Pienjänniteverkossa sähkön laadun tulee täyttää standardin SFS-EN 50160 mukaiset vaatimukset taajuudelle, jännitteen vaihteluille, välkynnälle, yliaalloille sekä jännitekuopille. (SFS-EN 50160 2010)

Elenia on toiminut Suomessa sähkön kulutuksen mittaamisen etäluennassa edelläkävijänä, sillä Elenia vaihtoi sähkömittarit suurimmaksi osaksi etäluettaviksi jo vuosina 2003-

2008. Eleniällä siirtyminen etäluentaan oli strateginen päätös, jonka myötä uudistettiin myös koko sähkön kulutuksen mittaamisen kulttuuria Suomessa. Muut sähköverkkoyhtiöt Suomessa ovat myös siirtyneet etäluettavien sähkömittareiden käyttöön suurimmaksi osaksi vuoden 2013 loppuun mennessä, sillä tuntiluentaan siirtymistä Suomessa on vauhdittanut lainsäädäntö, jota käsitellään tarkemmin seuraavassa kappaleessa. (Mäkelä 2011)

## 2.1 Energiamittauksiin liittyvä lainsäädäntö

Sähköverkkoliiketoiminta on Suomessa säänneltyä monopolitoimintaa. Tämä tarkoittaa sitä, että sähköverkkoliiketoiminta on eriytetty muista sähkömarkkinoiden liiketoiminoista kilpailun mahdollistamiseksi. Energiavirasto (EV) toimii sähköverkkoliiketoiminnan valvovana viranomaisena. Asiakkaan kannalta säännelty monopolitoiminta tarkoittaa sitä, että asiakas voi vapaasti valita yhtiön, josta ostaa sähköenergiansa. Sähkön siirtoyhtiötä asiakas ei pysty valitsemaan, vaan verkkoyhtiö määräytyy asiakkaan asuinpaikan perusteella. (Sähkömarkkinat Suomessa ja EU:ssa 2013)

Sähköverkkoyhtiöiden toimintaa säätelevät useat erilaiset lait ja säädökset. Sähkömarkkinalaissa on määrätty, että verkkoyhtiöiden eli verkonhaltijoiden on järjestettävä sähköverkossaan sähköntoimitusten mittaus sekä mittautietojen rekisteröinti ja niiden ilmoittaminen sähkömarkkinoiden eri osapuolille. Mittautiedot on ilmoitettava sähkömarkkinaosapuolille käyttöpaikka- tai mittauskohtaisesti. Taseselvityksen tulee myös perustua mittautietoihin tai mittautietojen ja tyyppikuormituskäyrien yhdistelmiin. (Sähkömarkkinalaki 2013)

Sähkömittareiden vaihtaminen AMR-mittareihin perustuu lainsäädäntöön. Valtioneuvoston antaman asetuksen 66/2009 johdosta Suomessa sähköverkkoyhtiöt ovat luopuneet lähes kokonaan vanhoista sähkömittareista ja erilaiset etäluettavat sähkömittarit ovat tulleet osaksi sähkönkäyttäjien arkea. Etäluennan avulla myös asiakkaasta halutaan aktiivinen osapuoli sähkömarkkinoilla. Asiakas saa etäluennan johdosta itsekin enemmän tietoa omasta sähkönkulutuksestaan esimerkiksi online-palveluiden avulla, joissa omaa kulutustaan voi seurata jopa tuntitasolla. Tällöin asiakas voi myös omilla valinnoillaan vaikuttaa entistä helpommin esimerkiksi sähkölaskunsa suuruuteen. Lisäksi sähkönkulutuksen etäluennan avulla voidaan ohjata asiakkaita ja yrityksiä energiatehokkaampaan toimintaan. (Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 2009)

Valtioneuvoston asetus määräsi verkkoyhtiöt varustamaan vuoden 2013 loppuun mennessä sähköverkkoon liitetyt käyttöpaikat tuntimittauslaitteistoilla, jotka sisältävät etäluentaominaisuuden. Asetus määrää, että sähkömittari on pystyttävä jatkossa lukemaan sekä manuaalisesti paikan päällä että etäluentayhteyden avulla. Asetuksen mukaan verkkoyhtiöiden oli asennettava määräysten mukainen mittauslaitteisto vähintään 80 %:iin käyttöpaikoistaan. Etäluentaominaisuuden lisäksi tuntimittauslaitteistoille asetettiin vaatimuksiksi kyky rekisteröidä yli kolmen minuutin mittaisten sähkökatkojen alkamis- ja

päättymisajankohdat sekä kyky vastaanottaa ja välittää kuormanohjauskomentoja. Lisäksi asetus määrää, että sekä tuntimittaustieto että sähkökatkon aikaista jaksoa koskeva tieto täytyy tallentaa verkkoyhtiön tietokantaan. Asetus määrää lisäksi, että tietosuojan tulee olla kunnossa sekä verkkoyhtiön tietojärjestelmissä että tuntimittauslaitteistolla. (Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 2009)

Tuntimittauslaitteiston vähimmäisvaatimuksena on, että se on luettava vähintään kerran vuorokaudessa (Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 2009). Valtioneuvoston asetus ei ota kantaa siihen, millä tekniikalla etäluenta on järjestettävä ja tästä asiasta verkkoyhtiöt ovat voineet tehdä omiin tarpeisiinsa parhaiten soveltuvat ratkaisut. Elenia on päätenyt käyttämään mittareiden tiedonsiirtotekniikkana GSM/GPRS-tekniikkaa sekä PLC-tekniikkaa. PLC-tekniikassa (Power Line Communication) sähkökulutustiedot kulkevat sähköverkkoa pitkin keskittimelle, josta tiedot siirretään keskitetysti verkkoyhtiön mittaustietokantaan. GSM:n (Global System for Mobile) sekä GPRS:n (General Packet Radio Service) toiminta perustuu kattavan ja jo valmiiksi olemassa olevan matkaviestintäverkon käyttöön. (Piispanen 2010, Pakonen et al. 2012)

Mittauslaitedirektiivi ottaa tarkemmin kantaa esimerkiksi itse mittalaitteisiin, mittalaitteiden virheisiin, käyttöolosuhteisiin sekä mittalaitteiden tarkastuksiin (Mittauslaitedirektiivi 2014). Tässä diplomityössä ei kuitenkaan käsitellä mittalaitteita syvällisemmin, vaan keskitytään energiamittaustietoon ja sen laadun kehittämiseen sekä mittaustietojen toimittamiseen mm. sähkömarkkinaosapuolien käyttöön.

Työ- ja elinkeinoministeriö on vuonna 2008 antanut asetuksen sähköntoimituksen selvitykseen liittyvästä tiedonvaihdosta. Tämä sanomaliikenneasetus määrittää, että jakeluverkonhaltijan tulee alustavasti ilmoittaa sähköntoimitusta seuraavana päivänä tasesähköyksikölle summatiedot sähkömarkkinaosapuolien verkkoon tulevien tai verkosta lähtevien toimitusten osalta. Verkkoyhtiön tulee ilmoittaa alustavasti seuraavana päivänä toimituksesta myös sähkömarkkinaosapuolille taseselvityksen yhteydessä lasketut toimitukset. Lopulliset ilmoitukset tasesähköyksikölle summatoimituksista ja sähkömarkkinaosapuolille sähköntoimituksista on tehtävä vuoden 2011 alusta alkaen 14 vuorokauden sisällä toimituspäivästä. Myyjänvaihtotilanteissa mittaustiedot on toimitettava 10 vuorokauden sisällä sopimuksen alkamisesta tai päättymisestä. (Työ- ja elinkeinoministeriön asetus sähköntoimitusten selvitykseen liittyvästä tiedonvaihdosta 2008)

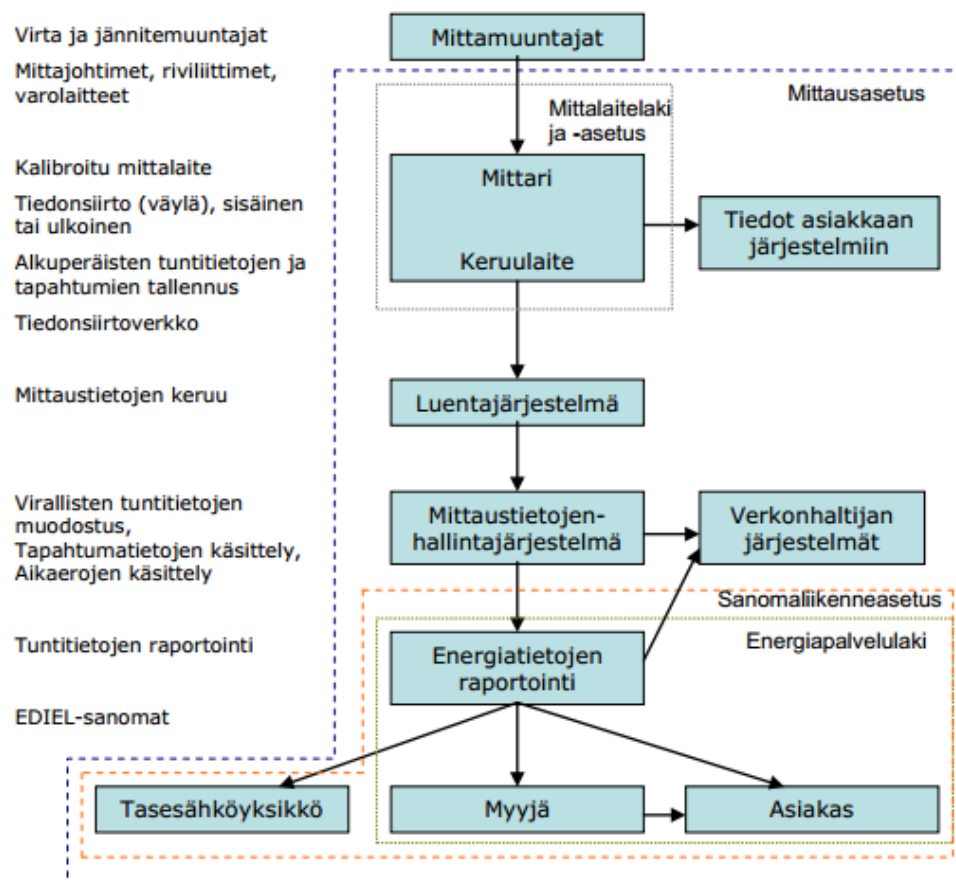
Vuonna 2010 Energiateollisuus ry:n työryhmän laatiman *Tuntimittausosuituksen* tarkoituksena on ohjeistaa sähkömarkkinalainsäädännön vaatimuksien mukaisesti eri sähkömarkkinaosapuolien toimintaa tuntimittaukseen siirtymisessä (Rissanen et al. 2010). *Tuntimittausosuitus* myös tarkentaa lainsäädännön ohjeita ja luo sähkömarkkinoille yhtenäisiä käytäntöjä tuntimittaukseen ja tiedonvaihtoon. *Tuntimittausosuitus* antaa ohjeita myös mittaustiedon hallintaan ja tuntitietojen välittämiseen sähkömarkkinaosapuolille.

*Tuntimittaussuosituksista* käsitellään tämän diplomityön osalta lisää myöhemmissä luvuissa.

## 2.2 Mittaustiedon hallinta

Vielä joitakin vuosia sitten sähkön kulutuksen mittaaminen ja sitä kautta asiakkaiden sähkölaskut perustuivat arviolaskutukseen. Asiakkaita pyydettiin toimittamaan esimerkiksi kerran vuodessa sähkömittarin lukema verkkoyhtiölle. Mittaustieto voitiin toimittaa esimerkiksi mittarinlukukortilla, puhelimitse tai internetin välityksellä. Ilmoitetun vuosilukeman perusteella asiakkaan vuotuinen sähkönkulutus tasattiin, eli asiakkaalle lähetettiin tasauslasku, jossa otettiin huomioon arviolaskuilla maksettu sähkönkulutus verrattuna todelliseen lukemaan perustuvaan kulutukseen. (Mäkelä 2011)

Etäluettavat sähkömittarit mahdollistavat tänä päivänä sen, että asiakkaan sähkölaskut perustuvat todelliseen laskutuskauden aikana kulutettuun sähköenergiaan. Sähkönkulutuksen mittaustiedon tie asiakkaan laskulle, sähkön myyjälle tai asiakkaan omaan käyttöön esimerkiksi erilaisten internetpalveluiden välityksellä vaatii kuitenkin monimutkaisen prosessin, jossa dataa käsitellään ja siirretään eri tavoin järjestelmien välillä. Tämä prosessi on yksinkertaistettuna esitetty kuvassa 2.1. (Mäkelä 2011)



**Kuva 2.1** Mittaustiedon tiedonsiirtoketju. (Rissanen et al. 2010)

Kuten kuvasta 2.1. voidaan nähdä, niin mittaukset siirtyvät sähkömittarilta ensin luentajärjestelmään ja sieltä mittaukset hallintajärjestelmään, jossa dataa voidaan käsitellä ja analysoida. Mittaukset hallintajärjestelmästä energiamittaukset siirretään verkkoyhtiön omien järjestelmien hyödynnettäväksi, sähkömarkkinaosapuolten käyttöön sekä asiakkaille esimerkiksi erilaisiin internet-palveluihin. AMI (Advanced Metering Infrastructure) eli kehittynyt mittareiden etäluentajärjestelmä pitää sisällään laajassa mittauksessa AMR-järjestelmän mittareiden luennasta aina mittaukset välittämiseen mittaukset hallintajärjestelmään. (Mäkelä 2011)

MDMS (Metering Data Management System) tarkoittaa mittaukset hallintajärjestelmää, jonne mittaukset tallennetaan verkkoyhtiön toimesta ja jossa mittaukset pysytään käsittelemään (Rissanen et al. 2010). Mittaukset ovat säilössä vähintään laissa vaaditun kuuden vuoden ajan. MDMS:n kautta mittaukset voidaan välittää myös eri sähkömarkkinaosapuolten käyttöön (Rissanen et al. 2010). (Mäkelä 2011)

MDMS on kuitenkin paljon muutakin kuin mittaukset tallennus- ja välityspaikka. Mittauksetkantaan tulevat arvot käyvät läpi validointiprosessin, jossa kantaan tulevat arvot tarkastetaan. Validoinnissa hylätyt sekä puuttuvia tuntisarjoja voidaan arvioida eli extrapoloida MDMS:ssä automaattisesti, jolloin arvot muokataan muistuttamaan mahdollisimman hyvin asiakkaan kulutusprofiilia. Mittaukset automaattisessa arvioinnissa käytetään hyväksi käyttöpaikan aiempaa kulutusta ja tietoa sähkönkulutusajankohdasta. Estimointi perustuu siis jokaisen käyttöpaikan kohdalla erilaisiin parametreihin, jotka käyttöpaikoilta on tiedossa. Estimoinnissa käytetään hyväksi tarkoituksellisesti liian suuren yksittäisen arvon tallentamista mittauksetkantaan, jolloin tämän arvon johdosta mittauksetkanta hylkää arvon ja aloittaa estimoinnin. Puuttuvien tuntisarjojen estimointi aloitetaan, kun arvot ovat olleet puuttuvina neljä päivää, jolloin viidentenä päivänä arvioidut mittaukset voidaan lähettää sähkömarkkinaosapuolille. (Kajander 2015a)

Mittaukset arvioinnissa on mahdollista käyttää hyväksi myös mittarilta mahdollisesti saatavia päivälukemia, eli kerran vuorokaudessa tallennettavia sähkönkulutustietoja, joita voidaan samalla tavalla tallentaa mittauksetjärjestelmiin kuin tuntisarjojakin. Käytettäessä hyväksi mittarilta saatavia päivälukemia mittaukset arviointi tapahtuu manuaalisesti. Päivälukemien hyödyntämisestä mittaukset arvioinnissa kerrotaan lisää myöhemmin tässä diplomityössä.

Mittaukset luotettavuudesta kertovat statustiedot, jotka merkitään aina jokaiselle mittausdatalle ja nämä statukset tallennetaan aina myös mittauksetkantaan. Statuksia käsitellään tarkemmin tämän työn seuraavassa luvussa 2.3 Aikasarjat.

Pekka Mäkelä on omassa diplomityössään vuonna 2011 kuvaillut yksityiskohtaisesti Vattenfall Verkon, eli nykyisen Elenian mittaukset hallintaa ja siihen liittyviä erilaisia toimintoja ja järjestelmiä. Tässä diplomityössä ei tästä syystä käsitellä Elenian nykyisiä

käytössä olevia järjestelmiä tämän tarkemmin, vaan näistä voi lukea lisää Mäkelän diplomityöstä. (Mäkelä 2011)

## 2.3 Aikasarjat

Useimmilla Elenian käytössä olevilla sähkömittareilla sähkönkulutuksen mittaaminen perustuu siihen, että mittari rekisteröi ja tallentaa kumulatiivisen lukeman aina tiettyä ajankohdetta. Lisäksi mittari tallentaa myös lukemalle statuksen. Kumulatiiviset lukemat siirtyvät luentajärjestelmään ja mittaustiedon hallintajärjestelmään kerran vuorokaudessa tapahtuvassa luennassa. Kumulatiivisten lukemien perusteella lasketaan tiettyä ajankohdantana kuluneen sähköenergian määrä. Luentajärjestelmässä ja mittaustietojen hallintajärjestelmässä nämä lasketut kulutukset saavat myös statuksen, joka kuvaa tietokannassa tilannetta tai tapaa, jolla nämä kulutukset on saatu. Tätä muodostunutta sähkönkulutuksesta kertovaa sarjaa voidaan kutsua myös aikasarjaksi. Useimmiten sähkön kulutus tallennetaan mittareilla tunnin välein niin, että mittarin rekisteröimä aikaleima on saatu aina tasatunnein. Tällaista sähkönkulutuksesta kertovaa aikasarjaa kutsutaan useimmiten tuntisarjaksi tai tuntidataksi. Nykyisillä laitteilla ja järjestelmillä on kuitenkin jo osittain mahdollista saada mittausdataa myös lyhyemmillä ajanjaksoilla, kuten esimerkiksi viidentoista minuutin välein. Termi aikasarja ei siis näin ollen ota kantaa mittausjakson pituuteen, mutta tällä hetkellä käytetty tunnin pituinen jakso aiheuttaa sen, että aikasarjoista puhutaan termillä tuntisarja. (Rissanen et al. 2010)

*Tuntimittaussuosituksen* mukaan pääsulakekooltaan yli 3x63 A:n käyttöpaikoilla tuntimittaustiedot on tallennettava mittaustietokantaan vähintään 1 kWh:n tarkkuudella, mutta enintään 10 Wh:n tarkkuudella. Pääsulakekooltaan enintään 3x63 A:n käyttöpaikoilla tuntitiedot tulee suosituksen mukaan tallentaa 10 Wh:n tarkkuudella, vaikka mittaustiedot saatetaan saada sähkömittarilta tarkemmin. Mittaustietojen mahdollisissa pyöristyksissä tulee käyttää matemaattisia pyöristyssääntöjä. Mittaustietojen osalta tulee myös ottaa huomioon, että tuntisarjojen tarkkuuden on pysyttävä samana sekä laskutuksessa että mittaustietokannassa. (Rissanen et al. 2010)

Kuten jo edellä mainittiin, niin aikasarja muodostuu kulutetusta sähköenergian määrästä sekä statuksesta, jolla ilmaistaan keinoa tai tapaa, jonka avulla mittaustieto on saatu. Toisin sanoen status antaa tärkeää tietoa aikasarjan luotettavuudesta. Statuksia on viisi erilaista ja niiden käyttöön on selkeä ohjeistus. Mittaustietojen statuksilla on erittäin suuri merkitys silloin, kun mittaustietoja välitetään verkonhaltijan omien järjestelmien ulkopuolelle, eli esimerkiksi sähkön myyjän järjestelmiin. Statuksen perusteella myös sähkönmyyjä saa aina heti tiedon lähetetyn tuntisarjan luotettavuudesta. Statukset esitetään taulukossa 2.1. (Rissanen et al. 2010)

**Taulukko 2.1** MSCONS-sanomaliikenteessä käytettävät statukset. (Rissanen et al. 2010)

<i>Status</i>	<i>Merkitys</i>
<i>136</i>	<i>OK</i>
<i>99</i>	<i>Arvioitu</i>
<i>Z03</i>	<i>Puuttuva</i>
<i>Z02</i>	<i>Epävarma</i>
<i>Z01</i>	<i>Korjattu OK</i>

*Status 136 OK* kertoo, että mittaustieto on saatu suoraan sähkömittarilta tai mittaustieto on saatu jotenkin muuten vastaavasti erittäin luotettavalla tavalla. *Status 99 Arvioitu* tarkoittaa sitä, että verkkoyhtiö ei ole saanut mittaustietoa suoraan mittarilta vaan kulutusta on jouduttu arvioimaan jollakin tavalla. (Rissanen et al. 2010)

*Status Z03 Puuttuva* kertoo nimensäkin mukaisesti, että tuntisarja tai tietyt tuntiarvot puuttuvat. Puuttuva-statusta käytetään alustavana mittaustietojen statuksena jos muuta tietoa ei ole saatavilla ja *Z03*-statuksella tuntiarvot ovat aina nollija. *Puuttuva*-statuksella oleva tieto on viiden vuorokauden sisällä korvattava jollakin toisella statuksella. (Rissanen et al. 2010)

*Status Z02 Epävarma* kertoo, että mittaustieto ei välttämättä ole luotettavaa. Epävarma tuntisarja voi kertoa esimerkiksi mittausvirheestä tai mittarin vikaantumisesta, mutta myös hetkellinen mittarin luentayhteysongelma on mahdollinen. Epävarman tuntisarjan tapauksessa mittaustietojärjestelmä käsittelee tuntisarjaa ja mahdollisesti arvioi eli extrapoloi tällaiseen tuntisarjaan tuntiarvoja. MDMS aloittaa epävarman tuntisarjan arvioimisen jos tuntiarvot on hylätty validointiprosessissa. Jos mittaustietoa ei ole saatu neljään päivään mittarilta, niin ensimmäiset päivät tuntisarjat ovat puuttuvia *Z03*-statuksella, mutta neljännen päivän jälkeen MDMS extrapoloi tuntisarjaa ja tämä arvioitu sarja lähetetään sähkömarkkinaosapuolille epävarmalla *Z02*-statuksella. *Epävarma*-statuksella oleva sarja tulee korjata *Arvioitu*- (*99*) tai *OK* -statuksella (*136*) varustetulla mittaustiedolla. Epävarmaa tuntisarjaa on myös mahdollista käyttää laskutuksessa, mutta laskutuksessa on otettava huomioon, että *Z02*-statuksella varustettu mittaustieto tulee todennäköisesti muuttumaan ja nämä muuttuneet arvot tulee huomioida laskutuksessa myöhemmin. (Rissanen et al. 2010)

Muuttuneita tuntiarvoja voidaan käsitellä statuksella *Z01 Korjattu OK*, joka kuvaa sitä, että aiempi mittaustieto on nyt muuttunut luotettavaksi tiedoksi. *Z01*-statusta voidaan



käyttää esimerkiksi *arvioidun 99*-statuksen tuntisarjan muuttuessa tai *136*-statuksen mitatun tuntisarjan muuttuessa, jos esimerkiksi mahdollista mittarin kytkentävirhettä on korjattu. *Korjattu OK* -statusta voidaan käyttää myös, kun jo aiemmin samalla statuksella lähetettyä mittaustietoa korjataan uudestaan. *Z01 Korjattu OK* -statusta ei koskaan voida käyttää mittaustiedon ensimmäisenä statuksena, vaan se kertoo aina muuttuneesta mittaustiedosta. (Rissanen et al. 2010)

## 2.4 EDI-sanomat

Mittaustiedot välitetään EDIEL-sanomina sähkön myyjille sekä kantaverkkoyhtiölle, eli Fingridille. EDIEL-tiedonsiirto (Electronic Data Interchange in Electricity) eli yleisemmin tunnettuna EDI-tiedonsiirto (Electronic Data Interchange) tarkoittaa sähköistä tiedonsiirtoa lähettäjän ja vastaanottajan välillä. EDIEL-sanomat perustuvat EDIFACT-standardiin ja EDI-sanomilla siirretään esimerkiksi sähkönkulutus- ja taseselvitystietoja sekä asiakkaiden sopimustietoja eri sähkömarkkinatoimijoiden sekä taseselvitysyksikön välillä. Näiden lisäksi on myös olemassa kuittaussanomiamia, joilla ilmoitetaan tiedon vastaanottamisesta ja mahdollisista sanomien sisältämistä virheistä. EDI-sanomien säilytysaika on vähintään kolme kuukautta ja sanomat säilytetään siinä muodossa kuin ne on lähetetty tai vastaanotettu. (Poikela 2012, Ediel sanomavälityksen yleiset sovellusohjeet 2013)

EDI-sanomat voidaan pääsääntöisesti jakaa kolmeen eri ryhmään, MSCONS-sanomiin (Metered Services Consumption Report), PRODAT-sanomiin (Product Data Message) sekä APERAK-kuittauksiin (Application Error and Acknowledgement message). MSCONS-sanomilla välitetään tietoja mittaustiedoista, eli sähkönkulutuksesta tai -tuotannosta ja mittaustiedon statuksista. Taseselvitysyksikölle tiedot ilmoitetaan summatoimituksista eli välitetään verkko- ja myyjäkohtaiset tiedot sekä tulevista että lähtevistä sähkötoimituksista. Sähkön myyjille mittaustiedot välitetään mittaus- tai käyttöpaikka-kohtaisesti. Lisäksi mittaustietoja voidaan välittää MSCONS-sanomina myös kolmansien osapuolien käyttöön, kuten esimerkiksi erilaisten konsulttiyhtiöiden tarpeisiin. Kolmansien osapuolien EDI-lähetyksiä varten verkkoyhtiölle pitää toimittaa asiakkaan valtakirja, jotta mittaustietoja voidaan välittää. (Ediel sanomavälityksen yleiset sovellusohjeet 2013, Poikela 2012)

MSCONS-sanomaliikenteessä on käytettävä virallisia osapuolitunnuksia sekä verkonhaltijalle että sähkön myyjälle sekä lisäksi Suomessa käytetään aina maatunnusta FI. Verkotunnus on kuusi merkkiä pitkä, eli verkon osapuolitunnus täydennetään nolllilla kuuden merkin mittaiseksi. Toimitettaessa mittaustietoja yhdestä käyttöpaikasta EDI-tunnus sisältää osapuolitunnusten lisäksi myös käyttöpaikkanumeron. MSCONS-sanomaliikenteessä ohjeena on, että sanomissa erotellaan mittaustiedon etumerkillä, että onko tieto kulutusta vai tuotantoa ja kulutus tulee lähettää negatiivisena datan vastaanottajalle (Helle

2015). EDIEL-sanomavälityksen yleiset sovellusohjeet-dokumentti sisältää yksityiskohdalliset ohjeet EDI-sanomien sisällöstä ja eri tilanteissa käytettävistä EDI-tunnuksista. (Ediel sanomavälityksen yleiset sovellusohjeet 2013)

MSCONS-sanoma ei saa olla kooltaan suurempi kuin 2 Mb. Sanomassa ilmoitetaan aina aikavyöhyke ja mittaustietojen aikaleimojen on vastattava sanomassa ilmoitettua aikavyöhykettä. Mittaustiedot lähetetään aina kokonaisina vuorokausina ja käytössä oleva aika on Suomen virallinen aika, eli kesä- ja talviaikaan siirryttäessä aikasarjassa on joko 23 tai 25 arvoa. (Ediel sanomavälityksen yleiset sovellusohjeet 2013)

Mittaustietojen välityksessä yleisenä ohjeena on, että vain uudet ja muuttuneet mittaustiedot välitetään sähkömarkkinaosapuolille (Rissanen et al. 2010). Korjattujen tietojen tapauksessa käytäntönä on kuitenkin, että sähkömarkkinaosapuolille lähetetään mittaustiedot kokonaisina vuorokausina, vaikka tuntiarvoja olisikin korjattu vain yksittäisiltä tunteilta (Rissanen et al. 2010). Edellisen sähköntoimituspäivän alustavat mittaustiedot tulee toimittaa sähkömarkkinaosapuolille viimeistään seuraavana päivänä sähköntoimituksesta (Sähkön vähittäismarkkinoiden nykyiset liiketoimintaprosessit 2015). Mittaustietojen välityksessä tuntiarvojen lisäksi lähetetään myös aina statukset ja aikaleimat, eli MSCONS-sanomat sisältävät aina kaikki nämä tiedot. Statusten perusteella sanoman vastaanottaja pystyy tekemään arvion tiedon luotettavuudesta. Statuksia käytiin jo aiemmin läpi tässä luvussa. (Rissanen et al. 2010)

PRODAT-sanomilla välitetään tietoja asiakkaan sopimuksista ja niiden muutoksista sekä käyttöpaikka- ja sopimustietojen muutoksista. PRODAT-sanomia lähettävät sekä verkkonhaltija että sähkönmyyjä ja PRODAT-sanomaliikenne onkin erittäin tärkeä viestintäkanava näiden yhtiöiden välillä. (Ediel sanomavälityksen yleiset sovellusohjeet 2013)

Sekä MSCONS-sanomiin, että PRODAT-sanomiin voi pyydettyä saada APERAK-kuittauksen. APERAK-kuittauksella käytetään sovellustason kuittauksiin sekä mahdollisesta sanomassa ilmoitetun virheellisen tiedon ilmoittamiseen. APERAK-kuittauksella voidaan käyttää joko koko sanoman että sen osien hyväksymisessä. Positiivinen APERAK on merkki vastaanottajalle siitä, että toimenpiteisiin ei tarvitse ryhtyä. Negatiivinen APERAK sen sijaan vaatii aina manuaalista käsittelyä vastaanottajalta. (Ediel sanomavälityksen yleiset sovellusohjeet 2013)

Välitettäessä mittaustietoja MSCONS-sanomana vastaanottajan on mahdollista lähettää negatiivinen APERAK-kuittaus, vaikka MSCONS-sanoman lähettäjä ei olisi kuittauksella pyytänyt, jos sanoma sisältää virheellistä aikasarjaa. Virheellinen aikasarja on tällöin lähetettävä uudestaan, jotta vastaanottaja saa tarvitsemansa tiedot kuntoon omiin järjestelmiinsä. Yleinen käytäntö on, että PRODAT-sanomat kuitataan aina APERAK-kuittauksella (Poikela 2012). (Ediel sanomavälityksen yleiset sovellusohjeet 2013)

### 3. AIKASARJOJEN LAATU

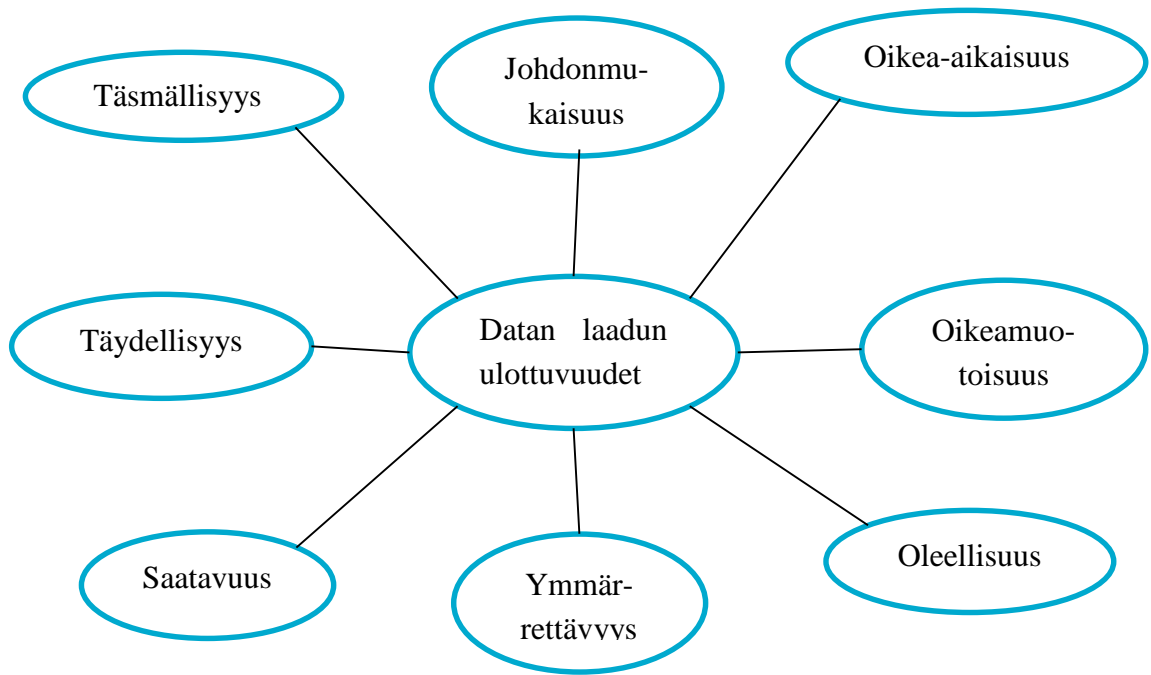
Tiedon laatu on viime vuosien aikana alkanut kiinnostaa yrityksiä entistä enemmän. Tiedon laatu voidaan nähdä liiketoiminnan kannalta yhtenä erittäin kriittisenä tekijänä, sillä monessa tilanteessa tiedon laatu liittyy yrityksen toiminnan tehokkuuteen. Tiedon laatu voidaan määritellä niin, että oikea, mahdollisimman hyvälaatuinen tieto on oltava käytettävissä oikea-aikaisesti, jotta tietoa voidaan hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla. Hyvälaatuinen tieto helpottaa yrityksen päätöksentekoa ja auttaa yrityksen eri prosessien kehityksessä. (Glumow 2009)

Tämän diplomityön päätavoitteena on tarkastella mittaustietojen hallintaa prosessina ja tunnistaa erilaiset prosessiin vaikuttavat tekijät ja kipukohdat sekä kehittää prosessia entistä toimivammaksi. Prosessin kehityksessä avainasemassa on erilaisten tiedon laatutekijöiden tunnistaminen ja analysoiminen ja tästä syystä seuraavissa kappaleissa käsitellään tiedon laatua ja niihin vaikuttavia tekijöitä.

Hyvä tiedon laatu vaikuttaa myös suoraan yrityksen taloudelliseen toimintaan ja siitä syystä tässä diplomityössä pyritään käsittelemään myös taloudellisia näkökulmia. Elenia tulee käyttämään kaikkien käyttöpaikkojen laskutuksessa vuoden 2016 alusta alkaen aikasarjoja, joten niiden laadun on oltava erittäin hyvällä tasolla, jotta asiakkaiden laskutus saadaan hoidettua mahdollisimman luotettavasti ja oikea-aikaisesti.

#### 3.1 Tiedon laatu

Datan laatu tutkimuskohteena on aihealue, joka jakaa mielipiteitä hyvin paljon. Ei ole olemassa selkeitä asioita, joiden avulla tiedon laatua kehitetään paremmaksi, vaan jokaisella liiketoiminta-alalla tiedon laatuun vaikuttavat asiat ovat hyvin erilaisia ja myös esimerkiksi organisaatiosta riippuvia (Glumow 2009). Tiedon laatua voidaan analysoida hyvin eri tavoin ja yksi analysointikeino on erilaisten datan laadun ulottuvuuksien avulla tehtävä analyysi (Glumow 2009). Datan ulottuvuuksia voidaan tunnistaa useita erilaisia ja tutkijasta riippuen tiedon ulottuvuudet määritellään hieman eri tavalla tai niiden painoarvo datan laadun analysoinnissa määritetään erilaiseksi. Tässä diplomityössä tarkastellaan tiedon laatua kahdeksan eri ulottuvuuden avulla ja nämä ulottuvuudet on esitetty kuvassa 3.1.



**Kuva 3.1** Tiedon laadun ulottuvuudet (Glumow 2009)

**Täsmällisyys** Yksi yleisimmistä tiedon laadun ulottuvuuksista on täsmällisyys, joka kuvaa kuinka luotettavaa ja hyvin sertifioitua analysoitava tieto on ja kuinka hyvin se mittaa tosielämän tilannetta (Cappiello et al. 2003). Elenian tapauksessa mittaustiedon laadun täsmällisyyttä voidaan arvioida sillä, kuinka paljon tietokannassa olevista energiamittaus-tiedoista on saatu mitattua mittarilta todellisuudessa ja moniako näistä mitatuista arvoista on jouduttu jollakin keinolla arvioimaan. Arvioidut arvot vaikuttavat tiedon täsmällisyyteen heikentävästi. Energiamittaus-tiedon täsmällisyyteen vaikuttaa myös mittarilta saadun datan mittaustarkkuus, sillä toisinaan mittaustiedot saadaan mittarilta tarkemmin kuin mitä niitä tallennetaan mittaustietokantaan, joten tällöin arvojen pyöristykset vaikuttavat datan täsmällisyyteen.

**Johdonmukaisuus** Tiedon johdonmukaisuus kuvaa sitä, kuinka homogeenistä tietokantaan tallennettu tieto on sekä arvoisällöltään että muodoltaan, kun tarkoitetaan jotakin tiettyä tosielämää kuvaavaa asiaa (Pipino et al. 2002). Toisin sanoen tiedon on oltava aina samassa formaatissa tietokannassa, jotta tiedon johdonmukaisuus ei kärsi (Glumow 2009). Energiamittauksissa tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että mittausdatan tulisi olla mittaustietokannassa kaikilta käyttöpaikoilta samassa yksikössä, eli esim. kWh tai kVARh. Lisäksi tiedon tulisi olla käyttöpaikasta riippumatta tallennettuna samalla tarkkuudella riippumatta sähkömittarin mittaustarkkuudesta.

**Oikea-aikaisuus** Tiedon oikea-aikaisuus voidaan myös luokitella yhdeksi tiedon laadun ulottuvuudeksi (Pipino et al. 2002). Oikea-aikaisuus tarkoittaa tiedon iän lisäksi myös esimerkiksi aikaleimoja, ajankohtaa, jolloin tieto on saapunut tietokantaan, tiedon muokausajanhetkeä sekä tiedon hyödyntämisaikahetkeä (Glumow 2009). Sähkömittareilla

tiedon aikaleimojen on siis oltava oikein ja tieto on saatava oikea-aikaisesti siirrettyä sähkömittareilta luentajärjestelmään. Mittaustietokannassa vääriä arvoja joudutaan joskus korjaamaan ja tieto korjausajanhetkestä on tärkeää säilyttää tietokannassa. On erittäin tärkeää, että sähkönkulutusdata on laskutuksen käytössä oikea-aikaisesti, eli silloin, kun asiakkaan lasku on tarkoitus muodostaa. Oikea-aikaisuuteen liittyvä yksi kysymys on myös se, milloin tieto vanhentuu. Lain mukaan mittaustiedot tulee säilyttää vähintään kuuden vuoden ajan, joten kuuden vuoden jälkeen datan voidaan olettaa olevan jo vanhentunutta (Rissanen et al. 2010).

**Oikeamuotoisuus** Tiedon oikeamuotoisuus kertoo kuinka tarkasti tietokannan tieto vastaa sille asetettuja vaatimuksia esimerkiksi arvoalueen ja arvojoukon muodossa (Glumow 2009). Energiamittaustiedolla tämä tarkoittaa esimerkiksi mittaustiedon tarkkuutta tietokannassa. Mittaustietokantaan tuleva data käy tietokannassa läpi validointiprosessin, jossa selvästi väärät arvot poistetaan ja korvataan mittaustiedon hallintajärjestelmän arvioimilla arvoilla. Arvioituja arvoja voidaan syöttää lisäksi mittaustietokantaan myös käyttäjien toimesta. Elenian mittaustietokannan tekemiä arvioituja kulutustietoja voidaan tunnistaa käyttäjän tekemistä arvioituista arvioista niin, että sähkönkulutustieto on ilmaistuihin monella desimaalilla mittaustietokannassa verrattuna mitattuna saatuihin arvoihin. Toisaalta tätä oikeasta muodosta poikkeavaa dataa voidaan käyttää myös hyväksi, kun halutaan helposti ja nopeasti tunnistaa esimerkiksi liian monta desimaalia sisältäviä roska-arvoja.

**Oleellisuus** Tiedon oleellisuus on yksi tiedon ulottuvuuksista ja se kuvaa tiedon tarpeellisuutta ja sitä, kuinka hyödyllistä kerätty tieto on (Pipino et al. 2002). Toisin sanoen tiedon oleellisuutta tarkasteltaessa tulisi selvittää, että kerätäänkö sähkömittareilta jotakin sellaista dataa, jota ei täysin hyödynnetä, sillä tiedon oleellisuus heikkenee turhan tiedon takia. Tällainen data voi olla mahdollisesti ollut aiemmin elintärkeää, mutta ei välttämättä enää tällä hetkellä olekaan niin oleellista, sillä tarpeet ja toiminnot ovat muuttuneet. Sähkömittareilta kerätään ylös esimerkiksi sähkökatkotietoja, joiden keräämisen laki edellyttää (Rissanen et al. 2010). Sähkökatkotietoja saadaan muun muassa käytöntukijärjestelmästä, joten sähkökatkotietojen keräämisestä sähkömittareilta voidaan olla montaa eri mieltä.

Useilta sähkömittareilta kerätään tuntilukemien lisäksi päivittäin vuorokaudenvaihteen lukema ylös ja näistä lukemista voidaan muodostaa päiväsarja, joka kertoo päivittäisestä sähkönkulutuksesta. Päiväsarjan oleellisuutta on syytä tarkastella uudestaan varsinkin sen jälkeen, kun laskutuksessa siirrytään kokonaan käyttämään tuntisarjoja. Päivälukemien tallentaminen täyttää sähkömittareiden muistia, mutta päivälukemia pystytään kuitenkin hyödyntämään, jos tuntisarjoja täytyy manuaalisesti korjata. Päiväsarjojen tallentamisen oleellisuutta on kuitenkin syytä miettiä tulevaisuuden sähkömittareissa ainakin siltä kannalta, että tarvitaanko sähkömittareilta päivälukema päivittäin, vai voitaisiinko tieto lukea esimerkiksi kerran viikossa (AMR 2030 2015).

**Ymmärrettävyys** Tiedon ymmärrettävyydellä tarkoitetaan sitä, että tietoa hyödynnettäessä sen on oltava sellaisessa muodossa, että tiedon käyttäjä pystyy sen ymmärtämään (Pipino et al. 2002). Jakeluverkkoyhtiön kannalta on selkeää, että energiamittaus tietoa osataan tulkita ja käsitellä oikein, mutta sama data annetaan myös asiakkaiden käyttöön esimerkiksi erilaisissa internet-palveluissa. Internet-palveluissa pitäisi myös varmistaa asiakkaan näkökulmasta tiedon ymmärrettävyys esimerkiksi niin, että asiakas pystyy valitsemaan oman datansa esitysmuodoksi esimerkiksi erilaisia diagrammeja tai asiakas voi verrata omaa sähkönkulutustaan muihin. Asiakkaalle olisi myös hyvä pystyä osoittamaan Internet-palvelussakin, jos mittausdataa ei ole saatu suoraan mittarilta, vaan dataa on jouduttu jollakin keinolla arvioimaan. Jos asiakas ei saa tällaista tietoa, niin arvioitu sähkönkulutus voi aiheuttaa ihmetystä.

Tiedon ymmärrettävyys nousee myös oleelliseksi tekijäksi siinä kohtaa, kun asiakas ei näekään enää sähkölaskultaan sähkönkulutuksesta kertovia mittarilukemia, vaan ainoastaan aikajaksolla kuluneen sähkönenergian määrän. Laskutuksessa asiakkaan näkökulmasta tiedon ymmärrettävyyttä voi heikentää myös tilanne, jossa verkkoyhtiön ja sähkönmyyjän laskut saattavat erota toisistaan. Sähkönsiirto ja -myyntilaskujen tulisi olla keskenään vertailtavissa, mutta erilaiset laskutusjaksot tai –tavat voivat vaikuttaa asiakkaan laskutukseen. Erilaisista laskutusmalleista kerrotaan lisää luvussa 3.3. (Siewert 2015)

**Saatavuus** Tärkeä tiedon laadun ulottuvuus on myös tiedon saatavuus ja se on tietojärjestelmään liittyvä laatuksiteeri. Tiedon saatavuus tarkoittaa sitä, että tieto on helposti saatavilla ja järjestelmään on pääsy tarvittaessa (Glumow 2009). Saatavuudella tarkoitetaan myös sitä, että ainoastaan ne tahot pääsevät käsiksi tietoihin, joiden kuuluukin niitä käsitellä. (Pipino et al. 2002). Jakeluverkkoyhtiö lähettää sähkönkulutustiedot sähkönmyyjille ja Fingridille MSCONS-sanomina, mutta myös esimerkiksi erilaisten konsulttiyhtiöiden on mahdollista vastaanottaa asiakkaidensa sähkönkulutustietoja MSCONS-sanomilla. Tällöin kolmannella osapuolella on oltava asiakkaan valtakirja, jotta verkkoyhtiö voi luovuttaa asiakkaan tietoja kolmannen osapuolen käyttöön. Asiakkaalla itsellään on oikeus omaan sähkönkulutustietoonsa, ja asiakas pääsee näihin tietoihin helposti ja vaittomasti käsiksi Internet-palveluiden välityksellä.

**Täydellisyys** Tiedon täydellisyys tarkoittaa sitä, kuinka kattavasti ja yksiselitteisesti tietokannassa oleva tieto kuvaa tosielämän tilannetta (Pipino et al. 2002). Toisin sanoen se kertoo kuinka täydellisesti sähkölasku on onnistunut mittaamaan sähkönkulutusta ja tämä data on vielä onnistuneesti saatu siirrettyä mittaustietokantaan. Datan täydellisyyttä heikentää, jos tietokannassa olevia arvoja on jouduttu muokkaamaan, jolloin arvot eivät enää vastaa täydellisesti tosielämän tilannetta, eli mitattua sähkönkulutusta. Sähkölaskun vikaantuminen tai luentayhteyden katkeaminen heikentävät tiedon täydellisyyttä, mutta esimerkiksi luentaongelmissa todellinen mitattu data saatetaan saada mittarilta vielä viiveellä sitten, kun mittari saadaan luettua joko etäyhteyden avulla tai paikan päällä.

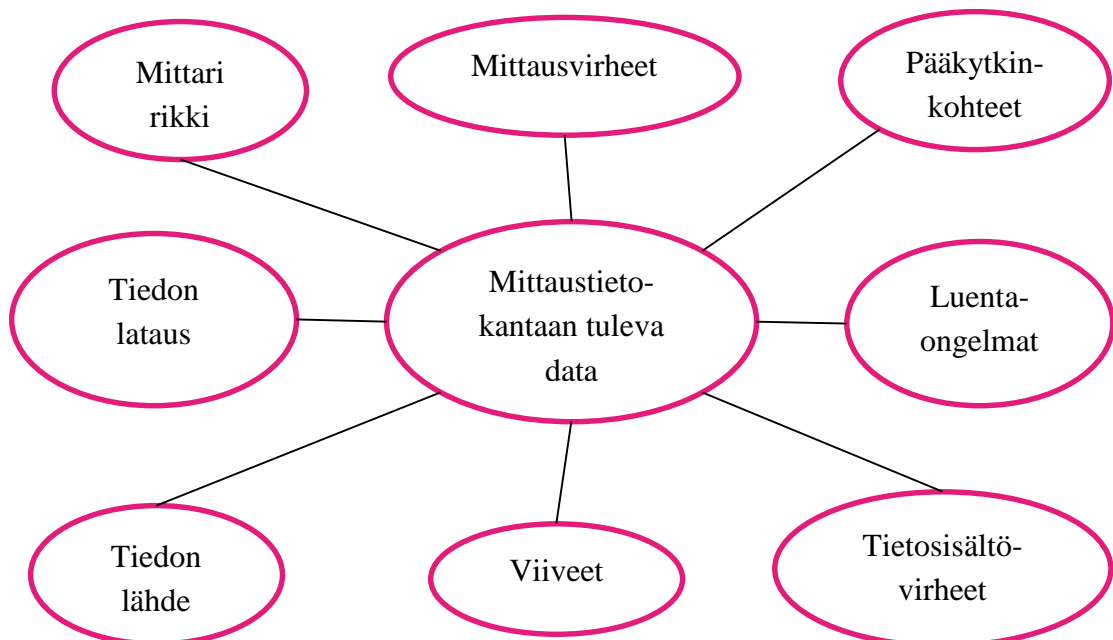
## 3.2 Aikasarjojen laatuun vaikuttavat asiat

Kuten jo aiemmin luvussa 2 käsiteltiin, sähkökulutustiedon siirtyminen sähkömittarilta sähkölaskulle on useita eri vaiheita sisältävä prosessi ja tämä mittaustiedon tiedonsiirto- ketju esitettiin myös kuvassa 2.1. Datan on kuitenkin pysyttävä koko prosessin ajan laadukkaana, muuttumattomana ja luotettavana, jotta data on sellaisenaan käyttökelpoista esimerkiksi laskutuksessa.

Mittaustiedon hallintajärjestelmä MDMS toimii datan varastointipaikkana, joten on luontevaa tarkastella datan laatuun vaikuttavia tekijöitä sen mukaan, kuinka laadukasta data on tullessaan mittaustietokantaan sekä millä tasolla datan laatu on, kun se lähetetään mittaustietokannasta sähkömarkkinaosapuolille, asiakkaiden nähtäville Internet-palveluihin sekä Elenian omaan käyttöön kuten esimerkiksi laskutukseen. Datan laatutekijöiden tunnistaminen on avainasemassa siinä, miten datan laatuun voidaan tulevaisuudessa kiinnittää enemmän huomiota ja millä keinoilla laatua voidaan parantaa nykyiseltä tasolta vieläkin paremmaksi.

### 3.2.1 Mittaustietokantaan tulevan datan laatuun vaikuttavat tekijät

Mittaustietokantaan tuleva data kerätään sähkömittareilta ensin luentajärjestelmiin ja sieltä data siirretään mittaustiedon hallintajärjestelmään. Kuvassa 3.2 on esitetty mittaustietokantaan tulevan datan laatuun vaikuttavia tekijöitä.



*Kuva 3.2 Mittaustietokantaan tulevan datan laatuun vaikuttavat tekijät*

**Mittari rikki** Sähkömittarin vikaantuminen vaikuttaa oleellisesti datan laatuun. Usein sähkömittari rikkoutuu niin, että etäluentayhteys mittarille katkeaa ja mittaustiedon hallintajärjestelmä alkaa arvioida sähkönkulutusta tuntisarjaan. Kun mittari mennään asentajan toimesta vaihtamaan käyttöpaikalle, niin joskus mittarilta on mahdollista saada luettua mittarilukema vielä paikan päällä, jos mittari on kuitenkin pystynyt vielä mittaamaan sähkönkulutusta. Joidenkin sähkömittareiden tapauksessa mittareilta pyritään lukemaan myös mahdolliset aikasarjat ja muodostamaan niistä tiedosto, joka voidaan ladata luentajärjestelmään aivan kuin sähkönkulutusdata olisi saatu etäyhteydellä luettua suoraan mittarilta.

Toisinaan mittarin näyttökin on voinut vaurioitua niin, että varmaa tietoa asiakkaan sähkönkulutuksesta ei enää ole ja tällöin asiakkaan kulutus on arvioitava. Mittari voi myös rikkoutua niin, että esimerkiksi yhtä vaihetta ei enää pystytä mittaamaan tai mahdollisesti jo mittarin asennuksessa yksi tai useampi vaihe on jäänyt puuttumaan mittauksesta. Tällaista kulutuksen pienenemistä on vaikeampi havaita, ja joskus voi mennä pitkään aika ennen kuin tällaisissa tapauksissa huomataan sähkömittarin vioittuminen.

Mittarin vikaantuminen voi toisinaan ilmetä niinkin erikoisella tavalla, että aikasarjassa havaitaan yksittäisiä kummallisia arvoja, vaikka data tulisikin mitattu-statuksella mittarilta aina mittaustietokantaan asti. Tällaiset mitatut arvot kertovat yleensä siitä, että mittari täytyy vaihtaa. Näitä arvoja pystytään kohtalaisen helposti löytämään aikasarjoista erilaisten vertailujen avulla, kuten vertaamalla tuntiaikasarjasta laskettua sähkönkulutustietoa päivittäin tallennettuihin kulutuslukemiin.

**Mittausvirheet** Mittausvirheet tai asennusvirheet tapahtuvat yleensä mittarin asennuksen yhteydessä tai jos asiakkaan keskuksella tehdään muita sähkötöitä, kuten muutetaan pääsulakekokoa tai esimerkiksi virtamuuntajien suuruutta. Mittausvirheet voivat olla täysin inhimillisiä asennusvirheitä tai raportointivirheitä. Raportointivirheitä voi sattua esimerkiksi epäsuoran mittarin asennuksen yhteydessä, kun asentaja lukee virtamuuntajien kertoimet ja ohjelmoi ne virheellisesti mittarille, jolloin energiamittaustiedoista tulee virheellisiä. Monimittauskeskuksissa esimerkiksi kerrostalokohteissa tietyillä mittalaitteilla asentajan on asetettava mittareille oikeat tietoliikenneportit, jotta luenta onnistuu oikein master-mittarin välityksellä, jonka tehtävänä on lähettää mittaustiedot luentajärjestelmään (Kuhno 2015). Jos portit jäävät asentamatta tai raportoimatta, niin luentayhteys mittarille ei toimi.

Mittarinvaihdon yhteydessä saattaa toisinaan myös käydä niin, että asentaja on vaihtanut paikan päällä eri mittarin kuin mihin hänen työtilauksensa on viitannut ja tällöin verkko-yhtiön järjestelmiin on mittarinvaihto tehty väärälle käyttöpaikalle, jolloin käyttöpaikkojen mittarit ovat ristissä. Ristiin asennetut mittarit ovat kiusallisia virheitä, mutta tapauksia paljastuu aina silloin tällöin ja näissä tapauksissa asiakkaiden laskutusta saatetaan joutua korjaamaan jopa hyvin pitkänkin aikaa taaksepäin. (Harju 2015)



Toisinaan on mahdollista, että epäsuora mittari ei mittakaan ollenkaan kulutusta kytkentävirheen takia, jolloin mittarilta saadaan arvoksi koko ajan nolaa, vaikka sähkökäyttöä olisikin todellisuudessa. Joskus johdot voivat olla väärin päin, jolloin sähkönkulutus mitataankin tuotannoksi. Tällöin mittarilta saadaan sähkönkulutustiedoksi nolaa, tai yhden tai kahden vaiheen mittaus kertyykin tuotannon mittauksen rekisteriin. Asennuksen yhteydessä on myös mahdollista, että yksi tai useampi vaihe jää mittaamatta. Mittaustiedon laadun kannalta mittausvirheet ovat erittäin kriittisiä ja toisinaan aika vaikeasti havaittavia, sillä asiakkaan sähkönkulutus voi luonnollisesti vaihdella suurestikin ilman, että mittarilla olisi minkäänlaisia ongelmia. Mittausvirheitä ei voida kuitenkaan täysin välttää, mutta esimerkiksi mittarilta pitkään tulevan mitatun nollosarjan kohdalla asiaa tulisi tutkia nykyistä tehokkaammin, jotta mahdolliset kytkentävirheet saataisiin havaittua aiempaa nopeammin.

Joskus aikasarja saattaa jäädä saamatta mittarilta myös siksi, että mittarille ei ole asetettu oikeita parametreja aikasarjojen tallennuksen mahdollistamiseksi. Osa mittareista voidaan kuitenkin ohjelmoida etäyhteyden avulla, jolloin parametrit saadaan asetettua oikeiksi ja mittaria ei tarvitse vaihtaa uuteen. Myös virtamuuntajätietoja voidaan ohjelmoida etänä, jos oikeat tiedot saadaan myöhemmin. Mittarit saattavat toisinaan olla kykenemättömiä aikasarjojen tallennukseen myös vikaantumisen takia, eli parametrit saattavat olla kunnossa, vaikka mittari ei tallennakaan aikasarjoja. Tällöin mittarilla on muistivika ja se on vaihdettava viallisena mittarina (Kuhno 2015).

**Pääkytkinkohteet** Pääkytkinkohteet, tarkoittavat sellaisia käyttöpaikkoja, joilla asiakas katkaisee sähköt välillä pääkytkimestä, joka sijaitsee jakeluverkosta katsottuna ennen sähkömittaria. Tällöin sähköt katkeavat myös sähkömittarilta ja etäluentayhteys mittarille menetetään sähkökatkon takia. Pääkytkinkohteet ovat tyypillisesti kesämökkejä tai muita vapaa-ajan asuntoja, joilla tyypillisesti on tarvetta sähkönkäytölle vain osan aikaa vuodesta. Pääkytkinkohteet ovat verkkoyhtiön kannalta erityisen haastavia, sillä luentayhteyden katketessa verkkoyhtiö ei voi koskaan olla varma onko mittari mahdollisesti vikaantunut, vai onko asiakas tarkoituksella avannut pääkytkimen. Elenialla pääkytkinkohteita käsitellään niin, että luentayhteyden katketessa tunnetulla pääkytkinkäyttöpaikalla oletetaan tilanteen johtuvan pääkytkimen avaamisesta ja näiltä käyttöpaikoilta lähetetään MSCONS-sanomina arvioitua nolaa sähkönmyyjälle.

Kun pääkytkinkohteella on sähköt yhtäjaksoisesti tarpeeksi pitkän ajan pois päältä, sähkömittari hukkaa kellonajan. Kun sähköt seuraavan kerran kytketään taas käyttöpaikalla päälle, niin osa mittareista saa päivitettyä itsensä oikeaan aikaan vasta seuraavan luennan yhteydessä (Kuhno 2015). Tästä aiheutuu se, että muutamien yksittäisten tuntien sähkönkulutusta ei saada mittaustiedon hallintajärjestelmään asiakkaan tuntisarjaan, vaan näissä tapauksissa tuntiarvot on korjattava mittaustietokantaan manuaalisesti. Pääkytkinkohteet siis heikentävät mittaustiedon laatua, sillä yksittäisten tuntien sähkönkulutuksen osalta arvioitu tuntisarja ei koskaan täysin vastaa todellista sähkönkulutusta. Pääkytkinkohteilla pääkytkimen ohitus niin, että sähkömittarilla sähköt pysyvät päällä aina tai pääkytkimen

sijoitus sähkömittarin jälkeen, parantaisi huomattavasti sähkökatkoista johtuvia tiedon laadun heikentymisiä (Kuhno 2015). Pääkytkinkohteissa myös asiakkaan neuvominen olisi tärkeää, sillä osa sähkömittareista sisältää on/off-kytkimen, josta painamalla sähköt on mahdollista katkaista käyttöpaikalta niin, että sähkömittarille jää kuitenkin vielä sähköt päälle. Pääkytkinkäyttöpaikkoja on erittäin runsaasti Elenian verkkoalueella ja tiedon laadun näkökulmasta näille käyttöpaikoille on tulevaisuudessa kehitettävä uusia toimintamalleja.

**Luentaongelmat** Sähkömittareiden luentaongelmat vaikuttavat myös erittäin suuresti tiedon laatuun. Kuten jo aiemmin kerrottiin, niin luentayhteys mittarille katkeaa, jos sähköt katkaistaan mittarilta. Lisäksi mittarin vikaantuminen aiheuttaa toisinaan luentayhteyden katkeamisen. Luentayhteyteen aiheuttavat ongelmia myös esimerkiksi matkapuhelinverkon kuuluvuusongelmat, jolloin mittari saatetaan saada luettua vain erittäin harvoin tai pahimmassa tapauksessa sitä ei saada luettua etäyhteyden avulla ollenkaan. GSM- ja GPRS-yhteyttä käyttävien sähkömittareiden tapauksessa voidaan mittarille asentaa erilaisia lisäantenneja, joilla kuuluvuutta voidaan parantaa (Kuhno 2015). Antennit pitää lisäksi suunnata oikein, jotta niillä voidaan saavuttaa maksimaalinen hyöty. Toisinaan heikon kuuluvuuden käyttöpaikoilla voidaan käyttää toista matkapuhelinoperaattoria sähkömittarin luennassa, jos sillä tavalla saadaan mittarin luentayhteys luotettavammaksi (Vuorinen 2015a).

Sähköverkkotiedonsiirtoa käyttävät PLC-mittarit ovat erityisen herkkiä luentaongelmille. PLC-tekniikassa sähkönkulutustieto kulkee pienjänniteverkossa sähköverkkoa pitkin, jolloin sähköverkossa sopivilla taajuuksilla esiintyvät erilaiset häiriöt voivat haitata sähkönkulutustiedon tiedonsiirtoa (Piispanen 2010). PLC-häiriöitä aiheuttavat usein esimerkiksi vanhat sähköverkossa olevat sähkölaitteet, jotka toimivat suunnilleen samoilla taajuuksialueilla sähköverkkotiedonsiirron kanssa. Tällaisia ovat esimerkiksi erilaiset hakkuriteholähteet ja antennivahvistimet (Harju 2015). Näissä tapauksissa sähkömittareiden luentayhteyttä voidaan parantaa poistamalla verkosta häiritseviä laitteita sekä käyttämällä erilaisia suodattimia (Harju 2015).

**Tietosisältövirheet** Järjestelmissä esiintyvät tietosisältövirheet ovat yksi suurimmista datan laatuun vaikuttavista tekijöistä. Tyypillisissä tietosisältövirheissä on takana ihmisen tekemä manuaalinen työ, jonka johdosta järjestelmiin raportoidut tiedot voivat olla virheellisiä. Esimerkiksi mittarin tyyppi on virheellinen tai mittarin asennuksessa tai poistossa järjestelmiin kirjattu mittarin alku- tai loppulukema on virheellinen (Harju 2015). Datan laatua heikentävät myös esimerkiksi virheelliset osoitetiedot tai väärä tieto pääsulakekoosta.

Kriittinen esimerkki järjestelmässä esiintyvistä tietosisältövirheistä on se, että asiakkaan muutto on järjestelmässä kirjattu väärälle käyttöpaikalle. Tällaiset virheet ovat mahdollisia pääasiassa kerrostalokohteissa. Virheellisen muuton kirjaamisen takia sähkölaskuja saatetaan lähettää väärälle asiakkaalle ja sähkönkulutustietoja väärälle sähkönmyyjälle.

Näissä tapauksissa asiakkaiden laskutuksia joudutaan jälkikäteen korjaamaan. (Harju 2015)

**Viiveet** Erilaiset viiveet heikentävät mittaustiedon laatua, sillä viiveen sattuessa mittausdata ei välttämättä ole oikea-aikaista. Pahimmassa tapauksessa mittaustiedot toimitetaan sähkömarkkinaosapuolille vasta taseikkunan sulkeutumisen jälkeen, jolloin tasevirheitä joudutaan korjaamaan jälkikäteen (Välipirtti 2015). Tasevirhekorjauksia käydään yksityiskohtaisesti läpi tämän työn luvussa 5. Viiveitä mittausdatan siirtymisessä mittaustietokantaan aiheuttavat tietysti mittarin vikaantumiset ja luentaongelmat, mutta myös esimerkiksi asentajien työkuittausten viivästyminen, jolloin verkkoyhtiö saa viiveellä tiedon mittarilla tehdyistä muutoksista, asennuksesta tai mittarinpoistosta. Viiveiden välttämiseksi asentajien tulisi kuitata tekemänsä työt aina välittömästi paikan päällä (Järvenpää 2015).

Viiveitä aiheuttavat myös tietojen manuaalinen käsittely eri järjestelmissä. Esimerkiksi uuden mittarin asennuksessa tiedot tulee viedä eri järjestelmiin aina tietyssä järjestyksessä ja työvaiheita tehdään useissa eri tiimeissä. Usein esimerkiksi uuden mittaroinnin yhteydessä energiamittaustiedot saadaan mittaustiedon hallintajärjestelmään suurella viiveellä, jolloin on saattanut kulua jo runsaasti aikaa siitä, kun mittari on fyysisesti asennettu käyttöpaikalle.

Viiveitä energiamittaustiedoissa tapahtuu myös silloin, kun mittaustietoja on manuaalisesti korjattava mittaustietokantaan. Suurin osa viiveistä johtuu siitä, että olemassa olevilta raporteilta ei saada tarkkoja tietoja niistä käyttöpaikoista, joiden aikasarjoja on manuaalisesti korjattava. Korjausta vaativat aikasarjat tulevat viiveellä ilmi ja tällöin aikaa on mahdollisesti kulunut jo niin paljon, että taseikkuna on ehtinyt sulkeutua ja korjattu aikasarja joudutaan ottamaan huomioon tasevirhelaskennassa (Kangas 2015a). Näihin viiveisiin on mahdollista puuttua kehittämällä raportointia niin, että korjausta vaativat aikasarjat jäävät mahdollisimman nopeasti kiinni erilaisilla raporteilla ja aikasarjat saadaan kuntoon mittaustietokantaan niin nopeasti kuin mahdollista.

**Tiedon lähde** Mittaustietokantaan tulevan datan laatuun vaikuttaa myös tiedon lähde eli se, mistä luentajärjestelmästä data tietokantaan tulee. Luentajärjestelmiä on erilaisia joh-tuen laajasta mittarikannasta ja useista yhteistyökumppaneista, mutta myös erikoisia mit-tausjärjestelmiä varten on olemassa omat ratkaisunsa. Joidenkin erityisten käyttöpaikko-jen kohdalla verkkoyhtiön on laskettava yhteen useiden eri mittareiden mittaustietoja tai vähennettävä päämittauksesta alamittausten sarjoja ja muodostettava näistä summasar-joja, joita hyödynnetään laskutuksessa (Vuorinen 2015a). Erityiskäyttöpaikkojen osalta on otettava huomioon, että mittaustiedon hallintajärjestelmään energiamittausdata voi tulla vain yhdestä lähteestä, eli yhdestä luentajärjestelmästä (Kajander 2015b). Energia-mittaustiedon laatu saattaa heikentyä huomattavasti, jos tietty mittausdata otetaan epä-huomiossa mukaan taseisiin useamman kerran. Tästä syystä datan lähde on huomioitava mittaustietokantaan tulevan datan osalta.

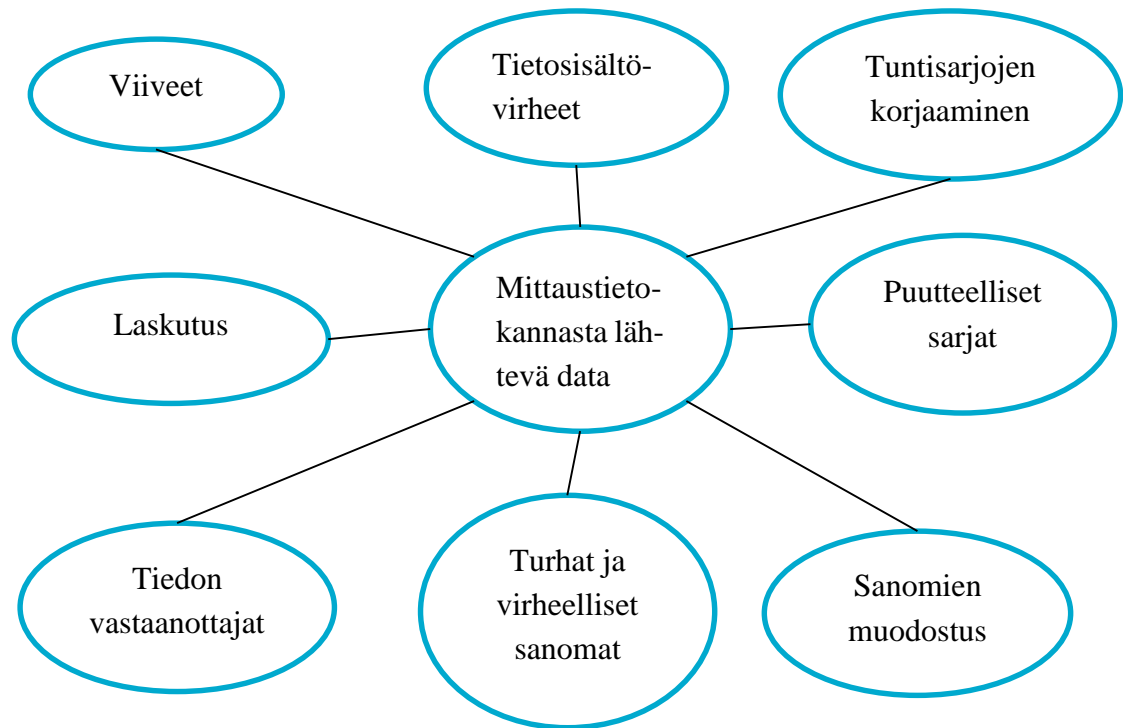
**Tiedon lataus** Datan latausprosessi eli tiedon siirtäminen luentajärjestelmistä mittaustiedon hallintajärjestelmään on myös oma automatisoitu prosessinsa, jossa data muutetaan mittaustietokantaan sopivaksi erilaisten konversioiden avulla, jotta se saadaan tallennettua oikea-muotoisena MDMS:n. Tietosisältö itsessään on kuitenkin siirrettävä muuttumattomana luentajärjestelmästä mittaustietokantaan. Datan lataaminen on myös tehtävä mahdollisimman nopeasti, jotta data on oikea-aikaista ja käytettävissä aina heti silloin kuin sitä tarvitaan. Erityisenä haasteena datan latauksessa on se, että dataa tulee Elenian mittaustietokantaan useista eri lähteistä ja yhteistyökumppaneilta ja jokainen käyttää erilaista muotoa datan toimituksessa. Tällöin muunnokset Elenian mittaustietokantaan on tehtävä huolella, jotta datan laatu ei kärsi tässä vaiheessa. (Kajander 2015b)

Tiedon latauksessa mittaustietokantaan on erotettava myös ei-automaattinen puoli, eli käyttäjien toimesta tehtävä energiamittaustietojen lataus mittaustietokantaan. Normaalisti käyttäjät lataavat mittaustietoja vain silloin, kun arvoja on jouduttu muuttamaan manuaalisesti esimerkiksi epävarman tuntisarjan korjaamisessa tai mittausvirheen tapauksessa. Käyttäjä lataa energiamittaustiedot tietyssä muodossa, mutta ladattavan tiedoston koko ei saa olla liian suuri tai tällöin voi käydä niin, että tiedosto ei lataudu kokonaan (Kangas 2015a).

Datan latausprosessi kaiken kaikkiaan on hyvin kriittinen ja tiukasti ajastettu prosessi, jossa tapahtuvat virheet aiheuttavat automaattisesti viiveitä myös mittaustietokannasta ulos lähtevään dataan. Tiedon latausprosessissa yhteistyö eri kumppaneiden välillä korostuu entisestään, sillä yhteistyökumppaneiden tekemät muutokset omiin järjestelmiinsä näkyvät saman tien datan laadussa. Niinkin pienet asiat kuin tiedostojen nimeämiset tai lähetettyjen tiedostojen määrät vaikuttavat kriittisesti siihen, että tietoa ei välttämättä saada oikea-aikaisesti mittaustiedon hallintajärjestelmään. (Kajander 2015b)

### **3.2.2 Mittaustietokannasta lähtevän datan laatuun vaikuttavat tekijät**

Mittaustietokannasta lähtevän datan laatuun vaikuttavat hyvin pitkälti samat tekijät kuin mittaustietokantaan tulevan datan laatuunkin, mutta ulos lähtevään dataan vaikuttaa näiden lisäksi myös useita muita asioita. Mittaustietokantaan tuleva data käy läpi validointiprosessin ja kelpaamattomat arvot hylätään tässä prosessissa, joten kannasta ulospäin lähtevä data on laatusisällöltään parempaa ja luotettavampaa kuin mittaustietokantaan sisälle tuleva data. Mittaustietokannasta lähtevän datan laatuun vaikuttavat useat eri tekijät ja näitä on esitetty kuvassa 3.3. Kuten kuvasta 3.3 nähdään, osa kohdista on samoja kuin kuvassa 3.2, kuten tietosisältövirheet ja viiveet, mutta mittaustietokannasta lähtevän datan laatuun ne kuitenkin vaikuttavat hieman eri tavalla kuin kantaan tulevan datan tapauksessa.



**Kuva 3.3** Mittaustietokannasta lähtevän datan laatuun vaikuttavat tekijät.

**Viiveet** Viiveet johtuvat osittain samoista asioista kuin mittaustietokantaan tulevan datan osalta. Mittarien rikkoontumiset ja luentaongelmat aiheuttavat viiveitä tulevaan dataan, joten tietoa ei saada ajoissa lähetettyä sähkömarkkinaosapuolienkaan käyttöön näissä tapauksissa. Viiveitä aiheuttavat kuitenkin myös järjestelmiin tehtävät muutokset, kuten esimerkiksi myyjänvaihto, lukupiirin muuttuminen, käyttöpaikan siirtyminen ylläpidolle ja sopimuksen loppuminen, sillä kaikissa näissä tapauksissa sähkömyyjälle ehtii lähteä vanhentuneita tietoja siihen asti, kunnes esimerkiksi myyjänvaihto tai lukupiirimuutos on ehditty käsitellä järjestelmissä ja muutos on ajettu myös mittaustiedon hallintajärjestelmään (Kajander 2015b).

Mittarinvaihoissa vanhan mittarin loppulukema ja uuden mittarin alkulukema on saatava tietojärjestelmiin ennen kuin mahdollista tuntisarjan manuaalista korjausta voidaan tehdä. Puuttuvat lukemat aiheuttavat siis tuntisarjojen korjaamiseen viivettä, jolloin arvioitua sarjaa ei saada ajoissa sähkömarkkinaosapuolien käyttöön, vaan tällöin taseikkunan sisäpuolella sähkömarkkinaosapuolet joutuvat tyytymään epävarmaan aikasarjaan. Myös esimerkiksi kuuluvuusongelmista kärsivillä käyttöpaikoilla puuttuvat päivälukemat luovat viivettä tuntisarjojen arviointiin, jolloin datan laatu kärsii oikea-aikaisuuden puutteesta. (Kangas 2015a)

**Tietosisältövirheet** Mittaustiedon hallintajärjestelmän ja asiakastietojärjestelmän välillä tietojen vaihtoa eli synkronointia tehdään päivittäin sekä lisäksi kerran viikossa tietokantoja verrataan toisiinsa. Synkronointien teko on ehdoton edellytys laadukkaalle tiedolle. Synkronoinnissa pyritään muun muassa siihen, että molemmissa järjestelmissä on samat

tiedot, jolloin virheet järjestelmien välillä saadaan korjattua ja oikeat tiedot saadaan käyttöön. (Kajander 2015b)

Tietosisältövirheitä aiheuttavat esimerkiksi PRODAT-sanomilla lähetetyt virheelliset tiedot, kuten esimerkiksi virheelliset myyjänvaihdot. Aikasarjat lähetetään sähkömyyjille MSCONS-sanomina sen mukaan, mikä myyjä kullekin käyttöpaikalle ja aikavälille järjestelmissä näkyy (Kajander 2015b). Tällöin on mahdollista, että aikasarjoja lähetetään väärälle myyjälle tai sarjoja ei lähde ollenkaan sähkömarkkinaosapuolille. Myös ristissä olevat mittarit voivat aiheuttaa sen, että sähkökulutustietoja lähetetään väärälle myyjälle väärän käyttöpaikan mittarin takia (Harju 2015).

Inhimillisten virheiden takia järjestelmiin saatetaan joskus tallentaa väärä mittarilukemia esimerkiksi muuttoihin tai myyjänvaihtoihin, ja näistä tallennetuista tiedoista lähtee välittömästi PRODAT-sanomat myös sähkömyyjille. Toisinaan aikasarjoja joudutaan korjaamaan jälkikäteen siksi, että virheellisillä PRODAT-sanomilla on jo ehditty aiemmin ilmoittaa tietoja eri sähkömarkkinaosapuolille ja nämä ovat jo mahdollisesti ehtineet käyttää näitä tietoja omassa laskutuksessaan.

**Tuntisarjojen korjaaminen** Tuntisarjojen manuaalista korjaamista käsitellään tarkemmin myöhemmin tämän työn luvussa 5.2. Tuntisarjojen manuaalisessa korjaamisessa tiedon laatua heikentävä tekijä on se, että korjauksessa ei koskaan päästä siihen tilanteeseen, että aikasarja näyttäisi samalta kuin todellinen mitattu kulutus, vaan korjattu tieto on aina jollakin tavalla arvioitua. Lisäksi tuntisarjan korjaamisessa on aina viivettä, jolloin saattaa käydä niin, että korjausta ei pystytä tekemään taseikkunan sisällä. Korjauksessa datan laatua heikentävä asia on myöskin tariffien huomiotta jättäminen, mutta tätäkin asiaa käsitellään lisää myöhemmin.

**Puutteelliset sarjat** Puutteellisilla aikasarjoilla tarkoitetaan sitä, että mittaustietokannassa ei ole aikasarjoja jollakin tietyllä ajanjaksolla. Kuten on jo aiemmin kerrottu, niin mittaustiedon puuttuessa Elenian mittaustietokanta alkaa arvioida neljän päivän jälkeen puuttuvan tuntisarjan tilalle arvoja. Pääkytkinkäyttöpaikoilla tuntisarjaa ei arvioida tietokantaan, vaan näissä tapauksissa sähkömarkkinaosapuolille lähetetään arvioitua nollaa MSCONS-sanomilla. Kun pääkytkinkohteilla laitetaan seuraavan kerran sähköt päälle, tuntisarjasta puuttuu kulutusta siinä tapauksessa, jos sähkömittarin kello ei ole pysynyt ajassa sähkötöntä ajanjaksoa. Kello saadaan oikeaan aikaan mahdollisesti vasta seuraavan mittarinluennan aikana (Kuhno 2015). Näissä tapauksissa puuttuvia aikasarjoja on korjattava mittaustietokantaan.

Mittaustietokannasta puuttuvia aikasarjoja tulee myös silloin vastaan, kun järjestelmätasolla estetään datan tulo mittaustietokantaan jostakin luentajärjestelmästä. Jos datan tulo on estetty, niin dataa ei myöskään saada lähetettyä mittaustietokannasta. Datan tulo mittaustiedon hallintajärjestelmään estetään esimerkiksi sellaisissa tilanteissa, joissa joudutaan tekemään summasarja eri mittauksista, jolloin summasarjan muodostusta ei tehdä

mittaustietokannassa (Vuorinen 2015a). Datan estämistä käytetään siis hyväksi monessa tilanteessa, mutta virheellisesti estetty aikasarjan tulo on erittäin kriittinen datan laatuun vaikuttava tekijä, sillä pahimmassa tapauksessa mittaustieto jää tällaisessa tapauksessa myös ulos taseista.

**Sanomien muodostus** Sanomien muodostuksessa mittaustiedon hallintajärjestelmässä muodostetaan sanomien inhouse-tiedostot, joista yhteistyökumppanina toimiva sanomaliikenneoperaattori muodostaa MSCONS-sanomat ja lähettää ne eteenpäin oikeille sähkömarkkinaosapuolille. Sanomien muodostus tehdään automaattisesti ja jos reititys vastaanottajan operaattorille on kunnossa, niin sanoman pitäisi saapua vastaanottajan tietokantaan ongelmitta. Elenia pyytää lähettämistään MSCONS-sanomista APERAK-kuittaukset ja suurin osa vastaanottajista lähettääkin kuittaukset (Helle 2015). Kuittauksista huolimatta erilaisista puuttuvista ja virheellisistä sanomista lähetetään myös paljon sähköpostia.

**Turhat ja virheelliset sanomat** Virheellisiä MSCONS-sanomia saattaa syntyä sekä jo MDMS:ssa muodostettaessa inhouse-tiedostoja että sanomaliikenneoperaattorilla sanomien muodostuksessa. Virheellisen sanoman tapauksessa tiedosto saattaa sisältää esimerkiksi energiankulutustiedot tuplana, jolloin sanoma saattaa jäädä virheeseen datan vastaanottajan järjestelmissä. Virheellisessä MSCONS-sanomassa saattaa olla myös esimerkiksi tiedot väärässä järjestyksessä tai esimerkiksi virheellisiä aikaleimoja. Virheelliset sanomat pitää aina lähettää uudestaan, jotta vastaanottaja saa tiedot omiin järjestelmiinsä. Vastaanottaja voi lähettää APERAK-kuittauksen vastaanotettuaan virheellisen sanoman vaikka APERAK-kuittauksia ei olisi erikseen pyydettykään (Ediel sanomavälityksen yleiset sovellusohjeet 2013).

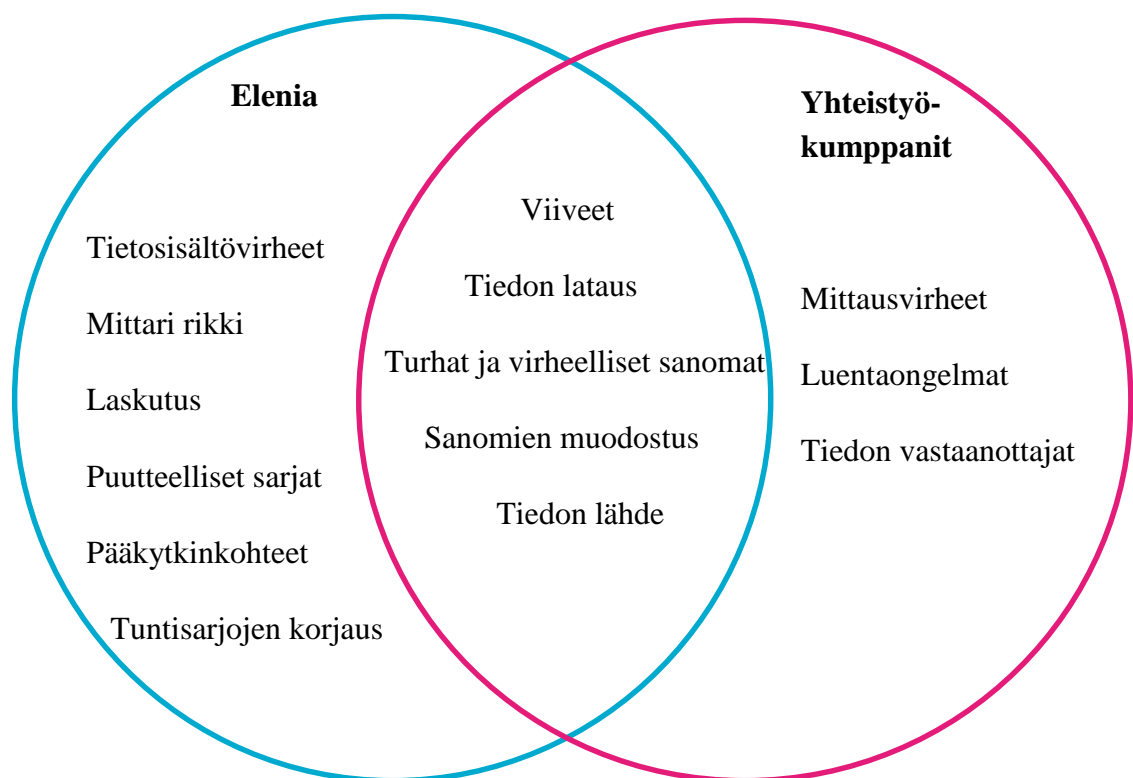
Turhat sanomat datan laatuun vaikuttavina tekijöinä tarkoittavat sitä, että Elenia on aikasarjapuutteita välttääkseen rakentanut erilaisia automaattisia prosesseja, joissa poimitaan aikasarjoja mukaan inhouse-tiedostoihin, joista muodostetaan MSCONS-sanomia lähetettäväksi sähkömarkkinaosapuolille. Automaattisten prosessien lisäksi MSCONS-sanomia lähetetään esimerkiksi korjattujen tuntisarjojen tapauksessa. Eli toisin sanoen ylimääräisiä MSCONS-sanomia lähetetään jonkin verran sähkömarkkinaosapuolille ja se kuormittaa vastaanottajien järjestelmiä. Turhia MSCONS-sanomia käsitellään lisää myöhemmin kappaleessa 6.2.5.

**Tiedon vastaanottajat** Datan vastaanottajat ovat vastuussa siitä, että heidän omat järjestelmänsä pystyvät vastaanottamaan MSCONS-sanomia, jotka heidän sanomaliikenneoperaattorinsa välittää. Tiedon vastaanottajat ilmoittavat nopeasti, jos he eivät ole pystyneet vastaanottamaan aikasarjoja ja tällöin sarjat lähetetään uudestaan. Aina ei voida varmuudella sanoa, että mistä datan vastaanottoon liittyvät ongelmat johtuvat, mutta datan laadun kannalta myös sanomien vastaanottajan rooli on tärkeä. Datan vastaanottajan rooli tulee muuttumaan tulevaisuudessa datahubin myötä. Datahubia ja sen vaikutuksia tiedon laatuun käsitellään myöhemmin luvussa 4.

**Laskutus** Laskutuksella tarkoitetaan tässä yhteydessä Elenian omaa laskutusta. Vuoden 2016 alussa Elenialla siirrytään laskutuksessa käyttämään tuntisarjoja, jolloin aikasarjojen laadun on oltava erinomaisella tasolla. Aikasarjat siirtyvät mittaustiedon hallintajärjestelmästä asiakastietojärjestelmään, jossa laskut muodostetaan. Tuntiaikasarjoihin perustuvasta laskutuksesta kerrotaan lisää luvussa 3.3. (Siewert 2015)

### 3.2.3 Elenian sisäiset sekä yhteistyökumppaneiden aikaansaamat datan laatuun vaikuttavat tekijät

Elenian koko energiamittaustoiminnassa, eli käyttöpaikan mittaroinnista aikasarjojen välittämiseen laskutukseen, sähkömarkkinaosapuolille ja asiakkaalle, on mukana hyvin monta eri tahoja, yhteistyökumppania ja Elenian sisäisiä tiimejä. Aiemmin kappaleissa 3.2.1 ja 3.2.2 on esitetty mittaustiedon laatuun vaikuttavia tekijöitä, mutta kuvassa 3.4 on esitetty Elenian sisäisistä tekijöistä riippuvat datan laatuun vaikuttavat asiat, yhteistyökumppaneiden toimintaan liittyvät tekijät sekä molempien yhteisesti aikaansaamat datan laatuun liittyvät asiat.



**Kuva 3.4** Datan laatuun vaikuttavat sisäiset ja ulkoiset tekijät.

Jako Elenian ja kumppaneiden sekä molempien tahojen yhteisiin datan laatuun vaikuttaviin asioihin ei ole ihan ristiriidaton. Esimerkiksi rikkinäiset sähkömittarit on kuvassa 3.4 jaoteltu Elenian vastuulla oleviin asioihin ja mittarin rikkoutuminen voi johtua esimerkiksi ukkosesta, eikä suoranaisesti Elenian toiminnasta. Elenia ei myöskään katko sähköjä



pääkytkimeltä asiakkaan käyttöpaikalla, mutta Elenian vastuulla on toimittaa näiltäkin käyttöpaikoilta aikasarjat sähkömarkkinaosapuolille.

Melko selkeitä Elenian vastuulla olevia osa-alueita ovat sen sijaan järjestelmien tietosisältövirheet ja tuntisarjojen korjaaminen. Elenia lähettää myös jonkin verran turhia sanomia, jotka saattavat turhaan kuormittaa sanomien vastaanottajien järjestelmiä. Puutteelliset aikasarjat ovat myös Elenian vastuulla, sillä Elenian velvollisuus on toimittaa sähkönkulutustiedot sähkömarkkinaosapuolille.

Selkeä yhteistyökumppaneiden vastuulla oleva aihepiiri on mittausdatan vastaanottajat, sillä MSCONS-sanomien vastaanottajan omien järjestelmien on oltava siinä kunnossa, että heidän on mahdollista vastaanottaa lähetettyjä sanomia. Kentällä tapahtuvat asennusvirheet, jotka aiheuttavat mittausvirheitä, ovat myös yhteistyökumppaneiden vastuulla. Elenialla ei ole omia asentajia, joten mittariasennukset ja -vaihdot hoidetaan yhteistyökumppaneilta tilattavina töinä. Elenia käyttää mittareiden luennassa myös yhteistyökumppaneita, jotka keräävät sähkönkulutustiedot mittareilta luentajärjestelmiin. Yhteistyökumppanit ovat siis vastuussa siitä, että tiedot saadaan luentajärjestelmiin ja niistä taas eteenpäin mittaustiedon hallintajärjestelmään, joka on Elenian vastuulla.

Elenian ja yhteistyökumppaneiden yhteisiä vastuualueita ovat esimerkiksi tiedon tuominen mittaustietokantaan ja sanomien muodostus. Tiedon lähteellä tarkoitetaan sitä, että mittaustietoja tulee eri yhteistyökumppaneilta hieman eri tavalla. Tiedon latauksessa yhteistyökumppanit lähettävät luentajärjestelmissä olevat mittaustiedot, mutta MDMS:n on pystyttävä vastaanottamaan lähetetyt tiedostot ongelmitta (Kajander 2015b). Tietoa ladataan mittaustiedon hallintajärjestelmään lisäksi myös manuaalisesti, kun tuntisarjoja on esimerkiksi korjattu.

Sanomien muodostuksessa sekä virheellisistä sanomista ovat vastuussa Elenian lisäksi myös yhteistyökumppanit. Aikasarjoja sisältävät lähetystiedostot muodostetaan mittaustiedon hallintajärjestelmässä, mutta varsinaisten sanomien lähetyksen hoitaa sanomaliikenneoperaattori. Virheellisiä sanomia voi siis muodostua sekä tiedostojen luontivaiheessa että sanomamuodostuksessa. Virheelliset sanomat ovat ikäviä kaikkien sähkömarkkinaosapuolien kannalta ja näissä tapauksissa sanomat tulee aina lähettää myöhemmin uudelleen.

Viiveitä aiheuttavat niin Elenian omat toiminnot kuin yhteistyökumppanitkin. Esimerkiksi mittarin asennuksessa asentajan tulisi välittömästi kuitata tekemänsä asennustyö, mutta käytännön syistä kuittauksia ei aina saada heti. Myös työtilausten suorittamisessa voi olla viivettä. Elenialla viivettä aiheuttaa erilaiset järjestelmissä tehtävät muutokset sekä yhtenä suurena osa-alueena tuntisarjojen manuaalinen korjaaminen, josta kerrotaan yksityiskohtaisesti lisää myöhemmin kappaleessa 5.2.

### 3.3 Taloudelliset näkökulmat

Energiateollisuuden kehitysryhmä on laatinut vuonna 2013 ohjeet tuntiaikasarjoihin pohjautuvan laskutukseen käyttöönottoon ja toteutukseen. Vuonna 2013 uudistettu sähkömarkkinalaki ohjaa laskutusmallia, sillä sähkömarkkinalain mukaan laskutuksen virhe tai viivästyminen voidaan tulkita sähköntoimituksen virheeksi. Laskutus on myös suoritettava aiempaa nopeammin, sillä asiakkaan loppulasku on toimitettava kuuden viikon sisällä asiakassuhteen päättymisestä. (Tuntiaikasarjaan pohjautuvaan laskutukseen liittyvät käytännöt 2013)

Aikasarjapohjaiseen laskutukseen siirryttäessä aikasarjojen laatua joudutaan seuraamaan huomattavasti nykyistä tarkemmin. Tämän lisäksi laskutuksessa joudutaan tilanteisiin, joissa energiamittaustiedot eivät ole luotettavasti saatavilla vielä silloin, kun laskutuksen tulisi aikataulun mukaan käynnistyä. Puuttuvien tai epävarmojen aikasarjojen tilanteissa tuntisarjoihin perustuva laskutus voidaan hoitaa käytännössä kolmella erilaisella tavalla. Jokainen yhtiö voi erikseen päättää käyttämänsä laskutustavan, sillä suositus ei ohjeista yhtiöitä toimimaan tietyn mallin mukaan. (Tuntiaikasarjaan pohjautuvaan laskutukseen liittyvät käytännöt 2013)

Laskun viivästäminen on yksi mahdollinen keino. Tällöin yhtiö odottaa vahvalla statuksella tulevia aikasarjoja niin kauan, että pystyy suorittamaan laskutuksensa kokonaan luotettavilla energiamittaustiedoilla. Tällaisessa laskutusmallissa asiakasta voi hämmäntää se, että hän ei välttämättä saa joka kerta laskuaan odottamallaan eräpäivällä. Käytettäessä laskun viivästämistä asiakkaalle tulee mainita laskulla arvioitu seuraavan laskun eräpäivä. (Tuntiaikasarjaan pohjautuvaan laskutukseen liittyvät käytännöt 2013)

Laskutus voidaan suorittaa myös asiakkaan kanssa sovitun laskutusrytmin mukaisesti niin, että asiakkaalta laskutetaan vain vahvojen energiamittaustietojen mukainen kulutus ja laskutusjaksolle jääneet epävarmat ja puuttuvat arvot siirtyvät seuraavalle laskutusajanjaksolle. Asiakasta tulisi joka kerta informoida, jos osa hänen sähkönkulutuksestaan siirtyy laskutettavaksi seuraavalle laskutusjaksolle. (Tuntiaikasarjaan pohjautuvaan laskutukseen liittyvät käytännöt 2013)

Asiakasta voidaan myös laskuttaa epävarmoilla tai puuttuvilla energiamittaustiedoilla. Tällöin laskutuksen hoitava yhtiö on sitoutunut korjaamaan mahdollisesti myöhemmin muuttuvat energiamittaustiedot asiakkaan laskutuksessa seuraavalla laskutusajanjaksolla. Käytettäessä tällaista laskutusta asiakkaan laskulla on oltava selkeästi maininta siitä, onko laskutettava sähkönkulutus mitattua vai arvioitua sähkönkäyttöä. Asiakkaan kannalta olisi myös erittäin hyödyllistä kertoa, mikä osuus laskutettavasta energiasta on arvioitua kulutusta. (Tuntiaikasarjaan pohjautuvaan laskutukseen liittyvät käytännöt 2013)

Suositus tuntisarjapohjaisesta laskutuksesta ei ota huomioon asiakkaan näkökulmaa siitä, että laskutuksen viivästäminen voi aiheuttaa varsinkin sähkölämmityskohteessa talviaikaan tilanteen, jossa asiakkaalle tulee kerralla maksettavaksi huomattavasti odotettua suurempi yksittäinen sähkölasku. Tämä voi aiheuttaa asiakkaalle huomattavia taloudellisia haasteita varsinkin lämmityskauden aikana, jolloin laskut ovat muutenkin suurempia. Tuntiaikasarjaan pohjautuvan laskutuksen suositus ei ota kantaa myöskään siihen miten tasaerälaskutusta toivovien asiakkaiden kanssa tulisi menetellä. (Tuntiaikasarjaan pohjautuvaan laskutukseen liittyvät käytännöt 2013)

Elenia uudistaa koko laskutusmallinsa vuoden 2016 alussa. Tällöin asiakkaan lasku perustuu aikasarjoihin ja niistä laskettuun sähkönkulutustietoon aiemman lukemalaskutuksen sijaan. Aikasarjalaskutukseen siirryttäessä myös laskutusrytmi nopeutuu. Vuoden 2016 alusta alkaen Elenia ei lähetä myöskään sähkönmyyjille sähkömittarin lukemia enää PRODAT-sanomia, vaan tästä lähtien PRODAT-sanomilla lähetetään tieto aikavälin sähkönkulutuksesta (Sandell 2015). (Siewert 2015)

Aikasarjapohjaiseen laskutukseen siirryttäessä aikasarjojen laatu korostuu entisestään, sillä Elenia on tehnyt periaatepäätöksen, että asiakkaita voidaan laskuttaa sähkömarkkinaosapuolille epävarmana lähetettävän, eli Z02-statuksella olevan aikasarjan perusteella (Siewert 2015). Tämä tarkoittaa sitä, että extrapoloitua energiaa voidaan käyttää asiakkaan laskutuksessa, jos mitattua aikasarjaa ei ole vielä saatavilla laskutuksen ajankohtaan mennessä. Jos aikasarjaan tulee korjausta myöhemmin, niin tämä otetaan huomioon asiakkaan seuraavalla laskulla (Siewert 2015). Extrapoloitujen aikasarjojen käyttö laskutuksessa ei ole täysin ristiriidatonta, sillä epävarma sarja on kuitenkin aina vain järjestelmän tekemää arviota sähkönkulutuksesta.

Elenialla luotetaan energiamittaustietojen laatuun, joten tästä syystä epävarmalla Z02-statuksella lähetettäviä arvoja voidaan käyttää asiakkaan laskutuksessa tarpeen mukaan. Epävarmoilla arvoilla laskuttaminen saattaa aiheuttaa hämmennystä asiakkaiden keskuudessa ainakin aluksi. Asiakkaat saavat kuitenkin uudessa laskutusmallissa laskunsa aina suunnilleen samaan aikaan, sillä asiakkaiden laskut lähtevät kuun alkupuolella aina sitä mukaa, kun aikasarjat edellisen kuukauden osalta saadaan laskutusjärjestelmään joko mitattuna, arvioituna tai tarvittaessa epävarmalla statuksella. Uudessa mallissa myös aiempaa useampi asiakas tulee saamaan laskunsa 12 kertaa vuodessa aiemman kuuden kerran sijaan, mutta asiakkaan toivomuksesta hän voi jatkossakin saada kuusi laskua vuodessa. (Siewert 2015)

Elenian laskutusmallin muuttuessa asiakkaiden laskujen eräänntyminen muuttuu aiempaa nopeammaksi, jolloin siirrytään käyttämään Suomessa tavallisempaa mallia neljäntoista vuorokauden maksuajasta. Elenian laskutusmalli muuttuu myös sijoittajien näkökulmasta paremmaksi, sillä uuden laskutusmallin mukaan Elenian kassavirta saadaan aiempaa nopeammaksi, joka taas saa aikaan positiivisia vaikutuksia rahaliikenteen kannalta. Laskutukseen perustuva laskutus yleisesti myös kannustaa asiakasta energiatehokkuuteen, sillä

asiakas pystyy kulutukseen perustuvan laskituksen perusteella helposti havaitsemaan omien energiavalintojensa vaikutukset sähkölaskun suuruuteen. (Siewert 2015)

Uuden laskutusmallin tiedostetaan aiheuttavan haasteita Elenialla sisäisesti muun muassa siksi, että jatkossa kaikkien asiakkaiden laskut muodostuvat aina kuukauden alkupuolella, jolloin asiakaspalvelun resursseja ja työohjausta on suunniteltava uudelleen. Uuden laskutusmallin myötä aikasarjojen laatu on saatava mahdollisimman luotettavaksi sekä aikasarjojen mahdolliset korjaukset on pystyttävä tekemään aiempaa nopeammin. Uusi laskutusmalli haastaa Elenian tekemään erilaisia prosessimuutoksia ja kehittämään toimintatapojaan. Elenia toimii uuden laskutusmallin kanssa myös yhtenä toimialan suunnanäyttäjänä ja laskutusmalli mahdollistaakin joustavan jatkokehityksen esimerkiksi tulevaisuudessa mahdollisesti erilaisten rullaavien laskutuskausien muodossa. (Siewert 2015)

Tuntisarjojen automaattisen käsittelyn lisäämisessä on myös selkeä taloudellinen tavoite. Nykyisin tehtävä manuaalinen tuntisarjojen korjaamistyö vaatii muutaman henkilön työajan lähestulkoon kokonaan ja tämä vaikuttaa suoraan myös esimerkiksi henkilöstökustannuksiin. Vuoden 2016 alussa Elenialla korjattavien aikasarjojen määrä kasvaa todella paljon nykytilanteeseen verrattuna juuri tuntiaikasarjalaskutukseen siirtymisen myötä ja tällöin manuaaliseen työhön tarvittaisiin huomattavasti nykyistä enemmän resursseja. Lisähenkilöstön palkkaaminen on aina yrityksellä taloudellinen haaste. Korjattavien aikasarjojen määrän kasvamisen takia on perusteltua, että aikasarjojen korjaamista automatisoidaan, jolloin henkilöstöresursseja voidaan suunnata muihin tehtäviin nykyistä enemmän. Tällöin voidaan taata se, että mittaus toiminnan ja tiedon laadun kehitys jatkuu koko ajan dynaamisena ja ajankohtaisena prosessina, joka pystyy reagoimaan sähkömarkkinoiden muutoksiin ja asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin.

## 4. SÄHKÖMARKKINOIDEN KEHITYKSEN AIHEUTTAMAT VAATIMUKSET DATAN LAADULLE

Sähkövoimatekniikan toimiala on viime vuosien aikana muuttunut todella paljon. Alan kehitystä vauhditti Suomessa sähkömarkkinalaki, jolla saatiin aikaan sähkömarkkinoiden vapautuminen avoimelle kilpailulle vuonna 1995 (Sähkömarkkinalaki 2013). Energiatehokkuus ja esimerkiksi uudet energiantuotantomuodot ja pientuotanto ovat ohjanneet suuresti sähköverkkojen kehitystä älykkäämpään suuntaan. Sähkömarkkinoiden kehittyessä on aiempaa tärkeämpää tietää sähköverkon kuormitustilanne mahdollisimman reaaliaikaisesti myös pienjänniteverkon tasolla sekä käyttöpaikkakohtaisesti. Etäluettavat sähkömittarit kertovat energiamittaustiedon tällä hetkellä tunnin tarkkuudella, sillä taseselvityksessä tällä hetkellä käytettävä aikajakso on tunti. Verkkoyhtiöt voivat nykyinkin käyttää omiin tarpeisiinsa myös lyhempiä mittaussarjoja, jos sähkömittarit pystyvät tallentamaan sähkönkulutustietoja myös muilta aikaväleiltä. Tulevaisuudessa taseselvitysjakso ja samalla mittauksen aikaväli tulee mahdollisesti lyhenemään viiteentoista minuuttiin, viiteen minuuttiin tai ehkä jopa yhteen minuuttiin. (AMR 2030 2015)

Aiempaa huomattavasti tarkempi sähköenergian mittaaminen on myös omalta osaltaan mahdollistanut sen, että taseselvitystä voidaan uudistaa aiemmasta maakohtaisesta mallista kansainvälisesti toimivaksi kokonaisuudeksi. Taseselvitys halutaan tulevaisuudessa pystyä tekemään yhteisin pelisäännöin samalla tavalla Pohjoismaista Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa, jolloin sähkömarkkinaosapuolilla on mahdollisuus toimia nykyistä tilannetta helpommin usean maan alueella. Tällä varmistetaan kilpailu, joka takaa halvimmat mahdolliset hinnat sekä parhaan mahdollisen toimintaympäristön sähkömarkkinoilla. (Nordic Imbalance Settlement Handbook 2014)

Yhteispohjoismainen taseselvitys on yksi askel kohti yhteispohjoismaisia sähkömarkkinoita. Pohjoismaiden yhteisiä sähkömarkkinoita kuitenkin jarruttavat maiden toisistaan poikkeavat lainsäädännöt, käytännöt sähkömarkkinoilla sekä erilaiset tiedonvaihtoratkaisut. Yhtäläiset lainsäädännöt ja käytännöt ovat ehdoton edellytys sähkömarkkinoiden tehokkaan, tasapuolisen ja turvallisen käytön suhteen. NordReg on tehnyt selvitystä Pohjoismaiden yhteisestä sähkömarkkinamallista ja yhtenä osana tulevaisuuden sähkömarkkinoilta on myös Pohjoismaiden yhteinen datahub-toteutus kansallisten datahubien kehityksen ja käyttöönoton jälkeen. (Nesvik 2014)

Samaan aikaan yhteispohjoismaisen taseselvitysmallin kanssa Suomessa selvitetään Datahubin käyttöä keskitetyn tiedonvaihdon ratkaisuna. Päätös datahubin perustamisesta Suomeen on tehty huhtikuussa 2015 ja yksityiskohtien selvitys on parhaillaan käynnissä. Useissa muissa maissa, kuten esimerkiksi Hollannissa, Tanskassa ja Virossa, käytetään

sähkömarkkinoilla jo erilaisia datahubejä ja niistä on maailmalta saatavissa esimerkkejä niin hyvässä kuin pahassakin erityisesti tiedon laadun osalta. Suomella on oiva mahdollisuus ottaa mallia Euroopan muilta datahubin käyttöön siirtyneiltä mailta. Siirtyminen datahubiin tarkoittaa sitä, että tiedon laadun ja myös energiamittautietojen laadun on oltava erinomaisella tasolla, jotta datahubiin siirtyminen ylipäätään on mahdollista. Kappaleessa 4.2 tarkastellaan datahubejä datan laadun näkökulmasta. (Selvitys sähkömarkkinoiden keskitetystä tiedonvaihdosta 2014)

#### **4.1 Sähkömarkkinoiden kansainvälistyminen ja uusi taseselvitys malli**

Yhteis pohjoismainen taseselvitys malli eli NBS (Nordic Balance Settlement) tähtää siihen, että Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa pystytään luomaan yhteinen, harmonisoitu taseselvitys malli. Yhteisen taseselvitys mallin odotetaan tuovan monia erilaisia muutoksia ja parannuksia sähkömarkkinoiden toimivuuteen niin sähkömarkkinaosapuolien kuin sähkökäyttäjienkin näkökulmasta. Viime kädessä vaikutukset pystytään näkemään ja arvioimaan tarkasti vasta NBS:n käyttöönoton jälkeen. (Nordic Imbalance Settlement Handbook 2014)

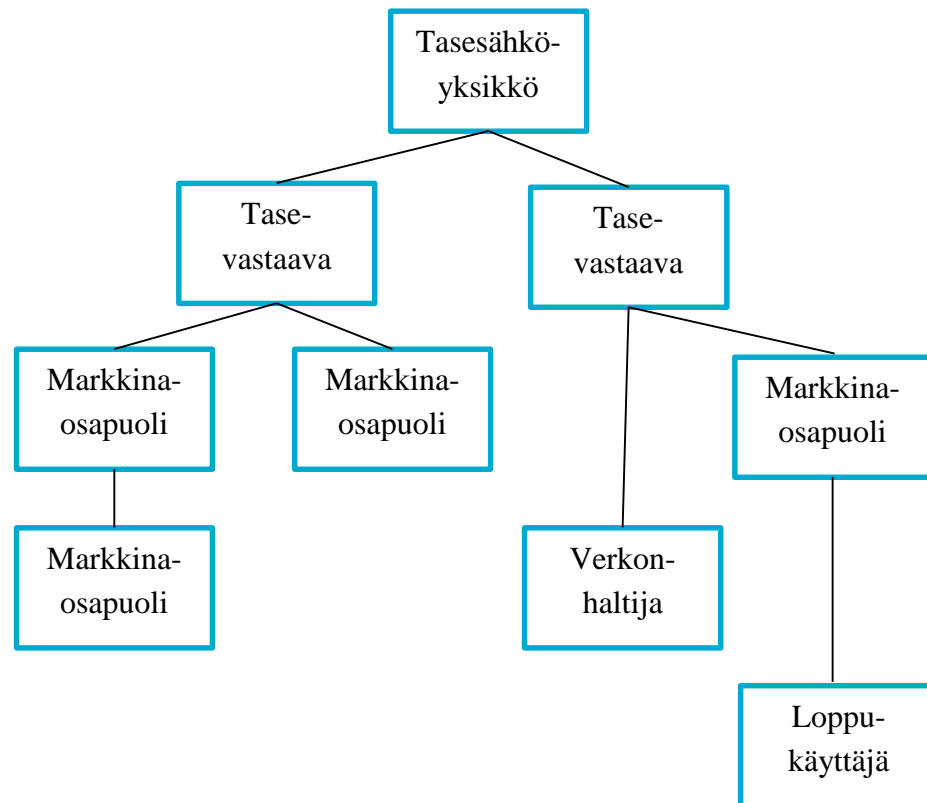
Yhteisellä taseselvitys mallilla taataan sähkömarkkinaosapuolille paremmat kilpailuolosuhteet ja -mahdollisuudet Pohjoismaissa. Tällöin hintojen väitetään pysyvän aiempaa kilpailukykyisempinä, jonka pitäisi hyödyttää myös sähkökäyttäjii eli tavallisia asiakkaita. Yhteis pohjoismaisen taseselvityksen myötä taseselvityksen laatu paranee sekä taseselvitys aika nopeutuu. NBS voidaan nähdä myös eräänlaisena alkusysäyksenä sähkömarkkinoiden kansainvälistymiselle myös Pohjoismaiden ulkopuolisille alueille. (Nordic Imbalance Settlement Handbook 2014)

Nykyisin käytössä oleva tasemalli on kaikissa Pohjoismaissa pääperiaatteiltaan samanlainen ja se on ollut voimassa vuodesta 2009 alkaen. Taseessa huomioidaan erikseen kulutuksen ja tuotannon taseet. Tuotantotase sisältää nimensä mukaisesti sähköntuotannon. Kulutustaseessa otetaan huomioon sähkön myynti, osto ja kulutus. Tuotantotaseen tasepoikkeamalle käytetään 2-hintajärjestelmää, joka tarkoittaa sitä, että tasesähkön myyntihinnaksi määräytyy Suomen alueella kyseisen tunnin ylössäätöhinta tai Suomen Spothinta, jos ylössäätöä ei ole ollut tai jos kyseinen tunti on määrätty alassäätötunniksi. Tuotantotaseessa tasesähkön ostohinnaksi tulee Suomessa kyseisen tunnin alassäätöhinta tai Suomen Spothinta, jos alassäätöä ei ole tehty tai tunti on määritetty ylössäätötunniksi. Kulutustaseen tasepoikkeamassa käytetään 1-hintajärjestelmää, jolloin tasesähkön osto- ja myyntihinnat ovat samansuuruiset poikkeaman suunnasta riippumatta. (Partanen et al. 2011)

Suomessa kantaverkkoyhtiö Fingrid hoitaa tasehallinnan, eli tuotannon ja kulutuksen välisen tehotasapainon ylläpidon. Käytännössä tämä tarkoittaa sähköverkon taajuuden pitä-

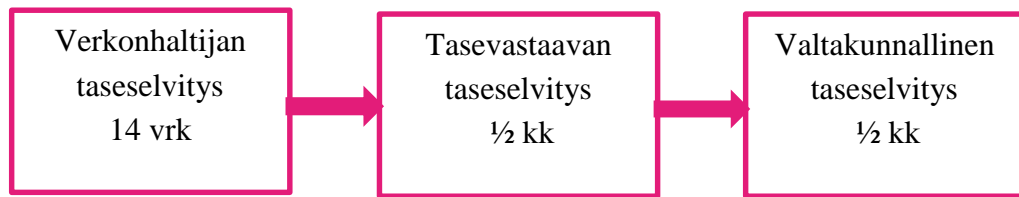
mistä sallituissa rajoissa ohjaamalla sähköntuotantoa manuaalisilla säädöillä tai taajuusohjatuilla reserveilla. Taajuuden säätöön käytetään näiden lisäksi tarvittaessa myös ylös- ja alassäätöä säätösähkömarkkinoilla. (Partanen et al. 2011)

Taseselvitys tarkoittaa sitä, että fyysisesti hoidettavan tasehallinnan lisäksi taseselvityksen avulla selvitetään sähkömarkkinaosapuolien sähköntoimitukset. Fingrid toimii Suomen nykyisessä mallissa tasesähköyksikkönä, eli tasevastaavien avoimena toimittajana. Tasevastaava toimii taas eri osapuolten ja verkkojen avoimena toimittajana kuvan 4.1. mukaisesti. (Taseselvitys 2015)



**Kuva 4.1** Suomessa tällä hetkellä käytössä oleva taseselvitysketju. (Taseselvitys 2015)

Kuvasta nähdään, että tasevastaavan toimitusketjussa voi olla useita sähkömarkkinaosapuolia. Taseselvityksen laskennat pohjautuvat energiamittaustietoihin, tyyppikuormituskäyriin, kiinteisiin toimituksiin sekä tuotantosuunnitelmiin. Nykyinen Suomessa käytetty taseselvitysmalli on esitetty kuvassa 4.2.



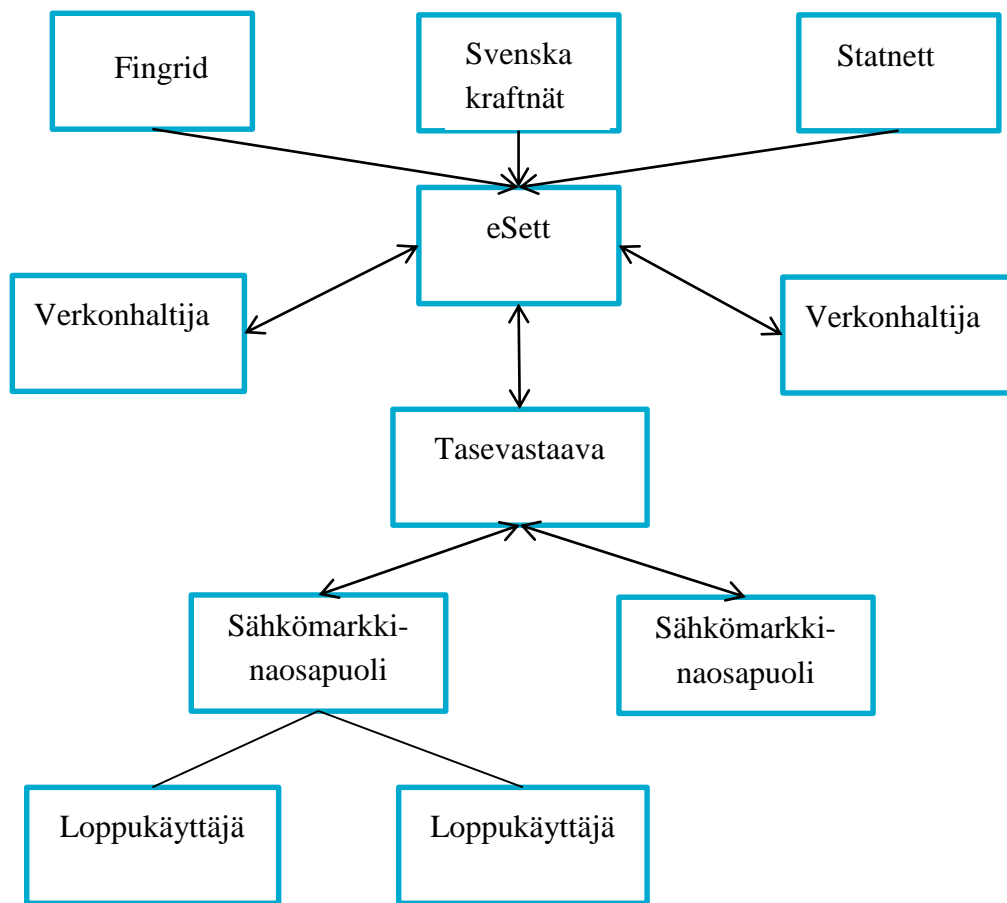
**Kuva 4.2** Suomen nykyisin käytössä oleva taseselvitysmalli. (Taseselvitys 2015)

Nykyisessä taseselvitysmallissa verkonhaltijan tulee ilmoittaa 14 vuorokauden sisällä sähkötoimituksesta lopulliset energiamittaustiedot käyttöpaikkakohtaisesti sekä myyjiä koskevat summaenergiat tasevastaavalle. Tasevastaavalla on 0,5 kuukautta aikaa laskea yhteen taseeseen kuuluvien osapuolien toimitukset. Tasevastaava raportoi tiedot Fingridille niin, että toimituksesta on kulunut korkeintaan kuukausi. Fingrid selvittää 0,5 kuukauden sisällä tasevastaavien toimittamien tietojen perusteella valtakunnallisen sähkötaseen sekä taseet Fingridin ja tasevastaavien välillä. (Taseselvitys 2015)

NBS-projektissa pyritään harmonisoimaan taseselvityskäytännöt Pohjoismaissa niin, että taseselvityksen käytännön toiminta ulkoistetaan erilliselle taseselvitysyksikölle, jolloin kaikki sähkömarkkinaosapuolet saavat yhtenäistä palvelua. Taseselvitysyksiköksi on valittu eSett, joka toimii Suomessa Fingridin toimitiloissa. Yhteispohjoismaisen taseselvityksen käyttöönoton yhteydessä taseselvitysketju muuttuu kuvan 4.3. mukaiseksi (Nordic Imbalance Settlement Handbook 2014). (Taseselvitys 2015)

Vaikka taseselvitysketju muuttuukin, niin taseselvitys tehdään samalla mallilla kuin aiemmin, mutta erilaisella aikataululla. Uuden taseselvitysketjun mukaisesti kansalliset verkkoyhtiöt eli Fingrid, Svenska kraftnät ja Statnett vastaavat kansallisista taseselvityksistä. Kansalliset verkkoyhtiöt huolehtivat tasehallinnasta eli sähköverkon taajuuden pysymisestä sallituissa rajoissa. Kantaverkkoyhtiöt toimittavat taseselvitysyksikölle eli eSettille tietoja tasevastaavien tuotantosuunnitelmista sekä säätötehoista ja mahdollisista muista tehokaupoista. Tasevastaavat raportoivat kiinteät kaupat sekä tuotanto- ja kulutus-suunnitelmat kantaverkkoyhtiöille. Tasevastaava on taloudellisesti taseselvitysyksikön vastapuoli taseselvityksen, tasoitusenergioiden ja säätösähkön osalta. Tasevastaava hoitaa tasoitusenergiat sähkömarkkinaosapuolille taseselvitysyksikön selvityksen perusteella. (Nordic Imbalance Settlement Handbook 2014)





**Kuva 4.3** Taseselvitysketju NBS:n myötä. (Nordic Imbalance Settlement Handbook 2014)

Verkkoyhtiöt raportoivat tunneittaiset sähkönkulutuksen energiamittauksiedot käyttöpaikka- tai mittauspistekohtaisesti sähkömarkkinaosapuolille sekä tuotannon energiamittauksiedot sähkömarkkinaosapuolille ja selvitysyksikölle. Rajapistemittaukset, kuormituskäyräkulutukset ja osapuolikohtaiset tunneittaiset kulutussummat raportoidaan taseselvitysyksikölle. Sähkömarkkinaosapuolia ovat sähköntuottajat ja sähkönmyyjät ja sähkömarkkinaosapuoli voi toimia itse myös tasevastaavana. Sähkömarkkinaosapuolella voi olla samalla verkkoalueella yksi tasevastaava tuotannolle ja yksi kulutukselle ja eri verkkoalueilla sähkömarkkinaosapuoli voi käyttää eri tasevastaavia. Verkkoalueet tarkoittavat maantieteellisesti jaettuja alueita, joissa voi sähköverkossa olla joko kulutusta, tuotantoa tai molempia. Verkkoalueet päätetään kansallisella tasolla. Aiemmin jokaisella sähkömarkkinaosapuolella oli yksi avoin toimittaja ja tasevastaava, joten useiden tasevastaavien käyttö muuttaa markkinatilannetta. (Nordic Imbalance Settlement Handbook 2014)

Yhteispohjoismaisen taseselvityksen myötä laskutus ja tiedonvaihto yhtenäistyvät. Tasesähköstä selvitysyksikkö lähettää laskun viikoittain aiemman kuukausittaisen laskutuksen sijaan ja lasku lähetetään joko e-laskuna tai pdf-muotoisena sähköpostin liitteenä.

Tiedonvaihdon yhtenäistäminen on myös yksi tärkeä osa-alue yhteispohjoismaisen taseselvityksen myötä, sillä muut Pohjoismaat ovat siirtymässä Ediel-sanomista XML-pohjaiseen tiedonvaihtoon, jolloin Edielin tulevaisuuden kehitys on jäämässä taka-alalle (Selvitys sähkön vähittäismarkkinoiden tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisusta 2014). (Nordic Imbalance Settlement Handbook 2014)

Yhteispohjoismaisen taseselvityksen myötä Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa siirrytään yhtenäisiin raportointiaikatauluihin ja -tapoihin, jotka tarkoittavat sitä, että energiamittaustiedot toimitetaan alustavasti kahden päivän kuluttua toimitushetkestä ja korjatut tiedot toimitetaan 13. päivänä sähköntoimituksesta. Tämä tarkoittaa siis taseikkunan lyhenemistä yhdellä vuorokaudella. Taseselvitys tehdään 13. päivän jälkeen ja jos tämän ajankohdan jälkeen muuttuneita energiamittaustietoja joudutaan vielä toimittamaan, niin korjaukset on tehtävä kahdenvälisinä taseikkunan ulkopuolisella ajalla, eli verkkoyhtiö hoitaa tasevirhekorjauksen sähkönmyyjien kanssa rahallisella kompensaatiolla. (Nordic Imbalance Settlement Handbook 2014)

Taseikkunan lyheneminen tuottaa verkkoyhtiöille haasteita mittaustietojen toimituksen suhteen, sillä luentayhteyden katkeamisen jälkeen mittaustietojen saanti vielä taseikkunan sisällä vaikeutuu taseselvitysprosessin nopeutuessa. Elenia on pyrkinyt systemaattisesti parantamaan luennan saantoa sähkömittareiden lisääntennien asennuksilla sekä nopeuttamalla asiakaspalvelun toimintaa niin, että asiakkaaseen ollaan yhteydessä aiempaa nopeammin sähkömittarin luentayhteyden katketessa (Laine 2015). Elenia selvittää myös pääkytkinkohteiden pääkeskuksien ohituskaapeleiden asentamista, jolloin sähköjen katkaisu pääkytkimestä ei katkaise virtaa sähkömittarilta (Kuhno 2015).

Energiamittaustiedon datan laatua aletaan myös seurata NBS:n myötä erilaisten laatuindeksien, KPI:n (Key Performance Index) muodossa (Nordic Imbalance Settlement Handbook 2014). Yhteispohjoismaisen taseselvityksen myötä on selvää, että energiamittaustiedon laadulle on asetettava nykyistä suuremmat vaatimukset, jotta taseselvitys pystytään toteuttamaan mahdollisimman laadukkaasti. Tietojen oikea-aikaisuus on myös taseselvityksen kannalta oleellista, jotta kahdenvälisiä tasevirhekorjauksia joudutaan tekemään mahdollisimman vähän. Mittausdatalle asetettavista laatuindekseistä ei ole tällä hetkellä tarkempaa tietoa. Lisäksi laatuindeksien julkisuudesta ei ole olemassa vielä päätöstä (Nordic Imbalance Settlement Handbook 2014). Tärkeää olisi, että yritykset kokisivat omien sisäisten mittausprosessiensä laaduntarkkailun aiempaa tärkeämmiksi, jolloin laadunparantaminen lähtisi liikkeelle yritysten omien prosessien parantamisesta. Laatuindeksissä olisi syytä tarkkailla taseikkunan ulkopuolella muuttuvien mittaustietojen määrää sekä käyttöpaikkojen lukumäärän että energian suhteen. Lisäksi tulisi tarkkailla epävarmoilla statuksilla lähetettyjen mittaustietojen määriä myös taseikkunan sisällä. Laatuindeksitietojen julkisuus voisi vaikuttaa datan laatuun positiivisesti.

## 4.2 Datahub

Datahub tarkoittaa sähkömarkkinoiden keskitettyä tiedonvaihtoratkaisua, jossa eri sähkömarkkinaosapuolet kommunikoivat toistensa kanssa datahubin välityksellä aiemman osapuolikohtaisen tiedonvaihdon sijaan. Datahub tarjoaa siis kommunikointialustan, jolloin tiedonvaihto sähkömarkkinaosapuolien välillä on nopeaa ja tehokasta sekä säästää tiedonvaihdon kustannuksia. Datahubin avulla voidaan hoitaa sähkömarkkinoiden eri sopimusprosessien tiedonvaihdon lisäksi myös esimerkiksi mittaustietojen välitystä sekä mittaustietojen varastointia. (Selvitys sähköön vähittäismarkkinoiden tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisusta 2014)

Kommunikointi datahubin kanssa parantaa asiakkaan kokeman palvelun laatua, sillä tiedonvaihto voidaan hoitaa sähkömarkkinaosapuolien kanssa asiakkaan palvelutapahtuman aikana, kuten esimerkiksi asiakkaan sähkömyyjän vaihtuessa. Mittaustietojen osalta datahub voi toimia mittaustietojen validointipaikkana sekä ilmoittaa puuttuvista mittaustiedoista verkkonhaltijalle. Datahubista hyötyvät muutkin sähkömarkkinatoimijat kuin sähkömyyjät ja verkkonhaltijat, sillä kolmannet osapuolet voivat mahdollisesti myös hyödyntää datahubiin tallennettuja mittaustietoja sekä viranomaiset voivat saada datahubin kautta tärkeitä raportointia helpottavia tietoja. (Selvitys sähköön vähittäismarkkinoiden tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisusta 2014)

### 4.2.1 Datahubit muualla Euroopassa

Euroopassa Tanska, Viro ja Hollanti ovat siirtyneet käyttämään sähkömarkkinoiden tiedonvaihdossa datahubia ja Norja on parhaillaan kehittämässä omaa datahubiaan. Ruotsi on tehnyt myös päätöksen datahubin perustamisesta kesäkuussa 2015 eli noin kaksi kuukautta Suomen jälkeen. Pohjoismaissa on siis kaikissa käynnissä oleva datahub-projekti, mutta jokaisen maan toteutus tulee olemaan erilainen, joten Pohjoismaiden yhteistä datahubia ei kuitenkaan pystytä vielä toteuttamaan useampaan vuoteen datahubien ja maiden erilaisten lainsäädäntöjen takia. Tanskan ja Norjan yhteistyö datahubien suhteen on pisimmällä, mutta yhteisen datahubin kehittäminen voidaan todennäköisesti aloittaa vasta vuoden 2018 jälkeen. (Selvitys sähkömarkkinoiden keskitetystä tiedonvaihdosta 2014)

**Tanska** Tanskassa päätös datahubin perustamisesta tehtiin jo vuonna 2009. Päätös oli poliittinen, sillä datahubin avulla haluttiin parantaa kilpailua sähkömarkkinoilla eriyttämällä sähköön myyntiyhtiöt ja verkkoyhtiöt paremmin toisistaan. Tanskassa datahubia operoi Tanskan kantaverkkoyhtiö. Datahubin avulla haluttiin parantaa tiedonvaihdon laatua ja yhtenäistää toimintatapoja. Ensimmäinen versio otettiin käyttöön loppujen lopuksi vuonna 2013, vaikka datahubin olisi pitänyt käynnistyä jo aiemmin. Ongelmia aiheuttivat alan vähäinen kiinnostus osallistua datahubin kehitykseen sekä tiedon laadun ongelmat ja haasteet testauksessa. Datan laadussa haasteita aiheuttivat erityisesti virheet asiakastiedoissa. Tanskan datahubissa ongelmia ovat aiheuttaneet myös automatisoinnin vähäisyys,

jolloin monia asioita on jouduttu tekemään manuaalisesti. Datan laatuongelmat ja manuaalinen tekeminen ovat aiheuttaneetkin Tanskassa turhia kustannuksia datahubin käyttöönoton myötä, sillä käyttöönottoprosessi Tanskassa on ollut paljon odotettua pidempi. Datahubin toinen versio otetaan Tanskassa käyttöön vielä vuoden 2015 aikana. (Selvitys sähkömarkkinoiden keskitetystä tiedonvaihdosta 2014)

Erilaisista datahubiin liittyvistä ongelmista riippumatta datahubin perustaminen Tanskaan on nähty kuitenkin hyvänä asiana. Sähkömarkkinoiden tiedonvaihdon käytännöt ja toimintatavat ovat yhtenäistyneet, tiedon laatu on parantunut, tiedot ovat helpommin sähkömarkkinaosapuolien käytettävissä. Näiden lisäksi laskutuksen virheet ovat vähentyneet ja myyjäkeskeinen markkinamalli on kehittynyt. Datahub on myös lisännyt kilpailua sähkömarkkinaosapuolilla. Kaiken kaikkiaan Tanskassa sekä viranomaiset että sähkömarkkinaosapuolet ovat olleet tyytyväisiä datahubiin ja sen mahdollistamiin tiedonvaihdon kehittyneisiin prosesseihin. Myös asiakastyytyväisyys on parantunut erityisesti tiedon laadun kehittymisen ja prosessien nopeutumisen ansiosta. (Selvitys sähkömarkkinoiden keskitetystä tiedonvaihdosta 2014)

**Norja** Norjassa datahub on kehitysvaiheessa ja ensimmäisen vaiheen käyttöönotto on suunniteltu vuodelle 2016 ja toisen vaiheen vuodelle 2018. Norjassa tiedonvaihdon suurimmat ongelmat ovat alan sääntöjen noudattamattomuus, jolloin kilpailua on vähemmän ja resursseja ei ole kohdistettu oikein. Norjassakin datahubia kehittää kantaverkkoyhtiö Statnett. Norjassa on menossa myös parhaillaan projekti sähkömittareiden vaihtamiseksi etäluettaviin mittareihin, jolloin datahub palvelee verkkoyhtiöitä myös tuntimittaustietojen välityspaikkana. Tuntidataa ei voida Norjassa säilöä datahubissa kuin 15 kuukautta tietosuojalainsäädännön takia. Norjassa avoimia kysymyksiä datahubin kohdalla ovat edelleen tulevaisuuden markkinamalli ja sen vaikutukset sähkömarkkinaosapuolien toimintaan. Kysymys tarkoittaa käytännössä, että mikä tulee olemaan myyjävetoisessa markkinamallissa verkkoyhtiön rooli. Avoin kysymys markkinamallista ja sen sääntelystä aiheuttaa Norjassa sen, että datahubin kehitysvaiheessa joudutaan varautumaan kaikkiin mahdollisiin vaihtoehtoihin. Tästä syystä datahubin pelätään viivästyvän ja projektin hinnan nousevan sen laajuudesta johtuen. (Selvitys sähkömarkkinoiden keskitetystä tiedonvaihdosta 2014)

**Hollanti** Hollannissa datahub on otettu käyttöön vuonna 2013 ja datahub toimii lähinnä käyttöpaikkarekisterinä, mutta sitä kehitetään jatkuvasti. Hollannissa käytetään myyjäkeskeistä markkinamallia ja sen tukeminen koettiin yhdeksi tärkeimmäksi datahubin tehtäväksi sähkömarkkinoiden kehittämisen lisäksi. Hollannissa etäluettavien sähkömittareiden käyttöönottoa hidastaa tiukat yksityisyydensuojaan liittyvät säädökset. Hollannissa verkkoyhtiö omistaa sähkömittarit, mutta niiden lukeminen on sähkömyyjän vastuulla. Hollannin datahubin kehityksessä ongelmana on kankeasti toimiva hallintomalli, joten päätöstenteko ei ole joustavaa ja tehokasta. Hollannissa ollaan kuitenkin tyytyväisiä datahubin käyttöönottoon sekä datahubin luotettavaan toimintaan. (Selvitys sähkömarkkinoiden keskitetystä tiedonvaihdosta 2014)

**Viro** Virossa datahubin käyttöön siirryttiin vuonna 2013 toimialalta tulleen palautteen johdosta. Datahubin tehtävänä oli tukea vähittäismarkkinoiden vapautumista ja hakea tehokkuussäästöjä. Virossa kantaverkkoyhtiö Elering toteutti itse datahubin käyttämällä avoimia lähdekoodeja, sillä kaupallinen toteutus ei olisi tullut valmiiksi tarpeeksi nopeasti. Viron datahub maksoi tästä syystä huomattavasti vähemmän kuin muiden maiden datahub-ratkaisut. Viron datahub toimii erilaisten tietojen varastona, mutta markkinaprosessien läpivienti ei onnistu datahubin kautta, vaan sähkömarkkinaosapuolet hoitavat ne kahdenvälisesti. Viron datahubia kehitetään kohti reaaliaikaista tiedonvaihtoa. Datahub-projekti toteutettiin erittäin nopeasti ja sen käyttöönotto onnistui kohtalaisen hyvin. Tiedon laatu oli Virossa tarpeeksi hyvällä tasolla datahubiin siirryttäessä, sillä siellä oli keskitytty tiedon laadun parantamiseen jo etälueuttavien sähkömittareiden vaihtamisen takia. Sähkömarkkinaosapuolet ovat olleet tyytyväisiä datahubiin ja se on toiminut luotettavasti. (Selvitys sähkömarkkinoiden keskitetystä tiedonvaihdosta 2014)

**Ruotsi** Ruotsissa toimi vuosina 2009-2012 kommunikaatiohub eMix, joka toimi tiedonvaihtoratkaisuna validoiden ja välittäen viestejä eri sähkömarkkinaosapuolien välillä. Kommunikaatiohubin käyttö ei kuitenkaan yleistynyt, joten se lopetettiin kannattamattomana. Ruotsissa tehtiin kesäkuussa 2015 päätös datahubin kehittämistä. Datahubin avulla pyritään aktivoimaan asiakkaita vaikuttamaan omiin energiavalintoihinsa. Lisäksi Ruotsin sähkömarkkinoiden halutaan kehittyvän ja tiedonvaihdon selkeytyvän sekä työmäärän vähenevän eri sähkömarkkinaosapuolien välillä (Förenklning av elmarknaden underlättar för kunden 2015). Ruotsissa datahubia alkaa kehittää kantaverkkoyhtiö Svenska kraftnät ja kehitys tukee myyjävetoista markkinamallia (Förenklning av elmarknaden underlättar för kunden 2015). Ruotsissa pyritään parantamaan tiedon saatavuutta ja kilpailua sähkömarkkinoilla ja datahubin mahdollistamien reaaliaikaisten palveluiden kehitys nähdään tärkeäksi osa-alueeksi Ruotsin datahub-projektissa. (Selvitys sähkömarkkinoiden keskitetystä tiedonvaihdosta 2014)

#### 4.2.2 Suomen datahub

Sähkömarkkinoiden tiedonvaihto on Suomessa nykyisellään teknisesti toimivaa, mutta nykyinen tiedonvaihtomalli ei pysty vastaamaan tulevaisuuden tiedonvaihdon tarpeisiin muun muassa prosessien hitauden takia. Suomessa käynnistettiin Fingridin selvitysprojekti sähkömarkkinoiden tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisun selvittämiseksi. Selvityksen tarkoituksena oli selvittää nykyisen tiedonvaihdon haasteet, niiden kehittämistarpeet ja -ratkaisut mahdollisena tiedonvaihdon Nykytila+ -mallina sekä tarkastella datahubia yhtenä tulevaisuuden tiedonvaihdon ratkaisuvaihtoehtona. Projektin loppuraportti julkaistiin joulukuussa 2014 ja siinä työryhmä ehdotti Suomen tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisuksi datahubia. Loppuraportin julkaisemisen jälkeen työ- ja elinkeinoministeriö pyysi sidosryhmiltä ja sähkömarkkinaosapuolilta kommentteja ja näkemyksiä liittyen datahubin toteuttamiseen. Työ- ja elinkeinoministeriö päätti pyytää 8.4.2015 kantaverkko-

yhtiö Fingridiä käynnistämään datahubin toteutukseen tähtäävän projektin, jonka tarkoituksena on datahubin perustaminen ja käyttöönotto. Datahubin sekä projektin aikataulun pohjana käytetään Fingridin selvitystyön loppuraportissa kuvailemaa mallia Suomen datahubiksi. (Datahub-projekti 2015)

Tulevaisuuden sähkömarkkinoiden tiedonvaihdolle on määritetty tavoitteeksi asiakkaan palvelun laadun parantaminen, vähittäismarkkinoiden kilpailun edistäminen ja uusien palvelujen ja tuotteiden kehitys. Lisäksi prosessien yhdenmukainen, kustannustehokas ja virheetön toiminta, toiminnan korkea laatu ja ongelmiin puuttuminen sekä laadunvalvonta ovat sähkömarkkinoiden tiedonvaihdon tärkeitä tavoitteita, kuten myös tiedon laadukas ja turvallinen käsittely sekä muutosten suunnitelmallinen ja joustava läpivienti. Sähkömarkkinoiden tiedonvaihdon nykytilanne on teknisesti toimiva, mutta sopimusten ja sääntöjen noudattaminen, tasapuolinen ja syrjimätön kohtelu sekä datan laadun ongelmat ovat mallin haasteita. Tasapuolinen kohtelu liittyy erityisesti siihen, että monessa yhtiössä ulkoista tiedonvaihtoa ei käydä ollenkaan verkkoyhtiön ja toimitusvelvollisen sähkönmyyjän välillä yhteisistä tietojärjestelmistä johtuen. Datahubin avulla pystytään puuttumaan tehokkaasti sääntöjen noudattamiseen sekä datan laadun ongelmiin. Laadua voidaan tarkkailla esimerkiksi erilaisten suorituskykyindikaattoreiden eli KPI-arvojen avulla. Kommunikoitaessa datahubin kanssa yhteisiä sopimuksia on noudatettava, sekä lisäksi datahubista saadaan välittömästi palaute datan laatuongelmista. (Selvitys sähkön vähittäismarkkinoiden tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisusta 2014)

Datahubin toteutusaikatauluksi on kaavailtu noin 4-5 vuotta, eli datahubin käyttöönottoa odotetaan vuonna 2019. Kantaverkkoyhtiö Fingrid on myös selvityksen mukaan tasapuolisin vaihtoehto hallinnoimaan datahubia. Fingrid on puolueeton ja riippumaton taho sekä sen vastuulla on jo nyt sähkömarkkinoiden tiedonvaihdon kehittäminen. Muita mahdollisia datahubin operoijia voisivat olla erilaiset kaupalliset toimijat, toimialan muut yritykset tai viranomaiset. Fingridin hallinnoima datahub on osa viranomaisten valvomaan luonnollista monopoliliiketoimintaa. (Selvitys sähkön vähittäismarkkinoiden tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisusta 2014)

Datahubin kustannukset tulevat jakautumaan eri osallistujien kesken, mutta kustannuksien jakautumisesta ei ole tällä hetkellä vielä tarkempaa tietoa. Datahubin myötä tiedonvaihdon kustannusten odotetaan kuitenkin pienenevän. Tulevaisuuden sähkömarkkinoilla toimijoiden roolit tulevat mahdollisesti muuttumaan jonkin verran, sillä verkkoyhtiön rooli markkinapaikan ylläpitämisessä saattaa jatkossa pienentyä. Kehityksen myötä esimerkiksi sähköinen liikenne, hajautettu tuotanto, kysynnänjousto sekä älykäs sähköverkko ja omavaraiset energiayhteisöt tuovat haasteita myös tulevaisuuden tiedonvaihdolle, sillä tulevaisuudessa eri toimijoiden kynnys osallistua sähkömarkkinoille halutaan mahdollisimman matalaksi. Tämä avaa ovia erilaisille kolmansille osapuolille osallistua sähkömarkkinoille, mutta tällaisiin mahdollisuuksiin ei päästä ilman tiedonvaihdon kehittämistä. (Selvitys sähkön vähittäismarkkinoiden tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisusta 2014)

Datahubin käyttöönotto vaatii eri sähkömarkkinaosapuolilta erilaisia toimintaan ja käytettäviin järjestelmiin tehtäviä muutoksia. Näiden lisäksi myös Suomen lainsäädäntöä on muutettava ainakin sähkömarkkinalain, energiatehokkuuslain, sanomaliikenneasetuksen ja mittausasetuksen osalta. Energiavirasto tulee olemaan datahubin valvova viranomaisen, mutta muuten viranomaisten työnjakoon datahub ei vaikuta, sillä Energiavirasto valvoo jo nyt alan toimintaa ja kehitystä. (Selvitys sähkön vähittäismarkkinoiden tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisusta 2014)

Datahubin myötä tiedon laatuun ja sen parantamiseen liittyvät asiat nousevat oleellisena osana esille puhuttaessa toimivasta keskitetyn tiedonvaihdon ratkaisusta. Ongelmat tiedon laadussa vaikuttavat asiakkaan kokemaan palvelun laatuun, prosessin nopeuteen ja aiheuttavat suuria kustannuksia. Virheelliset energiamittaustiedot aiheuttavat laskutuksen ongelmien lisäksi taseselvityksen haasteita sekä vaikeuttavat erilaisia raportointeja. Ongelmat tiedon laadussa on tulevaisuuden tiedonvaihtoselvityksessä nostettu yhdeksi kriittisimmäksi riskiksi datahubin toteutukselle. Datahubin avulla tiedon laatua pystytään tarkkailemaan ja laatupoikkeamista pystytään antamaan välittömästi palautetta sähkömarkkinatoimijoille jo ennen kuin teknisesti huonolaatuinen tieto pääsee toisen sähkömarkkinaosapuolen omiin järjestelmiin asti. Datahub ei kuitenkaan pysty muuttamaan huonolaatuista tietoa paremmaksi, vaan muuttaminen on aina tehtävä alkuperäisen tiedon haltijan toimesta. (Selvitys sähkön vähittäismarkkinoiden tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisusta 2014)

Datahubin avulla eri sähkömarkkinatoimijat voivat saada datahubista suoraan arvioita omasta tiedon laadun tasostaan erilaisten suorituskykyindeksien muodossa. Näitä arvoja voi verrata ja muihin yhtiöihin ja sitä kautta voi olla mahdollista saada raportteja suoraan yhtiön tiedon laadusta. Ennen datahubin käyttöönottoa jokaisen sähkömarkkinaosapuolen olisi kuitenkin syytä käynnistää omat tiedon laadun selvityksensä ja laatuprojektinsa, jolloin suurin osa laatuongelmista olisi ratkaistu jo osapuolten omissa järjestelmissä ennen datahubiin siirtymistä. (Selvitys sähkön vähittäismarkkinoiden tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisusta 2014)

## 5. ELENIA OY:N AIKASARJOJEN LAADUN NYKYTILA

Elenia on toiminut sähkönkulutuksen mittaamisessa alan edelläkävijänä, sillä Elenia vaihtoi sähkömittarit etäluettaviksi jo vuosia ennen kuin valtioneuvoston asetus siihen velvoitti. Elenia on tietoisesti pyrkinyt parantamaan energiamittaustiedon laatua mahdollisimman laadukkaalla sähkömittarikannalla ja vuodesta 2010 alkaen järjestelmäkehityksellä, jotta mittaustiedot olisivat mahdollisimman luotettavia ja ne olisivat aina oikea-aikaisesti kaikkien osapuolien käytettävissä.

Aikasarjojen laatua seurataan Elenialla tällä hetkellä sen mukaan, saadaanko sähkömittareilta välitettyä mittaustietoa taseikkunan sisällä mittaustietokantaan ja mittaustietokannasta sähkömarkkinaosapuolille. Tämä laatumäärittely ei ota kantaa siihen, onko saatu energiamittaustieto luotettavaa. Mahdollisiin mittarin kytkentävirheisiin tai sähkömittareiden toimintahäiriöihin ei oteta kyseisessä laatuindeksissä kantaa eikä siihen, jos tuntisarjassa on aukkoja tai extrapoloitua energiaa.

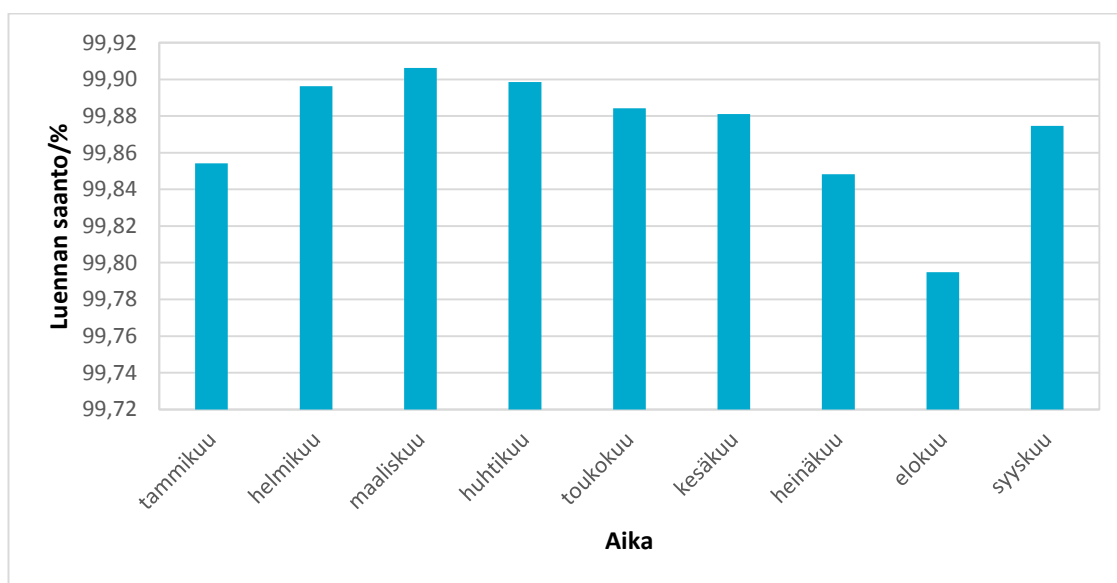
Aikasarjoja extrapoloidaan ja validoidaan mittaustiedon hallintajärjestelmässä (Kajander 2015a). Extrapolointia käytetään silloin, kun mitattua sarjaa ei saada sähkömittarilta, mutta arvioitu aikasarja halutaan kuitenkin lähettää sähkömarkkinaosapuolille suosituksen mukaisesti (Kajander 2015a). Extrapoloitua aikasarjaa joudutaan usein manuaalisesti korjaamaan, jos mittaustietoja ei saada sähkömittarilta myöhemminkään. Aikasarjojen manuaalinen korjaaminen vaikuttaa aina jonkin verran tiedon laatuun heikentävästi, sillä korjattu aikasarja ei koskaan täysin vastaa todellista kulutustilannetta. Aikasarjojen korjaaminen Elenialla on tällä hetkellä hyvin manuaalista työtä, joten virheiden mahdollisuus on myös olemassa (Kangas 2015a). Kappaleessa 5.2. käsitellään tuntisarjojen korjauksen nykytilaa.

Aikasarjat lähetetään sähkömarkkinaosapuolille MSCONS-sanomina. Laadukas sanomien muodostus sekä luotettava sanomaliikenne ovat ehdottomia edellytyksiä sille, että aikasarjat pystytään toimittamaan ehjinä ja oikea-aikaisina tiedostoina eri sähkömarkkinaosapuolien käyttöön. Sanomaliikenteen laatua seurataan erilaisilla raportointitavoilla, mutta sanomaliikenteen toimivuudesta toteutetaan myös sähkömarkkinaosapuolille tarkoitettu tyytyväisyyskysely, jonka avulla selvitetään sanomaliikenteen käytännön haasteita prosessin kehityksen näkökulmasta (Sandell 2015). Taseikkunan ulkopuolella lähetetyt korjatut mittaustiedot aiheuttavat tasevirheitä, joita joudutaan korjaamaan rahallisen kompensaaion avulla jälkikäteen (Välipirtti 2015).



## 5.1 Luennan saanto

Sähköverkkoliiketoiminnassa hyvin yleisenä käytäntönä on seurata sähkömittareilta saatavien aikasarjojen määrää tuntiluennan luotettavuuden mittarina. Tämä luennan saanto tarkoittaa sitä, kuinka luotettavasti tuntisarjat on saatu sähkömittareilta mittaustiedon hallintajärjestelmään taseikkunan sisällä. Tämä tarkastelu ei ota huomioon saatujen aikasarjojen laatua vaan ainoastaan sen, että sarjoja on saatu mittaustietokantaan. Osa tuntisarjoista voi sisältää arvioitua sähkönkulutusta tai yksittäisiä tuntiarvoja voi puuttua kokonaan. Arvioitujen tai puuttuvien yksittäisten arvojen löytyminen aikasarjasta heikentää oleellisesti datan laatua, mutta tällä hetkellä näitä arvoja ei oteta huomioon tuntiluennan luotettavuutta arvioitaessa. Elenian luennan saantoa vuodelta 2015 on esitetty kuvassa 5.1. (Kauppinen 2015b)



**Kuva 5.1** Luennan saanto prosentteina.

Luennan saanto on esitetty kuvassa luennan onnistumisesta taseikkunan sisällä kertovana prosentuaalisena arvona. Luennan saannossa vertaillaan Elenian aktiivisten käyttöpaikkojen lukumääriä ja niiden luennan onnistumista. Tämä tarkoittaa sitä, että pääkytkinkohdeet, joiden luenta ei onnistu pääkytkimen avaamisen takia, on jätetty luennan saannossa tarkastelun ulkopuolelle. Aktiivisten käyttöpaikkojen lukumäärä vaihtelee jonkin verran esimerkiksi vuodenajan mukaan. Aktiivisten käyttöpaikkojen lukumääriä ei erikseen ilmoiteta tässä diplomityössä. Kuvasta voidaan nähdä, että luennan saanto on erittäin hyvällä tasolla ja vain pieni osa käyttöpaikkojen tuntisarjoista jää taseikkunan ulkopuolella saamatta sähkömittareilta.

Tuntiluennan luotettavuuteen vaikuttaa myös tietenkin suuresti sellaiset tuntiarvot, jotka saadaan mittaustiedon hallintajärjestelmään mitattu-statuksella, mutta jotka eivät ole

käyttöpaikan todelliseen kulutukseen verrattavissa olevia arvoja. Tällaisia voivat olla esimerkiksi erilaiset mittarin kytkentävirheestä aiheutuvat arvot. Lisäksi pitkään jatkuviin pelkkiin nollasarjoihin tulisi kiinnittää huomiota mahdollisen kytkentävirheen takia.

Myös mahdolliset energiamittaustiedon aikaleimaan liittyvät ongelmat, kuten mittarin kellon ongelmat, vaikuttavat aikasarjojen luotettavuuteen. Tällöinkin sähkönkulutus on mitattua, mutta kulutus ei välttämättä leimaudu oikealle tunnille. Sähkökatkotilanteissa tai asiakkaan pääkytkimen avaamisen seurauksena sähkömittarin kello ei välttämättä pysy ajassa koko sähkötöntä ajanjaksoa. Toisinaan on mahdollista, että sähkökatkon takia luentajärjestelmä tulkitsee sähkökatkon normaalista poikkeavalla tavalla ja laskee niin kutsutun keskiarvokulutuksen tuntisarjaan, jolloin kaikilla tunneilla nähdään sama tuntiarvo ja mittaustietokantaan tällainen sähkönkulutus päättyy mitattu-statuksella. Asiakkaan sähkönkulutus ei todellisuudessa suinkaan ole ollut näin tasaista, mutta tällaiset arvot menevät mittaustietokannan validointiprosessista läpi moitteettomasti. Mittaustietokannassa tällaiset arvot huomataan virhekoodista, joka johtuu luentajärjestelmän lähettämän datan keskiarvokulutus-tiedosta. (Kauppinen 2015b)

Usein tällaista aikaleimoihin liittyvää ongelmaa edeltävät sähkökatkot tai sähköverkon jälleenkytkennät, jolloin sähköverkossa esiintyy lyhyitä sähkökatkoja ennen varsinaista pidempää sähkökatkoa. Sähkömittari ei välttämättä osaa leimata sähkökatkon alkamista ja loppumista oikein, vaan mittari leimaa sähkökatkoja alkaneiksi useita peräkkäin ennen yhdenkään sähkökatkon loppumista. Mittaustiedon hallintajärjestelmässä luentajärjestelmän tekemä data tulkitaan mitatuksi ja se lähetetään sähkömarkkinaosapuolille mitattu 136- statuksella. Kuitenkaan tällainen mittarilta mittaustietokantaan saatu sähkönkulutus-tieto ei ole luotettavaa ja vääristää sitä, että data on saatu mittaustietokantaan mitattuna. Aikasarja ei todellisuudessa ole sähkömittarilta mittaamalla saatua, vaan luentajärjestelmässä tehtyä aikasarjaa. (Kauppinen 2015b)

## 5.2 Tuntisarjojen manuaalinen korjaaminen

Kuten tässä työssä on jo aiemmin mainittu, niin aikasarjojen korjaaminen on hyvin manuaalista työtä. Aikasarjoja joudutaan korjaamaan aina sellaisissa tilanteissa, joissa sähkömittarilta ei ole saatu energiamittaustietoja mittaustietojen haalintajärjestelmään ehjän aikasarjan muodossa. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi mittarin rikkoutuminen, saatu mittaustieto ei ole jostakin syystä luotettavaa tai jos aikasarjoihin on jäänyt puutteita esimerkiksi luentayhteyden häiriöiden takia. Yksi mahdollinen syy on myös, jos asiakas on katkaissut sähköt avaamalla pääkytkimen, jolloin sähkömittarin luentayhteys on katkenut mahdollisesti pitkäksikin aikaa.

Korjattavien tuntisarjojen määrästä ei ole tämän diplomityön aloittamisen aikaan ollut kunnollisia raportteja, ja korjausprosessi on edennyt niin, että sarjoja on korjattu sitä mukaa kun sähkömarkkinaosapuolet ovat pyytäneet korjauksia (Kangas 2015a). Tämä on aiheuttanut suurta viivettä sarjojen korjaamiseen, sillä sähkömarkkinaosapuolien kyselyt

ovat tulleet pääasiassa aina taseikkunan jo sulkeuduttua. Lisäksi kaikki sähkönmyyjät eivät ole kysyneet puuttuvien tuntitietojen perään, jolloin heille ei ole korjattu ollenkaan puutteellisia tuntisarjoja. Tuntisarjojen korjausprosessia on muutettu siihen suuntaan, että aikasarjat pystytään tulevaisuudessa korjaamaan jo ennen kuin kukaan ehtii ilmoittaa puuttuvista sarjoista, ja mikäli mahdollista, aikasarjat pyritään korjaamaan taseikkunan sisällä. Tätä tarkoitusta varten korjattavien aikasarjojen raportointia on selvästi kehitettävä nykyisestä.

Tuntisarjojen korjaamiseen sopivia menetelmiä on esitetty *Tuntimittaussuosituksessa* sekä myöhemmin laaditussa *Puuttuvien tuntitietojen arviointimenetelmät*-ohjeessa. Osittain nämä ohjeet ovat samanlaisia, mutta erojakin löytyy. *Tuntimittaussuositus* esittää, että lämpötila tulisi ottaa huomioon tuntitietojen arvioinnissa, eli ulkolämpötilan vaikutus huomioitaisiin asiakkaan sähkönkulutuksen arvioinnissa aina joko positiivisena tai negatiivisena tekijänä. Arviointimenetelmäohjeessa sen sijaan todetaan, että lämpötilakorjausta ei ole välttämätöntä tehdä, sillä verkkoyhtiöillä ei välttämättä ole tietoa asiakkaan lämmitysmuodosta. *Tuntimittaussuositus* korostaa lisäksi kuormituskäyrämenettelyn käyttöä, jos käyttöpaikalta ei ole historiatietoja saatavilla, mutta Piispanen kirjoittama ohjeistus suosii vuosikäyttöarvioon perustuvaa keskituntitehojen käyttöä tällaisessa tapauksessa. (Piispanen 2011, Rissanen et al. 2010)

Kaikissa tuntitietojen korjausmenetelmissä on otettava huomioon, että päätönergian aikasarjaan ei aiheudu turhia kulutuspiikkejä valitusta korjausmenettelystä huolimatta. Yksittäiset piikkiarvot vaikuttavat asiakkaan laskutukseen ja esimerkiksi tehosiirtokohteilla piikit vaikuttavat suoraan myös tehomaksuihin. Piispanen arviointimenetelmät-ohjeessa ei oteta kantaa loissarjojen piikkiarvoihin, mutta *Tuntimittaussuosituksen* mukaan niitäkin on välttettävä. Myös loissarjojen piikkiarvot vaikuttavat asiakkaan loistehomaksuihin. (Piispanen 2011, Rissanen et al. 2010)

Piispanen on esittänyt, että puuttuvia aikasarjoja voidaan joko extrapoloida tai interpoloida. Menetelmä voidaan valita sen mukaan, tiedetäänkö aikajaksolla kulutettu kokonaisenergia vai ei. Extrapolointi on esitetty kaavassa 5.1 ja interpolointi kaavassa 5.2.

$$W_{T_0} = \frac{W_{T_{-1}} + W_{T_{-2}} + W_{T_{-3}}}{3} \quad (5.1)$$

$$W_{T_0} = \frac{W_{PKE}}{W_{PKE_{T_{-1}}} + W_{PKE_{T_{-2}}} + W_{PKE_{T_{-3}}}} * (W_{T_{-1}} + W_{T_{-2}} + W_{T_{-3}}) \quad (5.2)$$

Kaavoissa 5.1 ja 5.2  $W_{T_0}$  on arvioitavan tunnin kulutus,  $W_{T_{-1}}$  on vastaavan tunnin edellisen viikon kulutus jne.,  $W_{PKE}$  on puuttuva kokonaisenergia,  $W_{PKE_{T_{-1}}}$  on vastaavan ajanjakson kulutus edellisellä viikolla jne. (Piispanen 2011)

Extrapoloinnissa otetaan huomioon vain edeltävien viikkojen tuntikulutukset, mutta interpoloinnissa huomioidaan kokonaisenergian kulutus arvioidulla ajanjaksolla. Tällöin interpolointi siis antaa tarkemman tiedon asiakkaan todellisesta sähkönkulutuksesta kuin extrapolointi. Jos sähkömittarilta ei mitata ollenkaan kumulatiivisia lukemia, niin interpoloinnin käyttö ei ole tällöin mahdollista. (Piispanen 2011)

Käytettäessä vastaavan tunnin kulutuksia aiemmilta ajanjaksoilta, tulee mahdolliset aikajaksolle osuvat arkipyhät ottaa huomioon. Arkipyhän sattuessa korjauksessa käytettävälle ajanjaksolle arkipyhän kulutusta ei tule huomioida, vaan siinä tapauksessa arvioinnissa tulee käyttää kolmea muuta edeltävää ajanjaksoa. (Piispanen 2011)

Elenia käyttää extrapolointia arvioidessaan neljäntenä päivänä puuttuvia tuntiarvoja mittaustietokantaan ja lähettäessään nämä arvot epävarmalla Z02-statuksella sähkömarkkinaosapuolille. Jos mitattu tieto saadaan mittarilta vielä tämän jälkeen, niin arvot lähetetään myöhemmin *Mitattu 136*-statuksella. Jos arvoja ei saada, niin epävarmoja arvoja korjataan manuaalisesti ja lähetetään tämän jälkeen *Arvioitu 99*-statuksella sähkömarkkinaosapuolten käyttöön. Elenialla mittaustiedot lähetetään *Epävarma*-statuksella ensimmäiset 40 päivää, jonka jälkeen aikasarjojen extrapolointi lopetetaan (Kajander 2015a). Extrapolointiaika oli aiemmin pidempi, jopa 90 päivää, mutta se on lyhennetty tämän diplomityön tekemisen aikana. Extrapoloinnin loppuessa kaikki aikasarjat tulisi viimeistään saada kuntoon, joten lyhempi extrapolointiaika aiheuttaa positiivista prosessipainetta mittaustoiminnalle.

Elenialla tuntisarjojen manuaalinen korjaamisprosessi alkaa siitä, että korjattava tuntisarja haetaan mittaustietokannasta ja korjausta vaativat tuntiarvot tunnistetaan statuksen perusteella. Tunnistamisessa voidaan käyttää hyväksi mittaustiedon statusta, eli esimerkiksi MDMS:n arvioimat tuntiarvot tunnistetaan estimaateiksi. Lisäksi arvioidut arvot saattavat sisältää useampia desimaaleja kuin mitatut arvot. Roska-arvot poistetaan ja niiden tilalle korjataan uudet arvot. Korjaamisessa voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi mittarilta saatuja päiväkohtaisia lukemia, jolloin korjattavien tuntien sähkönkulutus arvioidaan niiden perusteella. Päivälukemien käyttö tuntiarvojen arvioinnissa on suosituksen mukaan paras mahdollinen tapa aikasarjojen korjaamiseksi (Rissanen et al. 2010).

Päiväkohtaisia lukemia käytettäessä asiakkaan sähkönkulutuksen manuaalisessa arvioinnissa ei huomioida asiakkaan siirtotuotetta tai mahdollisia kuormanohjauksia. Asia aiheuttaa ristiriitaa niin asiakkaan kuin muidenkin sähkömarkkinaosapuolien näkökulmasta. Verkkoyhtiöllä on oikeus puuttuvien tuntikulutustietojen arviointiin ja tähän on annettu ohjeet *Tuntimittaussuosituksessa* (Rissanen et al. 2010).

*Tuntimittaussuosituksen* mukaan asiakkaan kuormanohjaukset on otettava huomioon tuntitietojen arvioinnissa. Suosituksen mukaan kaikkia käyttöpaikkoja tulisi kohdella samalla tavalla aikasarjojen korjaamisessa huolimatta käyttöpaikan pääsulakekoosta tai kulutuksesta (Rissanen et al. 2010). Kaikkien käyttöpaikkojen kohtelu samalla tavalla ei kuitenkaan käytännössä ole täysin ongelmaton johtuen eri käyttöpaikkojen sähkönkulutusten valtavista eroista. Tällä hetkellä Elenialla korjataan pääsulakekooltaan enintään 63 A:n käyttöpaikkojen päätötehosarjat niin, että puuttuva energia lasketaan kumulatiivisten lukemien perusteella ja jokaiselle tunnille asetetaan sama kulutus asiakkaan siirtotuotteesta huolimatta (Kangas 2015a). Puuttuvien tuntitietojen arviointisuosituksessa tämä menetelmä on sallittu vain, jos puuttuvia tunteja on korkeintaan viisi (Piispanen 2011). Jos asiakkaan siirtotuotteena on yleissiirto, niin kyseinen korjausmenettely ei aiheuta riskiä kumulatiivisten lukemien ja tuntisarjasta lasketun kulutuksen välillä, mutta taseisiin tämä korjausmenettely saattaa aiheuttaa epätasapainoa. Eri siirtotuotteilla, kuten yösiirron tai vuodenaikasiirron tapauksessa, PRODAT-sanomilla ilmoitetut lukemat tai sähkönkulutukset ja aikasarjat eivät vastaa toisiaan. Pienillä, eli pääsulakekooltaan enintään 63 A:n käyttöpaikoilla loistehoja ei oteta huomioon.

Elenialla pääsulakekooltaan yli 63 A:n käyttöpaikoilla tuntisarjat korjataan asiakkaan kulutusprofiilin mukaisesti, eli aikasarjasta puuttuva energia muodostetaan vastaamaan asiakkaan muuta kulutuskäyttäytymistä. Tässäkin korjauksessa voidaan käyttää hyväksi päivittäisiä sähkönkulutustietoja, jos ne ovat sähkämittarilta saatavissa. Isoilla käyttöpaikoilla korjataan lisäksi myös loistehosarjat. (Kangas 2015a)

*Tuntimittaussuosituksen* mukaan yksittäisiä puuttuvia tuntiarvoja voidaan käyttöpaikalla arvioida niin, että käytetään hyväksi käyttöpaikan edellisen tai seuraavan tunnin kuluusta. Näin voidaan tehdä, jos aikasarjassa on aukkoja korkeintaan kahdella peräkkäisellä tunnilla. Tässäkin tapauksessa aikasarjan arvioinnissa tulisi käyttää kumulatiivisia sähkönkulutustietoja, eli esimerkiksi päivittäisiä kulutuslukemia, aina jos mahdollista. (Rissanen et al. 2010)

Elenia on tehnyt päätöksen, että mittarilukemia ei enää jatkossa tallenneta asiakastietojärjestelmään, vaan asiakastietojärjestelmässä käytetään aikasarjoista laskettuja kyseisen aikavälin sähkönkulutuksia. Asentajilta tullaan kuitenkin edelleen edellyttämään, että heidän tulee ilmoittaa esimerkiksi mittarinvaihdossa mittarilukemat työkuittauksen mukana. Lukemien vienti työkuittaukselta mittaustiedon hallintajärjestelmään tulee olemaan tulevaisuuden kannalta erittäin oleellinen asia mittaustiedon laadunhallinnan kannalta, sillä lukemia voidaan tarvittaessa hyödyntää aikasarjojen korjaamisessa. (Järvenpää 2015)

### 5.3 Tasevirhekäyttöpaikat

Tasevirhekäyttöpaikoilla tarkoitetaan sellaisia käyttöpaikkoja, joiden energiamittaustietoja on jouduttu taseikkunan ulkopuoliselta ajalta korjaamaan jälkikäteen vielä taseikkunan sulkeuduttua. Tällöin on syntynyt tasevirhe, joka tulee ottaa rahallisesti huomioon sähkönmyyjien tasapuolisen kohtelun sekä heidän taloudellisten toimintaedellytyksiensä varmistamiseksi. Tasevirhekorjauksessa ei siis korjata enää varsinaisia taseita, vaan taseisiin jääneitä virheitä kompensoidaan jälkikäteen rahallisesti eri osapuolten välillä. Tasevirhekorjauksia varten Energiateollisuus on laatinut ohjeistuksen *Taseisiin jääneiden virheiden käsittely taseiden sulkeutumisen jälkeen* ja dokumentin tarkoituksena on yhteinäistää tasevirhekorjauksien toteutusta toimialalla. (Heinimäki et al. 2012)

Tasevirhekäsittelyssä pääperiaatteena on, että verkkoyhtiö toimii aina sähkönmyyjien vastakumppanina. Tämä tarkoittaa sitä, että myyjät eivät hoida rahallista kompensointia tasevirheissä keskenään, vaan verkkoyhtiö toimii välikätenä tasevirheiden korjauksissa. Verkkoyhtiöllä on velvollisuus toimittaa kaikki taseikkunan ulkopuolella korjatut energiamittaustiedot kaikille aikavälillä sähkönmyyjinä toimineille osapuolille. Verkkoyhtiöllä onkin syytä olla mahdollisimman automatisoidut raportit ja prosessit tasevirhekorjauksia varten, jotta tasevirhekorjaukset eivät työllistä verkkoyhtiötä kohtuuttoman paljon manuaalisella työllä. (Heinimäki et al. 2012)

Tasevirhekäyttöpaikoilla asiakkaiden laskutusta joudutaan korjaamaan jälkikäteen muutuneiden energiamittaustietojen johdosta. Asiakasta on aina informoitava mittausvirheestä verkkoyhtiön toimesta, jos korjaus aiheuttaa muutoksia laskutukseen. Tasevirhekorjauksessa pyritään siihen, että asiakasta kohdellaan mahdollisimman tasapuolisesti ja asiakkaan laskutus halutaan saada mahdollisimman läpinäkyväksi ja uskottavaksi. Asiakasnäkökulmasta on myös erittäin tärkeää, että asiakkaan laskutus onnistutaan saamaan kerralla kuntoon, jolloin korjauksia ja täydennyksiä laskulle ei jouduttaisi tekemään. Asiakkaan virheellinen laskutus voidaan tulkita jopa sähköntoimituksen virheeksi, josta mainitaan myös sähkömarkkinalaissa (Sähkömarkkinalaki 2013). Sähköntoimituksen virheeksi luokiteltava virheellinen laskutus tarkoittaa sitä, että asiakkaan laskutus on viivästynyt todella paljon tai laskutuksessa tapahtunutta virhettä ei voida pitää vähäisenä. Asiakkaalla on oikeus vahingonkorvauksiin, jos laskutuksen virhe on rahamääräisesti suuri tai laskutuksen viive on kohtuuttoman pitkä. (Heinimäki et al. 2012)

Sähköntoimituksen virhe laskutuksen osalta koskee myös sähkönmyyjää, mutta koska sähkönkulutustietojen välitys on verkkoyhtiön vastuulla, voi sähkönmyyjä tarvittaessa vedota tilanteessa siihen, että virhetilanne on sähkönmyyjän vaikutusmahdollisuuksien ulkopuolella (Sähkön toimituksen häiriöt 2015). Sähkönmyyjien velvollisuudeksi on kuitenkin määritelty, että sähkönmyyjän on seurattava, että verkkoyhtiön lähettämät mittaus-tiedot vastaavat taseselvitystietoja, jotka taseselvittäjä välittää myyjälle. Myyjän tulee ilmoittaa havaitsemistaan poikkeuksista aina verkkoyhtiölle. Sähköntoimituksen virhe laskutuksen osalta voi myös johtua kolmannesta osapuolesta, jos esimerkiksi uusi myyjä on

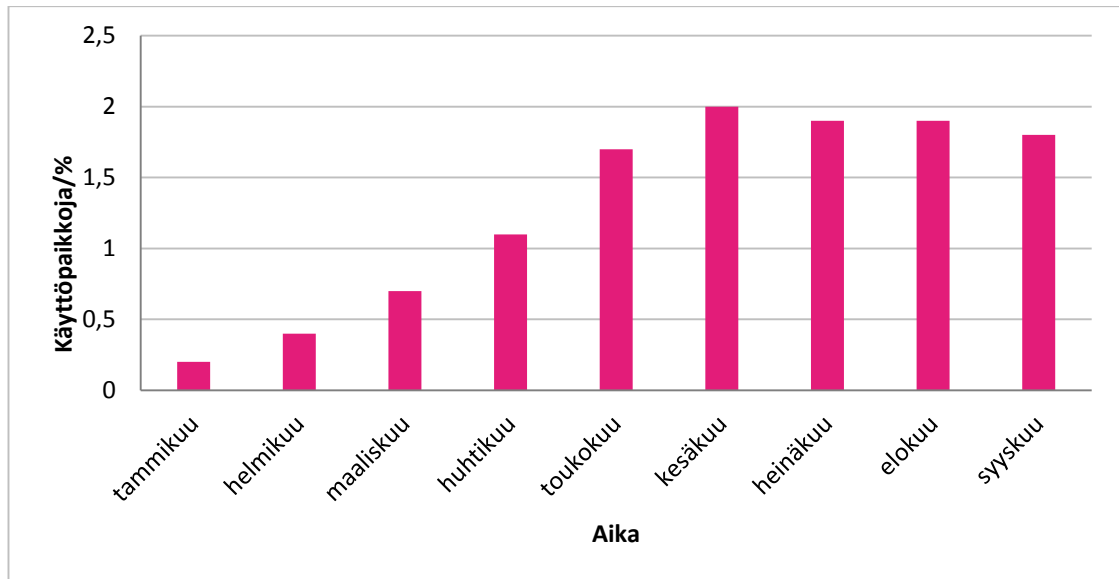
tehnyt sopimuksen väärällä käyttöpaikkanumerolla ja virhe huomataan selvästi myöhässä. Tällöin laskutusvirheestä vastuussa oleva osapuoli on virheen tehnyt myyjäyhtiö. (Heinimäki et al. 2012)

Asiakkaan laskutuksen korjauksesta on ohjeistettu, että korjauslaskutuksessa täytyy ottaa huomioon mahdollinen yli kuuden viikon takainen asiakassuhteen päättymisen eli asiakkaan muutto tai myyjänvaihto. Yli kuusi viikkoa aiemmin tapahtunut asiakassuhteen päättymisen vaikuttaa siten, että vanha myyjä ei pysty enää laskuttamaan tai hyvittämään asiakasta tältä yli kuuden viikon takaiselta ajanjaksolta. Virhe jää verkkoyhtiön korjattavaksi, sillä verkkoyhtiöllä on velvollisuus hyvittää asiakasta, jos myyjällä ei ole enää oikeutta tai velvollisuutta siihen. Mikäli verkkoyhtiö korjaa asiakkaan laskutusta, sähkönmyyjä ei enää muuta omaa laskutustaan, vaan myyjä on kyseisessä tilanteessa jo laskuttanut omat saatavansa. Tällöin alkuperäisessä taselaskennassa tasevirhe on jäänyt verkkoyhtiön toimitusvelvollisen myyjän taseeseen eli jäännöskäyrään, ja rahallinen hyvitys tapahtuu tällöin verkkoyhtiön ja toimitusvelvollisen myyjän välillä. Yli kolme vuotta kestäneissä virheissä toimitusvelvollisen myyjän ja verkkoyhtiön välillä ei tehdä enää tasevirhekorjausta, vaan tällöin tappio jää aina verkkoyhtiön maksettavaksi. (Heinimäki et al. 2012)

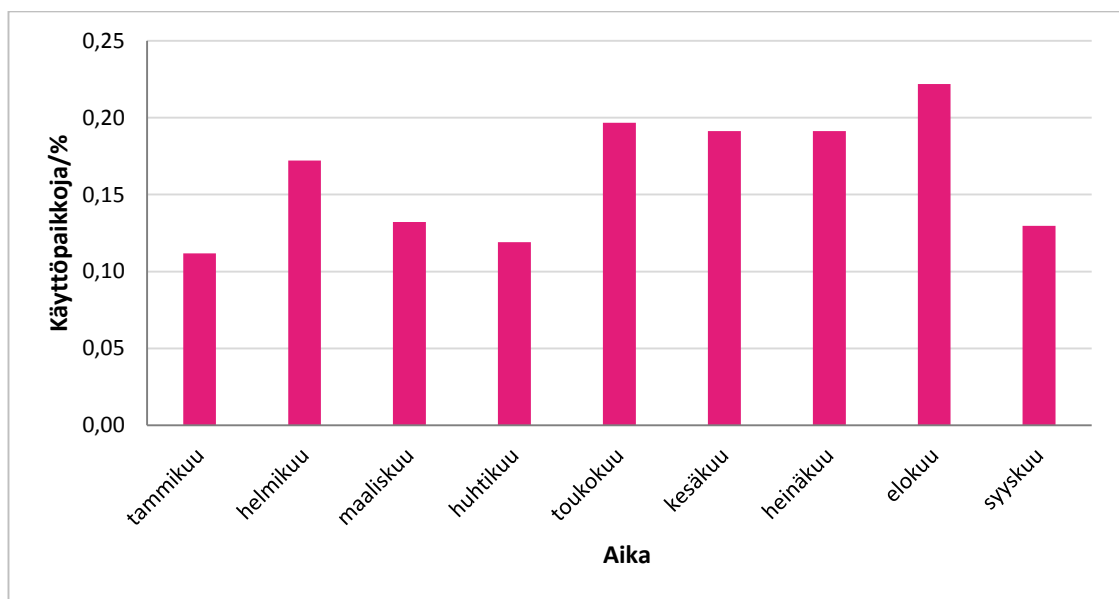
Yli kolme vuotta kestäneissä mittausvirheissä verkkoyhtiö toimii aina asiakkaan korjauslaskutuksesta vastuullisena tahona, mutta asiakasta ei voida velottaa yli kolmen vuoden takaisista mittausvirheistä. Asiakas taas voi vaatia saataviaan kymmenen vuoden takaiselta ajanjaksolta, jos mittausvirhe voidaan jälkikäteen todeta. (Heinimäki et al. 2012)

Tasevirhekorjauksessa käytetään siis kuuden viikon aikarajaa asiakassuhteiden päättymisessä, jolloin vanha myyjä ei enää pysty korjauslaskuttamaan asiakasta asiakassuhteen päättymisen jälkeen. Alle kuuden viikon sisällä tapahtunut asiakassuhteen päättymisen ei vaikuta asiakkaan edellisen ja nykyisen myyjän korjauslaskutukseen, vaan tällöin sekä asiakkaan uusi että vanha myyjä korjaavat laskutustaan muuttuneiden mittaustietojen mukaisesti korkeintaan kolme vuotta takautuvasti. Sekä verkkoyhtiö että sähkönmyyjä voivat poiketa edellä mainitusta tasevirheikäyttöpaikan laskutuksesta asiakkaan hyväksi. (Heinimäki et al. 2012)

Verkkoyhtiön tulisi pyrkiä siihen, että mahdollisimman pieni osuus käyttöpaikoista päättyy tasevirheikäyttöpaikoiksi ja edelleen, että yli kuuden viikon takaisia mittaustietojen korjauksia tehtäisiin mahdollisimman vähän. Kuvassa 5.2 on esitetty Elenian tasevirheikäyttöpaikkojen määrä prosentteina koko käyttöpaikkamäärästä sekä kuvassa 5.3 yli 40 päivän taakse korjattujen käyttöpaikkojen lukumäärä. (Välipirtti 2015)



*Kuva 5.2 Tasevirhekäyttöpaikat ilmoitettuna prosentteina käyttöpaikkojen lukumäärästä.*



*Kuva 5.3 Yli 40 päivää virheelliset aikasarjat.*

Tasevirhekäyttöpaikkojen prosentuaalinen osuus on noussut selvästi keväällä 2015. Syynä tähän on se, että aikasarjojen laatuun on alettu kiinnittää selvästi aiempaa enemmän huomiota ja tuntisarjoja on korjattu kuntoon hyvin pitkältikin aikaväliltä, jolloin tasevirhekäyttöpaikkojen määrä on noussut. Tämä aikasarjojen laadunparannus tulee näky-mään viiveellä samalla tavalla myös yli kuuden viikon takaisissa virheellisissä aikasarjoissa, sillä näitä on korjattu aiempaa enemmän. Yli kuuden viikon takaisten aikasarjojen käyttöpaikkamäärien pitäisi jossakin vaiheessa alkaa selvästi vähentyä, kun aikasarjojen korjausprosessia nopeutetaan.



Tasevirhekäyttöpaikkojen määrää seurataan Elenialla päivittäisillä raporteilla sen mukaan, kuinka paljon mittaustietoja on lähetetty sähkömarkkinaosapuolille taseikkunan sulkeutumisen jälkeen. Tästä voidaan erotella eri sähkönmyyjiiä koskevat tiedot sekä käyttöpaikkojen lukumäärät että energiankulutustiedot. Kyseinen raportointi sisältää myös puuttuvina lähetetyt kulutustiedot, joihin on korjattu puuttuvan tilalle nollakulutusta, eli rahallista kompensatiota vaativia tasevirheitä ei näin ollen ole tapahtunut. Varsinaiselle seurattavalle raportille tasevirhekäyttöpaikkojen lukumäärä päättyy ainoastaan kerran kuukaudessa. Raportti ei ota huomioon tasevirhejakson pituutta käyttöpaikoilla, eli toisin sanoen yli kuusi viikkoa kestäneitä tasevirheitä ei eritellä omaksi laatutekijäksi tasevirhekäyttöpaikkojen osalta, vaikka se on oleellinen tekijä aikasarjojen laaduntarkkailussa. (Välipirtti 2015)

## 5.4 Sanomaliikenteen laatu

Sähkömarkkinoiden tiedonvaihdossa käytettävät EDI-sanomat ovat erittäin tärkeitä viestintäkanavia eri toimijoiden välillä. EDI-sanomilla lähetettävän tiedon laadun on oltava erittäin korkealla tasolla, jotta eri sähkömarkkinaosapuolien kommunikointi sanomien välityksellä onnistuu, eikä tiedonvaihtoon tarvitse käyttää muita kanavia, kuten puhelinta tai sähköpostia. Virheelliset EDI-sanomat kuitataan yleensä negatiivisella APERAK-kuittauksella ja näihin olisi syytä aina reagoida. Virheellisiä sanomia lähetetään sähkömarkkinoilla järjestelmissä esiintyvien tietosisältövirheiden sekä erilaisten inhimillisten virheiden takia. (Poikela 2012)

Sanomaliikenteen laadussa tärkeänä tekijänä on myös se, että EDI-sanomat tulee lähettää kaikissa niissä tilanteissa, joihin ne on tarkoitettu ja sanomat tulee lähettää oikea-aikaisesti. Puuttuvat sanomat aiheuttavat myös haittaa sanomaliikenteen laadulle siinä missä virheellisetkin sanomat. Verkkoyhtiö on vastuussa puuttuvista sanomista, kunnes on saanut järjestelmäkuittauksen sanoman perillemenosta. Puuttuvien sanomien tapauksessa myös tiedon vastaanottajan on pyrittävä huolehtimaan siitä, että vastaanottajan omat järjestelmät ovat tarpeeksi hyvässä kunnossa sanomien vastaanottamiseksi. (Helle 2015)

MSCONS-sanomien tapauksessa virheellisiä sanomia käsiteltiin jo luvussa 3. MSCONS-sanomissa erityispiirteenä on se, että niihin ei ole pakko pyytää APERAK-kuittausta, jolloin virheet saattavat jäädä huomaamatta. *Tuntimittausuosituksen* mukaan APERAK-kuittauksen käyttöä kuitenkin suositellaan, sillä verkkoyhtiö on vastuussa MSCONS-sanomien lähettämisestä. Ilman kuittausta verkkoyhtiö ei voi olla varma sanoman perillemenosta. (Rissanen et al. 2010)

*Tuntimittausuosituksen* mukaan MSCONS-sanomilla tulee lähettää sähkömarkkinaosapuolille aina vain uudet ja muuttuneet energiamittaustiedot (Rissanen et al. 2010). Elenia lähettää tällä hetkellä MSCONS-sanomia pääsulakekooltaan yli 63A:n käyttöpaikoilta takautuvasti 14 vuorokauden ajan. Tämä on alalla kohtalaisen tunnettu käytäntö, mutta vastoin suositusta oleva toimintatapa (Helle 2015). Tuntisarjojen takautuvalla lähettämisellä

pyritään välttämään puuttuviksi jääviä mittaustietoja (Helle 2015). Elenia lähettää uusien ja taseikkunan sisällä muuttuneiden energiamittaustietojen lisäksi myös taseikkunan ulkopuolella muuttuneet tiedot automaattisesti aamupäivisin. Illalla Elenialta lähetetään mittaustietoja MSCONS-sanomina sellaisilta käyttöpaikoilta, joiden mittaustietoja on päivän aikana manuaalisesti korjattu sekä sellaisilta käyttöpaikoilta, joiden sähkönmyyjä- tai lukupiiritiedot ovat muuttuneet jopa takautuvasti 60 vuorokautta taaksepäin. Tätä aikaisemmat takautuvat tiedot eivät lähde automaattisesti. (Kajander 2015a)

Fingridin teettämän kyselyn mukaan sähkömarkkinaosapuolet kaipaavat selkeämpiä ohjeita MSCONS-sanomaliikennettä koskevien APERAK-kuittausten käyttöön (Aperak-tutkimus 2015). Fingrid on laatinut ohjeistuksen, jossa suositellaan APERAK-kuittauksen pyyntöä kaikkiin lähetettäviin MSCONS-sanomiin (MSCONS-sanomien kuittaus-säännöt 2015). Elenia pyytää lähettämistään MSCONS-sanomista APERAK-kuittaukset ja sähkömarkkinaosapuolet lähettävät kiitettävästi kuittauksia. Suosituksen mukaan APERAK-kuittauspyyntöihin tulee aina vastata joko positiivisella tai negatiivisella APERAK-kuittauksella (Rissanen et al. 2010). Elenialla ei kuitenkaan tällä hetkellä käydä aktiivisesti läpi negatiivisia APERAK-kuittauksia, joten virheellisesti EDI-sanomina lähetettyjä tietoja saattaa jäädä huomaamatta ja verkkoyhtiö on vastuussa näiden tietojen perillemenosta (Helle 2015). Sähkömarkkinaosapuolet kommunikoivat paljon keskenään sanomaliikenteen lisäksi myös sähköpostin välityksellä puuttuvien tai virheellisten MSCONS-sanomien tapauksessa.

Sanomaliikenteen laatua seurataan Elenialla sisäisesti erilaisten laadusta kertovien lukujen perusteella sekä ulkoisesti kysymällä sähkömarkkinaosapuolien mielipidettä sanomaliikenteen laadusta. Elenialla tehdään puolen vuoden välein sähkömarkkinoiden tyytyväisyyskysely, jossa sähkömarkkinaosapuolilta pyydetään palautetta sanomaliikenteeseen liittyvistä asioista. Kyselyssä on omat osiot PRODAT- ja MSCONS-sanomaliikenteelle. Kysely pyritään välittämään mahdollisimman monille sähkömarkkinaosapuolien palveluksessa oleville yhteistyökumppaneille, sillä palautteen avulla on helpompaa kehittää Elenian sanomaliikenteeseen liittyviä asioita entistä toimivammiksi. (Sandell 2015)

Sähkömarkkinoiden tyytyväisyyskyselyn osallistujaproosentti on valitettavasti joka kyselyssä aika pieni, joten laajaa otosta ei ole koskaan saatu tehtyä. Kyselyn tulokset ovat kuitenkin lupaavia ja avoimissa palautteissa on rakentavia parannusehdotuksia. PRODAT-sanomaliikenteen osalta kyselyn tulokset ovat erinomaisia ja MSCONS-sanomien osalta tulokset ovat parantuneet tasaiseen tahtiin. MSCONS-puolella suurin negatiivinen asia on sähkömarkkinaosapuolien mielestä viiveet, joita aiheutuu niin aikasarjojen luentaongelmista, mittarin rikkoutumisista kuin hyvälaatuisten aikasarjojen lähettamisestä aina sähköpostikyselyiden vastausviiveisiin. Aikasarjojen laatutekijänä viiveet ovat erityisen tarkkailun kohteena ja tässä diplomityössä otetaan kantaa prosessin kehityksen kannalta aikasarjojen viiveisiin kappaleessa 6. (Sandell 2015)

Sanomaliikenteen laatua seurataan Elenialla yhtiön sisällä sanomaliikenteen viikkoraportteilta laskettavien keskiarvojen perusteella kuukausittain. Sanomaliikenteen laatuun vaikuttaa tiedonvaihdon tiimin työtehtävien suorittaminen, kuten esimerkiksi sähköpostiliikenteen ja puhelinpalvelun sujuvuus, erilaisten sanomien käsittely sekä PRODAT-sanomiin liittyvien negatiivisten APERAK-kuittausten manuaalinen käsittely ja selvittely. Sanomaliikenteen laatu on näillä mittareilla tarkasteltuna erittäin hyvällä tasolla. Nykyiseen tasoon on päästy järjestelmäkehityksen avulla, jolloin virheellisiä sanomia lähtee mahdollisimman vähän. Osaava ja motivoitunut tiedonvaihdon palvelutiimin henkilöstö vaikuttaa suuresti sanomaliikenteen hyvään laatuun. (Sandell 2015)

Sanomaliikenteen laadussa seurataan Elenialla PRODAT-sanomiin liittyvien negatiivisten APERAK-kuittausten määrää verrattuna kaikkien lähetettyjen PRODAT-sanomien määrään. Tämä luku on erittäin pieni, eli negatiivisia APERAK-kuittauksia lähetetään suhteessa todella vähän, kun verrataan tilannetta kaikkiin lähetettyihin sanomiin. Vuoden 2016 alusta lähtien Elenia alkaa lähettää PRODAT-sanomia myös Vattenfallille, jolloin lähetettyjen sanomien määrä kasvaa 3-4-kertaiseksi nykyisestä tilanteesta. Tämä tarkoittaa samalla sitä, että negatiivisten APERAK-kuittausten määrän oletetaan myös kasvavan aiemmasta tilanteesta, vaikka suhteellinen osuus tuleekin pysymään kohtalaisen muuttumattomana. (Sandell 2015)

Fingridin tiedonvaihtopalvelut on esittänyt, että jakeluverkkoyhtiöiden tulisi tulevaisuudessa raportoida tietyin väliajoin kaikkien lähettämiensä sanomien määrää sekä sanomista saatavien negatiivisten APERAK-kuittausten määrää (EDI-käyttäjöpäivien kysymykset 2015). Tiedot raportoidaan jatkossa Suomen Ediel-portaalin kautta (EDI-käyttäjöpäivien kysymykset 2015). Raportointiväli voisi olla esimerkiksi kvartaaleittain. Raportointi koskisi sekä MSCONS- että PRODAT-sanomaliikennettä (EDI-käyttäjöpäivien kysymykset 2015). Negatiivisten APERAK-kuittausten suhteellinen määrä kuvaa hyvin jakeluverkkoyhtiöiden sanomaliikenteen laatua ja kyseisten lukujen seuraaminen on erittäin ajankohtaista, sillä tiedon laatuun on panostettava entistä enemmän tulevaisuudessa muun muassa datahubin takia. (Sandell 2015)

Elenian siirtyessä tuntiaikasarjoihin perustuvaan laskutukseen kaikilla käyttöpaikoilla vuoden 2016 alussa myös PRODAT-sanomaliikenteessä tapahtuu muutoksia. Elenia ei enää tämän jälkeen lähetetä PRODAT-sanomina sähkömittareiden mittarilukemia, vaan tuntisarjasta lasketaan aikavälin sähkönkäyttö ja se lähetetään PRODAT-sanomana sähkönmyyjälle. Pelkkien sähkönkulutusten lähettäminen on verkkoyhtiöille täysin sallittua, sillä Energiategollisuuden ohjeistuksen mukaan jakeluverkkoyhtiöiden on kyettävä toimittamaan tuntisarjaa, mittarilukemia ja/tai sähkönkäyttötietoja (Tuntiaikasarjaan pohjautuvaan laskutukseen liittyvät käytännöt 2013). Siirtyminen lukemista kulutuksen ilmoittamiseen on suuri muutos monille sähkönmyyjille ja sähkömarkkinaosapuolille. Samalla muutos näkyy asiakkaalla myös niin, että asiakas ei jatkossa tule näkemään sähkömittarilukemaa enää laskullaan vaan ainoastaan laskutusvälin aikaisen tuntiaikasarjasta lasketun sähkönkäytön. (Sandell 2015)

Aikasarjoihin perustuva laskutus tulee aiheuttamaan jonkin verran korjauksia asiakkaiden laskutukseen, kun asiakkaita laskutetaan epävarmoilla energiamittaustiedoilla, joiden aikasarjat saadaan myöhemmin korjattua luotettavamiksi (Siewert 2015). Laskutuksen korjauksen lisäksi myös PRODAT-sanomilla ilmoitetut sähkönkäytöt lasketaan aikasarjoista ja jos aikasarjoihin tulee muutosta, PRODAT-sanomilla ilmoitetut sähkönkäytöt myös muuttuvat. Sanomaliikenteen kannalta tämä tarkoittaa sitä, että muuttuneet sähkönkäytöt tulee lähettää uudestaan PRODAT-sanomana sekä PRODAT-sanomaliikenteen käytäntöjen mukaisesti tästä tulee lähettää myös sähköpostitse tieto sähkönmyyjälle (Menettelytapalinjaukset 2011 2012). Sähköposti voidaan helposti lähettää automaattisesti järjestelmästä, mutta sähkönmyyjän on reagoitava lähetettyyn sähköpostiin manuaalisella työllä. (Sandell 2015)

Muuttuneet energiamittaustiedot lähetetään normaalisti MSCONS-sanomana, jolloin myös mittaustietojen status kertoo sanoman vastaanottajalle, että aikasarja on muuttunut. Mittaustietojen statuksista kerrottiin tarkemmin jo kappaleessa 2. Epävarmana lähetetty mittaustieto voidaan korjauksen jälkeen lähettää joko arvioituna tai mitattuna. Kun mitattua tai arvioitua aikasarjaa joudutaan korjaamaan, niin korjaus tulee lähettää statuksella *korjattu OK Z01*. (Rissanen et al. 2010)

## 6. AIKASARJOJEN LAADUN PARANTAMINEN

Aikasarjojen laatu on Elenialla hyvällä tasolla, mutta aikasarjojen laadun parantamiseen ja mittaustoiminnan kehittämiseen on alettu kiinnittää aiempaa enemmän huomiota tämän diplomityön aikana. Laadun parantaminen on tärkeä asia sekä sähkömarkkinoiden kehityksen että Elenian sähkönsiirto-prosessin kehittämisen kannalta, jossa mittaus on sanomaliikenteen ja laskutuksen lisäksi yksi osa prosessia. Elenia alkaa käyttää aikasarjoja laskutuksessa vuoden 2016 alusta alkaen kaikilla käyttöpaikoilla, joten aikasarjojen laadun tulee olla erinomaisella tasolla. Tällöin asiakkaalle voidaan taata mahdollisimman luotettava, oikea-aikainen ja laadukas todelliseen sähkönkulutukseen perustuva laskutus. Laadukkaan tiedon ansiosta Elenia pystyy palvelemaan myös asiakkaitaan entistä laadukkaammin. (Siewert 2015)

Elenia on tehnyt päätöksen, että laskutuksessa käytetään myös järjestelmän extrapoloimia tuntiarvoja, jos mitattuja tai arvioituja aikasarjoja ei ole saatavilla laskutuspäivään mennessä (Siewert 2015). Tästä päätöksestä johtuen Elenian on tulevaisuudessa pyrittävä siihen, että aikasarjat saadaan korjattua mahdollisimman nopeasti, jotta asiakkaan laskutusta ei jouduttaisi korjaamaan mittaustietojen muuttuessa. Viiveet ovat tällä hetkellä yksi kriittisin aikasarjojen laatua huonontava tekijä, joten prosessia on kehitettävä niin, että viivytyksistä on päästävä eroon.

Aikasarjojen laadun parantuessa laatua pitää pystyä tarkastelemaan ja mittaamaan aiempaa tehokkaammin sekä kriittisemmin. Luennan saannon tarkastelu ei ota huomioon muuta kuin aikasarjojen saamisen, eli luennan saannossa ei oteta huomioon onko saatu aikasarja hyvälaatuinen tai vastaako se todellista sähkönkulutusta käyttöpaikalla. Aikasarjojen laaduntarkkailuun on tässä diplomityössä kiinnitetty erityistä huomiota. Laaduntarkkailua varten on määritetty uusia laatuindeksejä, jotka kertovat aiempaa tarkemmin aikasarjojen laadun todellisen tilanteen.

Energiamittaustiedon laadun kehittäminen on ajankohtaista Elenialla myös siitä syystä, että Elenialla on aloitettu projekti, jossa selvitetään tulevaisuuden sähkömittarilta vaadittavia ominaisuuksia. Tämä diplomityö ottaa kantaa tulevaisuuden AMR-mittariin, luentajärjestelmään ja mittaustiedon hallintaan energiamittaustiedon laadun näkökulmasta. Seuraavan sukupolven energiapalvelulaitetta käsitellään tämän diplomityön kappaleessa 6.2.8.

Tulevaisuudessa on hyvin todennäköistä, että aikasarjoissa siirrytään nykyisin käytettävistä tuntisarjoista, eli yhden tunnin pituisesta taseselvitysjaksosta, esimerkiksi viiden-toista minuutin tai viiden minuutin taseselvitysjaksoon (AMR 2030 2015). Lyhempi mittausjakso aiheuttaa haasteita tulevaisuuden sähkömittareille, luentajärjestelmille ja mittaustiedon hallintajärjestelmille. Mitä lyhempi mittausjakso on, sitä kriittisempää on, että

aikasarjojen laadun on oltava erittäin hyvällä tasolla ja laadun valvonnan tulee olla aiempaa tehokkaampaa ja automaattisempaa.

## 6.1 Riittävä taso aikasarjojen laadulle

Elenian aikasarjojen hyvästä laadusta huolimatta energiamittaustiedon laatua on mahdollista parantaa vielä entistä luotettavammaksi. Laadun parantaminen erilaisilla automaattisilla prosesseilla saa aikaan myös säästöjä. Jos aikasarjojen laadussa pyritään siihen, että kaikkien käyttöpaikkojen aikasarjat saadaan kuntoon taseikkunan sisällä, niin tällaiselle laatutasolle pääseminen vaatii merkittäviä taloudellisia investointeja niin sähkömittareihin kuin luentajärjestelmään ja mittaustiedon hallintajärjestelmäänkin. Siltikään 100 % laatutasoon ei välttämättä ole mahdollista aina päästä. (Järvenpää & Kauppinen 2015)

Mittausvirheitä huomataan toisinaan myös jopa vuosia myöhemmin, sillä osa mittausvirheistä on inhimillisiä asennusvirheitä ja ne saattavat tulla ilmi huomattavalla viiveellä (Harju 2015). Viiveellä ilmi tulleet mittausvirheet ovat kiusallisia ja selkeästi aikasarjojen laatua heikentäviä asioita. Inhimillisiin asennusvirheisiin voidaan vaikuttaa tulevaisuudessa paremmin, jos käyttöpaikkojen sähkönkulutusta seurataan aiempaa tarkemmin. Tällöin muuttunut kulutus voidaan huomata erilaisilla automaattiajoilla. Lisäksi uusiin ristiin asennettuihin mittareihin voidaan tulevaisuudessa puuttua erilaisilla ohjatuilla asennussovelluksilla, jolloin asentajan ei anneta korvata väärällä numerolla olevaa mittalaitetta uudella laitteella. Myöhemmin kappaleessa 6.2.8. käsitellään tarkemmin seuraavan sukupolven AMR:lta vaadittavia ominaisuuksia.

Kappaleessa 5 käsiteltiin jo nykyisin käytössä olevaa aikasarjojen laatumittaria eli luennan saantoa. Luennan saanto on tulevaisuudessakin tärkeä mittari luennan onnistumisen kannalta. Luennan saanto kertoo lähinnä käyttöpaikkojen luentaongelmista, eli esimerkiksi mahdollisista GSM/GPRS-yhteyden ongelmista tai käyttöpaikan PLC-häiriöistä. Luennan onnistumisen tulee jatkossakin olla vähintään samalla tasolla kuin tällä hetkellä, mutta luennan saannossakaan ei pystytä nykyisellä sähkömittarikannalla tavoittelemaan 100 % laatutasoa. Sähkömittarikanta tulee muuttumaan ja uudistumaan vähitellen, kun esimerkiksi 3G-ominaisuudella varustetut mittarit tulevat yleistymään Elenian verkossa. Tällöin luennan laadussa päästään parempiin tuloksiin, mutta 100 % laatutasoon taseikkunan sisällä tuskin päästään silloinkaan. Erityisesti seuraavan sukupolven sähkömittarin käyttöönoton yhteydessä luennan laatu paranee kuitenkin selvästi (AMR 2030 2015).

Tämän diplomityön pohjalta voidaan sanoa, että energiamittaustiedon laatua pystytään parantamaan aika paljon kehittämällä nykyisiä prosesseja aiempaa tehokkaammiksi. Tämän diplomityön tulosten pohjalta ehdotetaan, että kaikki aikasarjat pyritään saamaan kuntoon neljänkymmenen päivän sisällä sähkönkäyttöajankohdasta. Tällöin pystytään vähentämään huomattavasti aikasarjoissa esiintyviä extrapoloituja arvoja ja sitä kautta parantamaan asiakkaiden laskutuksen luotettavuutta ja sähkömarkkinaosapuolien tyytyväisyyttä. Lisäksi tasevirhekorjaus on yksinkertaisempi, kun se pystytään tekemään aina

kuuden viikon sisällä sähkönkäyttöajankohdasta. Aikasarjojen nopeampi korjaaminen saadaan aikaan pelkästään muuttamalla prosessia aiempaa tehokkaammaksi, eli esimerkiksi suurempia investointeja nykyisiin sähkömittareihin ei tarvita. 40 päivän aikatavoite nähdään tämän diplomityön tutkimusten perusteella prosessin kehityksen ensimmäisenä askeleena. Tavoitteena on päästä vähitellen tilanteeseen, jossa suurin osa aikasarjoista saadaan kuntoon taseikkunan sisällä.

Aikasarjojen riittävää laatutasoa täytyy tietenkin myös tarkastella käänteisestä näkökulmasta. Jos aikasarjojen laatua ei pystytä riittävästi parantamaan, asiakkaiden laskutusta joudutaan korjaamaan ja siitä aiheutuu huomattavia kustannuksia sekä se huonontaa asiakkaan kokeman palvelun laatua. Aikasarjojen korjaaminen viiveellä aiheuttaa myös muuttuvia PRODAT-sanomilla ilmoitettavia sähkönkulutustietoja. PRODAT-sanomien lisääntyvä käsittely lisää myös kustannuksia ja vaatii aiempaa enemmän henkilöstöresursseja ainakin siihen asti, kun automaatiotasoa saadaan nostettua. Virheelliset PRODAT-sanomat työllistävät lisäksi myös sanoman vastaanottajia. (Sandell 2015)

Kustannusten minimoimiseksi aikasarjojen laadussa on päästävä siis aiempaa paremmalle tasolle prosessin kehityksen avulla. Laadukkaan datan avulla asiakkaiden laskutus saadaan sujumaan luotettavasti ja oikeassa aikataulussa sekä lisäksi sähkömarkkinoiden tiedonvaihto toimii moitteettomasti. Tästä syystä on perusteltua, että aikasarjojen laatuun kiinnitetään erityisen paljon huomiota ja prosessia kehitetään jatkuvasti. Mittaustoiminnan tueksi tarvitaan aiempaa enemmän automatiikkaa sekä prosessin kehitykseen tarvitaan resursseja, jotta laatuun ja sen parantamiseen pystytään keskittymään. Laaduntarkkailuun on kehitettävä aiempaa yksityiskohtaisempia mittareita, jolloin laatupoikkeamat huomataan välittömästi. Laadun parantamista sekä sen tarkkailua käsitellään tarkemmin seuraavissa kappaleissa.

## **6.2 Toimenpiteet aikasarjojen laadun parantamiseksi**

Tämän diplomityö luvussa 3 käsiteltiin aikasarjojen laatuun vaikuttavia asioita sekä Elenian että eri yhteistyökumppaneiden näkökulmasta ja luvussa 5 käytiin läpi Elenian aikasarjojen laadun nykytilaa. Näiden laatuanalyysien sekä sähkömarkkinoiden tulevaisuuden muutosten pohjalta on päädytty esittämään erilaisia käytännön toimenpiteitä aikasarjojen laadun parantamiseksi. Laadun parantamisessa tärkeimpänä ohjaavana asiana on aikasarjojen käyttö laskutuksessa sekä asiakkaiden ja muiden sähkömarkkinaosapuolien tyytyväisyyden lisääminen mittareilta saadusta sähkönkulutustiedosta aina MSCONS-sanomaliikenteen oikeellisuuteen saakka. Ehdotetut toimenpiteet ja muutokset aikasarjojen laadun parantamiseksi on esitetty kuvassa 6.1.



*Kuva 6.1 Energiamittaustiedon laadun parantaminen.*

Aikasarjojen laadun kehittäminen voidaan karkeasti jakaa raportoinnin kehittämiseen, viiveiden vähentämiseen ja uusiin toimintatapoihin, aikasarjojen korjaamiseen, tiedon latauksen ja sanomaliikenteen ja laskutuksen kehitykseen sekä laaduntarkkailuun. Laadun parantamiseen kuuluvat uudet laatumittarit sekä prosessin jatkuva kehitys ja tulevaisuuden älykäs sähkönkulutuksen mittaus. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi tämän diplomityön kannalta esille tulleita tiedon laadun kehittämissuhteita prosessin kehittämisen näkökulmasta.

### 6.2.1 Raportoinnin kehittäminen

Laadukas raportointi on yrityksen liiketoiminnan kannalta yksi tärkeimmistä asioista. Laadukas raportointi takaa sen, että päätöksentekoa varten on olemassa mahdollisimman laadukasta dataa, jolloin päätöksenteko helpottuu. Nykyään yritysmaailmassa ei ole yleensä puutetta tiedosta, vaan tilanne on suurimmaksi osaksi päinvastainen; tietoa on saatavissa liikaakin, jolloin oleellinen tieto on pystyttävä jalostamaan tietomassoista. Laadukas raportointi takaa sen, että dataa pystytään analysoimaan oikea-aikaisesti, jolloin prosessin tilanne tunnetaan jatkuvasti. Tällöin prosessia on mahdollista kehittää analysoimalla raporteilta saatavaa tietoa. (Ervelä 2012)



Raportoinnin kehittämisessä oleellisena osana on raportoinnin helppous ja yksinkertaisuus sekä käyttäjäystävällisyys, sillä raportoinnin ei tulisi aiheuttaa turhaa ylimääräistä työkuormaa, vaan nimenomaan helpottaa erilaisia toimintoja. Raportoinnin avulla pitäisi pystyä saamaan oleellista tietoa, jota voidaan hyödyntää päivittäisen työn suorittamisessa, työn suunnittelussa, prosessin kehityksessä ja erilaisessa päätöksenteossa. Laadukkaan raportoinnin avulla pystytään automaattisesti seuraamaan erilaisia tunnuslukuja ilman manuaalista työtä ja tällöin laadun seuranta on myös huomattavasti yksinkertaisempaa. (Ervelä 2012)

Elenian mittaustiedon hallintajärjestelmästä saadaan jo nykyään hyvin monenlaisia raportteja ja Pekka Mäkelä oli omassa diplomityössään keskittynytkin erilaisten raportointityökalujen kehittämiseen ja raporttien tarpeellisuuteen (Mäkelä 2011). Mäkelän diplomityön aikoihin pääsulakekooltaan enintään 3x63A:n käyttöpaikkojen tuntiluenta ei kuitenkaan ollut vielä ajankohtainen asia ja muutenkin MSCONS-sanomaliikenne on kehittynyt ja lisääntynyt hyvin paljon Mäkelän työn jälkeen. Tästä syystä energiamittaustietoihin liittyviä raportteja on kehitettävä edelleen jatkuvasti, jotta datan laatua voidaan tietoisesti parantaa ja päivittäisen työn suorittamista tehostaa.

Aiemmin kappaleessa 5 kerrottiin, että energiamittaustietojen korjaaminen aloitetaan, kun sähkömarkkinaosapuolilta tulee yhteydenotto, jossa he pyytävät paikkauksia epävarmoihin tai puuttuviin aikasarjoihin. Tulevaisuudessa on pyrittävä siihen, että aikasarjat korjataan jo ennen kuin kukaan ehtii kysyä korjausten perään. Tätä toimintatapojen muutosta varten tarvitaan laadukkaita raportteja sellaisista käyttöpaikoista, joiden mittaustiedot tarvitsevat korjausta.

Nykyisinkin Elenialla kehitetty kerran kuukaudessa ajettava SumCheck-raportti vertaa kuukauden ensimmäisen ja viimeisen päivän päivälukemien erotusta tuntiaikasarjasta laskettuun kulutustietoon ja raportille nousevat sellaiset käyttöpaikat, joiden kulutuksista löydetään yli 2 kWh:n eroja tällä tavalla. Raportti ilmoittaa käyttöpaikan tietojen lisäksi erotuksen suuruuden, estimoitujen tuntiarvojen määrän sekä estimoidun energian suuruuden. Raportille nousevat siis mukaan myös sellaiset käyttöpaikat, joiden aikasarjoja on jo ennen raportin ajoa korjattu. Lisäksi raportille nousevat myös käyttöpaikat, joiden mittari on jouduttu vaihtamaan. SumCheck-raportti on alun perin luotu sellaisten pääkytkinkohteiden etsimistä varten, joilla aikasarjasta jää puuttumaan kulutettua energiaa mittarin oltua sähköittä tarpeeksi pitkään, jolloin mittarin kello ei ole oikeassa ajassa. SumCheckin avulla tällaisten käyttöpaikkojen aikasarjat voidaan korjata vastaamaan todellista kulutettua energiaa. (Kauppinen 2015a)

SumCheck-raportin avulla päästään myös selville sähkömittareiden kellojen ongelmiin. Sähkömittarin kellon toiminta on yksi kriittisimmistä sähkönkulutuksen mittaamiseen liittyvistä asioista, sillä sähkömittarin kellon avulla saadaan sähkönkulutuksen aikaleimat ja tällöin kulutus pystytään kohdistamaan oikeaan sähkönkäytön ajankohtaan aikasarjassa. Jos sähkömittarin kello ei pysy ajassa tai jos kello ei käy ollenkaan, niin mittari

luetaan kerran vuorokaudessa ja kulutettu sähköenergia saadaan kyllä tietää, mutta kulu-  
tusta ei pystytä kohdistamaan oikeille ajanjaksoille. Tällöin sähkömittarilta saatu energia-  
mittaustieto ei ole laadultaan tarpeeksi hyvää ja tällainen sähkömittari on vaihdettava uu-  
teen mittariin, sillä mitattu tieto ei vastaa mittaukselle asetettuja laatuvaatimuksia (Jär-  
venpää 2015). Sähkömittarin kellon vikaantuminen liittyy ainakin osittain mittarin ikään  
ja komponenttiominaisuuksiin, sekä mahdollisesti myös ukkoseen (Vuorinen 2015b).

SumCheck-raportilta ei kuitenkaan saada tietoa sellaisista käyttöpaikoista, joiden aika-  
sarjoihin tulisi korjata nollakulutusta aukottoman aikasarjan aikaansaamiseksi. Tällaisia  
käyttöpaikkoja ovat esimerkiksi uudet mittaroidut kohteet, osa pääkytkinkohteista ja yl-  
läpidolle siirretyistä kohteista sekä esimerkiksi katkotut kohteet. Katkotuissa kohteissa  
katko on toisinaan suoritettu esimerkiksi jakokaapilta katkomalla. Tällaisia käyttöpaik-  
koja varten tarvitaan raportti, jonka avulla nollasarjat saadaan korjattua ajoissa taseikku-  
nan sisällä, jolloin käyttöpaikat eivät joudu tasevirhekorjauksen piiriin.

Osa sähköntoimituksen katkoista toteutetaan etänä mittarin palvelureleen välityksellä.  
Kaikki Elenian sähkömittarit eivät sisällä palvelurelettä, jolloin releettömillä käyttöpai-  
koilla etäkatkaisu ja –kytkentä eivät onnistu. Etäkatkon onnistuessa luentayhteys sähkö-  
mittarille säilyy koko ajan, jolloin tällaiselta käyttöpaikalta saadaan mittaustietokantaan  
koko ajan mitattua nollasarjaa. Etäkatkotuista kohteista olisi suositeltavaa saada myös  
raportti, jolloin katkon onnistumista voidaan tarkkailla. (Källarsson 2015)

Raportit mittarinvaihtoista ja uusista mittaroinneista on saatava vähintään viikoittain, jol-  
loin mahdollisesti puuttuvat tai järjestelmän extrapoloimat aikasarjat pystytään korjaa-  
maan. Toisinaan extrapoloitua aikasarjaa löytyy myös sellaisilta käyttöpaikoilta, joilla on  
ollut esimerkiksi pääkytkin auki tai luentaongelmia. Tällaisilla käyttöpaikoilla extrapo-  
loitu sarja tulisi tarvittaessa korjata myöhemmin vastaamaan todellista kulutusta, joten  
tällaisista käyttöpaikoista tarvitaan myös raportit. Uusien mittarointien ja luentaongel-  
mien osalta ehdotus kuitenkin on, että näissä aikasarjat voitaisiin korjata automaattisesti  
mittaustietokantaan. Asiaa käsitellään lisää kappaleessa 6.2.2.

Elenialla siirretään sellaisia käyttöpaikkoja niin kutsuttuun pääkytkin-ryhmään, joilla  
asiakas katkaisee aina välillä sähköt pääkytkimestä ja mittarin luentayhteys katkeaa pää-  
kytkimen käytön johdosta. Pääkytkin-ryhmään siirretään joka viikko uusia kohteita sitä  
mukaa, kun tieto pääkytkimen käytöstä saadaan. Uusista pääkytkinkohteista tulisi saada  
raportti viikoittain, jolloin aikasarja pystytään korjaamaan nollassa ilman ylimääräisiä vii-  
veitä.

Heikon statuksen aikasarjoilla tarkoitetaan sellaisia tilanteita, joissa mittaustiedon hallin-  
tajärjestelmän validointiprosessi ei pysty muokkaamaan sähkömittarilta saatavia roska-  
arvoja vertailuarvojen puuttumisen vuoksi, vaan nämä arvot päätyvät sellaisenaan aika-  
sarjaan heikolla statuksella. Arvot lähtevät myös sähkömarkkinaosapuolille, jos lähetystä  
ei estetä erikseen. Heikkoa statusta aiheutuu myös, kun aikasarjoja on mittaustietokannan

toimesta estimoitu tarpeeksi pitkään, jolloin estimaatin tekeminen loppuu aikarajan täytymisen takia, vaikka käyttöpaikan sähkömittaria ei olisikaan saatu vielä kuntoon. Heikon statuksen arvot tulisi korjata aikasarjoista pois päivittäin, jotta ne eivät päätyisi sähkömarkkinaosapuolille ja laskutukseen (Järvenpää & Kauppinen 2015).

Toisinaan käyttöpaikoilla voidaan havaita pitkiä nollasarjoja, joilla aikasarjan status on mitattu. On täysin mahdollista, että käyttöpaikalla ei ole sähkökäyttöä pitkiin aikoihin, kuten esimerkiksi vapaa-ajan asunnoilla. Suurella pääsulakekoolla varustetuilla käyttöpaikoilla nollakulutus pitkällä aikavälillä on kuitenkin epäilyttävää ja tällaisilta käyttöpaikoilta pitäisi saada raportti säännöllisin väliajoin, kuten viikoittain. Pääsulakekooltaan enintään 3x63A:n käyttöpaikkojen pitkiä mitattuja nollasarjoja tulisi myös tarkastella vähintään vuosittain. Pitkäksi nollasarjaksi suurella pääsulakekoolla voidaan sanoa jo yli viikon ajanjaksoa, mutta pienellä käyttöpaikalla nollakulutusta voi olla useampia kuukausia erityisesti vapaa-ajan asuntojen tapauksissa (Kangas 2015b). Pitkien nollasarjojen raportteja pystytään mahdollisesti hyödyntämään myös sähkövarkausepäilyissä.

Kehitetyn raportoinnin avulla pystytään aiempaa paremmin tarkastelemaan myös asiakkaiden sähkökulutuksen suuria muutoksia. Asiakkaiden sähkökulutuksen muuttuminen asentajan käynnin jälkeen, esimerkiksi pääsulakekoon muutoksen kohdalla tai mittarinvaihdon yhteydessä voi toisinaan olla aivan luonnollista. Joskus on kuitenkin mahdollista, että asentajan käynnin yhteydessä sattuu asennusvirhe, jolloin asiakkaan sähkökulutuksen mittausta ei välttämättä vastaa enää todellista tilannetta. Tällaisia esimerkkejä voivat olla esimerkiksi yhden vaiheen puuttuminen mittauksesta tai kulutuksen kertyminen tuotannon rekisteriin. Aktiivisella viikoittain tapahtuvalla raportointiajolla pystytään tunnistamaan asentajakäynnin jälkeen muuttunut kulutus, jolloin mahdolliseen kytkentävirheeseen pystytään puuttumaan aiempaa nopeammin. Kulutuksen seurannassa oleellisena asiana on löytää sopivat raja-arvot, jolloin käyttöpaikka nousee kulutusepäilyn takia raportille. Raja-arvot eivät saa olla liian tiukat, jolloin esimerkiksi helle- tai pakkasjakson osuminen tarkasteluvälille nostaa käyttöpaikan turhaan listalle. Taas vastaavasti liian löysät raja-arvot voivat aiheuttaa sen, että yhden vaiheen puuttuminen epäsymmetrisen kuormituksen tilanteessa jää kokonaan huomaamatta. Sopivia raja-arvoja tulee tutkia tarkemmin lisää tämän diplomityön jatkotyönä.

Sähkökulutuksen mittaamisen luotettavuuden takaamiseksi pari kertaa vuodessa olisi syytä ajaa mittaustietokannassa raportti pidemmän ajan sähkökulutuksen muuttumisesta kaikilla verkkoalueen käyttöpaikoilla. Tässäkin on otettava huomioon, että asiakkaiden sähkökulutus luonnollisesti vaihtelee hyvinkin paljon ja asiakkaan vaihtuminen vaikuttaa luonnollisesti myös käyttöpaikan sähkökulutukseen. Tarkastelujaksona tällaisessa ajossa voisi olla esimerkiksi pari vuotta ja raportille nousisivat raja-arvot ylittävät käyttöpaikat. Raportointi voisi hyödyttää esimerkiksi huonojen mittarierien tai jopa ryntävien mittareiden löytämisessä, jolloin pystytään aiempaa helpommin tarkastelemaan mittauksen laatua.

Mittaustiedot-tiimin tekemisen raportointi kertoo manuaalisesti korjattujen aikasarjojen määrästä sekä siitä, miten tiimin ajankäyttö jakaantuu (Järvenpää 2015). Tiimin tekemisen raportoinnista nähdään myös se, onko aikasarjat pystytty korjaamaan jo ennen kuin sähkömarkkinaosapuolet reagoivat puuttuviin tai epävarmoihin aikasarjoihin. Tulevaisuudessa mittausprosessia ei enää voida nähdä tiukasti omana prosessinaan, vaan esimerkiksi laskutuksen onnistumisen raportointi kuukausittain kertoo myös Mittaustiedot-tiimin työkuormasta sekä työn laadusta.

Uusien raporttien kohdalla on otettava huomioon, että jokainen raportti sisältää tärkeää ja hyödynnettävää tietoa ja samaa tietoa ei löydy monelta eri raportilta. Esimerkiksi tällä hetkellä mittarinvaihdot nousevat mukaan SumCheck-raportille, mutta toivottavaa olisi, että ne saataisiin jatkossa vain ja ainoastaan omalle raportilleen. Yhteenvedo erilaisista tarvittavista raporteista ja niiden ajotaajuudesta on esitetty taulukossa 6.1.

**Taulukko 6.1** Tarvittavat raportit, niiden ajotaajuudet ja ajettavat ajanjaksot.

Raportti	Ajetaajuus	Ajettava ajanjakso
Heikon statuksen aikasarjat	Päivittäin	Kuukausi
SumCheck	Viikoittain	Kuukausi
Aukkoja sisältävät sarjat	Viikoittain	Kuukausi
Uudet pääkytkinkohteet	Viikoittain	Viikko
Mittarinvaihdot ja uudet asennukset	Vähintään viikoittain	Viikko
Mittarin poistot	Viikoittain	Viikko
Extrapoloituja arvoja sisältävät aikasarjat	Viikoittain	Kuukausi
Katkotut kohteet	Viikoittain	Kuukausi
Kulutuksen muuttuminen asentajan käynnin jälkeen	Viikoittain	Vuosi
Pitkät nollasarjat	Viikoittain/kuukausittain	Vuosi
Mittaustiedot-tiimin tekeminen ja laskutuksen onnistuminen	Kuukausittain	Kuukausi
Kulutuksen muuttuminen	Pari kertaa vuodessa	2 vuotta

Energiamittaustietojen raportoinnin kehittämällä saavutetaan aiempaa nopeampi aikasarjojen korjaaminen, jolloin aiempaa useamman käyttöpaikan aikasarjat pystytään toimittamaan sähkömarkkinaosapuolille taseikkunan sisällä. Raportti heikon statuksen aikasarjoista tarvitaan päivittäin, mutta muut raportit voidaan ajaa viikoittain tai vieläkin harvemmin. Useimmissa raporteissa tarkastelujaksona voidaan käyttää yhtä kuukautta ja joissakin tapauksessa jopa ainoastaan yhtä viikkoa. Sähkönkulutuksen muuttuessa on syytä valita tarkastelujaksoksi vähintään yhden vuoden mittainen ajanjakso.

## 6.2.2 Aikasarjojen korjaaminen ja uudet työkalut

Aikasarjojen korjaamisella tarkoitetaan järjestelmän estimoiman tai puuttuvan aikasarjan muokkaamista niin, että sarja vastaa käyttöpaikan todellista sähkönkulutusta mahdollisimman hyvin. Sähkönkulutustieto on saatu esimerkiksi päivälukemien avulla tai asentajan ilmoittaman mittarilukeman perusteella. Aikasarjojen korjaamiseksi ei tässä yhteydessä siis lueta mittaustietokannan tekemää aikasarjojen extrapolointia ja validointia, vaan sähkönkulutukseen perustuvaa aikasarjakorjausta. Nykyisin käytössä olevat aikasarjojen korjausmenetelmät on kuvattu jo edellä kappaleessa 5 ja näihin menetelmiin liittyy paljon manuaalista työtä. Manuaalinen työ lisää aina virheiden riskiä, joten manuaalinen työ olisi syytä automatisoida niin pitkälti kuin mahdollista.

Aikasarjojen korjauksessa on mahdollista käyttää hyväksi extrapoloinnin sijasta interpolointia, jossa otetaan huomioon historiatietojen lisäksi myös aikajakson todellinen sähkönkulutus, jolloin interpoloitu aikasarja saadaan muistuttamaan mahdollisimman paljon todellista kulutusta. Interpolointi olisi mahdollista toteuttaa automaattisilla prosesseilla, jos mittaustietokantaan tallennettujen päivälukemien tai myös asentajien ilmoittamien mittarilukemien laatu on tarpeeksi hyvää. Päivälukemia ei tällä hetkellä validoida ollenkaan, joten täyteen automatisointiin interpoloinnin avulla ei tulla pääsemään vielä. Interpoloinnissa käytettävän päivälukeman tarkistamiseen tarvitaan kuitenkin aluksi manuaalista työtä, jolloin automaattinen aikasarjan korjaus voidaan toteuttaa.

Interpoloinnin käyttö ei ole mahdollista silloin, kun käyttöpaikalta ei saada aikasarjan lisäksi mitään muuta tietoa sähkönkulutuksesta tai aikasarjakin mahdollisesti puuttuu kokonaan. Tällöin aikasarjan korjauksessa voidaan mahdollisesti käyttää hyväksi extrapolointia, jonka lisäksi tarvitaan manuaalista työtä muun muassa arvojen oikean tarkkuuden aikaansaamiseksi sekä aikasarjojen laadun varmistamiseksi.

Pääsulakekooltaan yli 3x63A:n käyttöpaikoille suositeltavaa on, että jokainen aikasarjankorjaus varmistetaan manuaalisesti. Tällaisilla käyttöpaikoilla kulutetun sähköenergian määrä on tyypillisesti hyvin suuri, jolloin virheet aikasarjojen korjauksessa voivat olla hyvin kriittisiä asiakkaan, verkkoyhtiön sekä sähkönmyyjän kannalta. Pääsulakekooltaan

suurten käyttöpaikkojen aikasarjakorjauksia tehdään todella vähän, joten manuaalinen käsittely ei ole siitä syystä ongelmallinen. (Kangas 2015a)

Nykytilanteesta poiketen aikasarjat tulisi jatkossa pystyä korjaamaan asiakkaan kulutusprofiilin mukaisesti kaikilla käyttöpaikoilla, vaikka sarja jouduttaisiin korjaamaan manuaalisesti. Lisäksi asiakkaan tariffi on pystyttävä aina ottamaan huomioon, jotta esimerkiksi kuormanohjaus pystytään huomiomaan aiempaa paremmin aikasarjassa. Aikasarjojen korjauksessa haastetta tulevat aiheuttamaan myös pieniasiakkaiden lisääntyvä oma sähkön pientuotanto, sillä asiakkaan oma tuotanto vaikuttaa kulutusprofiiliin. Esimerkiksi aurinkopaneeleilla varustetulla käyttöpaikalla aurinkoinen päivä vaikuttaa asiakkaan kulutusprofiiliin huomattavasti. Samalla tavalla myös lämpötilojen suuret vaihtelut muuttavat asiakkaan sähkönkulutusta esimerkiksi sähkölämmityksen osalta, mutta ulkolämpötilan huomioonottamisesta aikasarjojen korjauksessa ollaan erimielisiä eri lähteissä, kuten kappaleessa 5 jo aiemmin käsiteltiin.

Uuden mittaroinnin tapauksessa aikasarjasta jää aina puuttumaan muutama ensimmäisen sähkönkulutusvuorokauden tunti ajalta ennen kuin mittari on asennettu käyttöpaikalle. Tällaisissa tapauksissa tiedetään, että aikasarja on kyseisillä tunneilla nolaa, sillä mittari ei ole ollut vielä käyttöpaikalla. Puuttuvat nollat korjataan tällä hetkellä manuaalisesti aikasarjaan ehjän sarjan aikaansaamiseksi, mutta jatkossa nollat voitaisiin täydentää sarjaan automaattisesti. Automaattinen käsittely vähentää viiveitä, jolloin energiamittaustiedon laatu paranee ja ehjät aikasarjat ovat aiemmin Elenian laskutuksen ja sähkömarkkinaosapuolien käytössä.

Aikasarjojen korjaamisessa käytetään tällä hetkellä taulukkolaskentaan pohjautuvaa työkalua, jossa aikasarjan korjaus tehdään ja korjattu sarja ladataan mittaustietokantaan. Manuaaliseenkin korjaukseen tarvitaan nykyistä tehokkaampi työkalu, jossa voidaan rinnakkain käsitellä päto- ja loisenergiasarjoja sekä mittaustietokannasta saatavia mittarilukemia. Lisäksi eri tariffit pitää pystyä suoraan huomioimaan uudessa työkalussa. Aikasarjan korjaamisen lisäksi pidetään yllä raportointia korjatuista aikasarjoista. Tekemisen raportointi tulisi jatkossa yhdistää samaan työkaluun aikasarjojen korjausten kanssa, jolloin ei tarvita kahta rinnakkaista toimintoa. Tämä vähentää korjaukseen ja raportointiin käytettävää aikaa huomattavasti. Työkalussa tarvitaan myös sellaisia toimintoja, kuten minimi- ja maksimiarvojen automaattista etsintää, listaa erilaisista virhekoodeista ja niiden esiintymistaajuudesta sekä nykyistä tarkempia aikasarjan muuttumisesta kertovia historiatietoja. Työkalussa on myös pystyttävä valitsemaan aiempaa tarkemmin korjattavan ja sähkömarkkinaosapuolille lähetettävän aikasarjan status. Eri statusvaihtoehtoja korjattujen aikasarjojen tapauksessa ovat käytännössä *99 Arvioitu*, *136 Mitattu* sekä *Z01 Korjattu OK*.

Eräs tärkeä ominaisuus uudelta työkalulta on myös työkalun helppo muokattavuus, kun uusia ominaisuuksia tarvitaan alan sääntöjen ja toimintatapojen ja esimerkiksi tariffirakenteen muuttuessa. Mahdollisesti tulevaisuudessa käytettävä kaistatariffi on pystyttävä

huomiomaan aikasarjan korjauksessa sekä aikasarjan laaduntarkistuksessa. Kaistatariffi tarkoittaa tilannetta, jossa asiakas ostaa verkkoyhtiöltä haluamansa siirtokapasiteetin, eli käytännössä nykytilanteessa siirtokapasiteetti määräytyisi suurimman kulutuksen tunnin keskitehon mukaan (Jakeluverkkoyhtiöiden tariffirakenteiden kehitysmahdollisuudet 2012). Tällä tavalla tarkasteltuna tunnin sisällä tapahtuvat vaihtelut eivät tule huomioituksi siirtokapasiteetin määrittelyssä. Kaistatariffissa sallitaan yksittäisiä tunnin keskitehon ylityksiä (Jakeluverkkoyhtiöiden tariffirakenteiden kehitysmahdollisuudet 2012). Aikasarjojen korjaamisen kannalta kaistatariffi vaikuttaa siihen, että aikasarjaan ei voida korjata yksittäisille tunneille kulutuspiikkejä, jotta korjauksilla ei aiheuteta kaistan ylittymisiä.

Aikasarjojen käsittelyssä yksityisyyden suojan lisääminen on myös eräs oleellinen osa. Uuden työkalun avulla olisi toivottavaa, että jatkossa aikasarjojen käsittelyssä käsitellään ainoastaan energiamittaustietoja, jolloin korjauksessa ei tarvitse mennä asiakkaan tietoihin ollenkaan. Asiakkaan tietoihin joudutaan menemään vain silloin, kun epäillään luentayhteyden katkeamisen johtuvan pääkytkimen avaamisesta. Pelkän mittausdatan käsittely lisää asiakkaan yksityisyyden suojaa. (Henkilötietolaki 1999)

Aikasarjojen korjaamisessa uutena suositeltavana toimintatapana on, että kaikki sarjat pyritään saamaan kuntoon viimeistään 40 päivän sisällä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että aikasarjoja korjataan päivittäin erilaisten raporttien perusteella, joita esiteltiin jo kapaleessa 6.2.1. Tämän lisäksi aikasarjoille tulee säännöllisesti tehdä laaduntarkkailua, jolloin pystytään havaitsemaan mahdollisimman nopeasti muutokset asiakkaan kulutuksessa. Tällöin havaitaan aiempaa nopeammin myös mahdollisia mittausrvirheitä, kuten esimerkiksi yhden vaiheen puuttuminen mittauksesta tai kulutuksen kertyminen sähkömittarin tuotannon rekisteriin. Aikasarjojen oikea-aikainen korjaus on avainasemassa tiedon laadun parantamisessa.

### **6.2.3 Viiveiden vähentäminen ja uudet toimintatavat**

Yhdeksi kriittisimmäksi aikasarjojen laatuun vaikuttavaksi tekijäksi on tässä diplomityössä tunnistettu erilaiset mittaustoiminnan viiveet. Viiveitä aiheutuu sähkönkulutuksen mittaamisessa käytännössä jokaisessa prosessin vaiheessa, kun mittaustiedot luetaan sähkömittarilta luentajärjestelmään ja sieltä mittaustiedon hallintajärjestelmään ja välitetään MSCONS-sanomina sähkömarkkinaosapuolien käyttöön. Viiveitä prosessiin aiheutuu erityisesti silloin, kun mittausprosessi ei toimikaan automaattisesti, vaan esimerkiksi mittarin luentaongelmat tai mittarin vikaantuminen aiheuttavat lisähaasteita.

Pääasiassa aikasarjat saadaan mittarilta taseikkunan sisällä, mutta mittausprosessin haasteiden takia osa aikasarjoista jää puuttuviksi tai epävarmoiksi vielä taseikkunan ulkopuolisella ajalla. Elenian luennan saanto on tällä hetkellä niin hyvällä tasolla, että aikasarjat saadaan toimitettua suurimmaksi osaksi sähkömarkkinaosapuolille laadukkaasti ja oikea-

aikaisesti. Vikaantuneiden mittareiden tai esimerkiksi luentaongelmien takia osaa aikasarjoista ei saada kuntoon taseikkunan sisällä, mutta näissäkin on pyrittävä aiempaa nopeampaan käsittelyyn.

Taseikkuna on niin lyhyt, että nykytilanteessa mittarin rikkoutuessa tai vaikeiden luentaongelmien tapauksessa on äärimmäisen vaikeaa saada aikasarjat paikattua taseikkunan sisäpuolella, jos aikasarjoja ei ole mahdollista saada ehjinä luettua sähkömittarilta luentajärjestelmään. Taseikkunan sisällä tapahtuvaan korjaamiseen pitää tietenkin pyrkiä, mutta taseikkunan ulkopuolella korjattujen aikasarjojen lisäksi laatua tulisi tarkastella sen mukaan, paljonko aikasarjoja joudutaan korjaamaan yli 40 päivän jälkeen sähköntoimituksesta, eli käytännössä kuuden viikon takaisella ajanjaksolla. Sähkömyyjien kannalta aikasarjat tulee korjata kuuden viikon sisällä kuntoon. Kuusi viikkoa on tasevirhekorjauksissa määritetty aikarajaksi, jolloin myyjä voi korjauslaskuttaa asiakasta asiakassuhteen loppumisenkin jälkeen (Heinimäki et al. 2010). Yli kuuden viikon takaisessa aikasarjakorjauksessa verkkoyhtiön vastuu ja työmäärä tasevirhekorjauksessa kasvaa (Välipirtti 2015).

Kuuden viikon tai käytännössä neljänkymmenen päivän sisällä tapahtuva aikasarjojen korjaaminen pitäisi olla aikataulullisesti täysin mahdollista myös mittarin rikkoutuessa. Asiakas tulisi kontaktoida, kun sähkömittarin luentayhteys on kadonnut kymmeneksi päiväksi (Laine 2015). Suurin osa asiakkaista tavoitetaan, ja viallisen mittarin tapauksessa mittarinvaihtotilaus voidaan tehdä urakoitsijalle samana päivänä. Vaikka urakoitsija saisi aikaa mittarinvaihdon suorittamiseen 10 päivää ja asentajan tekemän työn jälkeen mittarinvaihdon käsittelyyn menisi vielä 10 päivää, niin aikasarjan paikkaamiseksi on vielä 10 päivää aikaa ennen kuin neljäkymmentä päivää täyttyy. Todellisuudessa asentajalle annetaan vähemmän aikaa työn suorittamiseen ja aikasarjojen korjauksessa ei uusien raporttien käyttöönoton jälkeen kulu kymmentä päivää. Edellä esitetyllä aikataululla aikasarjat saadaan paikattua neljänkymmenen päivän kuluessa luentayhteyden katkeamisesta.

Kuten jo aiemmin mainittiin, niin aikasarjat pitäisi toki pyrkiä saamaan kuntoon taseikkunan sisällä. Tehokkaalla prosessilla korjaus taseikkunan sisällä ei suinkaan ole mahdoton tehtävä, mutta se vaatii aiempaa enemmän resursseja tai sähkömittarikannan nopeampaa uusiutumista. Nopeuttamalla prosessia esimerkiksi niin, että asiakasta kontaktoidaan jo viiden päivän luentaongelmien jälkeen turhien työtilausten määrä kasvaisi aika paljon, sillä toisinaan mittareiden luentaongelmat voivat johtua vain ajoittaisista luentaongelmista, kuten vaihtelevasta GSM-kentästä (Kuhno 2015). Käyttöpaikoilta ei tällä hetkellä ylläpidetä varsinaista rekisteriä ajoittaisista kuuluvuusongelmista, jolloin vaihtelevan kuuluvuuden käyttöpaikoille saatettaisiin nykytiedon valossa tehdä turhia työtilauksia. Kuuluvuustietoon pohjautuvaa analyysia tullaan tulevaisuudessa tarvitsemaan vielä nykyistä enemmän ja sen avulla voidaan laskea jokaiselle käyttöpaikalle luennan onnistumisindeksi, jota voidaan hyödyntää, kun luentayhteyden katketessa epäillään mittarin mahdollisesti rikkoutuneen. (Järvenpää 2015)



Uusina toimintatapoina ehdotetaan jokaisen uuden aikasarjojen laadusta kertovan raportin aktiivista ja oikea-aikaista käsittelyä. Lisäksi pitkien nollasarjojen raporttien säännöllistä käsittelyä sekä käyttöpaikkojen sähkönkulutusten muutoksien aktiivista tarkastelua on syytä alkaa tehdä tasaisin väliajoin, mutta tämä asia voidaan nähdä myös mittaustietokantien jatkokehityksenä. Aktiivisen tarkastuksen avulla pystytään reagoimaan aiempaa nopeammin mahdollisiin mittareiden toimintavirheisiin tai asennusvirheisiin.

## 6.2.4 Tiedon lataus mittaustiedon hallintajärjestelmään

Tiedon latausprosessista kerrottiin yksityiskohtaisesti jo aiemmissa kappaleissa. Tiedon lataus mittaustietokantaan on kriittinen toimenpide, sillä energiamittaustietoja tulee mittaustietokantaan useilta eri yhteistyökumppaneilta ja tuleva data on eri muodoissa. Data joudutaan muuttamaan mittaustietokantaan sopivaksi erilaisten konversioiden avulla. Lisäksi tiedon lataaminen mittaustiedon hallintajärjestelmään on tärkeää tehdä oikea-aikaisesti, jolloin ei aiheuteta viiveitä energiamittaustietojen lähetykseen edelleen sähkömarkkinaosapuolille tai laskutukseen. (Kajander 2015b)

Osa mittaustiedon hallintajärjestelmään tulevasta datasta sisältää erilaisia virhekoodeja. Virhekoodit ovat tärkeitä mittauksen luotettavuuden analysoinnissa ja ne saattavat toisinaan paljastaa mittarilla olevan vian. Yksi virhekoodityyppi on erilaiset keskiarvokulutusta kuvaavat virhekoodit. Ne kertovat siitä, että aikasarjaa ei ole kokonaisuudessaan saatu ehjänä mittarilta, mutta kokonaiskulutus on pystytty mittaamaan. Aikasarjaan on jaettu puuttuville tunneille tasan aikasarjasta puuttuva kulutus, jolloin näillä kyseisillä tunneilla näkyy jokaisella sama arvo. Tämä ilmiö esiintyy erityisen usein sähkökatkotilanteissa ja varsinkin silloin, kun pidempää sähkökatkoa edeltää useampi jälleenkytkentä tai muu lyhyt katko (Kuhno 2015b).

Keskiarvokulutusta sisältävät aikasarjat eivät siis ota huomioon asiakkaan normaalia kulutuskäyttäytymistä tai asiakkaan siirtotariffia, joten tällainen aikasarja ei ole laadultaan tarpeeksi hyvää. Keskiarvokulutusta sisältävien aikasarjojen päätyminen mittaustiedon hallintajärjestelmään ja sieltä laskutuksen sekä sähkömarkkinaosapuolien käyttöön tulisi estää. Huonolaatuinen tieto voidaan estää virhekoodien perusteella, jolloin tällaista dataa ei ladata lainkaan mittaustiedon hallintajärjestelmään, vaan aikasarja arvioidaan muilla tavoilla. Muut mahdolliset tavat ovat täyttää aikasarja nolla-arvoilla, korjata sarja manuaalisesti vastaamaan todellista kulutusta tai käyttää korjaamisessa automatiikkaa.

Mittaustiedon hallintajärjestelmään tallennetaan tuntiaikasarjojen ja sähkökatkotietojen lisäksi myös sähkömittareilta saatavat päiväsarjat, eli päivittäin mitatut sähkönkulutustiedot. Päiväsarjoja ei datan latausprosessissa validoida, vaan arvot tallennetaan muuttumattomina mittaustietokantaan. Päivälukemien luotettavuudesta ei tästä syystä ole nykytilanteessa tarkkaa tietoa. Päivälukemien hyödyntäminen automaattisessa tuntisarjojen korjausprosessissa vaatii kuitenkin sen, että päivälukemia aletaan myös aktiivisesti tarkkailla tulevaisuudessa. Tämä tarkoittaa sitä, että vähintään alkeellinen luotettavuustarkastelu

päivälukemille tarvitaan. Alkeellinen tarkastelu tarkoittaa esimerkiksi, että päivälukemien kasvamista seurataan ja lukeman mahdolliseen pienentymiseen puututaan.

Tiedon latausprosessissa on aiempaa tärkeämpää pystyä tunnistamaan aikasarjoihin mahdollisesti jäävät aukot. Aukkoja muodostuu uuden mittaroinnin yhteydessä aikasarjan alkuun, mutta toisinaan sarjaan saattaa jäädä aukkoja myös esimerkiksi pääkytkimen kiinnilaiton jälkeen pitkän sähkökatkon yhteydessä. Aukot pitäisi aina pystyä paikkaamaan mahdollisimman nopeasti ja luotettavasti ilman turhia viiveitä. Aukkojen paikkaaminen pitäisi pyrkiä tekemään automaattisesti aina kun se vain on mahdollista.

Uuden asiakastietojärjestelmän käyttöönoton myötä järjestelmään ei tallenneta jatkossa enää mittarilukemia, vaan ainoastaan aikavälillä kuluneen sähköenergian määrä lasketaan tuntisarjasta. Mittarinvaihdoissa ja vastaavissa tapauksissa asentajan halutaan kuitenkin jatkossakin ilmoittavan mittarilukemat työkuittauksella (Järvenpää 2015). Mittareiden alku- ja loppulukemat jäävät työkuittaukselle, mutta niiden vienti mittaustiedon hallintajärjestelmään on perusteltua datan laadun takia. Lukemien vientiä varten on rakennettava uusi rajapinta luentajärjestelmän ja MDMS:n välille, jolloin tiedot saadaan automaattisesti siirrettyä mittaustiedon hallintajärjestelmään.

## 6.2.5 Sanomaliikenteen kehitys ja Elenian laskutuksen onnistuminen

MSCONS-sanomaliikenteen kehitys tarkoittaa siis MDMS:sta ulos lähtevien aikasarjojen laatua ja sanomaliikenteen laadun parantamista. MSCONS-sanomaliikennettä ja siihen liittyviä APERAK-kuittauksia käsiteltiin jo aiemmissa luvuissa. Negatiivisten APERAK-kuittausten osalta ehdotetaan, että kuittauksia aletaan käsitellä aktiivisesti. MSCONS-sanomiin liittyvien negatiivisten APERAK-kuittausten käsittelyssä ehdotus uudeksi toimenpiteeksi on, että aikasarja yritetään lähettää automaattisesti yhden kerran uudestaan negatiivisen APERAK-kuittauksen saapumisen jälkeen. Jos samasta aikasarjasta saadaan uusi negatiivinen APERAK-kuittaus, niin käsittely vaatii manuaalista työtä.

Automaattinen sanoman uudelleenlähetyksen varmistaa sen, että aikasarjassa tai sanoman muodostuksessa mahdollisesti tapahtunut ongelma saattaa korjautua seuraavassa lähetyksessä, jolloin manuaaliseen työhön ei tarvitse ryhtyä heti. Toisen negatiivisen APERAK-kuittauksen kohdalla on ensin tarkistettava, että aikasarja on kunnossa ja sanoman muodostuksessa ei ole tapahtunut virheitä. Negatiivinen APERAK voi johtua myös verkko-yhtiön ja sähkönmyyjän eriävistä sopimustiedoista, sopimussuhteen päättymisestä tai muusta jossakin järjestelmässä esiintyvistä tietosisältövirheistä. Tällaisessa tilanteessa tiedot on tarkistettava ja tarvittaessa epäselvissä tilanteissa sähkömarkkinaosapuolien on oltava yhteydessä keskenään.

Negatiivisten APERAK-kuittausten aktiivinen käsittely parantaa huomattavasti aikasarjojen laatua nykytilanteesta. Sanomien perillemenon varmistaminen tuo tiedon siitä, että

verkkoyhtiö on toimittanut laadukkaat tiedot ajallaan ja perillemenon jälkeen tiedon vastaanottajan vastuulla on tiedon oikea ja luotettava käyttö (Helle 2015). Tiedon vastaanottajan vastuulla on, että heidän omat järjestelmänsä kykenevät tiedon vastaanottamiseen. Negatiivisten APERAK-kuittausten seurannan avulla pystytään heti havaitsemaan mahdollisia aikasarjojen laatuun liittyviä ongelmia sekä sanomaliikenteen häiriöitä, jolloin asioihin pystytään puuttumaan välittömästi. Negatiivisten APERAK-kuittausten määrää kaikista lähetetyistä sanomista aletaan tulevaisuudessa tarkkailla myös Fingridin tiedonvaihtopalveluiden toimesta, sillä tiedot negatiivisista APERAK-kuittauksista raportoidaan jatkossa Suomen Ediel-portaalin kautta (EDI-käyttäjöpäivien kysymykset 2015). Lukua negatiivisten APERAK-kuittausten määristä voidaan käyttää myös yhtenä laatuindeksinä Elenian omien prosessien onnistumisen arvioinnissa.

Tuntiaikasarjojen vienti Elenian asiakastietojärjestelmään tapahtuu tällä hetkellä myös MSCONS-sanomaliikennettä käyttäen. Tämä tarkoittaa sitä, että virheellisten sanomien tai muiden häiriötilanteiden kohdalla aikasarjoja ei saada myös Elenian oman laskutuksen käyttöön oikea-aikaisesti. Virheellisten sanomien tapauksiin on kiinnitetty huomiota aiempaa enemmän ja nykytilanne niiden osalta on hyvä. Vuonna 2016 aikasarjat saadaan siirretty asiakastietojärjestelmään sisäisen rajapinnan kautta. Aikasarjojen lataamista uuteen järjestelmään testataan tällä hetkellä.

Suosituksen mukaan edellisen sähköntoimituspäivän alustavat mittaustiedot on toimitettava sähkömarkkinaosapuolien käyttöön seuraavana päivänä sähköntoimituksen jälkeen (Rissanen et al. 2010). Tällä hetkellä Elenia ei pysty noudattamaan mitattujen tietojen osalta näin kireää aikataulua erilaisten viiveiden takia, jolloin alustavat tiedot korvataan aina myöhemmin vahvemmallalla statuksella. Yhteispohjoismaisen taseselvityksen käyttöönoton jälkeen mittaustiedot voidaan jatkossa toimittaa kaksi päivää sähköntoimituksen jälkeen, jolloin tilanne helpottuu jakeluverkkoyhtiöiden osalta (Nordic Imbalance Settlement Handbook 2014).

Elenialta lähetetään MSCONS-sanomia aamuisin, aamupäivisin sekä iltaisin. Sanomien lähetyksistä kerrottiin jo aiemmin kappaleessa 5. Toisinaan aamun automaattisiin MSCONS-lähetyksiin saattaa nousta uudestaan joitakin sellaisia käyttöpaikkoja, joiden aikasarjoja on korjattu ja laitettu lähetykseen jo edellisenä iltana. Tällöin samat tiedot lähetetään siis kahteen kertaan sähkömarkkinaosapuolille, jolloin toinen lähetyks on ylimääräinen. Illalla lähetetyt aikasarjat ovat aiemmin sähkömarkkinaosapuolien käytettävissä, mutta turhien sanomien lähettäminen ei ole suositeltavaa. Ongelmasta päästään eroon muuttamalla nykyisiä työskentelytapoja. Jatkossa automaattilähetyksiin nousevia aikasarjoja ei tule lähettää enää manuaalisesti ilman erillistä syytä.

Elenia lähettää nykyään jonkin verran myös muita turhia MSCONS-sanomia, sillä pääsulakekooltaan yli 3x63A:n käyttöpaikkojen aikasarjat lähetetään sähkömarkkinaosapuolille takautuvasti neljäntoista vuorokauden ajan. Tämä johtaa ristiriitaan ohjeistuksen kanssa, sillä *Tuntimittaussuosituksen* mukaan aikasarjoista saa lähettää ainoastaan uudet

ja muuttuneet tiedot MSCONS-sanomina kokonaisien vuorokausien ajalta (Rissanen et al. 2010). Sanomamuodostuksen kehittyessä ehdotettu uusi toimintatapa on, että päivittäin takautuvien aikasarjojen lähettäminen lopetetaan. Lähetysten lopettaminen lisää todennäköisesti hieman sähkömarkkinaosapuolilta tulevien puuttuvien aikasarjojen kyseilyitä, mutta todennäköisesti sähkömarkkinaosapuolet ovat tyytyväisiä ylimääräisten sanomien lähetysten lopettamisesta. Turhien sanomien lähettämien on sekä alan ohjeistuksen vastainen että myös kustannuskysymys. Vähentämällä takautuvia lähetyksiä MSCONS-sanomatiedostoja lähetetään aiempaa pienempi määrä, jolloin myös tiedon vastaanottajien järjestelmät eivät kuormita turhien tietojen lähettämisestä.

Elenian on kiinnitettävä myös huomiota tuntiaika-arvojen lähetystarkkuuteen. Suosituksen mukaan aikasarjat tulee lähettää kahden desimaalin tarkkuudella kWh-yksikössä (Rissanen et al. 2010). Osassa mittaustiedoista käytetään tarkkuutena kolmea desimaalia. Näissä tilanteissa on huomioitava, että sähkömarkkinaosapuolille lähetettävät mittaustiedot lähetetään kuitenkin aina kahden desimaalin tarkkuudella. Asia on otettava huomioon myös Elenian omassa laskutuksessa.

Elenian laskutuksen onnistuminen on tulevaisuudessa kiinni luotettavien ja hyvälaatuisten tuntiaikasarjojen toimittamisesta oikea-aikaisesti laskutuksen käyttöön. Elenian uudessa asiakastietojärjestelmässä tällä hetkellä tunnistettu haaste on, että kaikki mittaustiedot eivät siirry oikea-aikaisesti laskutuksen käyttöön, mutta haasteet johtuvat suurimaksi osaksi järjestelmän keskeneräisyydestä. Vuonna 2016 tiedot siirtyvät rajapinnan kautta lähes reaaliaikaisesti MDMS:n ja asiakastietojärjestelmän välillä, joten haasteiden pitäisi helpottua sen myötä. Mittaustietojen oikea-aikaista siirtymistä on jatkossakin pysyttävä validoimaan erilaisin keinoin, jotta voidaan välttyä ylimääräisiltä laskutuksen ja PRODAT-sanomaliikenteen korjauksilta. Tietojen validointiin on kehitettävä tehokas ja automaattinen tarkastelu, joka huomaa mahdolliset ongelmat energiamittaustietojen siirtymisessä. Tällä hetkellä ehdotettu toimintatapa on, että mittaustiedot ajetaan asiakastietojärjestelmään varmuuden vuoksi uudelleen ennen laskutuksen käynnistämistä, jotta mahdollisesti muuttuneet tuntiaikasarjat saadaan järjestelmässä kuntoon. Aukot ja heikon statuksen mittaustiedot pysäyttävät laskutuksen. Myös myöhemmin muuttuvat tuntisarjat aiheuttavat laskutuksen ja PRODAT-sanomilla ilmoitettavien sähkönkulutustietojen muutoksia, jotka aiheuttavat ylimääräistä työtä samalla tavalla Elenian laskutuksessa kuin sähkömarkkinaosapuolienkin järjestelmissä.

Elenian laskutuksen nopeutuminen aiemmasta aiheuttaa koko mittaustoiminnalle muutospainetta. Aikasarjojen laatu on nykyäänkin jo hyvällä tasolla, mutta erilaisten ehdotettujen toimenpiteiden ja toimintatapojen avulla aikasarjat saadaan kuntoon aiempaa nopeammin ja tehokkaammin, jolloin tilanne on myös asiakasystävällisempi. Aikasarjojen laaduntarkkailussa on jatkossa otettava huomioon laskutuksen virheetön onnistuminen, joka on aiempaa tilannetta selkeämpi ja myös yhtiön ulkopuolelle näkyvä toiminnan laadun ja tehokkuuden mittari.

## 6.2.6 Aikasarjojen laaduntarkkailu ja uudet laatuindeksit

Energiamittaustiedon laatua on pystytty parantamaan huomattavasti jo tämän diplomityön tekemisen aikana. Erilaisten datan laatuun liittyvien tekijöiden tunnistaminen ja toimenpide-ehdotusten tekeminen on ollut iso osa aikasarjojen laadun parantamista. Yhteenveto tärkeimmistä laatu parantavista toimenpiteistä ja toteutusaikatauluista esitetään diplomityön luvussa 6.3. Jotta aikasarjojen laatu voidaan säilyttää halutulla tasolla jatkossakin, laatua on pystyttävä tarkkailemaan aiempaa tarkemmin ja tehokkaammin erilaisilla laatu kuvaavilla indekseillä. Taulukossa 6.2 on esitetty erilaisia aikasarjojen laaduntarkkailuun sopivia laatuindeksejä. Numeerisia raja-arvoja laatuindekseille ei esitetä tässä julkisessa diplomityödokumentissa.

**Taulukko 6.2** Aikasarjojen laatuindeksit.

<b>Laatuindeksi</b>
Luennan saanto
Tasevirhekäyttöpaikat
Yli 40 päivän jälkeen tehdyt aikasarjakorjaukset
Erot mitatuissa tunti- ja päiväsarjoissa
Muuttuneet PRODAT-sanomat
Negatiiviset APERAK-kuittaukset
Laskutuksen korjausrivit

**Luennan saanto** Luennan saanto tulee jatkossakin olemaan tärkeä aikasarjojen laatuindeksi, sillä se kertoo sähkömittareiden etäluennan onnistumisesta. Luennan saannossa tulee pyrkiä vähintään samaan laatu tasoon kuin aiemminkin. Luennan saannon nykytasoa on esitetty jo aiemmin tämän diplomityön luvussa 5. Luennan saannon rinnalle olisi syytä ottaa käyttöön myös käyttöpaikkakohtaista tarkastelua. Prosessin toimivuuden kannalta olisi tärkeää tietää, jos samat käyttöpaikat nousevat aina uudestaan esiin luentaongelmien tai sähkömittareiden rikkoutumisen takia. Tällöin näille käyttöpaikoille pystytään kohdentamaan aiempaa paremmin luennan laatua parantavia toimenpiteitä, jolloin aikasarjat saadaan myös aiempaa nopeammin sähkömittarilta.

**Yli 40 päivän jälkeen tehdyt aikasarjakorjaukset** Yhdeksi uudeksi laatuindeksiksi ehdotetaan yli 40 päivän, eli käytännössä kuuden viikon takaisten aikasarjakorjausten luku-

määrää. Se kertoo hyvin mittausprosessin viiveistä esimerkiksi rikkoutuneiden sähkömittareiden tapauksessa. Rikkoutuneen mittarin tapauksessa asiakkaan kontaktoimisen, asentajan käynnin ja työkuittauksen sekä tietojärjestelmiin tehtävien muutosten ja aikasarjajakorjauksen suorittamiseen 40 päivää on täysin mahdollinen tavoite ja siihen tulisi aina pyrkiä. Kuuden viikon jälkeen tehtävissä aikasarjojen korjauksissa on myös huomioitava tasevirhekäsittelyn muuttuminen, jos käyttöpaikalla on tällä aikaa tapahtunut asiakassuhteen tai sähkönmyyjän muuttuminen. Aikasarjajakorjaus on siis tasevirhekäsittelynkin takia pyrittävä aina tekemään kuuden viikon sisällä sähkönkäyttöajankohdasta.

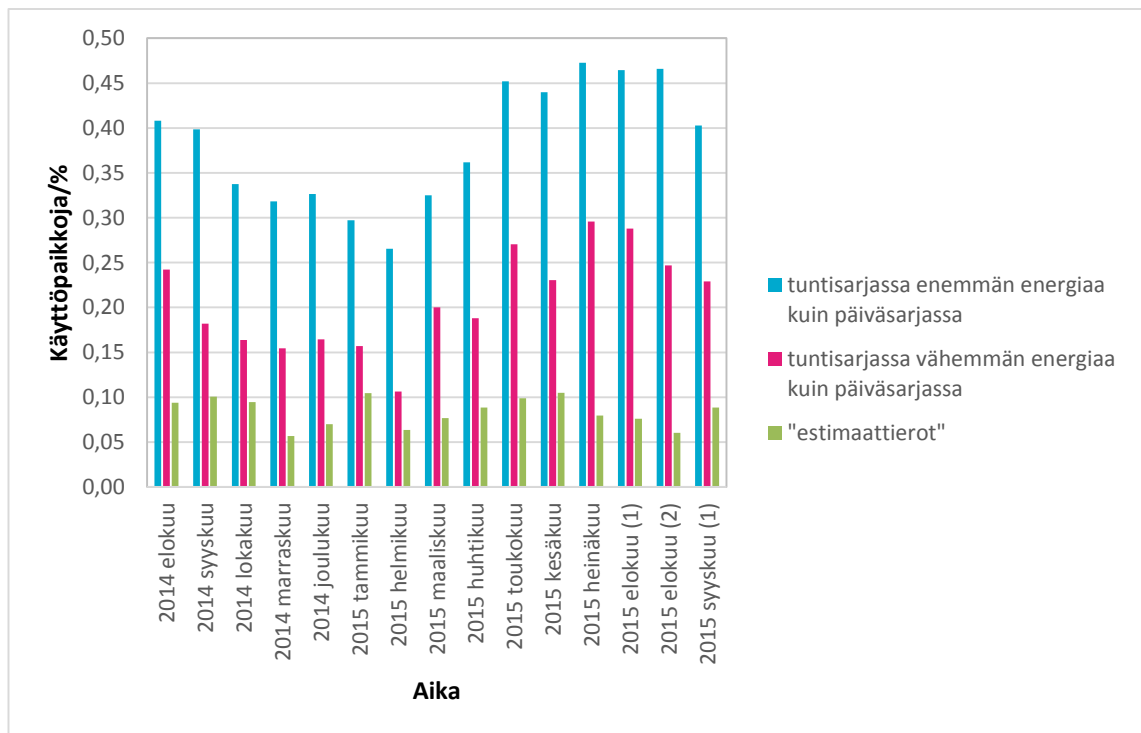
Yli 40 päivän jälkeen tehtävien aikasarjajakorjausten laatutasoa vuonna 2015 on esitetty jo aiemmin tämän diplomityön luvussa 5. Tulevaisuudessa vaadittava laatutaso voidaan määrittää erilaisten raporttien pohjalta tehtävien analyysien perusteella. Laatutasossa voidaan vuonna 2016 pyrkiä huomattavasti parempaan tulokseen kuin vuonna 2015, sillä toimintatapojen muutoksella ja viiveiden vähentämisellä päästään selvästi nykyistä parempiin tuloksiin. Yli 40 päivän korjauksissakaan sataan prosenttiin ei ole mahdollista pyrkiä, sillä aina silloin tällöin huomataan pitkänkin aikavälin jälkeen tapahtuneita mittarin asennusvirheitä tai kriittisiä tietosisältövirheitä, joiden johdosta aikasarjoja saatetaan joutua korjaamaan pitkällekin menneisyyteen. Tällaiset tilanteet ovat kuitenkin harvinaisia ja niihinkin pystytään jatkossa puuttumaan aiempaa nopeammin esimerkiksi tarkkailemalla asiakaan sähkönkulutuksen muutoksia.

**Tasevirhekäyttöpaikat** Kaikkien käyttöpaikkojen tuntiaikasarjat on pyrittävä saamaan kuntoon ja lähetettyä sähkömarkkinaosapuolille taseikkunan sisällä. Rikkoutuneen sähkömittarin tapauksessa taseikkuna on kuitenkin niin lyhyt, että tällaisissa tapauksissa aikasarjoja harvoin pystytään korjaamaan täysin kuntoon taseikkunan sisällä.

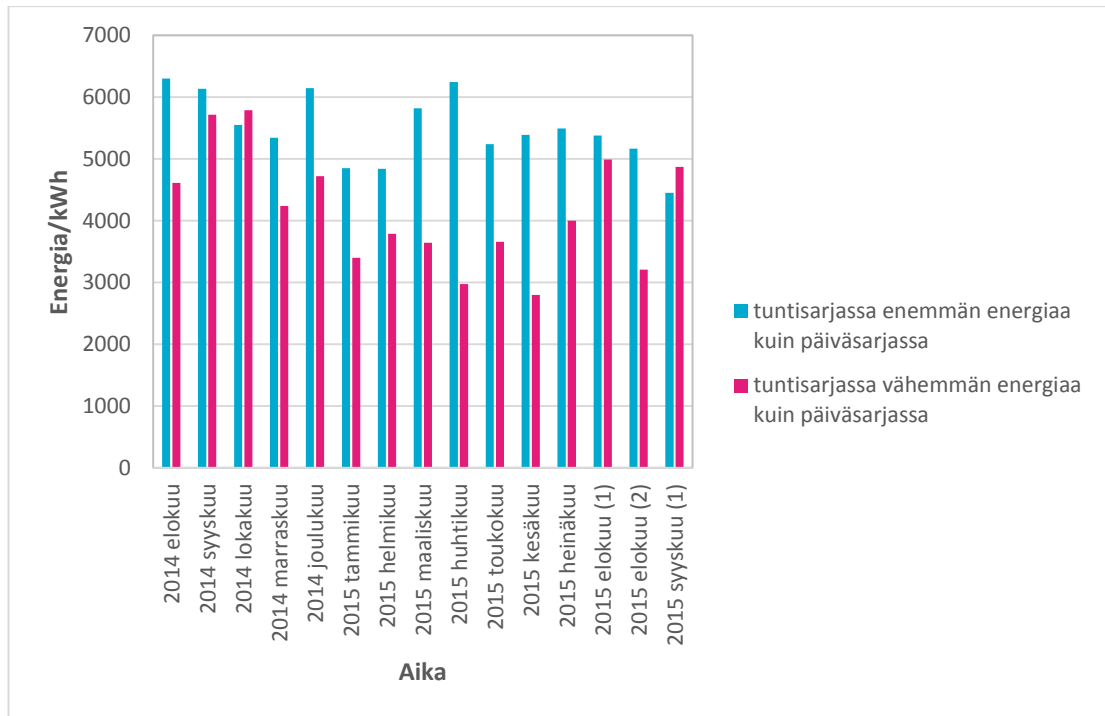
Tasevirhekäyttöpaikkojen laatutaso vuodelta 2015 on esitetty jo tämän diplomityön luvussa 5. Tasevirhekäyttöpaikkojen lukumäärä on kevään 2015 aikana noussut valtavasti siitä syystä, että toimintatapoja on muutettu aikasarjojen käsittelyssä ja tuntisarjoja on korjattu myös paljon takautuvasti. Tasevirhekäyttöpaikkojen määrää on kuitenkin jatkossa mahdollista pienentää, kun uusiin toimintamalleihin totutaan ja ne otetaan kokonaan käyttöön. Uusien raporttien avulla päästään aiempaa nopeammin kiinni korjausta vaativiin aikasarjoihin. Tasevirhekäyttöpaikkoja voidaan vähentää uusien toimintatapojen lisäksi myös huonon kuuluvuuden luentaongelmaisilla käyttöpaikoilla lisäantennien asennuksilla sekä 3G-ominaisuuksilla varustetuilla sähkömittareilla. Prosessin jatkokehityksessä tasevirhekäyttöpaikkojen osalta on mahdollista pystyä puolittamaan nykyinen laatuvaatimus, sillä varsinkin mittarilaitekannan uusiminen vaikuttaa luentaongelmien vähentymiseen.

**Erot mitatuissa tunti- ja päiväsarjoissa** Aikasarjojen laatutarkastelussa on tullut ilmi myös käyttöpaikkoja, joiden mitattu tuntisarja ei vastaa mitattua päiväsarjaa. Tämä tarkoittaa siis sitä, että aikasarja ei sisällä ollenkaan arvioituja mittaustietoja, mutta eroja havaitaan sarjojen välillä silti. Osa eroista johtuu mittareiden ohjelmointivirheistä, joten

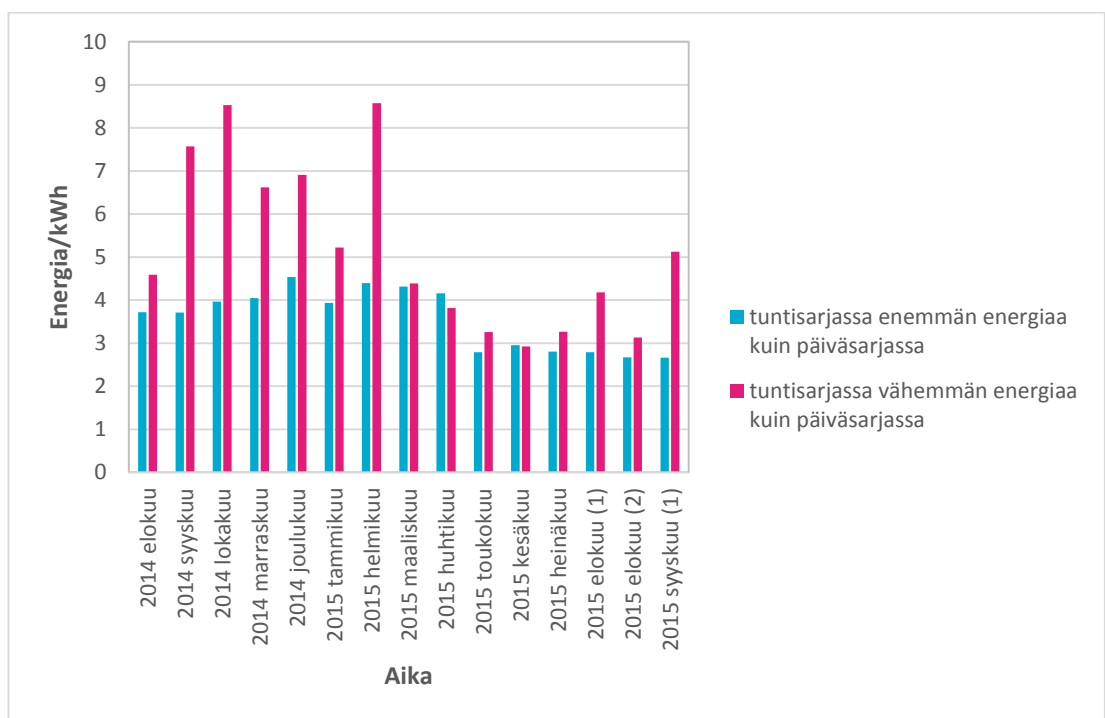
tilanne on pystytty korjaamaan ohjelmoimalla käyttöpaikkojen sähkömittarit uudelleen. Pienet, alle 2 kWh erot sarjojen välillä selittyvät mittareiden luentatarkkuudella ja pyöristyksillä. Tällaisia pieniä eroja sisältäviä käyttöpaikkoja ei ole nostettu esiin SumCheck-raportilla ja niitä ei ole tarpeen huomioida aikasarjojen laaduntarkkailussa. Kuvassa 6.2. on esitetty sellaisten käyttöpaikkojen määrät prosenteissa, joissa päivä- ja tuntisarja eroavat toisistaan vähintään 2 kWh. Kuvassa 6.3. on esitetty erot energiamäärittäin sellaisilta käyttöpaikoilta, joiden aikasarjoissa on pelkästään mitattuja arvoja ja kuvassa 6.4. esitetään energiaero keskimäärin käyttöpaikkaa kohti. Näiden lisäksi kuvassa 6.5. on eroteltu yksityiskohtaisesti energiaerojen jakautumista.



**Kuva 6.2** Käyttöpaikkojen lukumäärät prosentteina, joilla päivä- ja tuntisarjat eroavat toisistaan yli 2 kWh.

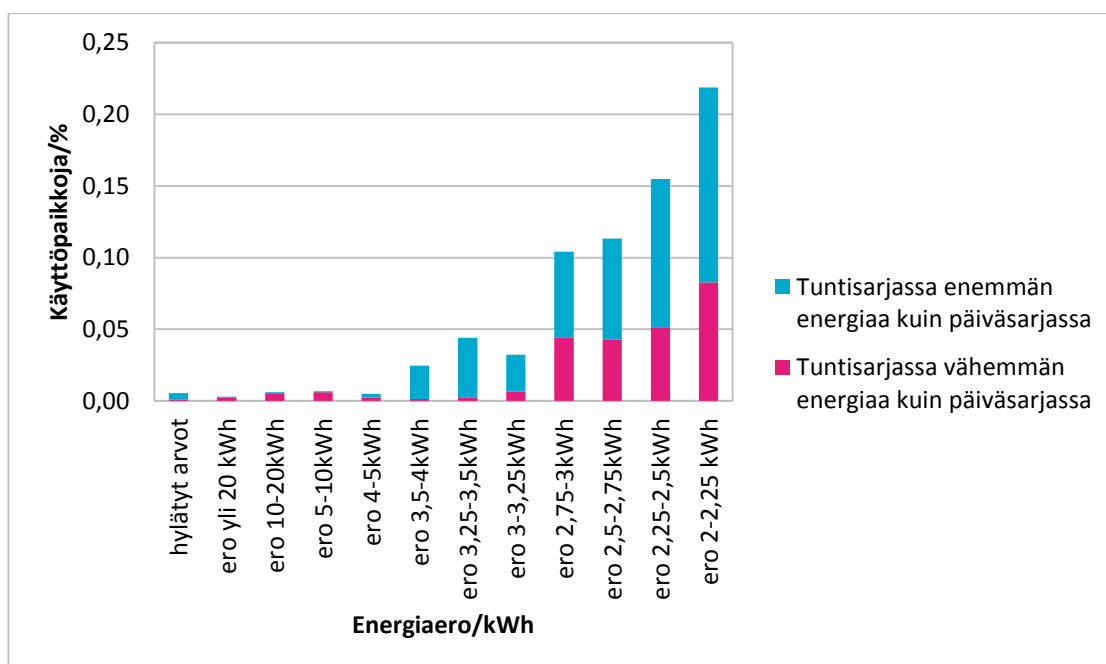


**Kuva 6.3** Energiaerot kWh-yksikössä.



**Kuva 6.4** Energiaero keskimäärin käyttöpaikkaa kohden.





**Kuva 6.5** Energiaerojen jakaantuminen elokuussa 2015.

SumCheck-raporttia on elokuusta 2015 lähtien alettu käsitellä kaksi kertaa kuukaudessa, jotta tiedon laatua pystytään analysoimaan mahdollisimman laajasti. Kuvassa 6.2 on esitetty mitattujen aikasarjoissa esiintyvien erojen lisäksi myös niiden käyttöpaikkojen lukumäärät prosentteina, joiden aikasarjoissa on extrapoloitua energiaa. Kuten kuvista nähdään, niin yli 2 kWh eroja päivä- ja tuntisarjan välillä on molempiin suuntiin, eli tuntisarjassa oleva sähkönkulutus voi olla pienempää kuin päiväsarjassa ja päinvastoin. Käyttöpaikkojen lukumääriä tarkasteltaessa kuvassa 6.2 huomataan, että talvella eroja sarjoissa on vähemmän kuin kesällä ja syksyllä. Osittain asiaa selittävät kesän ukkosmyrskyt ja syksyn syysmyrskyt, jolloin sähkömittareita vikaantuu. Yhtenä selittävänä tekijänä ovat sähkömittareiden sijainnista johtuvat erilaiset mittaolosuhteet eri vuodenaikoina (Storey 2009). Osa mitattujen päivä- ja tuntisarjojen eroista saattaa selittyä sähkömittareiden sisäisellä toteutuksella, jota on syytä tutkia lisää tämän diplomityön jatkotyönä. Kokonaisenergiämäärinä tarkasteltaessa eroja vuodenaikojen välillä ei juurikaan ole nähtävissä kuvassa 6.3. Sen sijaan energiamäärä käyttöpaikkoja kohti osoittaa, että talvella ja muutenkin lämmityskaudella erot ovat suurempia kuin kesällä.

Kuvasta 6.4 nähdään, että energiaerot eivät keskimäärin ole kovin suuria käyttöpaikkaa kohti. Tätä asiaa on havainnollistettu vielä lisää kuvassa 6.5, jossa nähdään energiaerojen jakautuminen. Kuvasta voidaan havaita, että suurin osa eroista asettuu alle 3 kWh:n kohdalle. Suuria eroja esiintyy vain aivan yksittäisen käyttöpaikkojen kohdalla. Hylätyt arvot kuvaavat sitä, että muutama käyttöpaikka on noussut raportille virheellisesti esimerkiksi sähkömittarin vaihdon takia. Mitattujen erojen syiden selvittämistä on jatkettava mittausprosessin jatkokehityksen yhteydessä.

Eroja mitattujen tunti- ja päiväsarjojen välillä voidaan myös käyttää yhtenä aikasarjojen laatuindeksinä. Tässä olisi syytä tarkastella sekä käyttöpaikkojen lukumääriä että energiamäärien eroja. Tavoiteltava laatu taso voidaan määrittellä analysoimalla SumCheck-raporteille nousseita käyttöpaikkoja ja niiden energioita. Laatuindeksin tehtävänä on ohjata verkkoyhtiötä kiinnittämään aiempaa enemmän huomiota mitatuissa aikasarjoissa esiintyviin eroihin.

Extrapoloitua energiaa sisältäville käyttöpaikoille ei voida nykyisen sähkömittarikkannan aikana luoda samaan tapaan laatuindeksiä, sillä esimerkiksi myrskyt lisäävät vuodenajasta riippuen extrapoloitua energiaa sisältävien käyttöpaikkojen lukumääriä. Extrapoloidun energian tarkastelussa on sen sijaan pyrittävä tarkastelemaan extrapoloitujen tuntien määrää ja sitä, että aikasarjojen korjaus extrapoloidulle kulutukselle tehdään ilman viiveitä. Extrapoloitujen tuntien määrän vähentäminen on oleellinen osa aikasarjojen laadun parantamista, sillä prosessia on nopeutettava nykyisestä ja luentaongelmat on ratkaistava 40 päivän sisällä.

**Muuttuneet PRODAT-sanomat** Tuntiaikasarjojen muuttuessa myöhemmin myös sähkömyyjille PRODAT-sanomilla lähetettyjä sähkökulutustietoja joudutaan muuttamaan jälkikäteen, sillä sähkökulutustiedot lasketaan tuntisarjojen perusteella. Tämä tarkoittaa sitä, että sähkömarkkinaosapuolelle on lähetettävä sähköpostia aina muuttuneen PRODAT-sanoman takia ja tämä aiheuttaa lisätyötä niin verkkoyhtiön kuin sähkömarkkinaosapuolenkin kannalta. Muuttuneiden PRODAT-sanomien määrää voidaan tästä syystä käyttää myös aikasarjojen laadusta kertovana mittarina. Raja-arvot muuttuneille PRODAT-sanomille pystytään tarkasti määrittämään vasta tuntisarjalaskutukseen siirtymisen jälkeen.

**Negatiiviset APERAK-kuittaukset** Toinen sanomaliikenteeseen liittyvä aikasarjojen laaduntarkkailussa käytettävä laatuindeksi voisi olla MSCONS-sanomiin liittyvien negatiivisten APERAK-kuittausten määrä. Negatiivisten APERAK-kuittausten avulla pystytään tarkkailemaan MSCONS-sanomaliikenteen laatua ja aikasarjojen perillemenoaa. Uutena toimintatapana ehdotetaan, että negatiivisten APERAK-kuittausten käsittely otetaan osaksi päivittäistä tekemistä. Negatiivisten APERAK-kuittausten käytössä laatuindeksinä on otettava huomioon, että osa negatiivisista kuittauksista johtuu Elenian omista järjestelmien sisältämistä tietosisältövirheistä ja osa vastaanottajien virheistä. Raja-arvot negatiivisten APERAK-kuittausten määrille tarkentuvat vasta uuden asiakastietojärjestelmän käyttöönoton jälkeen.

**Laskituksen korjausrivit** Aikasarjojen laaduntarkkailussa oleellisena osana on myös tarkkailla Elenian oman laskituksen onnistumista. Asiakkaan laskulle päätyvät korjausrivit johtuvat energiamittaustiedon laatu poikkeamista, joten korjausrivien määrää olisi syytä tarkastella yhtenä laatuindeksinä. Asiakkaan laskulla näkyvät korjausrivit voivat johtua mittaustiedon viipymisestä, jolloin asiakasta ehditään laskuttaa extrapoloidulla sähkökulutustiedolla. Elenian uusi laskutusmalli on huomattavasti aiempaa nopeampi ja

tämä tarkoittaa sitä, että kaikkia mittaustietoja ei pystytä saamaan sähkömittarilta laskutuksen ajankohtaan mennessä. Tästä syystä laskutuksen onnistumisen tarkkailussa tulisi pelkkien korjausrivien lisäksi ottaa huomioon asiakkaan laskutuksella korjattava energiamäärä, joka on asiakkaalle oleellisempi tieto. Korjausrivien ja korjattavien energioiden määrään laatuindeksin raja-arvoina ei pystytä vielä tarkasti ottamaan kantaa tämän diplomityön tekemisen aikaan, mutta asia tarkentuu uuden laskutusmallin käyttöönoton yhteydessä.

Aikasarjojen laaduntarkkailua tulisi jatkossa tehdä aiempaa useammin. Tasevirhekkäyttöpaikkojen määrää olisi syytä tarkastella esimerkiksi viikoittain, jotta laadun muuttumiseen pystytään puuttumaan aiempaa nopeammin. Aikasarjojen laaduntarkkailussa pitää jatkossa ottaa huomioon muutakin kuin pelkkä mittaustoiminta, sillä poikkeamat aikasarjojen laadussa näkyvät välittömästi sekä Elenian sähkönsiirto-prosessissa että Elenian ulkopuolella niin laskutuksessa kuin sanomaliikenteessäkin. Tästä syystä laatua on tarkasteltava aiempaa laajemmin ja kriittisemmin.

### 6.2.7 Prosessin jatkokehitys

Uusi asiakastietojärjestelmä ja aikasarjojen käyttäminen laskutuksessa lukemien sijaan tarkoittavat Elenian aikasarjojen laadun kehityksen kannalta prosessin ensimmäistä vaihetta. Yhteispohjoismaisen taseselvityksen ja datahubin käyttöönotot tulevaisuudessa tuovat omat haasteensa sekä myös helpotuksensa energiamittaustietojen laadulle ja sanomaliikenteelle, kuten myös seuraavan sukupolven etäluettava sähkömittari ja muut älykkään sähköverkon tulevaisuuden ratkaisut. Mittaustoiminnan jatkokehityksessä on otettava huomioon, että ei voida puhua enää pelkästä mittaustoiminnasta, vaan prosessi kattaa mittauksen lisäksi laskutuksen ja sanomaliikenteen. Tämän diplomityön osalta esitetyt ehdotukset uusiksi toimintatavoiksi ja ehdotetut keinot aikasarjojen laaduntarkkailuun sopivat nykyään käytössä olevaan tietojärjestelmäympäristöön sekä uuden asiakastietojärjestelmän tuomiin muutoksiin. Tulevaisuudessa jokaisessa järjestelmämuutoksessa on otettava huomioon muutokset aikasarjoihin ja niiden laatuun, jotta vältytään ongelmilta.

Edellisessä kappaleessa mainitut erot mitattujen päivä- ja tuntisarjojen välillä ovat osa prosessin jatkokehitystä. Raportille nousevat kaikki käyttöpaikat, joiden aikasarjojen erot ovat yli 2 kWh. Osa eroista voi selittyä esimerkiksi pyörityseroilla sekä mittaolosuhteiden mittaustarkkuudella. Yli 3 kWh erot eivät selity pelkillä pyörityseroilla, joten asiaan on paneuduttava jatkossa enemmän. Eroja mitattujen päivä- ja tuntisarjojen välillä on jatkossa tarkasteltava nykyistä tarkemmin myös siksi, että erot saattavat liittyä esimerkiksi johonkin tiettyyn mittarierään. Suurien erojen tapauksissa sähkömittarit olisi syytä vaihtaa, jos eroille ei löydetä muuta selitystä, kuten ohjelmointivirhettä. Lisäksi jatkossa on otettava kantaa siihen, kumpi sarjoista on oikea sähkönkulutus ja korjataanko tällaisia aikasarjoja. Tämän hetken tiedon mukaan päiväsarjaa voidaan pitää luotettavampana, sillä tuntiaikasarjaan tulee helpommin epämääräisiä arvoja johtuen tiheämmästä tallennusvälistä. Asiaa on kuitenkin tutkittava lisää. (Järvenpää & Kauppinen 2015)

Prosessin jatkokehitykseksi voidaan luokitella myös tässä diplomityössä esitetyt keinot asiakkaiden sähkönkulutuksen muuttumisen tarkkailuun. Sähkönkulutuksen muuttumiselle pystytään laskutuksessa antamaan tietyt raja-arvot, jolloin kulutusepäilykohteet nousevat sitä kautta esille. Laskutuksessa käytetyt raja-arvot eivät voi kuitenkaan olla kovinkaan tiukat asiakkaiden sähkönkulutuksen luonnollisen vaihtelun vuoksi. Tästä syystä sähkönkulutuksen muuttumista pitäisi pystyä seuraamaan pitkällä aikavälillä ja mahdollisimman automaattisesti, jotta mahdolliset epäilyttävät tilanteet voidaan helposti havaita.

Osana mittaus toiminnan jatkokehitystä voidaan nähdä myös mittaustiedon hallintajärjestelmän päivittäminen. Elenian on tehtävä muutaman vuoden sisällä ratkaisu MDMS:n tulevaisuudesta, sillä nykyisin käytössä olevaa järjestelmää joudutaan päivittämään. Datan laatu ja sen kehittäminen entistä paremmaksi on otettava huomioon määritettäessä mittaustiedon hallintajärjestelmältä vaadittavia ominaisuuksia.

Mittausprosessin jatkokehityksenä pitää myös nähdä esimerkiksi aiempaa laajempi sähkön laadun tarkkailu etäluettavien sähkömittareiden avulla. Lisäksi myös sähkömittareiden avulla toteutettavat kysynnänjouston mahdollisuudet tulee ottaa huomioon mittausprosessin jatkokehityksessä. Elenian seuraavan etäluettavan sähkömittarin tulee pystyä aiempaa paremmin myös toteuttamaan muutakin kuin pelkkää sähkön kulutuksen mittaamista. Tulevaisuuden sähkömittaria käsitellään seuraavassa kappaleessa.

### **6.2.8 Seuraavan sukupolven AMR**

Älykkäät sähköverkot ja sähköverkkoliiketoiminnan tulevaisuus ovat tällä hetkellä aihepiirejä, jotka herättävät laajasti kiinnostusta. Energia-alan eri toimijat ja yliopistot ovat Suomessa aloittaneet keväällä 2015 projektin Roadmap 2025, jonka tarkoituksena on löytää alan näkemysten ja sidosryhmien avulla sähköverkkoliiketoiminnan ja sähkökaupan tulevaisuuden suuntaviivat seuraavan kymmenen vuoden ajalle. Projekti on käynnistetty alan suurien muutosten takia ja sen tarkoituksena on pystyä ennakoimaan alan kehitystä Suomessa ja muualla maailmassa. (Roadmap 2025 2015)

Elenialla käynnistettiin syksyllä 2014 projekti seuraavan sukupolven sähkömittarista ja siihen liittyvistä asioista. Projektin tarkoituksena on määritellä tulevaisuuden AMR-järjestelmältä ja sähkömittarilta vaadittavia ja haluttuja ominaisuuksia. Tässä diplomityössä tarkastellaan tulevaisuuden AMR-järjestelmää energiamittaustiedon laadun kannalta sekä otetaan kantaa mittaustiedon hallintajärjestelmältä tulevaisuudessa vaadittaviin ominaisuuksiin.

Seuraavan sukupolven sähkömittarilta vaaditaan uusien ominaisuuksien lisäksi tulevaisuudessakin sähkönkulutuksen mittausta. Tiedonsiirtotekniikat kehittyvät ja luentayhteys mittarille on varmasti tulevaisuudessa nykyistä luotettavampi. Vaikka energiamittauksessa ei päästäisikään reaaliaikaisuuteen, niin kulutustiedot saatetaan tallentaa nykyistä

useammin, kuten esimerkiksi minuutin välein (AMR 2030 2015). Tämä vaatii sähkömittarilta nykyistä enemmän muistia tai vaihtoehtoisesti mittarin luentaa useammin kuin kerran vuorokaudessa. Mittareissa käytetyiltä komponenteilta vaaditaan aiempaa parempaa kestoja esimerkiksi ylijännitetilanteissa, jotta mittarit eivät rikkoudu niin helposti ukkosen takia. Lisäksi sähkömittarin kellon on oltava nykyistä luotettavampi, jotta mittaustieto pystytään aina kohdistamaan juuri oikealle aikaleimalle. Asia on erittäin kriittinen aikasarjojen muodostamisessa. Mittarin pitää myös pystyä hälyttämään mahdollisista kellon ongelmista. Sähkökatkotilanteessa mittarin kellon on myös pysyttävä ajassa nykyistä pidempään. (AMR 2030 2015)

Seuraavan sukupolven sähkömittareiden asennukseen mennessä myös pääkytkinkohtien tilanne on pystyttävä ratkaisemaan. Tulevaisuudessa sähkömittarin luentayhteys ei voi katketa, jos asiakas katkaisee sähköt pääkytkimestä. Pääkytkimen ohituskaapelin käyttö on yksi mahdollinen ratkaisu (Kuhno 2015). Nykyään uudet pääkeskukset ovat sellaisia, että pääkytkin sijaitsee sähkömittarin takana, jolloin sähköjen katkaiseminen pääkytkimestä ei katkaise sähköjä mittarilta (Kuhno 2015). Uudet keskukset yleistyvät kuitenkin niin hitaasti, että pääkytkinkohtien tilanne täytyy ratkaista muilla keinoilla (Kuhno 2015).

Seuraavan sukupolven sähkömittarin on pystyttävä sähkönkulutustietojen lisäksi tallentamaan erilaisia sähkön laadusta kertovia asioita, kuten esimerkiksi jännitteitä ja virtoja. Sähkönkulutus tulisi mitata jatkossa vaihekohtaisesti, jotta voidaan helposti havaita jokaisen vaiheen mittauksen toimivuus (AMR 2030 2015). Tulevaisuudessa päivittäin tallennettavista päivälukemista voidaan todennäköisesti luopua tiedon oleellisuuden takia sekä muistin säästämiseksi ja käyttää esimerkiksi kerran viikossa tai jopa kerran kuukaudessa tallennettavaa lukemaa mittauksen oikeellisuuden varmistamisessa. Tiedon laatu ei kärsi, vaikka päivälukemista siirryttäisiin esimerkiksi kuukausilukemiin.

Sähkönkulutustiedot on pystyttävä siirtämään luotettavasti luentajärjestelmään, jossa aikasarjat muodostetaan. Luentajärjestelmän toiminnan on oltava varmistettu, jotta sen toiminta voidaan taata myös poikkeustilanteissa. Luentajärjestelmän on oltava helposti muokattavissa muuttuvia tarpeita varten ja siinä on pystyttävä tekemään johtopäätöksiä automaattisesti esimerkiksi mahdollisista mittarin luentaongelmista vaikka kyselemällä tietoa luentayhteyden tilanteesta. Mittareilta tulevien hälytysten käsittely on myös hoidettava luotettavasti ja automaattisesti jo luentajärjestelmässä. (AMR 2030 2015)

Energiamittaustietojen siirtymisessä mittaustietojen hallintajärjestelmään ei saa tulevaisuudessa olla viiveitä, vaan dataa on pystyttävä siirtämään jatkuvasti eri järjestelmien välillä, kuten myös MDMS:sta eteenpäin mm. datahubiin. Datan validointi on tehtävä aiempaa tarkemmin mittaustiedon hallintajärjestelmässä. MDMS:ssa voidaan tehdä jatkuvaa asiakkaan energiankulutuksen ja -tuotannon tarkkailua, jotta mittauksen luotettavuutta voidaan tarkkailla.

Seuraavan sukupolven sähkömittarin asennus ei kuitenkaan saa olla nykyistä vaikeampaa, vaan asennuksesta pitäisi pyrkiä tekemään jopa aiempaa asentajaystävällisempää. Uuden mittarin asennus voisi olla tapahtuma, jossa mittari ohjaa asentajaa täyttämään tietyt tiedot ja parametrit asennuksen eri vaiheissa. Ohjatulla asennuksella päästään tilanteeseen, jossa asentajan on mahdotonta jatkaa asennusta, jos käyttöpaikalla todellisuudessa sijaitseva mittari on eri kuin käyttöpaikalla verkkoyhtiön tietojen mukaan on asennettuna. Tällöin pystytään heti havaitsemaan ristiin asennettu mittari. Ohjatulla asennuksella pyritään myös siihen, että jokaisen vaiheen mittaus saadaan heti kuntoon sekä esimerkiksi virtamuuntajatiedot saadaan aukottomasti oikein sähkömittarille. (AMR 2030 2015)

Siirryttäessä nykyisestä AMR-järjestelmästä seuraavan sukupolven järjestelmän käyttöön Elenia todennäköisesti aloittaa projektin, jossa mittareiden vaihdot toteutetaan massavaihtoina, eli kaikki sähkömittarit vaihdetaan uusiin alueittain. Verkkopalveluehtojen mukaan verkkoyhtiöllä tulee olla vapaa pääsy asiakkaan sähkömittarille, mutta todellisuudessa verkkoyhtiön edustaja käy asiakkaan pääkeskuksella ainoastaan mittarinvaihdon tai vikatilanteen yhteydessä (Verkkopalveluehdot 2010). Tästä syystä asentajan käytössä asiakkaan keskuksella asentajan on kerättävä käyntinsä yhteydessä kaikki verkkoyhtiötä kiinnostavat tiedot talteen. Asentajan tulisi raportoida mittari- ja käyttöpaikkameroiden lisäksi esimerkiksi osoitetiedot ja mahdolliset karttakoordinaatit. Lisäksi asentajan on raportoitava tarkemmin keskuksen sijainti ja onko keskukselle vapaa pääsy verkkoyhtiön toimesta, eli onko keskus lukkojen takana. Asentajan on myös raportoitava pääsulakekoon ja muiden vastaavien teknisten tietojen lisäksi myös tieto asiakkaan pääkeskuksen kunnosta valokuvan kera. Keskuksen kunto on tärkeä tieto siitä syystä, että huonokuntoisen pääkeskuksen tapauksessa verkkoyhtiön edustaja voi olla asiakkaaseen yhteydessä ja kertoa asiakkaalle mahdollisesta turvallisuusriskistä. (AMR 2030 2015)

### **6.3 Aikasarjojen laatua parantavien toimenpiteiden priorisointi**

Kappaleessa 6.2 on esitetty paljon erilaisia ehdotuksia aikasarjojen laadun parantamiseksi. Osa toimenpiteistä on pystytty kokonaan toteuttamaan jo tämän diplomityön aikana ja osa asioista on työn alla tai tullaan tekemään myöhemmin. Lisäksi osa toimenpide-ehdotuksista on siirretty aikatauluhaasteiden vuoksi myöhemmin toteutettaviksi jatkotoimenpiteiksi. Taulukossa 6.3 on listattu diplomityössä yhdeksän kaikkein kriittisimmiksi tunnistettuja aikasarjojen laatua parantavaa toimenpide-ehdotusta sekä niiden toteutusaikataulut.

**Taulukko 6.3** Aikasarjojen laatua parantavien toimenpiteiden priorisointi.

Toimenpide-ehdotus	Aikataulu
Raportoinnin kehittäminen	Raporttien sisältö on suunniteltu ja toteutus on työn alla
Negatiivisten APERAK-kuittausten seuranta	Vuoden 2015 aikana
Automaation kehitys	Nollasarjojen automaattinen käsittely otetaan käyttöön viimeistään alkuvuonna 2016
Viiveiden välttäminen ja uudet toimintatavat	Osittain otettu jo käyttöön, loput viimeistään alkuvuonna 2016
Turhien sanomien lähettäminen	Osittain otettu käyttöön, loput viimeistään vuonna 2016
Uusi työkalu tuntisarjojen manuaaliseen korjaamiseen	Pieniä muutoksia tehdään vuonna 2015, loput vuonna 2016
Uudet laatuindeksit	Otetaan ainakin osittain käyttöön vuoden 2016 alussa
Extrapoloinnin lyhentäminen 40 päivään	Valmis syyskuussa 2015
Mitattujen aikasarjaerojen käsittely	Selvitystä aloitettu syksyllä 2015

Kuten taulukosta voidaan nähdä, niin tärkeimpiä aikasarjojen laatua parantavia toimenpiteitä ja niiden käyttöönottoa Elenialla on lähdetty toteuttamaan jo tämän diplomityön aikana ja osa toimenpiteistä saadaan käyttöön vielä vuoden 2015 aikana.

Jokaisen toimenpide-ehdotuksen toteuttaminen vaatii järjestelmämuutoksia tai uusia toimintatapoja ja niiden toteuttamiseksi koulutusta. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaisen toimenpide-ehdotuksen toteuttaminen ja omaksuminen vie joko yhden tai useamman henkilön työaika. Muutoksiin kuluvaan työajan tarkempi arviointi on erittäin vaikeaa. Ehdotetut toimenpiteet kuitenkin helpottavat ja nopeuttavat tulevaisuudessa moninkertaisesti aikasarjojen laatuun liittyvien päivittäisten työtehtävien suorittamista, joten toimenpide-ehdotusten toteuttaminen on ehdottomasti kannattavaa prosessin kehityksen kannalta.

## 7. YHTEENVETO

Sähköverkon älykkyyden lisääntyminen ja kasvava hajautettu sähköntuotanto ovat osaltaan aiheuttaneet jakeluverkkoyhtiöille muutospainetta toimialan kehittyessä. Verkkoyhtiöt ovat vaihtaneet pääosan verkkoalueidensa perinteisistä sähkömittareista etäluettaviksi sähkömittareiksi, joilla voidaan mitata sähkönkulutusta tai -tuotantoa tunnin tarkkuudella. Tunneittain mitatun tiedon avulla asiakas pystyy aiempaa paremmin vaikuttamaan omaan sähkönkulutukseensa seuraamalla kulutustietojaan esimerkiksi erilaisten online-palveluiden avulla. Tunneittain mitatuista tiedoista voidaan muodostaa aikasarjoja, joita voidaan käyttää hyväksi asiakkaan laskutuksessa perinteisen sähkömittarin lukemaan perustuvan laskutuksen sijaan. Aikasarjat toimitetaan sanomaliikenteen avulla sähkömarkkinaosapuolien käyttöön.

Jakeluverkkoyhtiö Elenia sekä Sähkönmyyntiyhtiö Vattenfall eroavat toisistaan järjestelmätasolla vuoden 2016 alussa. Lisäksi Elenian laskutusmalli uudistuu ja laskutus perustuu jatkossa aikasarjoista saataviin sähkönkulutustietoihin. Aikasarjojen laatu on ollut jo pitkään Elenialla erittäin hyvällä tasolla, mutta muutosten johdosta aikasarjojen laatuun haluttiin kiinnittää aiempaa enemmän huomiota. Laadukkailla aikasarjoilla ja mahdollisimman tehokkaalla ja automaattisella prosessilla taataan asiakkaiden laskutuksen luotettavuus sekä myös mahdollisimman hyvä ja oikea-aikainen palvelu sähkömarkkinaosapuolille.

Aikasarjojen laadun kehittäminen aloitettiin tunnistamalla erilaisia energiamittaustiedon laatuun vaikuttavia asioita. Laatuun vaikuttavat tekijät voidaan jakaa mittaustietokantaan tulevan datan laatuun vaikuttaviin asioihin sekä mittaustietokannasta ulos lähtevän datan laatuun vaikuttaviin tekijöihin. Näiden lisäksi datan laatua tarkastellaan Elenian sisäisten tekijöiden sekä yhteistyökumppaneiden kannalta. Yhdeksi aikasarjojen laatuun eniten vaikuttavaksi tekijäksi tunnistettiin tämän diplomityön myötä prosessin erilaiset viiveet, joiden vähentämiseen on kiinnitetty runsaasti huomiota.

Viiveiden vähentäminen mittausprosessissa on oleellinen asia myös vuonna 2016 käyttöön otettavan yhteispohjoismaisen taseselvityksen yhteydessä, jonka myötä taseikkuna lyhenee käytännössä yhden vuorokauden aiempaan 14 vuorokauteen verrattuna. Taseikkunan lyheneminen tarkoittaa sitä, että energiamittaustiedot on pystyttävä toimittamaan sähkömittarilta sähkömarkkinaosapuolien käyttöön aiempaa nopeammin. Yhteispohjoismaisen taseselvityksen lisäksi toimialalla suuren muutoksen aiheuttaa myös datahubin käyttöönotto, josta tehtiin Suomessa päätös keväällä 2015. Energiamittaustietojen oikeellisuus korostuu datahubin käyttöönoton myötä, sillä datahubin tehokas ja luotettava käyttö perustuu siihen, että datan laadun on oltava erinomaisella tasolla. Yhteispohjoismainen taseselvitys ja datahub tuovat siis kumpikin omat haasteensa energiamittaustiedon laadulle tulevaisuudessa.



Diplomityössä tavoitteena oli tarkastella energiankulutuksen mittausta prosessin kehittämisen näkökulmasta, sekä määrittää aikasarjojen laadun nykytila mahdollisimman tarkasti. Tutkimuksissa vahvistui, että aikasarjojen laadun nykytila on erittäin hyvä. Tutkimuksissa pystyttiin kuitenkin osoittamaan prosessin vaiheet, joissa aikasarjojen laatua pystytään vielä merkittävästi parantamaan nykytilanteesta ilman suurempia rahallisia investointeja. Käytännön toimenpiteitä aikasarjojen laadun parantamiseksi ovat esimerkiksi erilaiset päivittäistä työtä helpottavat raportit, uudet toimintatavat ja uusi työkalu aikasarjojen korjaamiseen. Näitä aikasarjojen laatua parantavia asioita ja toimenpiteitä on esitelty tarkemmin tässä diplomityössä kappaleessa 6.

Aikasarjojen laadun parantamisen lisäksi diplomityössä määriteltiin erilaisia keinoja tarkkailla energiamittaustietojen laatua. Laaduntarkkailussa oleellisena osana on, että mitaustoimintaa ei jatkossa voida tarkastella ainoastaan omana prosessinaan, vaan tarkasteluun on otettava mukaan myös laskutus ja sanomaliikenne. Jos aikasarjojen laadussa on puutteita, laskutus ei onnistu luotettavasti ja sanomaliikenteessä joudutaan tekemään korjauksia esimerkiksi PRODAT-sanomilla ilmoitettaviin sähkönkulutustietoihin. Koko prosessin toimivuuden sekä asiakkaiden ja sähkömarkkinaosapuolien tyytyväisyyden parantamiseksi on tärkeää, että aikasarjojen laatuun kiinnitetään erittäin paljon huomiota myös jatkossa, kun prosessia kehitetään nykyisestä mallista eteenpäin. Nykyiset AMR-mittarit vaihdetaan Elenialla uusiin seuraavan sukupolven sähkömittareihin muutaman vuoden kuluttua, jolloin sähkömittarikannan uudistuessa tiedon laadulle voidaan määrittää vielä aiempaa tiukemmat laatukriteerit.

## LÄHTEET

AMR 2030. 2015. Elenia Oy. Sisäinen projekti seuraavan sukupolven AMR-järjestelmän ominaisuuksista.

Aperak-tutkimus 1/2015. 2015. Fingrid Oyj. Tutkimustulokset. [WWW]. [viitattu 25.6.2015]. Saatavissa: [http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/asiakasliitteet/Tiedonvaihto/Kyselyt/Fingrid\\_Aperak-tutkimus\\_1\\_2015.pdf](http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/asiakasliitteet/Tiedonvaihto/Kyselyt/Fingrid_Aperak-tutkimus_1_2015.pdf)

Cappiello, C., Francalanci, C., Pernici, B. 2003. Time-Related Factors of Data Quality in Multichannel Information Systems. Journal of Management Information Systems. Winter 2003-4. Vol. 20, No 3. pp. 71-91.

Datahub-projekti. 2015. Fingrid Oyj. [WWW]. [viitattu 18.7.2015]. Saatavissa: <http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/datahub/Sivut/default.aspx>

Ediel sanomavälityksen yleiset sovellusohjeet. 2013. Energiateollisuus ry. Päivitetty versio 2.1. 21.11.2013. [WWW]. [viitattu 14.4.2015]. Saatavissa: <http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/Tiedonvaihtopalvelut/Ohjeet/Sivut/default.aspx>

EDI-käyttäjöpäivien kysymykset 2015. 2015. Energiateollisuus ry. Kehitysryhmän laatimat vastaukset kysymyksiin. 17.9.2015. Markus Piispanen. Sähköverkko, sähkökauppa. [WWW]. [viitattu 23.9.2015]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/edi-paivien\\_2015\\_viestiseinan\\_kysymykset\\_vastaukset.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/edi-paivien_2015_viestiseinan_kysymykset_vastaukset.pdf)

Elenia. 2015. Yritysesittely. [WWW]. [viitattu 10.08.2015]. Saatavissa: [http://www.elenia.fi/yritys/elenia\\_info](http://www.elenia.fi/yritys/elenia_info)

Ervelä, A. 2012. Business intelligence ja johdon raportoinnin kehittäminen. Tampere. Pro gradu-tutkielma. Tampereen yliopisto. Johtamiskorkeakoulu. 71 s.

Förenkling av elmarknaden underlättar för kunden. 2015. Ruotsin hallituksen mediatiedote datahub-projektista. 25.6.2015. [WWW]. [viitattu 21.7.2015]. Saatavissa: <http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2015/06/forenkling-av-elmarknaden-underlattar-for-kunden/>

Glumow, M. 2009. Tiedon laatu. Tietokannat nyt –seminaarin kirjallinen esitelmä. Helsingin yliopisto, tietojenkäsittelytieteen laitos. Helsinki. 2.3.2009. [WWW]. [viitattu 15.05.2015]. Saatavissa: [http://www.cs.helsinki.fi/u/jplindst/tknyt2009/Tiedon\\_laatu\\_Mikko\\_Glumow.pdf](http://www.cs.helsinki.fi/u/jplindst/tknyt2009/Tiedon_laatu_Mikko_Glumow.pdf)

Heinimäki, R., Lehto, I., Ruottinen, S., Dart, M., Hirvonen, M., Kallio, J., Kujala, V., Kivikko, K., Sievi, A., Wessman, S., Hänninen, K., Mäenpää, E. 2012. Taseisiin jääneiden virheiden käsittely taseiden sulkeutumisen jälkeen. Energiateollisuus ry:n raportti. Helsinki. 31.10.2012. 25 s.

Henkilötietolaki. 1999/523. Helsinki. 22.4.1999. [WWW]. [viitattu 22.8.2015]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990523>

Jakeluverkkoyhtiöiden tariffirakenteiden kehitysmahdollisuudet. 2012. Lappeenrannan teknillisen yliopiston raportti. 4.5.2012. [WWW]. [viitattu 22.8.2015]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/jakeluverkkoyhtioiden\\_tariffirakenteet\\_raportti\\_lut\\_040512.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/jakeluverkkoyhtioiden_tariffirakenteet_raportti_lut_040512.pdf)

Löf, N. 2009. Pienjänniteverkon automaattioratkaisuiden kehitysnäkymät. Tampere. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 116 s.

Menettelytapalinjaukset 2011. 2012. Energiateollisuuden ohjeistus tiedonvaihtoon ja sanomaliikenteeseen. Sähköverkko, sähkökauppa. Muistio. 29.3.2012. [WWW]. [viitattu 25.06.2015]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/menettelytapalinjaukset\\_vuonna\\_2011\\_20120329.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/menettelytapalinjaukset_vuonna_2011_20120329.pdf)

Mittauslaitedirektiivi. 2014/32/EU. 26.2.2014. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi. [WWW]. [viitattu 5.4.2015]. Saatavissa: [www.tem.fi/files/31940/Mittauslaitedirektiivi.pdf](http://www.tem.fi/files/31940/Mittauslaitedirektiivi.pdf)

MSCONS-sanomien kuittaussäännöt. 2015. Fingrid Oy:n tiedonvaihtopalveluiden ohje. 06.05.2015. [WWW]. [viitattu 25.06.2015]. Saatavissa: [http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/asiakasliitteet/Tiedonvaihto/2015\\_liitteet/MSCONS\\_Sanomien\\_kuittaussäännöt.pdf](http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/asiakasliitteet/Tiedonvaihto/2015_liitteet/MSCONS_Sanomien_kuittaussäännöt.pdf)

Mäkelä, P. 2011. New Business and Process Development Opportunities Utilizing Meter Data Management System. Tampere. Diplomityö. Tampereen Teknillinen Yliopisto. 78 p.

Nesvik, O. 2014. Business Requirements for a Harmonised Nordic Retail Market. Final Version. NordReg. 31.3.2014. [WWW]. [viitattu 22.7.2015]. 224 p. Saatavissa: [http://www.nordicenergyregulators.org/wp-content/uploads/2012/12/NEG\\_HNR\\_BRS\\_v1r0C.pdf](http://www.nordicenergyregulators.org/wp-content/uploads/2012/12/NEG_HNR_BRS_v1r0C.pdf)

Nordic Imbalance Settlement Handbook. 2014. eSett. Instructions and Rules for Market Participants. 12.12.2014. 151 p. [WWW]. [viitattu 30.06.2015]. Saatavissa: [http://www.nbs.coop/sites/default/files/materials/NBSHandbook\\_v2.0.pdf](http://www.nbs.coop/sites/default/files/materials/NBSHandbook_v2.0.pdf)

Pakonen, P., Vehmasvaara, S., Pikkarainen, M., Siddiqui, B.A., Verho, P. 2012. Experiences on Narrowband Powerline Communication of Automated Meter Reading Systems in Finland. Electric Power Quality and Supply Reliability Conference. June 2012.

Partanen, J., Viljainen, S., Lassila, J., Honkapuro, S., Tahvanainen, K., Karjalainen, R., Annala, S., Makkonen, M. 2011. Sähkömarkkinat. Opetusmoniste. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Piispanen, M. 2010. Synergioiden saavutettavuus automaattisessa mittarinluennassa sähkö-, kaukolämpö- ja vesihuolto-yhtiöiden välillä. Espoo. Diplomityö. Aalto Yliopisto Teknillinen korkeakoulu. 91 s.

Piispanen, M. 2011. Puuttuvien tuntitietojen arviointimenetelmät. Energiategollisuuden ohje. Sähköverkko, sähkökauppa. 27.5.2011. 12 s. [WWW]. [viitattu 31.5.2015]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/puuttuvien\\_tuntitietojen\\_arviointimenetelmat.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/puuttuvien_tuntitietojen_arviointimenetelmat.pdf)

Pipino, L., Lee, Y., Wang, R. 2002. Data Quality Assessment. Communications of the ACM. April 2002. Vol. 45, No. 4.

Poikela, L. 2012. Sähkön myyjän taseenvarmistuspalvelun kehittäminen. Tampere. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 76 s.

Rissanen, M., Mustaparta, J., Pirttimäki, J., Roiha, J., Ruottinen, J., Ruottinen, S., Sepälä, J., Sievi, A., Heinimäki, R., Lehtomäki, E. 2010. Tuntimittauksen periaatteita 2010. Energiategollisuus ry:n suositus. Päivitetty versio 28.1.2014. [WWW]. [viitattu 5.4.2015]. Saatavissa: <http://energia.fi/en/node/2161>

Roadmap 2025. 2015. Sähköverkkoliiketoiminnan ja sähkökaupan kehityssuunta. Energiategollisuus ry:n tiedote. [WWW]. [viitattu 18.8.2015]. Saatavissa: <http://energia.fi/ajan-kohtaista/uutiset/sahkoverkon-ja-kaupan-roadmap-2025-kaynnissa>

SFS-EN 50160: Yleisestä jakeluverkosta syötetyn sähkön jänniteominaisuudet. 2010. 4. painos. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto. 63 s.

Selvitys sähkömarkkinoiden keskitetystä tiedonvaihdosta. 2014. Fingrid Oyj. Väliraportti. 15.4.2014. Helsinki. 137 s. [WWW]. [viitattu 20.7.2015]. Saatavissa: [http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/asiakasliitteet/Tiedonvaihto/Raportit/Datahub\\_v%C3%A4liraportti\\_v1\\_0.pdf](http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/asiakasliitteet/Tiedonvaihto/Raportit/Datahub_v%C3%A4liraportti_v1_0.pdf)

Selvitys sähkön vähittäismarkkinoiden tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisusta. 2014. Fingrid Oyj. Loppuraportti. 16.12.2014. Helsinki. 181 s. [WWW]. [viitattu 18.7.2015]. Saatavissa: [http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/asiakasliitteet/Tiedonvaihto/Raportit/Datahub\\_loppuraportti\\_FINAL\\_2014\\_12\\_16.pdf](http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/asiakasliitteet/Tiedonvaihto/Raportit/Datahub_loppuraportti_FINAL_2014_12_16.pdf)

Storey, N. Electronics –A Systems Approach. 2009. 4th Edition. Pearson Education Limited. ISBN: 978-0-273-71918-2. 804 p.

Sähkömarkkinalaki. 588/2013. 9.8.2013. Helsinki. [WWW]. [viitattu 5.4.2015]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>

Sähkömarkkinat Suomessa ja EU:ssa. 2013. Työ- ja elinkeinoministeriö. Parlamentaarinen energia- ja ilmastokomitea 17.12.2013. [WWW]. [viitattu 4.4.2015]. Saatavissa: [https://www.tem.fi/files/38918/5\\_Sahkomarkkinat.pdf](https://www.tem.fi/files/38918/5_Sahkomarkkinat.pdf)

Sähkön vähittäismarkkinoiden nykyiset liiketoimintaprosessit. 2015. Fingrid Oyj. Luonnos kommentoitavaksi Datahub-projektiin liittyen. 01.07.2015. [WWW]. [viitattu 2.7.2015]. Saatavissa: [http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/asiakasliitteet/Tiedonvaihto/Datahub/Sähkön\\_vähittäismarkkinoiden\\_nykyiset\\_prosessit\\_LUONNOS\\_01072015.pdf](http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/asiakasliitteet/Tiedonvaihto/Datahub/Sähkön_vähittäismarkkinoiden_nykyiset_prosessit_LUONNOS_01072015.pdf)

Sähkön toimituksen häiriöt. 2015. Energiavirasto. [WWW]. [viitattu 18.6.2015]. Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/sahkon-toimituksen-hairiot>

Taseselvitys. 2015. Fingrid Oyj. [WWW]. [viitattu 30.06.2015]. Saatavissa: <http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/tasepalvelut/taseselvitys/Sivut/default.aspx>

Tuntiaikasarjaan pohjautuvaan laskutukseen liittyvät käytännöt. 2013. Energiateollisuus. Sähkökauppa, sähköverkko. Kehitysryhmän ohjeistus. 4.2.2013. [WWW]. [viitattu 25.06.2015]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/tuntiaikasarjaan\\_pohjautuvaan\\_laskutukseen\\_liittyvat\\_kaytannot\\_20130402.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/tuntiaikasarjaan_pohjautuvaan_laskutukseen_liittyvat_kaytannot_20130402.pdf)

Työ- ja elinkeinoministeriön asetus sähköntoimitusten selvitykseen liittyvästä tiedonvaihdosta. 9.12.2008. 809/2008. Helsinki. [WWW]. [viitattu 5.4.2015]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080809>

Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta. 5.2.2009. Asetus 66/2009. Helsinki. [WWW]. [viitattu 4.4.2015]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090066>

Verkkopalveluehdot. 2010. Energiateollisuus ry:n suosittelemat Elenian käytössä olevat verkkopalveluehdot. VPE 2010. [WWW]. [viitattu 10.10.2015]. Saatavissa: [http://www.elenia.fi/sites/default/files/Verkkopalveluehdot\\_Elenia.pdf](http://www.elenia.fi/sites/default/files/Verkkopalveluehdot_Elenia.pdf)

## HAASTATTELUT

Harju, Antti. 2015. Haastattelu virheellisille käyttöpaikoille asennetuista mittareista, mittareiden lukemista ja PLC-tekniikasta. Tampere. 7.5.2015.

Helle, Markku. 2015. Haastattelu MSCONS-sanomaliikenteestä ja APERAK-kuittauksista. Tampere. 29.5.2015.

- Järvenpää, Juha. 2015. Haastattelu asentajien mobiilisovelluksesta ja automaation lisäämisestä sekä raportoinnista. Tampere. 4.6.2015.
- Järvenpää, Juha, Kauppinen, Markku. Haastattelu aikasarjojen laadun parantamisesta. Tampere, 20.8.2015.
- Kajander, Arto. 2015. Haastattelu mittaustietokantaan tulevan datan estimoinnista ja statusista. Tampere. 29.4.2015.
- Kajander, Arto. 2015. Haastattelu mittaustietokantaan ladattavan datan laadusta. Tampere. 27.5.2015.
- Kangas, Sampsa. 2015. Haastattelu aikasarjojen manuaalisesta korjauksesta. Tampere. 30.06.2015.
- Kangas, Sampsa. 2015. Haastattelu raportoinnista. Tampere. 11.8.2015.
- Kauppinen, Markku. 2015. Haastattelu mittaustietokannasta saatavista raporteista. Tampere. 03.6.2015.
- Kauppinen, Markku. 2015. Haastattelu tuntiluennasta ja luentajärjestelmästä sekä erilaisista virhekoodeista. Tampere. 17.6.2015.
- Kuhno, Ismo. 2015. Haastattelu antenneista ja pääkytkimen ohituksesta. Tampere. 30.4.2015.
- Kuhno, Ismo. 2015. Haastattelu sähkökatkotilanteista mittarilla. Tampere. 11.8.2015.
- Källarsson, Kirsti. 2015. Haastattelu katkoista. Tampere. 7.7.2015.
- Laine, Sanna. 2015. Haastattelu asiakkaan kontaktoinnista sähkömittarin luontayhteyden katkeamisen jälkeen. Tampere. 20.8.2015.
- Sandell, Tiina. 2015. Haastattelu sanomaliikenteen laadusta. Tampere. 25.6.2015.
- Siewert, Annina. 2015. Haastattelu Elenian uudesta laskutusmallista ja aikasarjojen laadun vaikutuksesta laskutukseen. Tampere. 23.7.2015.
- Vuorinen, Tuomo. 2015. Haastattelu luentaongelmista. Tampere. 6.5.2015.
- Vuorinen, Tuomo. 2015. Haastattelu mittareiden ominaisuuksista. Tampere. 10.6.2015.
- Välipirtti, Viljami. 2015. Haastattelu tasevirhekäyttöpaikoista. Tampere. 16.6.2015.