



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

RASMUS SOMERKOSKI  
YHTEISPOHJOISMAISEN TASESELVITYSMALLIN VAIKUTUKSET  
VERKKOYHTIÖN TOIMINTAAN SEKÄ MUUTOKSET HÄVIÖSÄH-  
KÖN LASKENNASSA

Diplomityö

Tarkastaja: Professori Pertti Järventausta  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Tieto- ja sähkötekniikan tiedekuntaneuvoston  
kokouksessa 3. kesäkuuta 2015

## TIIVISTELMÄ

**RASMUS SOMERKOSKI:** Yhteispohjoismaisen taseselvitysmallin vaikutukset verkkoyhtiön toimintaan sekä muutokset häviösähkön laskennassa

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 80 sivua, 4 liitesivua

Syyskuu 2015

Sähkötekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Sähköverkot ja –markkinat

Tarkastaja: Professori Pertti Järventausta

Avainsanat: Yhteispohjoismainen taseselvitysmalli, verkkoalue, jakeluverkon häviöt, häviösähkölaskenta, häviösähkökäyrä, tuntimittaus

Sähkön tuotannon ja kulutuksen välillä on vallittava tasapaino jokaisena hetkenä. Käytännössä sähkömarkkinatoimijoiden on mahdotonta suunnitella sähkönhankintaansa etukäteen siten, että eroa tuotannon ja kulutuksen välille ei muodostuisi. Erotuksen selvittämiseksi laaditaan taseselvitys, jonka toinen tehtävä on selvittää sähkömarkkinoilla toimivien osapuolten väliset sähköenergian toimitukset tunneittain. Suomen, Ruotsin ja Norjan kantaverkkoyhtiöt ovat päättäneet harmonisoida maiden taseselvityskäytäntöjä ja uusi yhteispohjoismainen taseselvitysmalli otetaan käyttöön Suomessa 1.2.2016 sekä Ruotsissa ja Norjassa 18.4.2016. Uuden taseselvitysmallin tarkoituksena on toimia merkittävänä askeleena kohti yhteisiä sähkön vähittäismarkkinoita Pohjoismaissa ja myöhemmin Euroopassa.

Yhteispohjoismaisessa taseselvitysmallissa verkkoyhtiön sähkön siirrossa aiheutuvat häviöt on raportoitava uudelle kantaverkkoyhtiöiden omistamalle taseselvityksyksikölle, eSett:lle, tuntikohtaisena tietona. Uudessa taseselvitysmallissa kaikkia sähkön myyjiä kohdellaan tasapuolisesti, mikä tarkoittaa sitä, että jäännöskäyrämenettelystä luovutaan, joten mittausvirheet ja sopimukseton sähkönkäyttö jäävät verkonhaltijan vastuulla olevalle häviösähkökäyrälle.

Työssä perehdytään uuteen yhteispohjoismaiseen taseselvitysmalliin ja selvitetään mitä muutoksia se tuo Pori Energia Sähköverkot Oy:n (PESV) toimintaan. Lisäksi työssä kehitetään jakeluverkkoyhtiön häviöiden laskentaa ja määritetään mittaustietojen ja energiatiedonhallintajärjestelmän avulla tuntikohtainen häviösähkökäyrä PESV:lle vuoden 2015 viiden ensimmäisen kuukauden osalta.

Työn perusteella voidaan todeta, että yhteispohjoismaisessa taseselvitysmallissa verkkoyhtiön vastuu mittaustietojen oikeellisuudesta kasvaa. Uusi taseselvitysmalli tuo muutoksia myös PESV:n jakeluverkoalueen mittauksiin, mittaustietojen valvontaan, tietojärjestelmiin sekä muuttaa työntekijöiden rooleja. Energiatiedonhallintajärjestelmän avulla määritettyjä tuntikohtaisia häviösähkökäyriä tullaan hyödyntämään häviösähkön hankinnan kilpailutuksessa sekä mietittäessä verkon energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä.

## ABSTRACT

**RASMUS SOMERKOSKI:** Effects of the Nordic Imbalance Settlement model on Distribution System Operator's procedures and changes in the calculations of loss energy

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 80 pages, 4 Appendix pages

September 2015

Master's Degree Programme in Electrical Engineering

Major: Power Systems and Electricity Market

Examiner: Professor Pertti Järventausta

**Keywords:** Nordic Imbalance Settlement Model, metering grid area, distribution losses, energy loss calculation, energy loss curve, hour metering

There must be a balance between production and consumption of electricity at all times. In practice, it is impossible for electricity market participants to plan their electricity acquisition so that there will be no difference between production and consumption. Imbalance settlement is performed not only to settle the difference but also to determine hourly deliveries of electricity between market participants. The Transmission System Operators (TSO) of Finland, Sweden and Norway have decided to harmonize imbalance settlement practices and a new Nordic Imbalance Settlement (NBS) will be implemented in Finland Feb 1, 2016. Sweden and Norway will follow April 18, 2016. The purpose of the NBS model is to be a significant step towards a fully functional end user market in Nordic countries and later in the whole Europe.

The NBS model requires that the Distribution System Operator (DSO) reports hourly distribution losses to a new Imbalance Settlement Responsible organization, eSett, which is owned by the TSOs of attending countries. All electricity retailers are treated equally in the new model. For this reason the residual curve procedure is being relinquished which means that the errors in measurement as well as electricity consumption without a billing contract will be handled in the DSO's energy loss curve.

This thesis provides the reader with information about the NBS model and clarifies how it affects Pori Energia Sähköverkot Oy (PESV). Further, DSO's hourly energy loss calculation is developed and hourly energy loss curve for PESV is defined using both energy data management system and metered data from January till May 2015.

The results indicate that in NBS model DSOs have higher responsibility for the correctness of the metered data. The NBS model also affects PESV's distribution grid area measurements, metered data monitoring and information systems. It also changes the roles of employees. Hourly energy loss curves defined using energy data management system will be utilized to acquire loss energy more cost-efficiently from the electricity market and to improve energy efficiency in PESV's network.

## ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Pori Energia Sähköverkot Oy:ssä lopputyönä Tampereen teknillisen yliopiston sähkötekniikan laitokselle joulukuun 2014 ja kesäkuun 2015 välisenä aikana. Työn tarkastajana on toiminut professori Pertti Järventausta, jota haluan kiittää saamistani ohjeista ja neuvoista.

Työn ohjaajana Pori Energia Sähköverkot Oy:ssä on toiminut DI Tapio Mäkinen. Haluan kiittää häntä erinomaisesta ohjauksesta ja saamistani neuvoista työn eri vaiheissa. Haluan kiittää myös muita projektiryhmän jäseniä Reijo Kankaansivua ja Mika Neittamoia yhteistyöstä ja saamastani tuesta sekä toimitusjohtaja Pekka Ohrankämmettä mielenkiintoisesta aiheesta ja kannustuksesta. Kiitos myös muille Pori Energia Sähköverkot Oy:n työntekijöille, jotka ovat auttaneet työhön liittyvän aineiston keräämisessä. Työskentely Pori Energia Sähköverkot Oy:ssä on ollut todella miellyttävää ja työilmapiiri on ollut avoin ja auttavainen.

Lopuksi haluan kiittää vanhempiani, mummiani ja ystäviäni, joilta olen saanut valtavan tukea opiskelujeni aikana.

Porissa 18.6.2015

Rasmus Somerkoski

Presidentinpuistokatu 22 A 8

28130 Pori

Puh. 040-7327332

## SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
2.	HÄVIÖSÄHKÖ .....	3
2.1	Häviösähkön määritelmä .....	3
2.2	Häviösähkön muodostumisperiaatteet.....	4
2.2.1	Tyhjäkäyntihäviöt .....	4
2.2.2	Kuormitushäviöt.....	6
2.2.3	Muut häviöt .....	8
2.3	Häviösähkön ennustaminen.....	9
2.3.1	Kulutuksen ennustaminen .....	10
2.3.2	Häviösähkön ennustaminen .....	10
2.4	Keinoja häviösähkön vähentämiseksi .....	12
2.4.1	Verkon suunnittelu ja käyttö .....	13
2.4.2	Komponenttivalinnat.....	14
3.	HÄVIÖSÄHKÖ SÄHKÖMARKKINOILLA .....	15
3.1	Häviösähkseen liittyvät lait ja säädökset.....	16
3.2	Häviösähkseen hankinta .....	17
3.2.1	Elspot .....	17
3.2.2	Elbas.....	17
3.2.3	Finanssimarkkinat .....	18
3.2.4	OTC -markkinat .....	19
3.3	Häviösähkseen hankintaan liittyvät riskit.....	19
3.3.1	Hintariski.....	19
3.3.2	Kysyntäriski .....	20
3.3.3	Volyymiriski .....	21
3.3.4	Poliittinen riski.....	21
3.3.5	Operatiivinen riski.....	21
3.3.6	Muut riskit.....	22
3.4	Riskienhallinta sähkömarkkinoilla.....	22
4.	YHTEISPOHJOISMAINEN TASESELVITYSMALLI.....	24
4.1	Tasehallinta ja nykyinen taseselvitys .....	24
4.1.1	Jakeluverkonhaltijan taseselvitys.....	25
4.1.2	Tasevastaavan taseselvitys .....	27
4.1.3	Valtakunnallinen taseselvitys.....	28
4.2	Yhteispohjoismainen taseselvitys .....	29
4.2.1	Markkinatoimijat ja termit .....	29
4.2.2	Taseselvityksen hierarkia.....	30
4.2.3	Taseselvityksen tiedonvaihto .....	31
4.2.4	Häviösähkö yhteispohjoismaisessa taseselvityksessä .....	37
4.3	Yhteenvedo taseselvityksellisten eroista .....	38

5. YHTEISPOHJOISMAISEN TASESELVITYSMALLIN VAIKUTUKSET VERKKOYHTIÖN TOIMINTAAN .....	40
5.1 Pori Energia Sähköverkot Oy.....	40
5.1.1 Pori Energia Oy.....	42
5.1.2 Pori Energia Oy:n ja Pori Energia Sähköverkot Oy:n toimintaa kuvaavia tunnuslukuja.....	42
5.2 Tuntimittauksen toteutus Pori Energia Sähköverkot Oy:ssä.....	44
5.2.1 Tuntimittauksen tilanne.....	44
5.2.2 Tuntimittauksessa käytettävät tietojärjestelmät .....	45
5.3 Muutokset Pori Energia Sähköverkot Oy:n verkkoalueen mittauksiin.....	46
5.3.1 Mittausjärjestelyjen parantaminen .....	47
5.3.2 Verkkoalueiden määrittäminen .....	52
5.4 Tietojärjestelmämuutokset .....	58
5.4.1 Muutokset rakennetietoihin.....	59
5.4.2 Muutokset laskentoihin .....	60
5.4.3 Muutokset raportointiin.....	60
5.5 Toimintamuutokset.....	60
5.5.1 Rakenteellisten tietojen lähettäminen ja päivittäminen eSett:lle ...	61
5.5.2 Verkkopalvelu Online Servicen käyttäminen .....	62
5.5.3 Mittaustietojen valvonta.....	62
6. HÄVIÖSÄHKÖKÄYRÄN MÄÄRITTÄMINEN TUNTIMITTAUSTIETOJEN AVULLA .....	66
6.1 Lähtötilanne.....	66
6.2 Häviösähkökäyrän määrittäminen prosessi .....	67
6.2.1 Häviösähködatatyökalu .....	67
6.2.2 Mittausten tarkistus .....	69
6.2.3 Generis -laskenta.....	69
6.3 Häviösähkökäyrä.....	70
7. YHTEENVETO .....	74
LÄHTEET.....	77

## LIITE A: VERKKOALUEIDEN MÄÄRITTELYT

## KUVALUETTELO

<b>Kuva 1.</b>	<i>Sähkön Elspot -kauppahinta vuosina 2004–2014. [24]</i> .....	20
<b>Kuva 2.</b>	<i>Suomen nykyinen tasehierarkia.[34]</i> .....	25
<b>Kuva 3.</b>	<i>Toimitusvelvollisen myyjän jäännöskäyrän määrittäminen.[34]</i> .....	26
<b>Kuva 4.</b>	<i>Pohjoismaissa käytössä oleva 2-taseen taseselvitysmalli.[45]</i> .....	27
<b>Kuva 5.</b>	<i>Helmikuussa 2016 Suomeen tulossa oleva taseselvityshierarkia. [28]</i> .....	31
<b>Kuva 6.</b>	<i>Toimenpiteet ennen toimitustuntia. [28]</i> .....	32
<b>Kuva 7.</b>	<i>Toimenpiteet välittömästi toimituksen jälkeen. [28]</i> .....	33
<b>Kuva 8.</b>	<i>Toimenpiteet taseikkunan sulkeutumisen jälkeen. [28]</i> .....	35
<b>Kuva 9.</b>	<i>Pori Energia Sähköverkot Oy:n jakelualue. [35]</i> .....	41
<b>Kuva 10.</b>	<i>Pori Energia Sähköverkot Oy:n energian mittauksiin liittyvät tietojärjestelmät. [24]</i> .....	45
<b>Kuva 11.</b>	<i>PESV:n 110 kV:n alueverkon mittausjärjestelyt. ....</i>	47
<b>Kuva 12.</b>	<i>PLV-Aittaluodon mittalaitteistot sekä mittausta vaativa varasyöttöyhteys. ....</i>	49
<b>Kuva 13.</b>	<i>PESV:n verkkoalueen varasyötöt muille verkonhaltijoille.....</i>	50
<b>Kuva 14.</b>	<i>Vianindikointilaitteiston ja energianmittauslaitteistojen yksikköhinnat I. suuntaviivoissa valvontamenetelmiksi valvontajakoille 2016 – 2019 ja 2020 – 2023. [14]</i> .....	51
<b>Kuva 15.</b>	<i>PESV:n verkkoalue uudessa taseselvitysmallissa. ....</i>	53
<b>Kuva 16.</b>	<i>PESV:n verkkoalueeseen liittyvät tuotantoverkot. ....</i>	54
<b>Kuva 17.</b>	<i>Vuorikemian teollisuusverkkoalue. ....</i>	54
<b>Kuva 18.</b>	<i>PESV:n jakeluverkkoalueen mittausaluejako.....</i>	55
<b>Kuva 19.</b>	<i>Fingridiltä vastaanotetun mittaus tiedon valvonta. ....</i>	65
<b>Kuva 20.</b>	<i>Häviösähködatatyökalun käyttöliittymä. ....</i>	67
<b>Kuva 21.</b>	<i>Häviösähködatatyökalun kautta näkyvät tiedot. ....</i>	68
<b>Kuva 22.</b>	<i>Impolan sähköaseman häviökäyrä helmikuussa. ....</i>	68
<b>Kuva 23.</b>	<i>PESV:n jakeluverkkoalueen häviösähkökäyrä 1.1.2015-1.6.2015. ....</i>	70
<b>Kuva 24.</b>	<i>PESV:n jakeluverkkoalueen energiatase vuoden 2015 viiden ensimmäisen kuukauden osalta. ....</i>	71
<b>Kuva 25.</b>	<i>PESV:n jakeluverkkoalueen häviösähköprosenttikäyrä 1.1.2015-1.6.2015.....</i>	71
<b>Kuva 26.</b>	<i>Vuoden 2015 tammikuun häviösähkökäyrä.....</i>	72
<b>Kuva 27.</b>	<i>Vuoden 2015 tammikuun kolmannen kokonaisen viikon häviösähkökäyrä.....</i>	72
<b>Kuva 28.</b>	<i>Maanantain 19.1.2015 häviösähkökäyrä. ....</i>	73
<b>Kuva 29.</b>	<i>Maanantain 19.1.2015 häviösähkö- ja kulutuskäyrä. ....</i>	73

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

AIM	Active Information Management, kulutusmittauspalvelu
AIMIA	Active Information Management Integration Applications, integraatiosovellus
BRP	Balance Responsible Party, tasevastaava
BRS	Business Requirements Specification, tiedonvaihtostandardit
CET	Central European Time, keski-Euroopan aikavyöhyke
DELFOR	Delivery Schedule Message, tiedonvaihtoformaatti
DMS	Distribution Management System, käytöntukijärjestelmä
DS	Deferred Settlement, viivästynyt suoritus
DSO	Distribution System Operator, jakeluverkkoyhtiö
eBIX	European forum for energy Business Information eXchange, energiategollisuuden tiedonvaihdon standardisointiin keskittynyt järjestö
EET	Eastern European Time, itä-Euroopan aikavyöhyke
EFET	European Federation of Energy Traders, Euroopan energiakauppiaiden järjestö
ENTSO-E	European Network for Transmission System Operators, Euroopan kantaverkonhaltijoiden verkostuma
EV	Energiavirasto
FTP	File Transfer Protocol, tiedonsiirtoprotokolla
GOF	Generis Object Field, rajapinta
ISR	Imbalance Settlement Responsible, taseselvitysyksikkö
KMP	Kulutusmittauspalvelu
MGA	Metering grid area, verkkoalue
MSCONS	Metered Services Consumption Report, tiedonvaihtoformaatti
NBS	Nordic Imbalance Settlement, yhteispohjoismainen taseselvitysmalli
NEG	Nordic Ediel Group, Pohjoismainen tiedonvaihtojärjestö
NEMM	Nordic Energy Market Model for data exchange, Pohjoismaiden tiedonvaihdon energiamaarkkinamalli
NIS	Network Information System, verkkotietojärjestelmä
NPS	Nord Pool Spot, sähköpörssi
OTC	Over the counter, kahdenkeskinen kauppa
PE	Pori Energia Oy
PERL	Practical Extraction and Report Language, ohjelmointikieli
PESV	Pori Energia Sähköverkot Oy
PLV	Porin Lämpövoima Oy
PRODAT	Product Data Message, tiedonvaihtoformaatti
RE	Retailer, sähkön myyjä
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol, tiedonsiirtoprotokolla
STEP	Suomen Teollisuuden Energiapalvelut Oy



TSO Transmission System Operator, kantaverkkoyhtiö  
 VTT Valtion teknillinen tutkimuskeskus

$A$	Johtimen poikkipinta-ala
$B$	Suskeptanssi
$C$	Kapasitanssi
$E_k$	Johdinnipun keskimääräinen pintakentänvoimakkuus
$E_0$	Kriittinen pintakentänvoimakkuus kauniilla säällä
$I$	Kuormitusvirta
$I$	Muuntajan hetkellinen kuormitusvirta
$I_N$	Muuntajan nimellisvirta
$k$	Kerroin häviöiden tarkempaan määrittämiseen
$k_h$	Häviökerroin
$k_{jm}$	Jakelumuuntajien kuormitushäviöiden korjauskerroin
$k_{kj}$	Keskijänniteverkon häviökerroin
$k_{pj}$	Pienjänniteverkon häviökerroin
$k_{pm}$	Päämuuntajien kuormitushäviöiden korjauskerroin
$l$	Johtimen pituus
$L$	Induktanssi
$n$	Johtimien lukumäärä nipussa
$P$	Johdolla siirretty pätöteho
$P_c$	Koronan aiheuttamat pätötehohäviöt
$P(t)$	Verkkoon syötetty energia tunnilla $t$
$P_h$	Hetkellinen häviöteho
$P_{hmax}$	Huippuhäviöteho
$P_h(t)$	Keski- ja pienjänniteverkon häviöteho tunnilla $t$
$P_{jm}$	Jakelumuuntajien läpi virtaava teho
$P_k$	Muuntajan kuormitushäviöt
$P_{kj}$	Keskijänniteverkkoon tuleva teho
$P_{kn}$	Muuntajan nimelliskuormitushäviö
$P_{kn,jm,i}$	Jakelumuuntajien nimelliskuormitushäviöt
$P_{kn,pm,i}$	Päämuuntajien nimelliskuormitushäviöt
$P_{kv}$	Kuormitushäviöt vaihetta kohti
$P_L(t)$	Häviöiden määrä tunnilla $t$
$P_{pj}$	Pienjänniteverkkoon tuleva teho
$P_{pm}$	Päämuuntajien läpi virtaava teho
$P_0$	Muuntajan tyhjäkäyntihäviö
$P_0$	Verkon tyhjäkäyntihäviöt
$P_{0,jm,i}$	Jakelumuuntajien tyhjäkäyntihäviöteho
$P_{0,pm,i}$	Päämuuntajan tyhjäkäyntiteho

$P_{0N}$	Muuntajan nimellistyhkäyntiteho
$p_{0u}$	Muuntajan jänniteherkkyys
$\rho$	Materiaalin resistiivisyys
$Q_h$	Induktiivinen loistehohäviö
$R$	Resistanssi
$r$	Johtimen säde
$R_k$	Muuntajan oikosulkuresistanssi
$S$	Muuntajan hetkellinen kuormitusteho
$S_n$	Muuntajan nimellisteho
$S_{N,jm,i}$	Jakelumuuntajien nimellistehot
$S_{N,pm,i}$	Päämuuntajien nimellistehot
$t_h$	Häviöiden huipunkäyttöaika
$U$	Muuntajan toision jännite
$U_n$	Muuntajan toision nimellisjännite
$W_h$	Häviöenergia
$X$	Reaktanssi

# 1. JOHDANTO

Sähköenergiaa siirretään tuotantolaitoksilta loppukäyttäjille pitkiäkin matkoja. Osaa tuotantolaitoksissa tuotetusta energiasta ei saada siirrettyä loppukäyttäjille ja tästä energiasta käytetään nimitystä häviöenergia. Häviöitä syntyy sähköjärjestelmän eri komponenteissa, mutta suurimpia häviöiden aiheuttajia ovat sähköjohdot ja muuntajat. Häviöiden muodostumistavat voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan, jotka ovat tyhjäkäyntihäviöt, kuormitushäviöt sekä muut häviöt. Tyhjäkäyntihäviöt muodostavat tavallisesti 25 – 40 % ja kuormitushäviöt muodostavat noin kaksi kolmasosaa verkon kokonaishäviöistä [31]. Muiden häviöiden osuus kokonaishäviöistä on vähäinen.

Sähkön tuotannon ja kulutuksen välillä on vallittava tasapaino jokaisena hetkenä. Käytännössä sähkömarkkinatoimijoiden on mahdotonta suunnitella sähkönhankintaansa etukäteen siten, että eroa tuotannon ja kulutuksen välille ei muodostuisi. Erotuksen selvittämiseksi laaditaan taseselvitys, jonka toinen tehtävä on selvittää sähkömarkkinoilla toimivien osapuolten väliset sähköenergian toimitukset tunneittain. Aiemmin Suomen, Ruotsin ja Norjan kantaverkkoyhtiöt ovat olleet vastuussa taseselvityksestä markkina-alueillaan. 1.2.2016 Suomessa ja 18.4.2016 muissa Pohjoismaissa otetaan käyttöön uusi yhteispohjoismainen taseselvitysmalli, jonka tarkoituksena on harmonisoida maiden taseselvityskäytäntöjä. Uusi taseselvitysmalli on osa vuonna 2009 aloitettua projektia, jonka tarkoituksena on toimia merkittävänä askeleena kohti tehokkaasti toimivia yhteisiä vähittäismarkkinoita Pohjoismaissa sekä myöhemmin Euroopassa. [28]

Yhteispohjoismainen taseselvitysmalli tuo muutoksia jokaiselle sähkömarkkinatoimijalle. Osallistujamaiden kantaverkkoyhtiöt ovat perustaneet uuden operatiivisesta taseselvityksestä vastaavan taseselvitysyksikkö eSett:n. Jakeluverkkoyhtiön vastuualueina uudessa taseselvitysmallissa ovat tuntimittautustietojen mittaus ja toimittaminen niille oikeutetuille sähkömarkkinaosapuolille sekä kulutuksen ja tuotannon liittäminen verkon alueelle. [28] Projektin kotisivuilla [www.esett.com](http://www.esett.com) julkaistaan englanninkielistä käsikirjaa, jonka tarkoituksena on koota kaikki ohjeet ja säännöt yhteen helposti saatavilla olevaan teokseen.

Jakeluverkkoyhtiöt ovat saavuttaneet verkkoalueillaan kattavan tuntimittauksen. Yhteispohjoismaisessa taseselvitysmallissa kaikkien myyjien taseet tullaan selvittämään samoin periaattein. Tämä tarkoittaa sitä, että luovutaan vanhassa taseselvitysmallissa käytössä olleesta jäännöskäyrämenettelystä, jonka avulla selvitettiin toimitusvelvollisen myyjän myymä sähkö jakeluverkoalueella. Myyjien tasapuolisen kohtelun vuoksi esimerkiksi mittausvirheet ja sopimukseton sähkönkäyttö jäävät jakeluverkonhaltijan häviösähkökäyrälle. [28] Vanhassa taseselvitysmallissa jakeluverkon häviöt laskettiin

esimerkiksi syöttämällä tiedot verkkoalueen komponenteista verkkotietojärjestelmään tai käyttämällä hyödyksi erilaisia häviölaskentamalleja. Tuntimittaustietojen saatavuus tarkoittaa sitä, että verkkoyhtiöt pystyvät määrittämään häviösähkösä määrän tarkasti. Energiavirasto valvoo jakeluverkkoyhtiöiden häviösähkön hankintamenetelmiä ja sähkömarkkinalain artikla 23 § säättää häviösähköstä seuraavasti: ”Verkonhaltijan on hankittava sähköverkkonsa häviöenergia sekä sähköverkkonsa käyttöä palveleva varavoima avointen, syrjimättömien ja markkinapohjaisten menettelyjen mukaisesti”. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että verkkoyhtiö selvittää häviösähkösä määrän tarkasti sekä kilpailuttaa häviösähkösä hankinnan ja hankintahinta on kohtuullinen. Myös yhteispohjoismainen taseselvitysmalli edellyttää häviösähkön mittaamista ja raportoimista eSett:lle.

Tämä diplomityö on kaksiosainen. Ensimmäisen osion tavoitteena on selvittää yhteispohjoismaisen taseselvitysmallin tuomat muutokset Pori Energia Sähköverkot Oy:n tietojärjestelmiin, mittauksiin sekä toimintatapoihin. Toisen osion tavoitteena on määrittää tuntimittaustietoja apuna käyttäen Pori Energia Sähköverkot Oy:n verkkoalueen häviösähkökäyrä. Aiemmin Pori Energia Sähköverkot Oy on arvioinut hankittavan häviösähkön määrän vuonna 2008 yrityksessä tehdyn Kimmo Kuisman diplomityön pohjalta. [21] Arviota on päivitetty vuosittain huomioiden kokonaissiirtomäärän kasvu ja muut mahdolliset asiaan vaikuttavat tekijät.

## 2. HÄVIÖSÄHKÖ

Sähköä joudutaan siirtämään pitkiä matkoja, koska sähkön tuotanto ja kulutus ovat tavallisesti kaukana toisistaan. Sähköä siirretään voimalaitoksista asiakkaille sähköjohtoja pitkin ja tästä siirrosta aiheutuu aina häviöitä. Häviöt voidaan jakaa aiheutumisperiaatteen mukaisesti tyhjäkäynti- ja kuormitushäviöiksi. Luvussa 2.1 määritellään häviösähkö ja luvussa 2.2 käydään läpi häviösähkön muodostumisperiaatteet. Luvussa 2.3 esitellään miten toisiinsa sidoksissa olevia kulutusta ja häviösähkön määrää voidaan ennustaa. Lopuksi luvussa 2.4 käydään läpi keinoja, joilla häviösähkön määrää voidaan vähentää.

### 2.1 Häviösähkön määritelmä

Häviösähköksi kutsutaan kaikkea sitä energiaa mikä syötetään sähköverkkoon, mutta mitä ei saada toimitettua loppuasiakkaille. Häviösähkö voidaan kuvata yksinkertaisesti

$$\text{häviösähkö} = \text{syötetty sähköenergia} - \sum \text{kulutuspisteiden sähköenergia},$$

jossa syötetyllä sähköenergialla tarkoitetaan tuotantolaitoksilta vastaanotettua energiaa sekä toisilta verkonhaltijoilta vastaanotettua energiaa ja kulutuspisteiden sähköenergialla tarkoitetaan loppuasiakkaalta laskutettua sähköenergian kulututusta sekä toisille verkonhaltijoille luovutettua energiaa, lukuun ottamatta sähkömittareiden kuluttamaa energiaa. Suomen häviösähköprosentti on yksi maailman pienimmistä, sen ollessa noin 3 % verkkoon syötetystä energiasta. Muualla maailmassa häviösähköprosentti vaihtelee 2 ja 50 prosentin välillä. Ruotsissa häviösähkön määrä on noin 7 % ja Norjassa noin 8 % verkkoon syötetystä energiasta. [7]

Vuoden aikana sähköverkossa syntynyt häviöenergia voidaan laskea yhtälöllä

$$W_h = \int_0^T P_h(t) dt \approx P_{hmax} t_h,$$

jossa  $W_h$  tarkoittaa vuoden häviöenergiaa,  $P_h$  hetkellistä häviötehoa,  $P_{hmax}$  huippuhäviötehoa ja  $t_h$  häviöiden huipunkäyttöaikaa. Yhtälön käyttäminen edellyttää sitä, että vuoden jokaisen tunnin häviöteho on tiedossa. Häviöenergian määrän tarkka määrittäminen edellä mainitulla integraalilla vaatii huomattavan määrän työtä, mutta eri verkostolaskentaohjelmat suoriutuvat laskennasta helposti. [39]

Yleisesti verkon häviöitä ilmoitettaessa käytetään hyväksi häviösähköprosenttia, koska se ilmoittaa häviöiden määrän suhteessa haluttuun nimittäjään. Koko verkon häviöpro-

sentti voidaan laskea siten, että nimittäjässä käytetään kaikkea verkossa siirtynyttä energiaa, eli kokonaissiirtoa. Jos halutaan selvittää verkon omille kuluttajille kohdistuvia häviöitä, niin tällöin häviömäärä lasketaan siten, että häviömäärästä lasketaan verkosta luovutetun siirron osuus pois ja nimittäjässä käytetään tuotannon ja rajapistesumman yhteenlaskua. Häviösähköprosenttia ei voi aukottomasti käyttää eri verkkoyhtiöiden energiatehokkuuden vertailemiseen, koska jokainen verkkoalue on täysin omanlainen kokonaisuutensa.

## 2.2 Häviösähkön muodostumisperiaatteet

Sähköverkossa muodostuu häviöitä kolmella eri tavalla. Muodostumistavat ovat tyhjäkäyntihäviöt, kuormitushäviöt sekä muut häviöt. Muihin häviöihin voidaan laskea esimerkiksi sähköverkon toimilaitteiden kuluttama energia, mittausvirheet, mittaamaton energian käyttö kuten katuvalaistus tai epäselvyydet liittytösopimuksissa sekä sähköön varastaminen. Suurin häviöiden aiheuttaja sähköverkossa on kuormitushäviöt. Kuormitushäviöt ovat hieman alle kaksi kolmasosaa koko verkon häviöistä ja ne tapahtuvat lähinnä johdoissa ja muuntajissa. Kuormitushäviöt ovat riippuvaisia virran neliöstä ja näin ollen likimain tehon neliöstä. Tyhjäkäyntihäviöt ovat tyypillisesti noin 25–40 % jakeluverkon häviöistä. [31] Tyhjäkäyntihäviöt pysyvät ajan suhteen vakiona ja ovat riippuvaisia lähinnä jännitetasosta. Pää- ja jakelumuuntajat ovat suurimmat tyhjäkäyntihäviöiden aiheuttajat. [30] Etäluettavien mittareiden kuluttama energia voidaan laskea myös tyhjäkäyntihäviöiksi. Muiden häviöiden osuus koko verkon häviöistä on merkittävästi pienempi kuin tyhjäkäyntihäviöiden tai kuormitushäviöiden osuus. [19]

### 2.2.1 Tyhjäkäyntihäviöt

Tyhjäkäyntihäviöitä aiheutuu sähköverkossa jatkuvasti, huolimatta siitä onko muuntaja tai johto kuormitettu. Tyhjäkäyntihäviöiden suuruus riippuu lähinnä käytetystä jännitetasosta ja niitä aiheutuu pääasiassa pää- ja jakelumuuntajissa sekä sähköenergian siirrossa käytetyissä johdoissa. Verkkoyhtiöiden pyrkimys häiriöttömämpään sähköntoimitukseen nostaa pää- ja jakelumuuntajien tyhjäkäyntihäviöitä huomattavasti, sillä muuntajat ylimitoitetaan häiriötilanteiden varalta. [33]

#### Muuntajat

Tyhjäkäyntihäviöt muuntajissa ovat rautasydämessä magneettivuon muutoksen aikaansaamia hystereesi- ja pyörrevirtahäviöitä ja ne pysyvät vakiona, jos muuntajan ensiön jännite on vakio. Näitä häviöitä kutsutaan myös rautahäviöiksi. [30] Tutkimukset ovat osoittaneet, että rautasydämessä tapahtuvista häviöistä noin 50 % on hystereesin aiheuttamia ja noin 50 % on pyörrevirtojen aiheuttamia. [33]

Muuntajan tyhjäkäyntihäviöt voidaan laskea yhtälöllä

$$P_0 = \left(\frac{U}{U_n}\right)^{p_{0u}} \cdot P_{0N},$$

jossa  $P_0$  on muuntajan tyhjäkäyntihäviö,  $U$  on muuntajan toision jännite muuntajan resistanssin ja reaktanssin aiheuttama jännitteenalenema huomioon ottaen,  $U_n$  on toision nimellisjännite,  $p_{0u}$  on muuntajan jänniteherkkyys ja  $P_{0N}$  on muuntajan kilpiarvoissa ilmoitettu nimellistyhjäkäyntiteho.

Muuntajan jänniteherkkyydelle  $p_{0u}$  on annettu arvot, kun muuntaja toimii nimellisjännitteen läheisyydessä. Jännitesuhteen eksponentti  $p_{0u}$  saa arvonsa taulukon 1 mukaisesti. [21]

**Taulukko 1.** Jänniteherkkyuden määräytymismekanismi.

Jännitealue $\frac{U}{U_n}$	Jänniteherkkyys $p_{0u}$
0,950 - 0,975	2,35
0,975 - 1,000	2,90
1,000 - 1,025	3,30
1,025 - 1,050	3,80

Muuntajan tyhjäkäyntihäviöiden laskukaavasta ja taulukosta 1 nähdään, että tyhjäkäyntihäviöt ovat riippuvaisia ainoastaan ensiön jännitteestä ja pysyvät vakioina, jos ensiön jännite pysyy vakiona.

## Johdot

Sähkön siirrossa käytetyissä johdoissa tapahtuu tyhjäkäyntihäviöitä vuoto- tai koronahäviöinä silloin, kun johto on täysin kuormittamattomana. Kun johto ei ole kuormitettuna, käytetään siitä termiä tyhjäkäyvä johto. Tyhjäkäyvä johto tuottaa kapasitiivista loisivirtaa, mikä aiheuttaa tehohäviöitä.

Johtimen eristyksissä tapahtuvat vuotohäviöt aiheuttavat tyhjäkäyntihäviöitä. Suuruusluokaltaan nämä häviöt eivät kuitenkaan ole erityisen suuria. Hyvänä muistisääntönä voidaan pitää sitä, että kuivalla ilmalla vuotohäviöt ovat noin 5 wattia, sateella tai sumulla noin 50 wattia ja tihkusateella tai huurteen aikana noin 100–150 wattia per eristinketjujen eristinyksikkö. [8] Hyvällä säällä 400 kV kolmivaihevojohtojen keskivaiheissa koronahäviöt ovat noin 0,35 kW/km ja kummassakin päässä 0,23 kW/km. Huurteisessa tai sumuisessa johdossa vastaavat arvot ovat 26 kW/km ja 17 kW/km. [32]

Koronahäviöitä tapahtuu lähinnä suurjännitteisissä avojohdoissa, joissa käyttöjännite ylittää 50 kilovolttia. Koronahäviöiden määrään vaikuttavat suuresti vallitseva säätila, johtimien paksuus ja rakenne, johtimien pinnan laatu ja puhtaus sekä johtimien sijainti toisiinsa, ukkosjohtimiin ja maahan nähden. [32] Kovan vesi- tai räntäsateen tai johtimen pinnalla olevan huurteen aikana koronahäviöt voivat kasvaa jopa satakertaisiksi

hyvän sään aikana tapahtuviin koronahäviöihin verrattuna. Koronahäviöitä tapahtuu, kun sähkökenttä johtimen pinnalla tulee niin suureksi, että ilman sähkölujuus ylittyy. Tämän seurauksena syntyy näkyviä hohto- eli koronapurkauksia, jotka lopulta johtavat ilman läpilyöntiin. Tämän koko prosessin aikana tehohäviöt kasvavat jyrkästi. [32] Koronahäviöitä vastaava pätötehohäviö saadaan arvioitua yhtälöstä

$$P_c = 3 \cdot n^2 \cdot r^2 \cdot f \left( \frac{E_k}{E_0} \right),$$

jossa  $P_c$  tarkoittaa syntyviä pätötehohäviöitä,  $n$  johtimien määrää nipussa,  $r$  johtimen sädettä,  $E_k$  nipun keskimääräistä pintakentänvoimakkuutta ja  $E_0$  kriittistä pintakentänvoimakkuutta kauniilla säällä. Termin  $f \left( \frac{E_k}{E_0} \right)$  arvot saadaan kokemukseräisiin, laajaan mittaussaineistoon perustuvista keskimääräisistä käyristä. [3][8]

## Mittalaitteet

Sähköverkon mittalaitteiden kuluttama energiamäärä voidaan laskea myös tyhjäkäyntihäviöiksi, koska ne kuluttavat energiaa jatkuvasti toimiessaan eikä tämä energia riipu kulutuksesta. Suurin osa mittalaitteista on etäluettavia mittareita. Sähkömarkkinalaki edellyttää, että vuoteen 2014 mennessä 80 % asiakkaista on tuntimittauksen piirissä. Käytännössä tämä luku on noin 97 %. [17] Seppälän (2012) mukaan uusien etäluettavien mittareiden energiankulutus on pienempi kuin vanhojen induktiomittareiden. Mittarityypistä riippuen ero vaihtelee 0,3–2 W välillä. Vanhat staattiset mittarit tosin kuluttivat jopa vähemmän sähköä kuin etäluettavat. [40]

Elenia Oy:n käyttämät ja Iskraamecon valmistamat etäluettavat mittarit käyttävät noin 1 W 1-vaiheista mittaria ja 3 W 3-vaiheista mittaria kohden. [19] Pori Energia Sähköverkot Oy:n käyttämien ja Aidonin valmistamien mittareiden omakulutukseksi laitevalmistaja ilmoittaa 0,3 W. [1]

### 2.2.2 Kuormitushäviöt

Kuormitushäviöt aiheuttavat suurimman osan sähköverkon häviöistä. Kuormitushäviöitä syntyy kuormitusvirran vaikutuksesta verkon komponenttien johtavissa osissa ja niiden suuruus riippuu kuormitusvirran neliöstä ja näin ollen likimäärin tehon neliöstä. Kuormitushäviöitä syntyy johdoissa, teho- ja virtamuuntajissa, sulakkeissa sekä liitoskohdissa, kuten kaapelipäätteissä. [30]

Häviöt johteissa aiheutuvat siitä, kun elektronit liikkuessaan törmäilevät johdinmateriaalin kiderakenteeseen, ja elektronien saama liike-energia muuttuu törmäyksissä johdinmateriaalia lämmittäväksi energiaksi. Tätä materiaalin ominaisuutta vastustaa elektronien kulkua kutsutaan resistiivisyydeksi. Sähkövirran tietyllä matkalla kokema kokonaisresistanssi voidaan laskea yhtälöstä



$$R = \frac{\rho \cdot l}{A},$$

jossa  $R$  tarkoittaa resistanssia,  $\rho$  materiaalin resistiivisyyttä,  $l$  johtimen pituutta ja  $A$  johtimen poikkipinta-alaa. Edellä mainitusta yhtälöstä voidaan helposti havaita, että mitä suurempi on johtimen poikkipinta-ala, sitä pienempi on johtimen kokonaisresistanssi. [30]

## Muuntajat

Muuntajissa kuormitushäviöt aiheutuvat käämien vastuksissa kulkevasta virrasta. Kuormitushäviöt ovat neliöllisesti riippuvaisia muuntajan kuormituksesta eli kuormitusvirrasta. Kun muuntajan oikosulkuresistanssi ja kuormitusvirta tunnetaan, voidaan kuormitushäviöt laskea vaihetta kohti kaavalla

$$P_{kv} = I^2 \cdot R_k,$$

jossa  $P_{kv}$  on kuormitushäviöt vaihetta kohti,  $I$  on kuormitusvirta ja  $R_k$  on muuntajan oikosulkuresistanssi. Muuntajan oikosulkuresistanssi saadaan selville muuntajan kilpiarvoista. [30]

Tavallisesti muuntajan kuormitushäviöitä ei tarvitse laskea sen kuormitusvirran ja oikosulkuresistanssin avulla, vaan valmistaja on ilmoittanut kilpiarvoissa muuntajan nimelliskuormitushäviöt. Nimelliskuormitushäviöteho kuvaa muuntajan kuormitushäviötä sen toimiessa nimelliskuormalla. Lisäksi kun tiedossa on muuntajan kuormitus, saadaan muuntajan kuormitushäviöt laskettua yhtälöstä

$$P_k = \left(\frac{I}{I_N}\right)^2 \cdot P_{kN} = \left(\frac{S}{S_N}\right)^2 \cdot P_{kN},$$

jossa  $P_k$  tarkoittaa muuntajan kuormitushäviötä,  $I$  muuntajan hetkellistä kuormitusvirtaa,  $I_N$  muuntajan nimellisvirtaa,  $S$  muuntajan hetkellistä kuormitustehoa,  $S_N$  muuntajan nimellistehoa ja  $P_{kN}$  nimelliskuormitushäviötä. [30]

## Johdot

Sähköjohdot ovat merkittäviä kuormitushäviöiden aiheuttajia. Sähköjohdoissa syntyy sekä pätö- että loistehohäviöitä. Kolmivaiheisen johdon pätötehohäviö voidaan laskea yhtälöstä

$$P_h = 3 \cdot I^2 \cdot R,$$

jossa  $P_h$  tarkoittaa pätötehohäviötä,  $I$  on vaihejohtimessa kulkeva virta ja  $R$  on vaihejohtimen resistanssi.

Kolmivaiheisen johdon induktiiviset loistehohäviöt voidaan laskea yhtälöstä

$$Q_h = 3 \cdot I^2 \cdot X,$$

jossa  $Q_h$  tarkoittaa induktiivista loistehohäviötä,  $I$  on vaihejohtimessa kulkeva virta ja  $X$  on vaihejohtimen reaktanssi. [8]

Pätötehohäviöt voidaan ilmaista myös johdolla siirretyn pätö- ja loistehon sekä vaihekohtaisen resistanssin avulla yhtälöstä

$$P_h = \left(\frac{P}{U}\right)^2 \cdot R + \left(\frac{Q}{U}\right)^2 \cdot R,$$

jossa  $P_h$  tarkoittaa pätötehohäviötä,  $P$  johdolla siirrettyä pätötehoa,  $U$  käytettyä jännitettä,  $R$  vaihekohtaista resistanssia ja  $Q$  johdolla siirrettyä loistehoa. Vastaavasti loistehohäviöt voidaan laskea yhtälöstä

$$Q_h = \left(\frac{P}{U}\right)^2 \cdot X + \left(\frac{Q}{U}\right)^2 X,$$

jossa  $Q_h$  tarkoittaa pätötehohäviötä ja  $X$  vaihekohtaista reaktanssia.

Edellä mainituista yhtälöistä voidaan huomata, että molemmissa toinen häviöiden suuruuden määräävistä termeistä on siirretty loisteho. Tämä kannustaa verkkoyhtiöitä kompensoimaan loistehon määrää siellä missä sitä muodostuu. [8]

Sähköjohto voidaan mallintaa sarjaankytketyn induktanssin ja rinnankytketyn kapasitanssin avulla. Johto itsessään synnyttää loistehoa maakapasitanssin kautta ja johdon induktiivisen reaktanssin läpi kulkeva virta kuluttaa sitä. Johdon sanotaan käyvän luonnollisella teholla, kun johtojen loistehon tuotanto ja kulutus kumoavat toisensa. Luonnollisella teholla toimiva johto olisi ihanteellisin, koska tällöin voidaan sanoa, että johto kompensoi itse itsensä. Luonnollinen teho voidaan laskea yhtälöstä

$$P = U^2 \cdot \sqrt{\frac{B}{X}} = U^2 \cdot \sqrt{\frac{C}{L}},$$

jossa  $P$  tarkoittaa johdolla siirrettyä pätötehoa,  $U$  käytettyä jännitettä,  $B$  susceptanssia,  $X$  reaktanssia,  $C$  kapasitanssia ja  $L$  induktanssia. [8]

Kaapeleiden luonnollinen teho on oleellisesti suurempi kuin avojohtojen, koska niiden kapasitanssi on huomattavasti suurempi. Hyvänä nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, että kaapeleiden luonnollinen teho on noin kymmenkertainen suhteessa avojohtoihin. [32]

### 2.2.3 Muut häviöt

Sähköverkon muihin häviöihin voidaan luetella ainakin mittausvirheistä johtuvat häviöt, toimilaitteiden kuluttama energia, sopimukseton sähkönkäyttö, mittaamaton sähkönkäyttö sekä sähkön varastaminen. Osa näistä on todellisia häviöitä ja osa näyttää verk-

koyhtiön kannalta häviöiltä, vaikka todellisuudessa sähköä ei häviä mihinkään. Muiden häviöiden osuus on häviävän pieni suhteessa kuormitushäviöihin ja tyhjäkäyntihäviöihin. [19]

Mittalaitteiden virhe-energia näkyy verkkoyhtiöiden energiataseessa kohdistamattomana kulutuksena, joten se voidaan laskea kuuluvaksi häviöihin. Ennen etäluettavia mittareita laajalti käytössä olleet induktiomittarit olivat suuria mittausrvirheen aiheuttajia. Induktioimittarilla energia mitattiin hyödyntämällä sähkömagneettista induktiota. Mittareissa virheitä aiheuttivat sekä laitteen mekaaniset että sähköiset ominaisuudet. Vaikka suurin osa induktioimittareista on saatu vaihdettua uusiin etäluettaviin mittareihin, on niitä edelleen käytössä muutamia. Virheitä mittauksissa voivat aiheuttaa myös viallinen mittalaitteisto, väärät laskutuskertoimet, kytkentävirhe, virtamuuntajan kilpiarvon virhe, mittalaitteiston ohjelmointivirhe, mittausrpiirin katkeaminen tai muuntajien ylikuormitus. [36] Sähköverkossa on paljon laitteita, joiden toiminta aiheuttaa todellisia häviöitä verkkoyhtiöille. Tällaisia laitteita ovat sulakkeet, katkaisijat, erottimet, releet, mitta-muuntajat sekä muut sähköasemien toimilaitteet. Lisäksi verkkokäskylaitteet ja kaapelitelevisiojakokaapit voidaan laskea kuuluviksi muihin häviöihin. Edellä mainittujen laitteiden kuluttamaa energiaa on erittäin hankalaa arvioida ja niiden merkitys kokonaisuudessaan sähköverkossa on vähäpätöinen. [19] Verkkokäskylaitteet ovat pääasiassa poistuneet käytöstä, koska etäluettavat mittarit hoitavat syöttötariffien vaihdon.

Sopimukseton sähkönkäyttö aiheuttaa myös jonkin verran häviöitä verkkoyhtiöille. Sopimuksettomalla sähkönkäytöllä tarkoitetaan tilannetta, jossa asiakas käyttää sähköä ilman laskutusta. Tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi kuun vaihteet, jolloin asiakas muuttaa pois ja irtisanoo sopimuksensa tai määräaikainen sopimus umpeutuu ja kyseisessä muutoskohdassa tieto ei kulkeudu tietojärjestelmiin, jolloin sähköä ei katkaista. Häviöitä voi aiheuttaa myös mittaamaton sähkönkäyttö, kuten katuvalaistus. Nykyään kuitenkin katuvalaistuskeskukset ovat pääosin mittauksen piirissä. Sähkön suoranaisten varastaminen ei ole Suomessa yleistä, mutta monissa muissa maissa sitä tapahtuu runsaasti. Esimerkiksi Intiassa sähkön varastaminen on iso ongelma, koska jopa yksi kolmasosa tuotetusta sähköstä päättyy varastetuksi [16].

### 2.3 Häviösähkön ennustaminen

Sähkön kulutusta on kyettävä ennustamaan, koska tällöin sähkömarkkinoilla toimiva energiayhtiö pystyy suunnittelemaan myynnin ja hankinnan mahdollisimman tarkasti siten, ettei yhtiön avoin positio muodostu merkittävästi suuremmaksi kuin yrityksen strategia antaa myöden. Häviösähkön määrän tarkka ennustaminen on verkkoyhtiöiden intressinä, sillä tällöin verkkoyhtiö pystyy suojautumaan paremmin hintariskiä vastaan ja hankkimaan häviösähkensä johdannaismarkkinoilta jo vuosia ennen tapahtuman ajankohtaa. Kulutuksen ja häviösähkön ennustaminen kytkeytyvät toisiinsa, koska häviösähkön määrä on voimakkaasti sidoksissa verkon kuormitusvirtoihin. Kohdassa 2.3.1

on esitelty kulutuksen ennustamiseen liittyviä periaatteita ja kohdassa 2.3.2 häviösähkön määrän ennustamiseen liittyviä periaatteita.

### 2.3.1 Kulutuksen ennustaminen

Sähkötehon tarve vaihtelee vuorokauden, viikonpäivän ja vuodenajan mukaan. Suurimmat yksittäiset tekijät sähkökulutuksen vaihteluun ovat säätila, sähkön hinta, sosiaaliset tekijät, kuormien ohjaukset ja satunnaiset tekijät. Satunnaiset tekijät ovat tekijöitä, joita ei voi määritelmällisesti ennustaa ja ne aiheuttavat ennustevirhettä. [34]

Säätilan suurin sähkökulutukseen vaikuttava tekijä on lämpötila. Pohjoismaissa lämpötilanvaihtelut ovat huomattavan suuria ja tästä johtuen asiakkaiden lämmitystarve vaihtelee suuresti. Etenkin syksyllä ja keväällä vuorokauden sisäiset lämpötilan vaihtelut ovat suurimmillaan. Kylmimpinä talvipäivinä lämmitystarve on suurimmillaan ja tällöin on mitattu myös suurimmat tehontarpeet. Kesäisin jäähdytyksen yleistyminen lisää hieman sähkökulutusta. Muita kulutukseen vaikuttavia säätilatekijöitä ovat auringon valon vaikutus, tuulisuus, pilvisuus, sateisuus sekä ilmanpaine ja -kosteus. [22]

Etäluettavien energiamittareiden tarjoama sähkökulutuksen seurantapalvelu on saanut hintatietoiset sähkökäyttäjät tarkkailemaan omaa sähkökulutustaan ja ajoittamaan sen vuorokauden sisällä halvemmille tunneille. Tämän on mahdollistanut useiden yhtiöiden lanseeraamat tuntikohtaiseen pörssihintaan perustuvat myyntituotteet. Täytyy kuitenkin muistaa, että sähkö on kulutushyödyke, eikä kysyntä voi joustaa loputtomiin. Suomen suurin sähkökuluttaja on kuitenkin teollisuus, joka ei kykene joustamaan sähkökulutuksestaan samalla tavalla kuin pienasiakkaat. [22]

Pitkällä aikavälillä sähkökulutukseen vaikuttaa myös yleinen markkinatilanne ja suhdanteet. Lisäksi jakeluverkkoyhtiön alueella tapahtuvaan kulutukseen vaikuttavat myös verkkoalueen sisällä tapahtuvat muutokset, jotka on kyettävä ottamaan huomioon. Tällaisia voivat olla esimerkiksi kytkentämuutokset tai muutokset verkkoalueissa. [22]

### 2.3.2 Häviösähkön ennustaminen

Kulutuksen ennustaminen on osa häviösähkön määrän ennustamista, koska häviösähkön määrä riippuu voimakkaasti kuormitushäviöistä. Seuraavaksi on esitelty kaksi eri ennustusmallia häviöiden määrän arviointiin.

#### Häviöfunktio

Seppälä et al. esittää julkaisussaan [39], miten sähköverkon häviösähköprosenttia voidaan arvioida. Yleisesti häviösähköprosentti lasketaan yhtälöllä

$$\text{häviö}\% = 100 \cdot \frac{\text{vuosittainen häviöenergia}}{\text{vuosittainen verkkoon syötetty energia}}$$

Vuosittainen häviöenergiämäärä saadaan arvioitua yhtälöstä

$$P_L(t) = P_0 + k \cdot P(t)^2,$$

jossa  $P_L(t)$  tarkoittaa häviötä tunnilla  $t$ ,  $P_0$  verkon tyhjäkäyntihäviöitä ja  $P(t)$  verkkoon syötettyä energiaa tunnilla  $t$ . Kerroin  $k$  voidaan määrittää siten, että häviöfunktioista saadaan oikea häviöprosentti jonkun tietyn aikavälin  $T$  yli, joka on tavallisesti yksi tai useampi kalenterivuosi. Kerroin  $k$  voidaan määrittää yhtälöllä

$$k = \frac{[0,01 \cdot \text{häviö}\% \cdot \sum_{t \in T} P(t)] - \sum_{t \in T} P_0}{\sum_{t \in T} P(t)^2},$$

jossa  $P(t)$  tarkoittaa verkkoon syötettyä energiaa tunnilla  $t$  ja  $P_0$  verkon tyhjäkäyntihäviöitä. [40]

## Energiaviraston häviölaskentamalli

Energiamarkkinavirasto, nykyinen Energiavirasto, tilasi Valtion teknilliseltä tutkimuskeskukselta (VTT) vuoden 1999 lopussa tutkimuksen häviösähkön määrittelystä ja kohtuullisen hinnoittelun kehittämistä. Tutkimuksen suorittivat VTT Prosessit yksikkö ja Teknillisen korkeakoulun sähköverkkolaboratorio yhteistyössä. Markku Kinnunen teki lopulta tutkimuksen lisensointityönä ja se valmistui lokakuussa 2002 [20].

Tutkimuksen tavoitteeksi asetettiin malli, jonka avulla verkostohäviöt pystytään määrittämään yksinkertaisella mallilla ja johon tarvitaan mahdollisimman vähän lähtötietoja. Tutkimus rajattiin käsittämään jakeluverkon päämuuntajissa, keskijänniteverkossa, jakelumuuntajissa ja pienjänniteverkoissa syntyviä häviöitä. [20]

Kinnusen laatima malli perustuu tyhjäkäyntihäviöistä koostuvaan osaan ja kuormitushäviöistä koostuvaan osaan. Tyhjäkäyntihäviöt saadaan verkkoyhtiöiltä lähtötietona ja kuormitushäviötehoja varten laadittiin yhtälöt. Verkon tuntihäviöteho saadaan laskettua häviölaskentamallin matemaattisella mallilla, joka on

$$P_h(t) = \sum_{i=1}^{n_1} P_{0,pm,i}(t) + k_{pm} \cdot \left( \frac{\sum_{i=1}^{n_1} P_{kN,pm,i}}{(\sum_{i=1}^{n_1} S_{N,pm,i})^2} \right) \cdot P_{pm}^2(t) + k_{kj} \cdot P_{kj}^2(t) + \sum_{i=1}^{n_2} P_{0,jm,i}(t) + k_{jm} \cdot \left( \frac{\sum_{i=1}^{n_2} P_{kN,jm,i}}{(\sum_{i=1}^{n_2} S_{N,jm,i})^2} \right) \cdot P_{jm}^2(t) + k_{pj} \cdot P_{pj}^2(t).$$

Yhtälössä esiintyvät termit ja kertoimet on lueteltu taulukossa 2.

**Taulukko 2.** Häviölaskentamallissa esiintyvät kertoimet.

Termi	Selitys
$P_h(t)$	keski- ja pienjänniteverkon häviöteho tunnilla t
$P_{0,pm,i}$	päämuuntajan tyhjäkäyntihäviöteho
$k_{pm}$	päämuuntajien kuormitushäviöiden korjauskerroin
$P_{kN,pm,i}$	päämuuntajien nimelliskuormitushäviöt
$S_{N,pm,i}$	päämuuntajien nimellistehot
$P_{pm}$	päämuuntajien läpi virtaava teho
$k_{kj}$	keskijänniteverkon häviökerroin
$P_{kj}$	keskijänniteverkkoon tuleva teho
$P_{0,jm,i}$	jakelumuuntajien tyhjäkäyntihäviöteho
$k_{jm}$	jakelumuuntajien kuormitushäviöiden korjauskerroin
$P_{kN,jm,i}$	jakelumuuntajien nimelliskuormitushäviöt
$S_{N,jm,i}$	jakelumuuntajien nimellistehot
$P_{jm}$	jakelumuuntajien läpi virtaava teho
$k_{pj}$	pienjänniteverkon häviökerroin
$P_{pj}$	pienjänniteverkkoon tuleva teho

Taulukosta 2 nähdään, että häviölaskentamallissa käytetään kertoimia niin pää- ja jakelumuuntajille sekä keski- ja pienjänniteverkolle. Pää- ja jakelumuuntajille käytettävät kertoimet ovat korjauskertoimia, joita hyödyntämällä korjataan muuntajille yhtä suuren suhteellisen kuormituksen oletuksella laskettuja kuormitushäviöitä. Keski- ja pienjänniteverkkoihin liittyvät kertoimet taas kuvaavat verkossa syntyviä häviöitä tehon neliöön verrattuna. Muut tiedot saadaan suoraan verkkoyhtiöiltä. [21]

Keski- ja pienjänniteverkon häviöitä mallinnetaan yksittäisen kolmivaiheisen johdon pätötehohäviöiden avulla yhtälöllä

$$P_h(t) = \frac{rl}{U^2 \cos^2 \varphi} \cdot p^2(t) = k_h \cdot p^2(t),$$

jossa  $P_h(t)$  tarkoittaa keski- ja pienjänniteverkon häviöteho tunnilla t,  $r$  johdon resistanssia pituusyksikköä kohti,  $l$  johdon pituutta,  $p$  johdon tehoa ja  $k_h$  häviökerrointa. Häviökerroin on riippuvainen johtolajista, johtopituudesta ja jännitetasosta. [20]

## 2.4 Keinoja häviösähkön vähentämiselle

Energiatehokkuussopimus määrittää, että vuosien 2008–2016 aikana sähköverkon häviöitä tulisi pienentää 150 GWh. Vapaaehtoisuuteen perustuvan energiatehokkuussopimuksen on allekirjoittanut lähes jokainen jakeluverkkoyhtiö. Pori Energia Sähköverkot Oy on yksi sopimukseen liittyneistä yrityksistä. Elinkeinoelämän energiatehokkuussopimusten valvovina eliminä ovat eri toimialaliitot, kuten Energiateollisuus ry, ja vastuuministeriönä on työ- ja elinkeinoministeriö. [10] Energiatehokkuussopimuksen vel-

voitteiden täyttäminen edellyttää säästötoimenpiteiden kirjaamista ja keräämistä. Tästä aiheutuu yhtiöille huomattava määrä työkustannuksia. Seppälä et. al (2011) tekemän raportin perusteella voidaan todeta, että yhtiöiden raportointimenetelmät vaihtelevat ja merkittävä osa verkkoon tehdyistä toimenpiteistä jää käytännössä raportoimatta. Tästä syystä raportointimenetelmien harmonisoiminen olisi tärkeää ja Seppälä et. al (2011) esittääkin ratkaisuksi nykyisiin tietojärjestelmiin soveltuvaa automatisoitua häviöiden käsittely- ja raportointimenetelmää. Tämän lisäksi menetelmän tulisi olla mahdollisimman tehokas ja sellainen, että sen voi helposti liittää eri yhtiöiden olemassa oleviin tietojärjestelmiin. [40]

Jotta tavoitteeksi asetettuun häviöiden pienentämistavoitteeseen päästään, on jakeluverkonhaltijoiden tehostettava toimintaansa ja mietittävä keinoja häviöiden pienentämiseksi. Parhaiten häviöihin sähköverkoissa voidaan vaikuttaa verkon suunnittelulla ja komponenttivalinnoilla. Seuraavassa on esitetty verkon häviöiden pienentämiseen käytettävissä olevia menetelmiä.

### **2.4.1 Verkon suunnittelu ja käyttö**

Verkon rakentaminen ja vahvistaminen vaikuttavat verkossa esiintyviin häviöihin. Huolellisen suunnittelun avulla voidaan vaikuttaa verkon kokonaiskustannuksiin, eli myös häviöiden määrään. Suunnittelun tavoitteena on löytää sellainen teknistaloudellinen ratkaisu, jolla verkon kokonaiskustannukset ovat mahdollisimman pienet. Tavallisesti tällainen suunnittelutehtävä pitää sisällään investointi-, häviö-, keskeytys- sekä kunnossapitokustannuksista muodostuvan optimointiongelman, missä kustannukset pitää jakaa koko suunnittelujakson pituudelle. Häviöiden osuutta voidaan arvostaa eri tavalla, mutta on otettava huomioon, että niitä muodostuu koko suunniteltavan kohteen pitoajan aikana. Häviöiden arvostusta pohdittaessa on syytä arvioida myös sähkön hintakehitystä, sillä se vaikuttaa häviösähkön hankintakustannuksiin. [23] Eräs merkittävä verkon suunnittelukokonaisuus on loistehon kompensointi. Oikein sijoitetun ja oikean kokoisen kompensointilaitteiston avulla saadaan verkon pätötehokapasiteettia kasvatettua, jolloin myös häviöt pienenevät. Loisteho on paikallisesti esiintyvä suure, joten on järkevää tuottaa se siellä missä sitä tarvitaan. Toinen vaihtoehto on ottaa laitteiden tarvitsema loisteho jakelujärjestelmän kautta kantaverkosta. Sähköverkkoon loistehoa tuottavat pääasiassa kompensointikondensaattorit, voimalaitosten generaattorit ja suurjännitekaapelit. [48]

Verkkoa voidaan vahvistaa esimerkiksi kasvattamalla johdinten poikkipinta-alaa, jolloin johdinten resistanssi pienenee ja näin ollen häviöt johdolla pienenevät. Verkko pyritään suunnittelemaan mahdollisimman lyhyeksi, mutta tästä on usein joustettava, koska johdot pyritään sijoittamaan esimerkiksi teiden varsille, jolloin kokonaismatka saattaa kasvaa ja häviöt lisääntyä johdolla. Muuntamoiden sijoittelulla voidaan pienentää merkittävästi häviöitä. On edullisempaa käyttää tiheään sijoitettuja pienen muuntajakoon muuntamoja kuin harvaan sijoitettuja suuren muuntajakoon muuntamoja, sillä suurimmat

häviöt aiheutuvat pienjänniteverkossa. Verkkoyhtiöiden käyttämät verkkotietojärjestelmät tarjoavat hyvän työkalun optimaalisen sijoituspaikan tarkasteluun. [23]

Nykyiset käytöntukijärjestelmät sekä etäluettavat mittarit tarjoavat oivan työkalun verkon käytön optimointiin. Optimoinnin ideana on, että verkkoa käytetään siten, että sähkö saadaan siirrettyä asiakkaalle mahdollisimman tehokkaasti. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista johtuen erilaisista vioista tai muista häiriöistä sähköjakelussa. Lisäksi verkkotietojärjestelmät antavat mahdollisuuden eri kytkentätilojen optimointiin ja tämän avulla verkkoyhtiöt voivat tarkastella eri kytkentätiloista muodostuvia häviöitä.

## 2.4.2 Komponenttivalinnat

Komponenttivalinnoilla pystytään vaikuttamaan sähköjakeluverkon häviöihin alentavasti valitsemalla verkon vahvistamisen yhteydessä pienihäviöisempiä komponentteja. Useat valmistajat, kuten ABB tai Siemens, käyttävät standardisoituja häviösarjoja kuvaamaan häviöidensä määrää. Häviösarjan 1 muuntajat synnyttävät normaalin määrän häviöitä, kun häviösarjan 2 muuntajissa on pienemmät tyhjäkäyntihäviöt ja jakeluserjan 3 muuntajissa on pienemmät kuormitushäviöt. [21] Muuntajien lisäksi johdinten materiaalin valinnalla voidaan vaikuttaa häviöihin. Eri johdinmateriaaleja vertaillaan häviökertoimien, johtopituuden, keskitehon neliön sekä ajanjakson perusteella. Häviötehokertoimia eri 20 kV johdoille löytyy verkostosuosituksesta SA 5:94, mutta pienjännitejohdoille kertoimet pitää määrittää itse verkostosuosituksesta SA 2:08 löytyvien resistanssiarvojen perusteella. [40]



### 3. HÄVIÖSÄHKÖ SÄHKÖMARKKINOILLA

Sähkömarkkinat koostuvat sähköntuotannosta, verkkoliiketoiminnasta ja sähkökaupasta [34]. Pohjoismaiset sähkömarkkinat, johon myös Suomi kuuluu, ovat hyvin edistykselliset markkinat monessa suhteessa. Sähkömarkkinoiden toimintaa Suomessa säätelevät sähkömarkkinalaki (588/2013), valtioneuvoston asetus sähkömarkkinoista (65/2009), laki Energiavirastosta (870/2013), valtioneuvoston ja työ- ja elinkeinoministeriön päätökset ja asetukset sekä Euroopan Unionin asetukset ja direktiivit. Suomessa sähkömarkkinat avautuivat vuonna 1995 sisäiselle kilpailulle sähkön tuotannossa ja myynnissä, jolloin julkaistiin ensimmäinen sähkömarkkinalaki, joka määritteli eri toimijoiden oikeudet ja velvollisuudet. Lisäksi laissa määrätään, että siirrosta valtakunnallisella tasolla vastaa kantaverkkoyhtiö ja jakelusta alueellisessa monopoli-asemassa toimivat jakeluverkonhaltijat. Sähkömarkkinalain mukaan sähköverkkotoiminta on eriytettävä sähkön tuotannosta ja myynnistä. Käytännössä eriyttäminen tarkoittaa sitä, että verkkotoiminnalle on laadittava erillinen tuloslaskelma ja tase. [43] Sähkömarkkinoita valvomaan perustettiin vuonna 1995 työ- ja elinkeinoministeriön alaisuudessa toimiva asiantuntijavirasto, mikä sai nimen Sähkömarkkinakeskus. Viraston nimi vaihtui Energiamarkkinavirastoksi elokuussa 2000, jolloin sen valvontaan lisättiin myös maakaasumarkkinat. Vuonna 2014 nimi muuttui Energiavirastoksi. Energiavirasto valvoo, että markkinatoimijat noudattavat kansallista ja Euroopan Unionin säätämiä sähkömarkkinalakeja. Lisäksi EV edistää kilpailua sähkömarkkinoilla, valvoo sähköverkkotoiminnan siirtohinnoittelua, myöntää sähköverkkotoiminnan toimilupia ja vähintään 110 kV:n voimajohdotjen rakentamislupia sekä valvoo sähkön alkuperäjärjestelmää. [13]

Jakeluverkkoyhtiö voi hankkia häviösähkönsä millä menetelmällä tahansa, kunhan hankintahinta on kohtuullinen. Usein jakeluverkonhaltija hankkii häviösähkönsä saman yhtiön sähkömyyntiyksiköltä, jolloin on varmistuttava siitä, että hankintahinnan kohtuullisuus toteutuu. Verkkoyhtiö voi hankkia häviösähkönsä myös ulkopuolisen salkunhoitajan avustuksella. Tällöin edellytyksenä on, että verkkoyhtiö on saanut määritettyä häviökäyränsä tarkasti.

Energiavirasto valvoo jakeluverkonhaltijoiden häviösähkön hankintaa selvityspyyntöjen avulla. Selvityspyynnöissä jakeluverkonhaltijoita pyydetään toimittamaan tietoja esimerkiksi tuntimittaustietojen käytöstä, häviösähkön vuotuisen määrän selvitysprosessista sekä häviösähkön hankintamenettelyistä.

Suomi liittyi vuonna 1998 Ruotsin ja Norjan seuraksi yhteispohjoismaisiin sähkömarkkinoihin, jotka saivat vuonna 2002 nimen Nord Pool Spot. Tällä hetkellä Nord Pool

Spot:iin kuuluvat kyseisten maiden lisäksi Tanska, Viro, Latvia sekä Liettua. Vuonna 2014 Nord Pool Spot:n kautta välittyi sähköä 501 TWh, mikä on uusi ennätys. [29]

Kappaleessa 3.1 kuvataan häviösähköön liittyviä lakeja, säädöksiä ja sopimuksia. Kappaleessa 3.2 esitellään häviösähkön hankintamenetelmiä sekä sähköpörssin tuotteet. Lopuksi kappaleessa 3.3 kuvataan tarkemmin sähkökauppaan liittyviä riskejä ja kappaleessa 3.4 kuinka näiltä riskeiltä voidaan suojautua.

### 3.1 Häviösähköön liittyvät lait ja säädökset

Energiavirasto valvoo syyskuussa 2013 voimaan astuneen sähkömarkkinalain avulla luonnollisena monopolina operoivia jakeluverkonhaltijoita. Valvonnan tavoite on varmistaa, että kuluttajien hinnat säilyvät kohtuullisina ja verkkoa kehitetään. Sähkömarkkinalain artiklassa 23 § säädetään häviösähköstä seuraavasti: ”Verkonhaltijan on hankittava sähköverkkonsa häviöenergia sekä sähköverkkonsa käyttöä palveleva varavoima avointen, syrjimättömien ja markkinapohjaisten menettelyjen mukaisesti”. [43] Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että jakeluverkkoyhtiö kilpailuttaa häviösähkösä hankinnan ja hankintahinta on kohtuullinen.

1.1.2015 Suomessa astui voimaan energiatehokkuuslaki, joka koskee erityisesti suuryrityksiä. Lain tarkoituksena on viedä EU-direktiivin edellyttämät energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet käytäntöön. Lakia sovelletaan esimerkiksi yrityksiin, jotka myyvät tai jakelevat sähköä, kaukolämpöä, kaukojäähdytystä tai polttoainetta. Laissa säädetään, että suurilla yrityksillä on velvoite tehdä yrityksen koko toimintaa koskeva energiakatselmus neljän vuoden välein. Yrityksen on kuitenkin mahdollista vapautua Energiaviraston valvomasta energiakatselmusvelvoitteesta, jos yritys ottaa käyttöön sertifioidun ISO 50001 tai ISO 14001 energiahallintajärjestelmän. ISO 14001 energiahallintajärjestelmää on täydennettävä sertifioidulla ETJ+ energiatehokkuusjärjestelmällä, jotta direktiivin mukainen katselmointimenettely täyttyy. Energiakatselmusvelvoite täyttyy myös, jos yritys on mukana Energiatehokkuussopimusjärjestelmässä ja sillä on käytössään ETJ+ energiatehokkuusjärjestelmä. Energiakatselmuksen sisältö on määritetty tarkoin laissa. Energiakatselmuksen tulee perustua mitattuihin ja dokumentoituihin mittareihin, joiden tulee kattaa yrityksen tai konsernin energiankäyttökohteet. Energiakatselmus toimii yhteenvetona toimenpidesuosituksista ja investoinneista kannattavuuslaskelmiin, jota yritys voi hyödyntää parantaakseen energiatehokkuuttaan. Tyypillinen energiatehokkuuden parannuskohde jakeluverkkoyhtiöissä tulee olemaan häviösähkön määrän pienentäminen. [9]

Kuten kappaleessa 2.4 mainitaan, Suomessa on käytössä vapaaehtoisuuteen perustuvat energiatehokkuussopimukset, joiden tavoite on saavuttaa vuosien 2008–2016 välisenä aikana 9 % suuruinen energiansäästö. Referenssitasona käytetään vuosien 2001–2005 keskikulutusta. [40] Sopimuksessa määritetään, että toimialan oleellisena tavoitteena on

toteuttaa toimia, jotka johtavat 150 GWh sähkönsäästöön sähkön siirto- ja jakeluhäviöissä.

## 3.2 Häviösähkön hankinta

Jakeluverkkoyhtiö voi hankkia häviösähkösä eri tavoilla, mutta kaikkiin hankintamenetelmiin liittyy olennaisesti tieto häviöiden määrästä. Hankinta voidaan toteuttaa kahdenvälisenä kauppana, ostamalla häviöenergia sähköpörssistä tai näiden kahden yhdistelmänä. Sähköpörssissä kauppaa käydään seuraavan vuorokauden tuntien sähköntoimituksesta Elspot ja Elbas -markkinoilla sekä pidempiaikaisista sähköntoimituksista Nasdaq OMX Commodities -finanssimarkkinoilla. Kyseisillä johdannaismarkkinoilla toimii tyypillisten sähkömarkkinatoimijoiden lisäksi myös paljon sijoittajia, kuten kansainvälisiä pankkeja. [34] Seuraavassa on esitetty Nord Pool Spot -sähköpörssin fyysiseen sähköntoimitukseen johtavat tuotteet tarkemmin.

### 3.2.1 Elspot

Sähköpörssin kaupankäyntituotteista Elspot on ylivoimaisesti suosituin. Vuonna 2014 Elspot kattoi yli 72 % kaikesta kaupankäynnistä sähköpörssissä. Elspot -markkinoilla sähköntuottajat ja -ostajat käyvät päivittäin yhden tarjouskierroksen, koskien seuraavan päivän tunteja 00-23. Tuottajien ja ostajien on jätettävä seuraavan päivän tarjouksensa pörssiin edeltävänä päivänä kello 13 mennessä. Kaupankäynnin kohteena ovat 0,1 MWh ja sen kerrannaisten kiinteä sähköntoimitus sekä erilaiset blokkituotteet useammasta peräkkäisestä toimitustunnista. Kaupankäynti tapahtuu suljetun huutokaupan menetelmällä, jossa tuottajat tai ostajat eivät näe toistensa tarjouksia. Tarjousten perusteella muodostetaan yksi kysyntäkäyrä ja yksi tarjontakäyrä. Näiden käyrien leikkauspisteessä muodostuu systeemihinta. Koska markkinat on jaettu maantieteellisesti viiteentoista tarjousalueeseen, muodostuu lopullinen aluehinta alueiden välisten siirtokapasiteettien perusteella siten, että ylitarjonta-alueilla aluehinta laskee ja alitarjonta-alueilla aluehinta nousee. Lopullinen aluehinta saadaan määritettyä siirtämällä tarjouskäyrää joko oikealle tai vasemmalle siirtokapasiteetin sallimissa rajoissa. [29]

### 3.2.2 Elbas

Elbas -kaupankäyntituote toimii jälkimarkkinapaikkana Elspotille, ja se toimii vuoden jokaisen päivän jokaisena tuntina. Elbas -markkinoilla kaupankäynti on mahdollista jopa tuntia ennen toimitusta ja tästä syystä se tarjoaa loistavan mahdollisuuden riskien pienentämiselle ja suuremmille tuotoille. Kaupankäyntituotteet julkaistaan edeltävänä päivänä kello 14 CET seuraavan päivän jokaiselle tunnille. Vuonna 2013 Elbas -kaupankäynnillä katettiin noin 1 % kaikesta kaupankäynnistä sähköpörssissä. [29]

### 3.2.3 Finanssimarkkinat

Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla johdannaiskauppaa käydään Nasdaq OMX Commodities -finanssimarkkinoilla. Johdannaistuotteita käytetään hintasuojautumiseen sekä riskien hallintaan. Sopimukset kattavat päivittäisen, viikoittaisen, kuukausittaisen, neljäsovuosittaisen sekä vuosittaisen kaupankäynnin ja sopimusten aikaikkuna on kuusi vuotta. Nord Poolin systeemihintaa käytetään referenssihintana finanssimarkkinoilla. Finanssijohdannaissopimukset toteutetaan nettoarvon tilityksenä, joten tilitykseen ei liity fyysistä luovuttamista. Nettoarvo tarkoittaa sitä hintaa mikä on sopimuksen toteutushinnan ja tarkasteluhetken markkinahinnan erotus. Eli ainoastaan raha vaihtaa omistajaa.

Finanssimarkkinoilla on saatavilla useita erilaisia tuotteita, jolla jokaisella on oma käyttötarkoituksensa. Kauppaa voidaan käydä futuuri-, DS (engl. Deferred Settlement, viivästynyt suoritus) -futuuri- sekä optiosopimuksilla. Lisäksi tuotevalikoimaan sisältyy aluehintatuote. [34]

Futuurit ja DS -futuurit ovat termiinisopimuksia. Ne velvoittavat ostamaan tai myymään tietty hyödyke tulevaisuudessa. Futuurisopimuksissa sopimusperiodi on päivä tai viikko. Päivätuotteet sisältävät yhden päivän jokaisen tunnin ja viikkotuotteet yhden viikon tunnit. DS -futuurisopimuksissa periodi on kuukausi, vuosineljännes tai vuosi. Futuurit ja DS -futuurit eroavat toisistaan toteutuksen suhteen. Futuurisopimuksessa nettoarvon tilitys aloitetaan heti, kun sopimus on solmittu ja se jatkuu päivittäin aina toimitusajan päättymiseen saakka. DS -futuurisopimuksessa tilitys tehdään toimitusaikana päivittäin, mutta ennen toimitusaikaa ainoastaan sopimuksen viimeisenä kaupankäyntipäivänä. [34]

Optio on sopimus tulevaisuudessa tehtävästä kaupasta, mikä velvoittaa ainoastaan option myyjää. Nasdaq OMX Commodities -pörssissä optioiden kohde-etuutena käytetään DS -futuurisopimuksia. Option ostaja maksaa korvauksen myyjälle, koska riski jää myyjälle. Tätä korvausta kutsutaan preemioksi. Optioita on osto-optioita sekä myyntioptioita. Osto-option ostajalla on oikeus ostaa option osoittama etuus sovittuun hintaan ja osto-option myyjällä on velvollisuus myydä etuus ennalta määrättyyn hintaan. Jos kauppa ei toteudu, niin ostaja menettää ainoastaan preemiota vastaavan rahasumman. Vastaavasti myyntioption ostajalla on oikeus myydä option osoittama etuus ja myyntioption myyjällä on velvollisuus ostaa etuus ennalta määrättyyn hintaan. Myös tässä tapauksessa, jos kauppa ei toteudu, myyntioption ostaja menettää ainoastaan premion. [34]

Aluehintatuotteella suojaudutaan aluehinteriskää vastaan. Aluehintatuotteella voidaan kattaa se osa johdannaissuojauksesta, mikä jää avoimeksi systeemihinnan erotessa aluehinnasta. [34]

### **3.2.4 OTC -markkinat**

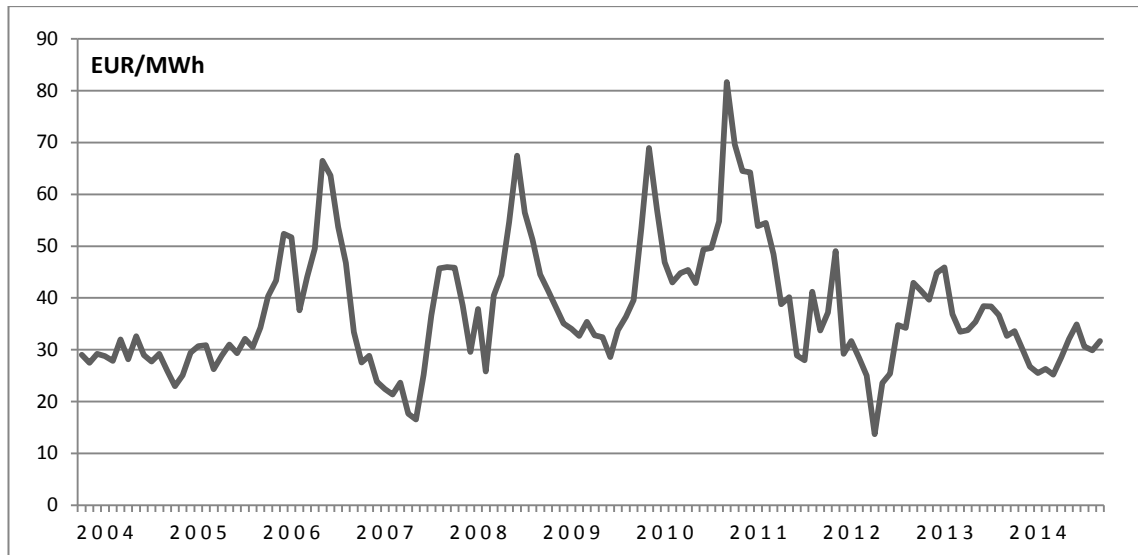
OTC -markkinoilla tarkoitetaan kaikkea sähköpörssin ulkopuolista kauppaa, jossa sopimukset solmitaan suoraan osapuolien kesken. Etu on siinä, että osapuolet pystyvät räätälöimään juuri itselleen parhaiten sopivat sopimukset ja tuotteet. Kahdenkeskiset markkinat yhdessä sähköpörssin kanssa luovat toimivan markkinakokonaisuuden, jota kutsutaan pohjoismaiseksi sähkömarkkinoiksi. OTC -markkinoilla on aina olemassa vastapuoliriski, toisin kuin sähköpörssissä. [34]

## **3.3 Häviösähkön hankintaan liittyvät riskit**

Sähkökauppaan ja häviösähkön hankintaan liittyy useita riskejä. Käsitteenä riski pitää sisällään tappion mahdollisuuden, mutta myös voiton mahdollisuuden. Toimittaessa sähkömarkkinoilla tämä korostuu, sillä sähkön hinta vaihtelee suuresti. Sähkömarkkinat muuttuvat kokoajan dynaamisempaan suuntaan, joten toimijoiden on kyettävä reagoimaan nopeasti ja tarkasti. Seuraavissa kappaleissa on esitetty sähkökaupassa esiintyviä riskejä.

### **3.3.1 Hintariski**

Hintariski on kaikista suurin sähkömarkkinoihin liittyvä riski. Hintariskin aiheuttaa sähkön hinnan suuri vaihtelu, eli volatilitteetti. Korkea volatilitteetti on seurausta pääasiassa sähkön kulutuksen ja tuotannon sääriippuvuudesta. Sähkön hinnan vaihtelu voi olla merkittävää jopa päivän sisällä. Kuvassa 1 on havainnollistettu sähkön hinnan suurta volatilitteettia Elspot:n systeemihinnan avulla. [29]



*Kuva 1. Sähkön Elspot -kauppahinta vuosina 2004–2014. [24]*

Kuvasta 1 nähdään, että etenkin vuosina 2006, 2008 sekä 2010 systeemihinnan arvo on ollut korkealla. Hinnan vaihteluun erityisesti vaikuttava tekijä on Norjan ja Ruotsin vesivarannot, koska huomattava määrä sähköä tuotetaan vesivoimalla. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat sää, tuotantovalikoima, polttoaineiden hinnat sekä Keski-Euroopan sähkön hinta.

Häviöiden kannalta hintariski toteutuu, jos jakeluverkkoyhtiö toteuttaa hankintansa Elspot -hinnalla. Tämä edellyttää, että yhtiö on saanut määritettyä tuntikohtaisen häviösähkökäyränsä. Usein on perusteltua myös suorittaa vertailua yhtiön oman hankintamenetelmän ja Elspot -menetelmän välillä. Tällä tavoin yhtiö saa arvokasta lisätietoa hankintamenetelmästä.

### 3.3.2 Kysyntäriski

Kysyntäriski aiheutuu kilpailusta. Vapilla markkinoilla asiakkailla on mahdollisuus vaihtaa sähkön toimittajaansa. Tulevaisuudessa yritysten tulee varautua yhä kasvavaan kilpailuun, koska siirrytään kohti yhteisphojoismaisia ja myöhemmin kohti yhteiseurooppalaisia vähittäismarkkinoita.

Kysyntäriskiä voi aiheutua myös yksittäisten asiakkaiden toimesta. Tästä riskistä voidaan käyttää nimitystä profiiliriski. Profiiliriskillä tarkoitetaan sitä, että asiakas käyttää todellisuudessa sähköä ennustettua määrää vähemmän ennustettuna tuntina. Tällainen tilanne voi tulla esiin esimerkiksi, jos asiakas on hyvin markkinatietoinen ja siirtää omaa sähkökäyttöään kalliilta tunnilta halvemmille tunneille, jolloin hänen sähkökulutusprofiiliaan on hyvin vaikea ennustaa. [34]

### 3.3.3 Volyyimiriski

Volyyimiriskillä tarkoitetaan tilannetta, jossa hankinnan ja myynnin määrät eroavat toisistaan. Sähköä tulee hankkia joka hetki kulutusta vastaava määrä, koska sitä ei voida varastoida tehokkaasti. Myynnin volyyimiriski toteutuu, kun sähkönmyyntiyhtiö on hankkinut myytäväksi liian suuren määrän sähköä. Tämän on voinut aiheuttaa virhe ennustuksissa tai asiakkaiden epätavallinen käytös, kuten sähkön toimitussopimusten irtisanominen. Hankinnan kannalta volyyimiriski toteutuu yleensä jonakin muuna riskinä, kuten hintariskinä, sillä sähköä voidaan hankkia tarvittaessa lisää pörssistä.

Häviösähköä hankittaessa volyyimiriski on yksi merkittävimmistä epävarmuutta aiheuttavista tekijöistä, koska häviöiden määrä riippuu voimakkaasti säätilariippuvaisista kuormitushäviöistä. Näin ollen häviöiden tarkkaa määrää on mahdotonta arvioida etukäteen. [18]

### 3.3.4 Poliittinen riski

Poliittisella riskillä tarkoitetaan riskiä, mikä syntyy sähkömarkkinoita koskevista lakitai asetusmuutoksista. Poliittiseksi riskiksi lasketaan myös muutokset energiaverotuksessa tai päästörajoissa. Poliittinen riski lisää epävarmuutta siitä, miten markkinat toimivat useiden vuosien päästä ja tästä syystä se hankaloittaa omalta osaltaan esimerkiksi suurten investointien tekemistä. [18]

Tällä hetkellä ei näyttäisi olevan tulossa suuria muutoksia häviöitä koskeviin lakeihin. Tätä työtä kirjoitettaessa verkonhaltijoilla oli lausuttavaan Energiaviraston 1. suuntaviivat valvontamenetelmiksi vuosiksi 2016 – 2023. Kyseisessä dokumentissa häviöihin ei oteta kantaa. [13]

### 3.3.5 Operatiivinen riski

Operatiiviset riskit liittyvät yrityksen ennusteiden virheellisyyteen ja tästä johtuvaan hankinnan suunnitteluun. Vapaiden sähkömarkkinoiden dynaamisuus luo omat haasteensa ennusteiden tekemiselle, koska muuttuvia tekijöitä on valtavasti. Partanen (2014) luettelee neljä operatiivisten riskien perustapausta seuraavasti:

- Kysyntä ylittää tarjonnan, koska tuleva kysyntä on aliarvioitu tai tuleva tarjonta on yliarvioitu. Puuttuva sähköenergia on hankittava markkinahintaan Spot-markkinoilta tai tasesähkönä, jolloin siitä voidaan joutua maksamaan tavallista korkeampi hinta.
- Tarjonta ylittää kysynnän, koska tuleva kysyntä on yliarvioitu tai tuleva tarjonta on aliarvioitu. Ylimääräinen sähköenergia joudutaan myymään markkinahintaan Spot-markkinoille tai tasesähkönä, jolloin sitä voidaan joutua myymään tavallista halvemmalla hinnalla.

- Sähkön hankintahinnaksi tukku- tai johdannaissopimuksilla on sovittu liian kallis hinta, koska tuleva markkinahinta on yliarvioitu. Toimitushetkellä sähköä olisi saatavilla markkinoilta halvemmalla kuin mitä siitä joudutaan sopimuksen nojalla maksamaan.
- Sähkön myyntihinnaksi tukku- tai johdannaissopimuksilla on sovittu liian halpa hinta, koska tuleva markkinahinta on aliarvioitu. Toimitushetkellä sähköä joudutaan myymään halvemmalla kuin mitä siitä saataisiin markkinoilla. [34]

### 3.3.6 Muut riskit

Sähkökauppaan liittyvät muut riskit liittyvät markkinaperusteisiin riskeihin. Niitä ovat luotto-, likviditeetti-, valuutta-, aluehinta- sekä vastapuoliriski. Luottoriskillä tarkoitetaan markkinaosapuolten kyseenalaista vakavaraisuutta ja luottokelpoisuutta. Likviditeettiriskiä aiheutuu aina, kun toimitaan finanssimarkkinoilla. Sillä tarkoitetaan sitä, että kaupankäynnin kohteena olevilla tuotteilla ei käydä kauppaa tehokkaasti ja näin ollen hinnanmuodostuminen ei ole tehokasta. Valuutariskiä aiheutuu, kun toimitaan maissa, jossa ei ole käytössä euroa ja ostohinnat ovat sidottu toisen maan valuuttaan. Tällainen tilanne on, jos ostetaan polttoainetta esimerkiksi Venäjältä. Vastapuoliriski tarkoittaa sitä, että toinen kaupan osapuolista ei kykene suoriutumaan jostain syystä velvoitteistaan ja näin ollen tästä aiheutuu tappioita kaupan toiselle osapuolelle. [18]

Aluehinariskillä tarkoitetaan fyysisistä siirtorajoituksista aiheutuvaa hinta-alueiden hintaeroa, josta aiheutuu hintariskiä toimijoille. Suojautuminen aluehinariskiltä voidaan toteuttaa siten, että ensin suojataan tarvittava tehomäärä DS -futuurisopimuksella. Tämän jälkeen suojataan aluehintaero samalle tehomäärälle aluehintatuotteelle. Lopuksi suoritetaan fyysinen sähkönhankinta oman toimitusalueen aluehinnalla. Aluehintatuotteiden lisäksi on olemassa vielä huippukysynnän aikaisia peak load -sopimuksia. [34]

## 3.4 Riskienhallinta sähkömarkkinoilla

Vaikka sähkökauppaan ja häviösähkön hankintaan liittyy huomattava määrä erilaisia riskejä, on niiltä mahdollisuus suojautua. Suojautuminen on elinehto kannattavalle liiketoiminnalle. Yleisesti voidaan todeta, että mitä suuremmat riskit, sitä suuremmat ovat tuottomahdollisuudet. Tämä toimii myös toiseen suuntaan. Eli mitä pienemmät ovat riskit, sitä pienemmät ovat tuottomahdollisuudet. Sähkömarkkinoilla toimiminen ei koskaan ole täysin riskitöntä, sillä toimintaan liittyy aina ainakin kysyntäriski. Tärkeintä onkin löytää yrityksen sietokyvyn kestävät riskirajat, jotka parhaiten palvelevat yrityksen eri sidosryhmiä. [34]

Riskienhallinnassa käytetään paljon hyväksi johdannaissopimuksia, koska niiden avulla voidaan vähentää epävarmuutta tulevasta hintakehityksestä. Johdannaissopimuksilla varmistetaan sähkön hankinnalle jokin tietty hinta, mikä on yhteydessä yrityksen strate-



giaan. Tähän liittyy myös termi suojaustaso, jolla tarkoitetaan hinnaltaan varmistetun hankinnan osuutta ennustetusta sähköntarpeesta. Varmistamatonta osuutta kutsutaan avoimeksi positioksi. Avoin positio on se osa johon hintariski vaikuttaa. Yritys voi määrittää suojaustasoiheen ylä- ja alarajat. Nämä rajat kuvaavat siis sitä osaa ennustetusta sähkön käytöstä mikä on suojattu. [18] Taulukossa 3 on esimerkki käytetyistä suojaustasoista.

*Taulukko 3. Esimerkki käytetyistä suojaustasoista.*

Aikaväli	Alaraja (%)	Yläraja (%)
1-12 kk	80	100
13-24 kk	40	80
25-36	10	50

Taulukossa 3 on valittu ajanjaksoksi kolme liukuvaa vuotta, mutta myös pidemmät ajanjaksot ovat mahdollisia. Rajoja ei pitäisi asettaa liian tiukoiksi, jotta suojauksen toteuttajalle jää mahdollisuus reagoida ja vaikuttaa muuttuvien markkinoiden mukana. Tällä tarkoitetaan mahdollisuutta ajoittaa suojausten tekeminen siten, että se on kannattavampaa esimerkiksi laskeneiden johdannaishintojen vuoksi. Tällöin voidaan ottaa käyttöön myös muuttuvat suojaustasot. Sjöblom (2003) esittää esimerkin, jossa on kuvattu muuttuvat suojaustasot hintojen muuttuessa: Jos tuote on edullisimmalla hintatasolla kolmeen kuukauteen, nostetaan suojaustasoja 10 %, jos edullisimmalla hintatasolla kuuteen kuukauteen, nostetaan 20 % ja jos edullisimmalla hintatasolla vuoteen, nostetaan 30 % alarajaa perustaso korkeammalle ylärajan pysyessä kuitenkin 100–110 %:n välillä. [42] Suojaustaso-menetelmä on selkeydestään ja luotettavuudestaan johtuen paljon käytetty menetelmä häviösähkön hankinnassa, mutta tulevan sähkön käytön ja täten häviösähkön määrän ennustaminen tuo siihen omat haasteensa.

## 4. YHTEISPOHJOISMAINEN TASESELVITYSMALLI

Vuonna 2010 Fingrid, Svenska Kraftnät ja Statnett käynnistivät yhteisprojektin, jonka tarkoituksena oli muodostaa harmonisoitu taseselvitysmalli Suomeen, Ruotsiin ja Norjaan. Projektin tavoitteena on lisätä kilpailua Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla ja näin ollen tarjota korkean laadun palveluita mahdollisimman alhaisella hinnalla sekä kannustaa uusiin ratkaisuihin energia-alalla. Projekti yhteispohjoismaisesta taseselvitysmallista sai alkunsa vuonna 2010, kun Suomen, Ruotsin ja Norjan kansalliset kantaverkkoyhtiöt sopivat yhteistyön aloittamisesta. Yhteispohjoismainen taseselvitysmalli jatkaa jo vuonna 2009 aloitettua harmonisointityötä, joka on pitänyt sisällään siirtymisen kahden taseen malliin, jossa on erikseen tuotanto- ja kulutustase. Yhteispohjoismaiseen taseselvitysmalliin siirrytään ensimmäiseksi Suomessa helmikuussa 2016 ja Ruotsi sekä Norja seuraavat 18.4.2016. Tarvittavien lakimuutosten valmistelu sekä taseselvitysmallin ja tiedonvaihtoformaatin suunnittelu on aloitettu vuonna 2013. Lisäksi pohjoismaisista markkinatoimijoista ja viranomaisista koostuva referenssiryhmä on kokoontunut kaksi kertaa vuodessa viemään hanketta eteenpäin ja keskustelemaan tärkeimmistä asioista. Ennen varsinaista käyttöönottoa projektiin kuuluu olennaisesti vielä järjestelmien konfiguraatiot sekä testaukset. Yhteinen taseselvitysmalli toimii merkittävänä askeleena kohti tehokkaasti toimivia yhteisiä loppukäyttäjämarkkinoita Pohjoismaissa sekä myöhemmin Euroopassa. [28]

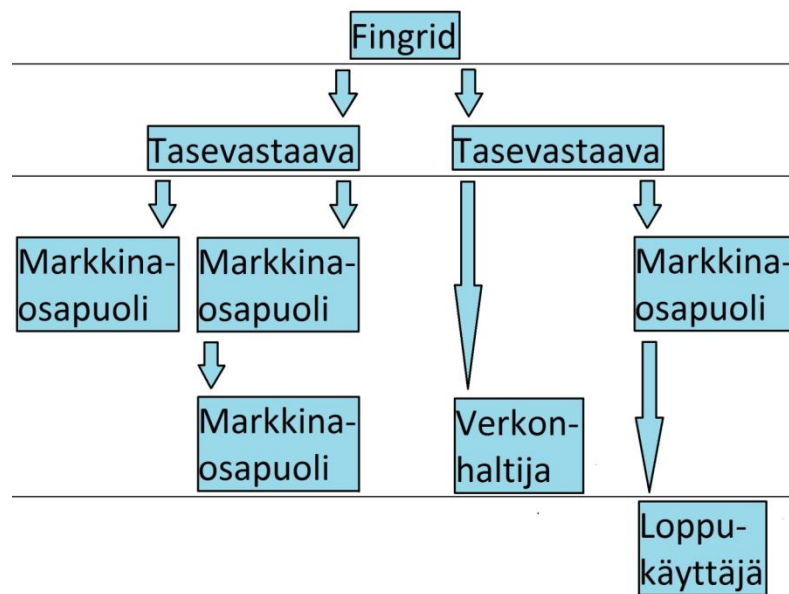
Projektin kannalta merkittävin tiedonvaihtokanava eri markkinatoimijoille on Internet-sivusto, joka löytyy osoitteesta <http://www.esett.com>. Sivustolla julkaistaan myös englanninkielistä käsikirjaa, joka kantaa nimeä Nordic Imbalance Settlement Handbook (NBS Handbook). Tässä työssä kyseisestä käsikirjasta käytetään jatkossa nimitystä Handbook. Handbookin tarkoituksena on koota kaikki ohjeet ja säännöt yhteen helposti saatavilla olevaan teokseen, jota eri markkinatoimijat voivat käyttää hyväksi. Handbookia päivitetään jatkuvasti ja sen avulla markkinatoimijat pysyvät mukana projektin muutoksissa. [28] Kappaleessa 4.1 kuvataan mitä tarkoitetaan tasehallinnalla ja kuvataan nykyinen taseselvitysmalli. Kappaleessa 4.2 kuvataan uusi yhteispohjoismainen taseselvitysmalli ja kappaleessa 4.3 kuvataan merkittävimmät muutokset vanhan ja uuden taseselvitysmallin välillä.

### 4.1 Tasehallinta ja nykyinen taseselvitys

Sähkötaseiden hallinnalla varmistetaan sähköjärjestelmän toimivuuden kannalta elintärkeä sähkönkulutuksen ja -tuotannon välinen tehotasapaino. Lisäksi sähkötaseiden hal-

linnalla selvitetään sähkömarkkinoilla toimivien osapuolten väliset sähköenergian toimitukset tunneittain.

Taseselvityksen tehtävänä on selvittää sähkömarkkinoilla toimivien osapuolten väliset sähköenergian toimitukset. Jotta kulutuksen ja tuotannon välinen tehotasapaino säilyisi, on jokaisella osapuolella oltava avoin toimittaja, joka toimittaa kulutuksen ja myynnin tai tuotannon ja hankinnan erotuksen. Erotuksesta käytetään nimitystä tasesähkö. Sähkömarkkinaosapuolesta, jonka avoin toimittaja on Fingrid, käytetään nimitystä tasevastaava. Kantaverkkoyhtiö Fingridistä käytetään myös nimitystä järjestelmävastaava. [34] Kuvassa 2 on esitetty Suomen nykyinen tasehierarkia.



*Kuva 2. Suomen nykyinen tasehierarkia.[34]*

Suomessa toimii 46 tasevastaavaa, kun mukaan lasketaan rajayhteydet. Lisäksi luvanvaraisia jakeluverkonhaltijoita on 80 kappaletta ja sähkön suurjännitteisen alueverkonhaltijoita 12 kappaletta. Lisäksi Suomessa toimii yksi sähkön suljetun jakeluverkonhaltija. Markkinaosapuolia on listattuna 224 kappaletta ja osuusvoimaosapuolia 27 kappaletta. Fingrid ylläpitää sivuillaan kantaverkkoalueensa avoimia toimitusketjuja. [44]

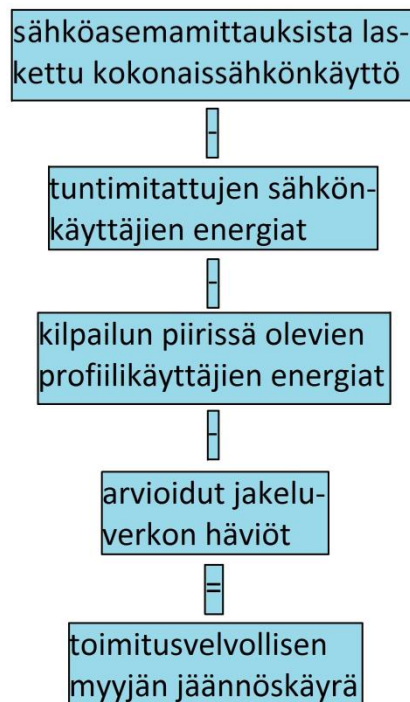
#### 4.1.1 Jakeluverkonhaltijan taseselvitys

Jakeluverkonhaltijalla on velvollisuus järjestää taseselvitys omalla verkkoalueellaan. Käytännössä jakeluverkonhaltijan taseselvityksen avulla määritetään kaikki verkkoalueella tapahtuvat sähkökulutukset, joista saadaan määritettyä lopulta myös toimitusvelvollisen myyjän toteutunut sähkönmyynti. Toimitusvelvollisella myyjällä tarkoitetaan yleensä paikallista myyjää, jolla on velvollisuus toimittaa sähköä alueella toimiville kotitalouksille ja pienyrityksille. Taseselvitys lähtee liikkeelle toimitusta seuraavana päivänä, jolloin verkonhaltija lähettää alustavat tuntikohtaiset summamittaustiedot omalla vastuualueellaan tapahtuneista toimituksista tasesähköyksiköille ja käyttöpaikka-

kohtaiset mittaustiedot kullekin alueella toimivalle sähkön myyjälle. Jos verkkoyhtiön alueella on vielä sellaisia kilpailun piirissä olevia käyttökohteita, joissa ei ole etäluettavia mittareita, käytetään ennalta määritettyjä kuormitusmalleja sähkön käytön arvioimiseen. Tällaisista käyttäjistä käytetään myös nimitystä profiilikäyttäjä. Kuormitusmalleja on käytössä kolme erilaista, jotka ovat:

- 1) Vakituksena asuntona käytettävät sähkönkäyttöpaikat, joissa sähkönkäyttö on pääasiassa asumiskäyttöä ja joiden sähkönkäyttö on enintään 10 000 kWh vuodessa
- 2) Vakituksena asuntona käytettävät sähkönkäyttöpaikat, joissa sähkönkäyttö on pääasiassa asumiskäyttöä ja joiden sähkönkäyttö on yli 10 000 kWh vuodessa
- 3) Muut kuin ryhmään 1 tai 2 kuuluvat sähkönkäyttöpaikat [34].

Toimitusvelvollisen myyjän jäännöskäyrä verkkoalueella saadaan määritettyä, kun sähköasemamittauksista tuntienergiat summaamalla saadusta kokonaissähkönkäytöstä vähennetään tuntimitattujen sähkönkäyttäjien energiat, kilpailun piirissä olevien profiilikäyttäjien tuntienergiat sekä arvioidut jakeluverkon häviöt. Häviöiden määrä saadaan arvioitua verkkoalueen energiataseesta tai laskennan perusteella. Laskenta voidaan suorittaa esimerkiksi verkkotietojärjestelmän avulla. Toimitusvelvollisen myyjän jäännöskäyrän selvitystapa on havainnollistettu kuvassa 3.



**Kuva 3.** Toimitusvelvollisen myyjän jäännöskäyrän määrittäminen.[34]

Jäännöskäyrämenettelyllä määritetään toimitusvelvollisen myyjän myynti niille loppukäyttäjille, jotka eivät ole kilpailuttaneet sähkön toimitustaan ja joille ei ole asennettu tunneittain rekisteröitävää mittaria. Toimitusvelvollisen myyjän myymä kokonaissähkö

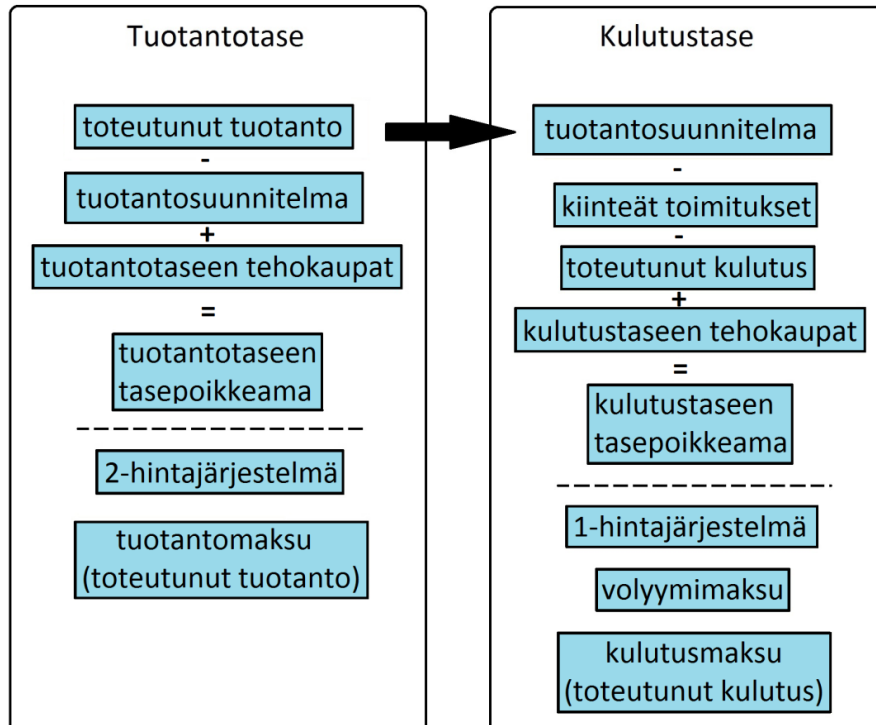
saadaan, kun jäännöskäyrään lisätään toimitusvelvollisen myyjän tunneittain mitatut energiat.

Taseikkuna sulkeutuu 14 päivän kuluttua toimituspäivästä. Tällöin kulutustietojen on viimeistään oltava tarkkoja. [34]

#### 4.1.2 Tasevastaavan taseselvitys

Tasevastaavan taseselvityksen tehtävänä on selvittää avointen toimitustensa määrä vastualueellaan. Aiemmin on jo todettu, että Pohjoismaissa on ollut vuodesta 2009 käytössä kahden taseen malli, jossa määritetään erikseen tuotanto- ja kulutustase. Taseselvityksen perustana on tuotantosuunnitelma, jonka alustavan version tasevastaava raportoi Fingridille toimituspäivää edeltävänä päivänä kello 17.30 mennessä. Tasevastaavalla on mahdollisuus tehdä päivityksiä vielä myöhemminkin tuotantosuunnitelmaan, mutta lopullinen tuotantosuunnitelma tulee olla toimitettuna Fingridille 45 minuuttia ennen toimitustuntia. Tuotantosuunnitelmaan raportoidaan kaikki tuotantotaseeseen kuuluva alle 100 MVA:n tuotanto sekä lisäksi kaikista yli 100 MVA:n generaattoreista tai voimalaitoksista tehdään erilliset suunnitelmat. [45]

Suomessa käytössä olevan kahden taseen tasepalvelumallin periaate on esitetty kuvassa 4.



**Kuva 4.** Pohjoismaissa käytössä oleva 2-taseen taseselvitysmalli.[45]

Kuvasta 4 nähdään, että tuotanto- ja kulutustaseelle voidaan muodostaa yhtälöt. Tuotantotase voidaan määrittää yhtälöllä

*Tuotantotaseen tasepoikkeama = tasevastaavan toteutunut tuotanto – tasevastaavan kokonaistuotantosuunnitelma + tuotantotaseen tehokaupat.*

*Toteutunut tuotanto* perustuu määritellyistä rajapisteistä mitattuihin arvoihin. Pisteet on määritelty voimalaitosverkoittain. *Tehokaupoilla* tarkoitetaan säätösähkömarkkinoiden kautta tehtyjä säätöjä, erikoissäätöjä ja tunninvaihdessäätöjä. Lisäksi Fingrid voi tarpeen vaatiessa tehdä käyttötunnin aikana vastaostoja ja muita tunninaikaisia tehokauppoja.

Kulutustase voidaan määrittää yhtälöllä

*Kulutustaseen tasepoikkeama = tasevastaavan kokonaistuotantosuunnitelma + kiinteät toimitukset + mitatut toimitukset(toteutunut kulutus) + kulutustaseen tehokaupat.*

*Kiinteät toimitukset* tarkoittavat ennalta sovittuja kauppoja, jossa myyjä toimittaa sovitun määrän energiaa sovittulla tunnilla. Kiinteät toimitukset on ilmoitettava viimeistään 20 minuuttia ennen käyttötuntia Fingridille. [45]

Tuotantotaseessa on käytössä kaksihintajärjestelmä ja kulutustaseessa yksihintajärjestelmä. Kaksihintajärjestelmä tarkoittaa sitä, että tasesähkölle lasketaan erikseen hinta ostolle ja myynnille. Fingridin näkökulmasta tasesähkön myyntihinnaksi tulee ylössäätöhinta ja ostohinnaksi alassäätöhinta[22]. Ylössäätö- tai alassäätöhinta määräytyy Fingridin ylläpitämällä säätösähkömarkkinoilla, jotka ovat osa Pohjoismaisia säätösähkömarkkinoita. Säätösähkömarkkinoilla jokaista käyttötuntia varten muodostetaan pohjoismainen säätökäyrä, jonka mukaan hinnat määräytyvät. Ylössäätöhinta on kalleimman käyttötunnille tilatun tuotannon lisäyksen tai kulutuksen vähennyksen hinta, kuitenkin vähintään Elspot FIN hinnan verran. Alassäätöhinta on halvimman käyttötunnille tilatun tuotannon vähennyksen tai kulutuksen lisäyksen hinta, kuitenkin enintään Elspot FIN hinnan verran. Mikäli kyseinen tunti ei ole ylössäätö- eikä alassäätötunti, käytetään Elspot FIN hintaa. Yksihintajärjestelmässä tasesähkön osto- ja myyntihinnat ovat yhtä suuret. Tämä tarkoittaa sitä, että ylössäätötunnilla hinnaksi tulee ylössäätöhinta ja alassäätötunnilla alassäätöhinta. Mikäli kyseinen tunti ei ole ylössäätö- eikä alassäätötunti, käytetään Elspot FIN hintaa. [34]

### **4.1.3 Valtakunnallinen taseselvitys**

Ylimpänä tasehierarkiassa on tasesähköyksikkö, eli Fingrid, joka vastaa valtakunnallisen taseselvityksen laatimisesta. Fingrid toimii tasevastaavien avoimena toimittajana ja selvittää tasevastaavien ja tasesähköyksikön väliset sähkötaseet. Sähkötaseiden tuloksena saadaan tasepoikkeamat Fingridin ja tasevastaavien välillä ja myöhemmin myös Suomen ja naapurimaiden välillä. Fingrid tekee taseselvityksen tasevastaavien toimit-

tamien tietojen perusteella ja huomioi siinä lisäksi tunnin aikana tehdyt tehokaupat. Taseselvityksen perusteella saadaan selville tasevastaavan tuotanto- ja kulutustaseen käyttämän tasesähkön määrä, joka katetaan Fingridin toimittamalla tasesähköllä. [34]

## **4.2 Yhteispohjoismainen taseselvitys**

Yhteispohjoismainen taseselvitysmalli tuo useita muutoksia Suomen, Ruotsin ja Norjan taseselvitykseen. Muutokset vaihtelevat maittain, koska eri maissa on käytössä erilaisia ratkaisuja ja prosesseja, mutta käyttöönotto tuo muutoksia kaikille markkinatoimijoille, joista merkittävimmät muutokset liittyvät raportointikäytäntöihin, laskutusaikatauluihin, tiedonvaihtoformaatteihin sekä verkkoalueiden tasevastaavien rooleihin. Uudessa taseselvitysmallissa käytetään samaa kahden taseen taseselvitysmallia, joka on esitetty aiemmin kappaleessa 4.1.2.

### **4.2.1 Markkinatoimijat ja termit**

Suomen kantaverkkoyhtiö Fingrid, Ruotsin kantaverkkoyhtiö Svenska Kraftnät ja Norjan kantaverkkoyhtiö Statnett ovat perustaneet uutta taseselvitysmallia varten yhteisyrityksen, joka on rekisteröity Suomeen. Yrityksen nimi on eSett ja se hoitaa operatiivisen taseselvityksen Suomen, Ruotsin ja Norjan markkina-alueilla. Lisäksi eSett seuraa ja julkaisee kuukausittain suorituskykymittareita, joilla mitataan eri markkinaosapuolten suorituskykyä vastuullaan olevan taseselvityksen osalta. Tasevastaavalla suorituskykymittarina voi toimia esimerkiksi ovatko tasepoikkeamat pysyneet kohtuullisissa rajoissa. Tasevastaavat jaotellaan edellä mainitun suorituskykymittarin mukaan kolmeen eri kategoriaan, jotka ovat vihreä, keltainen ja punainen. Vihreässä kategoriassa oleva tasevastaava on onnistunut pitämään tasepoikkeamansa hyvällä tasolla. Keltaisessa kategoriassa oleva tasevastaava ei ole onnistunut täysin tasehallinnassaan ja punaisessa kategoriassa oleva tasevastaava saattaa laiminlyödä tasevastaavasopimustaan. Toistuvasti punaisessa kategoriassa olevalta tasevastaavalta voidaan lopulta evätä oikeus toimia markkinoilla. Verkkoyhtiöiden suorituskykyä voidaan mitata muun muassa miten alustavat ja lopulliset mittaustiedot vastaavat toisiaan tai ovatko tiedot olleet puutteellisia. Suorituskyky mittareita sekä niihin liittyviä rajoja tullaan tarkentamaan tulevissa Handbookpäivityksissä. Taulukossa 4 on esitetty markkinatoimijat ja Handbookissa niistä käytetyt lyhenteet sekä niiden päävastuualueet. [28]

**Taulukko 4.** Handbookissa markkinatoimijoista käytetyt englanninkieliset termit, lyhenneet sekä tärkeimmät vastuualueet.[28]

Handbookissa käytetty lyhenne	Suomeksi	Vastuualue
ISR (Imbalance Settlement Responsible)	Taseselvitysyksikkö	Markkinatasealueiden taseselvitys / taseselvityssopimuksien solmiminen tasevastaavien kanssa / ylläpitää tietoa avoimien toimitusten ketjuista
TSO (Transmission System Operator)	Kantaverkkoyhtiö	Kansallinen tasevastuu tasehallinnasta ja taseselvityksestä
NPS (Nord Pool Spot)	Sähköpörssi	Sähköpörssikauppojen toteutuspaikka
BRP (Balance Responsible Party)	Tasevastaava	Vastaa kulutuksen ja tuotannon tasapainosta avoimen toimitusketjunsä osalta / tuotantosuunnitelmien laatiminen
DSO (Distribution System Operator)	Jakeluverkonhaltija	Vastaa mittauksesta verkkoalueellaan ja välittää tiedot niihin oikeutetuille osapuolille. Vastaa tuottajien ja kuluttajien kytkennästä verkkoalueellaan
RE (Retailer)	Sähkön myyjä	Myy sähköä loppukäyttäjille ja tekee sähkökauppaa muiden markkinatoimijoiden kanssa markkinatasealueella

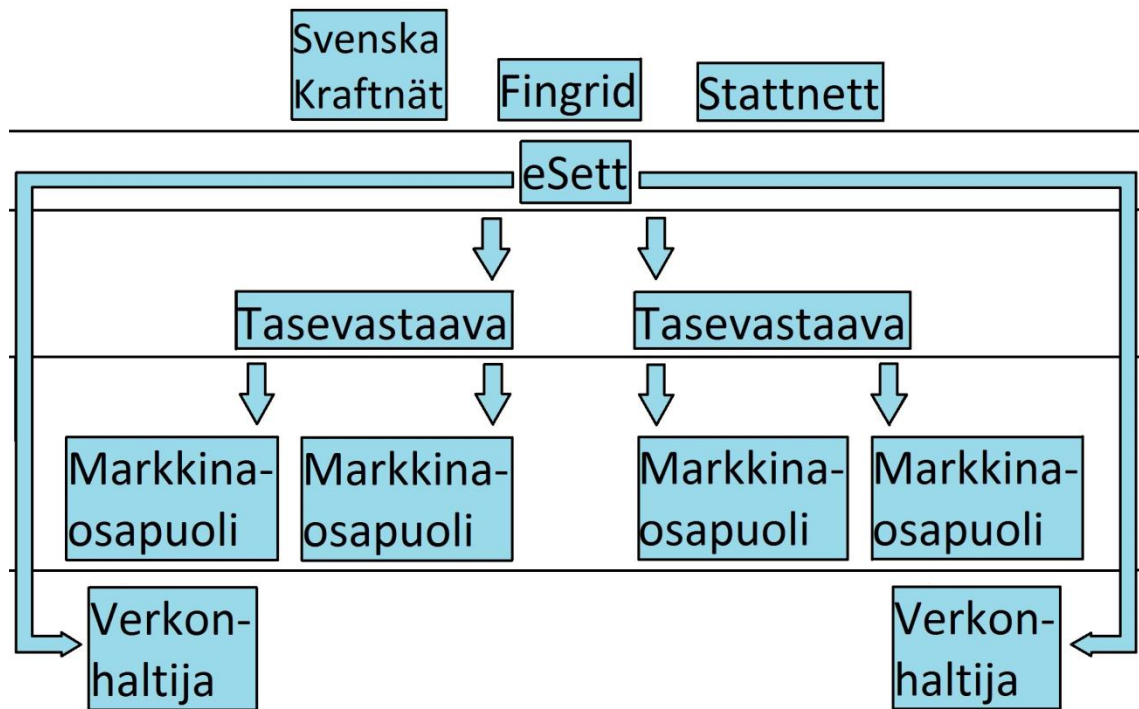
Jakeluverkonhaltijan toimintaan läheisesti liittyvä termi MGA tarkoittaa verkkoaluetta, jolla kulutus ja tuotanto sekä rajapistemittaukset voidaan mitata. Jokaisella verkkoalueella on oltava mittausvelvollinen verkonhaltija. Suomessa verkkoalueina käytetään lähtökohtaisesti jo taseselvityksessä käytössä olevia verkkoalueita. Teollisuussähköverkot voivat muodostaa oman verkkoalueensa, mutta alueella on oltava luvanvarainen mittausvastuullinen osapuoli. Sähkön myyjällä voi olla eri tasevastaava tuotannolle ja kulutukselle verkkoalueella. [28]

#### 4.2.2 Taseselvityksen hierarkia

Taseselvityksen ytimenä toimii taseselvitysyksikkö eSett, joka vastaa taseselvityksen operatiivisesta hoitamisesta. Tasevastaavalla on oltava taseselvityssopimus eSett:n kanssa. Tasevastaavan on täytettävä tietyt vaatimukset, joilla varmistetaan, että tasevastaava suoriutuu vastuistaan. Taseselvityssopimukseen on kirjattu tasevastaavan ja eSett:n oikeudet ja velvollisuudet, selvitykseen liittyvät maksut sekä verot, laskutus- ja vakuusmenetelmät sekä toimenpiteet, kun sopimus irtisanotaan tai sitä rikotaan. Tasevastaavat ilmoittavat eSett:lle tiedot niistä myyjistä, joista he ovat tasevastuussa. Jake-



luverkonhaltijat ilmoittavat oman verkkoalueensa eSett:lle. Jokainen markkinaosapuoli on omalta osaltaan vastuussa siitä, että markkinoiden rakennetiedot ovat oikein ja ajan tasalla. [28] Kuvassa 5 on esitetty taseselvitysmallin hierarkia.



*Kuva 5. Helmikuussa 2016 Suomeen tulossa oleva taseselvityshierarkia. [28]*

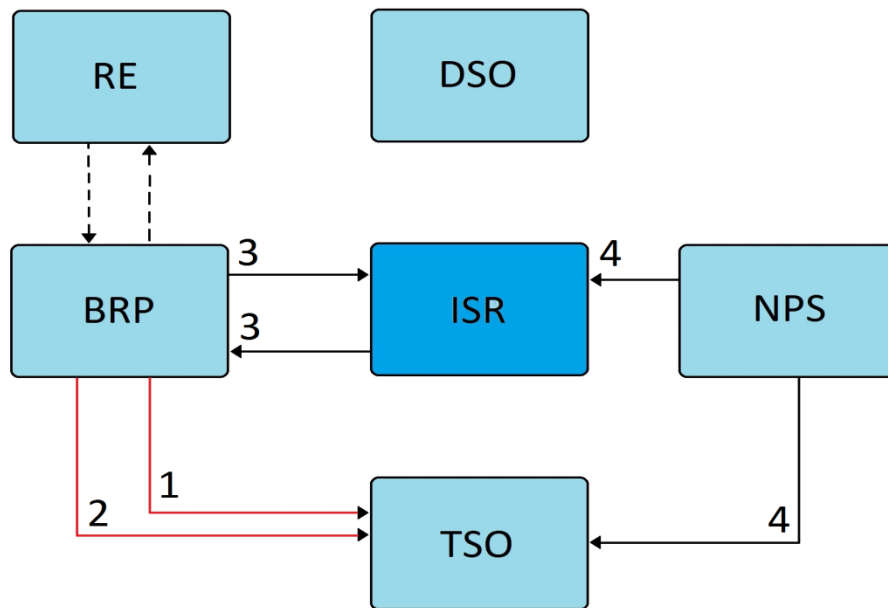
Taseselvityksen rakennetiedot julkaistaan eSett:n ylläpitämässä verkkopalvelussa, Online Service:ssä, minkä kautta osapuolet pääsevät tarkastelemaan rakennetietojaan. Rakennetietojen katseluoikeuksista määrätään laissa. Verkonhaltijoiden ja markkinaosapuolten välinen yhteys säilyy edelleen siten, että verkonhaltija toimittaa verkkoalueensa myyjien tuotanto- sekä kulutustiedot mittauspisteittäin markkinaosapuolille. Lisäksi verkonhaltijalla on oltava yksi myyjä, joka myy verkonhaltijan verkkoalueella syntyvien häviöiden ja tasevirheen kattamiseksi tarvittavan sähkön. [28]

### 4.2.3 Taseselvityksen tiedonvaihto

Keskeinen osa taseselvityksen suorittamisesta on tiedonvaihdon välittäminen eri markkinaosapuolten välillä. Uudessa taseselvitysmallissa raportoidut tiedot voivat olla kilowattitunteja tai megawattitunteja. Kilowattitunneissa ilmoitettuna tarkkuus on 3 desimaalia ja megawattitunneissa ilmoitettuna 6 desimaalia. Seuraavissa osioissa on käyty läpi mitä tietoa välitetään eri osapuolten välillä ja millä aikataululla. [28]

### Toimenpiteet ennen toimitusta

Kuvassa 6 on esitetty periaatekuva taseselvitykseen kuuluvista toimenpiteistä ennen toimitustuntia.



**Kuva 6.** Toimenpiteet ennen toimitustuntia. [28]

Kuvassa 6 esiintyviä numeroita vastaavat selitteet sekä aikataulut on listattu taulukkoon 5.

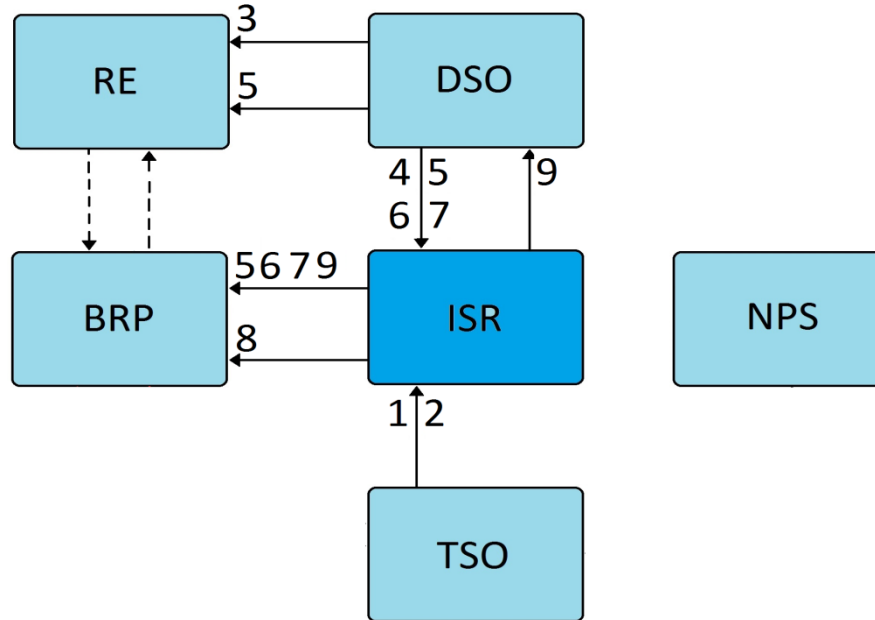
**Taulukko 5.** Kuvan 6 numeroiden selitteet sekä toimitusaikataulut. [28]

Numero	Selite	Aikataulu (ennen toimitusta)
1	Tuotantosuunnitelmat	45 min
2	Tasepoikkeamiin vaikuttavat säätötarjoukset / reservikaupat	45 min / edeltävä päivä
3	Kahdenkeskiset kaupat ja niiden vahvistaminen	20 min (Suomessa)
4	Elsport- / Elbas-kaupat sekä markkinatasealueiden väliset kaupat	Edeltävä päivä / 60 min

Tuotantosuunnitelmat sekä tasepoikkeamiin vaikuttavat säätötarjoukset on toimitettava 45 minuuttia ennen toimitusta. Suomessa kahdenkeskiset kaupat on rekisteröitävä ja hyväksyttävä 20 minuuttia ennen toimitustuntia. Sähköpörssi ilmoittaa Elspot -kaupat toimitusta edeltävänä päivänä ja Elbas -kaupat 60 minuuttia ennen toimitusta eSett:lle. Tasepoikkeamiin vaikuttavat säätötarjoukset ja reservikaupat on ilmoitettava toimitusta edeltävänä päivänä. [28]

## Toimenpiteet toimituksen jälkeen (1-13 vrk)

Kuvassa 7 on esitetty periaatekuva taseselvitykseen kuuluvista toimenpiteistä toimituksen jälkeen.



**Kuva 7.** Toimenpiteet välittömästi toimituksen jälkeen. [28]

Kuvassa 7 esiintyviä numeroita vastaavat selitteet on listattu taulukkoon 6

**Taulukko 6.** Kuvan 7 numeroiden selitteet sekä toimitusaikataulut. [28]

Numero	Selite	Aikataulu (1-13 vrk toimituksen jälkeen)
1	Tasepoikkeamiin vaikuttavien säätöjen / reservien määrä ja kustannukset	1-13 vrk
2	Sitovat tuotantosuunnitelmat	1-13 vrk
3	Tunneittain mitattu kulutus per käyttöpaikka	Toisena päivänä toimituksesta kello 11.00 mennessä
4	Verkkoalueiden välinen rajapistemittaussumma	Toisena päivänä toimituksesta kello 11.00 mennessä
5	Tunneittain mitattu tuotanto per tuotantoyksikkö	Toisena päivänä toimituksesta kello 11.00 mennessä
6	Tunneittain mitattu kulutussumma osapuolikohtaisesti verkkoalueittain	Toisena päivänä toimituksesta kello 11.00 mennessä
7	Alustava arvioitu osapuolikohtainen profiilikulutus verkkoalueittain	Toisena päivänä toimituksesta kello 11.00 mennessä
8	Alustavan tasesähkölaskennan tulokset	1-13 vrk
9	Verkkoalueen tasevirhe	1-13 vrk

Kuvassa 7 esiintyvät nuolet jakeluverkonhaltijan ja myyjän välillä eivät liity suoranaisesti yhteis pohjoismaiseen taseselvitysmalliin, vaan kuvaavat sen, että myös vanha sanomaliikenne jakeluverkonhaltijoiden ja myyjien välillä säilyy edelleen.

Verkkoalueiden välisen rajapistemittaussumman ilmoittavat molemmat vierekkäin toimivat verkkoyhtiöt. Tämän jälkeen molempien ilmoittamia tietoja verrataan keskenään ja tarkastetaan pitääkö ne paikkaansa. Jos tiedot eivät täsmää, niin verkkoyhtiöille lähetetään huomautus ja tiedot on korjattava. Handbookissa on annettu yksityiskohtaiset ohjeet siitä, miten verkkoalueet voivat sopia keskenään rajapistemittaussumman ilmoituskäytännöistä. Korjaussäännöt ottavat huomioon myös sen, että vain toinen osapuolista lähettää mittaustiedot. Tällöin tätä arvoa käytetään taseselvityksessä. [28]

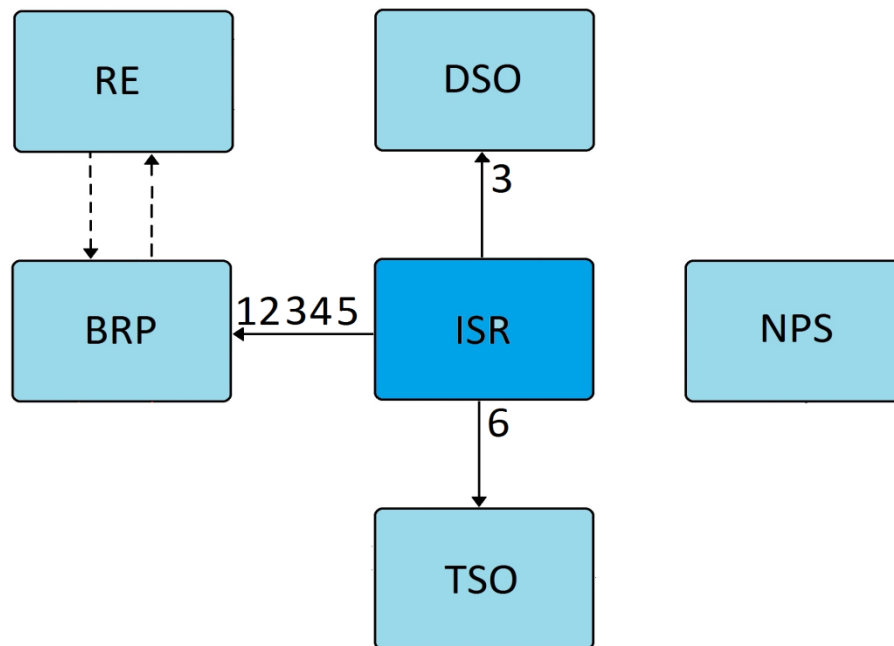
Jakeluverkonhaltija on vastuussa tunneittain mitattujen tuotantotietojen ilmoittamisesta eSett:lle. Tuotantotiedot on ilmoitettava tuotantoyksiköittäin. Tuotantoyksiköllä tarkoitetaan tuotantolaitosta, joka käsittää yhden tai useamman generaattorin yhdellä verkkoalueella. Alle 1 MVA:n tuotantoyksiköt voidaan tulevaisuudessakin ilmoittaa kulutustaseessa negatiivisena kuormana. Alle 1 MVA:n tuotantoyksiköitä kutsutaan pientuotannoksi. Lisäksi yli 1 MVA:n reservienergiaksi tarkoitetut generaattorit tai muut pienet laitteet, jotka on tarkoitettu vain väliaikaiseen käyttöön ja häiriötilanteiden hallintaan, voidaan ilmoittaa kulutustaseessa. eSett summaa saadut tuotantotiedot ja listaa ne verkkoalueittain tuotantomuotoihin jaoteltuna. Käytettävät tuotantomuodot ovat vesivoima, tuulivoima, ydinvoima, lauhdevoima, aurinkovoima sekä muut tuotantotavat. [28]

Jakeluverkonhaltija on vastuussa myös kulutustietojen mittauksesta ja ilmoittamisesta eSett:lle. Jakeluverkonhaltija ilmoittaa kunkin verkkoalueen summakulutustiedot myyjittäin. Suomessa summakulutustiedot jaetaan mitattuun kulutustietoon, alustavaan profiilikulutustietoon sekä verkkoalueen häviöihin. [28]

Toimitustunnin jälkeen verkonhaltijan on ilmoitettava mitatut ja summatut tiedot viimeistään toisena päivänä kello 11.00 mennessä. Jos tietoja puuttuu, niin on käytettävä kansallisesti sovittua arviointimenetelmää puuttuville tiedoille. Päivitetyt mittaustiedot on toimitettava viimeistään 13 päivän päästä kello 13.00 mennessä. eSett kokoaa jakeluverkonhaltijoiden lähettämät tiedot ja julkaisee alustavat taselaskennan tulokset sekä verkkoalueiden tasetiedot verkkopalvelussaan. [28]

### **Toimenpiteet taseikkunan sulkeutumisen jälkeen (13 vrk -)**

Kuvassa 8 on esitetty periaatekuva taseselvitykseen kuuluvista toimenpiteistä taseikkunan sulkeutumisen jälkeen.



**Kuva 8.** Toimenpiteet taseikkunan sulkeutumisen jälkeen. [28]

Kuvassa 8 esiintyviä numeroita vastaavat selitteet on listattu taulukkoon 7.

**Taulukko 7.** Kuvan 8 numeroiden selitteet sekä toimitusaikataulut.[28]

Numero	Selite	Aikataulu (13 vrk toimituksen jälkeen)
1	Lopullisen tasesähkölaskennan tulokset	Ensimmäinen työpäivä taseikkunan sulkeutumisen jälkeen
2	Tasesähkön laskutus	Ensimmäinen työpäivä taseikkunan sulkeutumisen jälkeen
3	Verkon tasevirhe	Taseikkunan sulkeutumisen jälkeen
4	Muu taseselvityksen tarkastamiseen liittyvä informaatio	Taseikkunan sulkeutumisen jälkeen
5	Reservienergioiden laskutus	Ensimmäinen työpäivä taseikkunan sulkeutumisen jälkeen
6	Tasealueiden välinen taseselvitys kantaverkonhaltijoiden kanssa	Taseikkunan sulkeutumisen jälkeen

eSett hallinnoi taseselvityksen laskutusta ja rahavirtoja. eSett:n hallinnoimia rahavirtoja ovat tasevastaavien tasesähkön laskutus, tasevastaavien operointimaksut sekä tasevastaavien ja kantaverkonhaltijoiden välisten reservienergioiden käyttäminen. Reservienergiolla ylläpidetään sähköjärjestelmän taajuus ja tehotasapaino sekä varaudutaan sähköjärjestelmän tuotanto- ja verkkohäiriöihin. Yhteispohjoismaisessa taseselvitysmallissa käytettävä rahayksikkö on euro, mutta myös Norjan ja Ruotsin kruunujen käyttäminen

on mahdollista. Jos valitaan käytettäväksi Norjan tai Ruotsin kruunua, niin laskutettavat määrät muunnetaan paikalliseen valuuttaan laskutuspäivän valuuttakurssin mukaan. [28]

## Tiedonvaihtoformaatti

eSett pyysi keväällä 2013 Nordic Ediel Group:lta (NEG) tukea uuteen taseselvitysmalliin tarvittavan sanomaformaatin määrittämiseen, jotta tiedonvaihto eri markkinatoimijoiden välillä toimisi sulavasti. Tehtävän otti hoitaakseen NEG:n alaisuudessa toimiva työryhmä NEMM (Nordic Energy Market Model for data exchange), jonka tavoite on kehittää sähkömarkkinoihin liittyviä tiedonvaihtoasioita. Työryhmään kuuluu asiantuntijoita Pohjoismaiden kantaverkkoyhtiöistä sekä sähköpörssistä. Työryhmä julkaisee dokumenttia Business Requirement Specification (BRS) NBS -kotisivulla, missä kuvataan tiedonvaihtostandardit. BRS keskittyy tiedonvaihdon teknisiin muotoihin. Kehitetyt mallit pohjautuvat ENTSO-E:n (European Network for Transmission System Operators), ebIX:n (European forum for energy Business Information eXchange) ja EFET:n (European Federation of Energy Traders) aiemmin laatimiin aineistoihin, joiden tarkoituksena on ollut tiedonvaihdon harmonisointi sähkömarkkinoilla. [27]

Nykyisin Suomi on ainoa Pohjoismaa, jolla ei ole tällä hetkellä käytössä ebIX:iin perustuvaa tiedonvaihtoa, vaan Suomessa on käytössä Ediel-pohjainen tiedonvaihto. Ediel on ebIX:n edeltäjä ja molempien tiedonvaihto perustuu UN/CEFACT:n määrittelemiin EDIFACT dokumentteihin. Ediel-viesteistä on erilaisia sanomatyyppimuotoja, jotka soveltuvat erilaisen tiedon välitykseen. MSCONS -sanomaa (Metered Services Consumption Report) käytetään toteutuneiden mitattujen arvojen välittämiseen osapuolten välillä. DELFOR -sanomaa (Delivery Schedule Message) käytetään keskipitkän tai pitkän aikavälin toimitusennusteen välittämässä. PRODAT -sanomaa (Product Data Message) käytetään loppukäyttäjän käyttöpaikan- ja sopimustietojen välittämiseen verkkohaltijan ja myyjän välillä. Tiedonsiirtoprotokollana Suomessa käytetään FTP -tekniikkaa (File Transfer Protocol), joka käyttää TCP -protokollaa. [27]

Uudessa taseselvitysmallissa tiedonvaihto tulee perustumaan XML-dokumentteihin. XML-formaatti on erittäin laajalti käytetty tiedostomuoto. Tiedonsiirtoprotokollina voidaan käyttää joko Suomessa käytössä olevaa FTP -tekniikkaa tai Ruotsissa ja Norjassa käytössä olevaa SMTP -tekniikkaa (Simple Mail Transfer Protocol). Järjestelmässä kaikki sanomat kuitataan ja siinä käytetään ENTSO-E:n määrittelemää kuittausviestiä. XML-formaatin käyttöönotto suoritetaan siten, että vanha ja uusi tiedonvaihtoformaatti tulevat toimimaan siirtymäajan rinnakkain, jotta tiedonvaihtoon ei synny katkoksia. [27]

Sähkömarkkinaosapuolella on oltava tietty tunniste, kun hän kommunikoi eSett:n kanssa. Tunniste voi olla EIC -koodi, GS1-koodi tai kansallisesti käytössä oleva tunniste. Jos markkinaosapuoli on aktiivinen vain yhdessä maassa, voi se käyttää kansallisesti käytössä olevaa tunnistetta, mutta jos osapuoli operoi useassa maassa, niin on sen käytettä-

vä EIC- tai GS1-koodia. Suomessa Fingrid myöntää sähkömarkkinaosapuolille kansalliset tunnisteet sekä EIC -koodit. GS1 Finland Oy myöntää GS1-koodit. Suomalainen markkinaosapuoli käyttää Suomessa toimiessaan kansallista tunnistetta ja ulkomailla toimiessaan EIC- tai GS1-koodia.

eSett ylläpitää Information Service -tietopalvelua, josta markkinaosapuolet voivat hakea taseselvitystietoa. Jotta tämä onnistuu, on markkinaosapuolen muodostettava yhteys eSett:n kanssa. eSett:n pääasiallinen kommunikointityökalu markkinaosapuolten kanssa on verkkopalvelu Online Service. Verkkopalvelu on jaettu julkiseen osioon sekä rajoitettuun osioon. Julkisen osion tiedot ovat näkyvillä kaikille ja tiedot pitävät sisällään yleistä tietoa taseselvityksestä ja yrityksistä, jotka osallistuvat siihen. Rajoitettuun tietoon pääsee käsiksi kirjautumalla sisään järjestelmään ja tieto keskittyy yhtiöiden sekä markkinaosapuolten tarpeisiin ja tietoihin, joita he tarvitsevat toiminnassaan. [28]

Työ- ja elinkeinoministeriö pyysi Fingridiltä vuoden 2014 alussa selvitystä, jossa arvioidaan laajasti sähkön vähittäismarkkinoiden tiedonvaihtoa ja sen kehitystarpeita. Selvityksen tavoitteena oli määrittellä sähkömarkkinoiden tulevaisuuden tiedonvaihtoratkaisu. Selvityksen painopiste oli markkinaosapuolten välisissä tiedonvaihtoa sisältävissä markkinaprosesseissa. Lisäksi tarkasteltiin myös niitä liiketoimintaprosesseja ja toimintoja, jotka voitaisiin toteuttaa keskitetysti datahubissa. Datahub on pilvipalvelu, johon eri osapuolet tallentavat tietonsa ja josta tietoa tarvitsevat voivat käydä sen poimimassa. Fingridin laatiman loppuraportin mukaan tulevaisuudessa on taloudellisesti ja toiminnallisesti kannattavaa siirtyä käyttämään datahubia. Laki- ja asetusmäärittelyt ovat jo käynnistyneet ja näillä näkymin datahub on tulossa käyttöön vuoden 2019 aikana. [5]

#### **4.2.4 Häviösähkö yhteispohjoismaisessa taseselvitysmallissa**

Energiateollisuuden esityksen mukaan tehtävät muutokset valtioneuvoston asetukseen sähköntoimitusten selvityksestä ja mittaamisesta (VNA 66/2009) sisällytetään kohta, jonka mukaan uudessa taseselvitysmallissa toimitusvelvollisen myyjän taseet verkkoalueella selvitetään kaikkien käyttöpaikkojen osalta samoin periaattein kuin muidenkin sähkön myyjien. Edellytyksenä tälle on, että verkkoyhtiön käyttöpaikat ovat kattavasti tuntimittauksen piirissä. Muutos tarkoittaa sitä, että mittausvirheet ja sopimukseton sähkönkäyttö eivät jää enää toimitusvelvollisen myyjän jäännöskäyrälle vaan ne jäävät jakeluverkonhaltijan häviösähkökäyrälle, eli verkonhaltijan vastuulle. Ennen kattavaa tuntimittausta verkkohäviön laskenta on suoritettu jäännöskäyrämenettelyllä, joka on esitetty kuvassa 3. [11]

Yhteispohjoismaisessa taseselvitysmallissa häviösähköstä sanotaan, että jakeluverkonhaltijan on valittava myyjä jokaiselle verkkoalueelle, joka hoitaa jakeluverkonhaltijan häviöt. Häviöt verkkoalueella lasketaan perustuen kahden verkkoalueen väliseen rajapistemittaussummaan sekä mitattuihin tuotanto- ja kulutustietoihin yhtälöllä

*Verkkoalueen häviöt =*

*–(Rajapistesumma sisään – rajapistesumma ulos + mitattu tuotanto – mitattu kulutus – alustava profiilikulutus).*

Rajapistesummiin lasketaan kaikki vierekkäisten verkkoalueiden siirrot yhteen. Rajapistemittaussummat sekä mitatut tuotanto- ja kulutustiedot ovat saatavilla tunneittain. Alustavat profiilikulutustiedot mitataan kuukausittain. [28]

Handbookissa verkon häviöt lasketaan kuuluviksi verkkoalueen sisällä tapahtuvaksi kulutukseksi ja siinä edellytetään, että mitatut häviöt raportoidaan eSett:lle [28]. Lisäksi Energiateollisuuden esityksen mukaan verkonhaltija lähettää Fingridille erikseen tiedot häviöistä sekä toimitusvelvollisen myyjän myymän sähkön summatiedot [11].

### 4.3 Yhteenveto taseselvitysmallien eroista

Aiemmin on todettu, että merkittävimmät muutokset vanhan ja uuden taseselvitysmallin välillä liittyvät verkkoalueiden tasevastaavien rooleihin, raportointiaikatauluihin ja -vastuualueisiin, tasesähkön määrän selvitykseen ja laskutukseen, vakuusjärjestelmään sekä markkinatoimijoiden valvontaan [28]. Taulukossa 8 on listattu merkittävimmät muutokset Suomen nykyisen taseselvitysmallin sekä uuden yhteispohjoismaisen taseselvitysmallin välillä.

**Taulukko 8.** Merkittävimmät muutokset nykyisen ja uuden taseselvitysmallin välillä.[28]

Tehtävä	Suomi	NBS
<b>Muutokset selvityksen rakenteen hallinnassa</b>		
Myyjän tasevastaavat verkkoalueilla	Yksi tasevastaava kaikilla verkkoalueilla	Myyjä voi käyttää eri tasevastaavaa verkkoalueittain  Myyjä voi käyttää eri tasevastaavaa tuotannolle ja kulutukselle verkkoalueella
Taseselvityksen raportointirakenne	Raportointi myyjätasolle asti	Mitatun tiedon raportointi myyjätasolle asti
<b>Muutokset tiedon raportointiaikatauluissa ja -vastuissa</b>		
Tasesähkön laskenta	Lasketaan päivittäin tasevastaavatasolla  Valmis taseselvitys 1,5 kk päästä	Lasketaan tasevastaavatasolla  Lasketaan päivittäin 13. päivään saakka
Taseselvityksen korjaukset	Ei korjauksia 1,5 kk jälkeen	Ei korjauksia 13 päivän jälkeen



<b>Tehtävä</b>	<b>Suomi</b>	<b>NBS</b>
<b>Muutokset tiedon raportointiaikatauluissa ja -vastuissa</b>		
Tunneittain mitattujen käyttöpaikkakohtaisten tuotanto- ja kulutustietojen raportointi myyjille	Seuraavana päivänä toimituksesta, viimeistään 14 päivää toimituksesta	2-13 vuorokautta
Profiilikulutustietojen raportointi myyjille	Seuraavana päivänä toimituksesta	2-13 vuorokautta
Verkkoalueen mitattujen tuotanto- ja kulutussummien raportointi	Alustava kulutustieto seuraavana päivänä toimituksesta ja valmis kulutustieto viimeistään 14 päivää toimituksesta. Alustava tuotantotieto toisena päivänä toimituksesta ja valmis tuotantotieto viimeistään kuukauden kuluttua toimituksesta.	Ennen kello 11.00 toisena päivänä toimituksesta ja valmis tieto viimeistään 13 päivää toimituksen jälkeen kello 13.00 mennessä.
<b>Muutokset taseselvityksessä</b>		
Reservien käytön selvittäminen	Primäärisäädön osallistuminen selvitetään tuotannon tasepoikkeamasta, mutta säädölle lasketaan erillinen rahallinen kompensatio siten, että kahden-hinnan –malli ei rankaise reservien aktivointia	Lasketaan tuotannon tasepoikkeaman avulla
Tasoitusergioiden käsittely	Tasoitusergioiden raportointi tehdään vuosittain myyjätasolla  Mittausten lukeminen on jakeluverkonhaltijoiden vastuulla	Ei harmonisoitua mallia
<b>Muutokset laskutuksessa</b>		
Laskutusaikataulu	Kuukausittainen laskutus sähköisesti	Viikoittainen e-lasku tai sähköpostilasku pdf-muodossa
<b>Muutokset vakuusjärjestelmässä</b>		
Vakuusmalli	Staattinen malli, jossa vakuudet lasketaan vuosittain. Perustuu kuukausittaiseen maksimikeskiarvoon (MWh/h)	Dynaaminen malli, vakuudet lasketaan viikoittain
<b>Muutokset markkinatoimijoiden valvonnassa</b>		
Suorituskykymittareiden käyttö	Suorituskykymittareita ei julkaista	Tasepoikkeamaindeksien raportointi suorituskykymittareiden avulla

## 5. YHTEISPOHJOISMAISEN TASESELVITYSMALLIN VAIKUTUKSET VERKKOYHTIÖN TOIMINTAAN

Jakeluverkonhaltijan vastuulla on kuluttajien ja tuottajien liittäminen hallinnoimaansa verkkoon. Jakeluverkonhaltija vastaa tuotanto-, kulutus- ja rajapistesummamittauksista ja on velvollinen raportoimaan nämä tiedot niihin oikeutetuille markkinaosapuolille. Uudessa taseselvitysmallissa verkkoyhtiön vastuu kasvaa mittaustietojen laadun sekä raportoinnin osalta, mikä tarkoittaa sitä, että verkkoyhtiöiden on muutettava toimintatapojaan. Tämän kappaleen tarkoituksena on selvittää ja kuvata yhteispohjoisaisen taseselvitysmallin tuomat muutokset diplomityön toimeksiantajan, Pori Energia Sähköverkot Oy:n, verkkoalueen mittauksiin, tietojärjestelmiin ja toimintatapoihin.

### 5.1 Pori Energia Sähköverkot Oy

Pori Energia Sähköverkot Oy (PESV) on Pori Energia Oy:n 100-prosenttisesti omistama tytäryhtiö. Se irtaantui emoyhtiöstään heinäkuussa 2006, kun sähkömarkkinalaki edellytti verkkoliiketoiminnan eriyttämistä muusta sähköliiketoiminnasta. PESV:n vastualueisiin kuuluvat sähkön siirto ja jakelu, verkonhallinta sekä sähköverkkojen rakentaminen Porin alueella. [37]

Vuonna 2013 Pori Energia Sähköverkot Oy:n sähkön kokonaissiirtomäärä oli 1,16 TWh. Pudotusta vuoden takaiseen oli 5,3 %. Syynä alenemiseen voidaan pitää poikkeuksellisen lämmintä syksyä. Verkon käyttäjiä PESV:n jakelualueella on noin 50 500 koostuen teollisuudesta, kotitalouksista sekä yksityisen ja julkisen sektorin palveluyrityksistä. [37]

Pori Energia Sähköverkot Oy:n jakelualueella on 15 sähköasemaa, 1 015 jakelumuuntamo ja verkon kokonaispituus on noin 3 100 km. Fingridin hallinnoimaan kantaverkkoon on kaksi liityntäpistettä, jotka sijaitsevat Ulvilassa ja Tahkoluodossa. PESV:llä on rajapisteitä ja varasyöttöjä myös jakeluverkkoyhtiö Caruna Oy:n kanssa. Kuvassa 9 on esitetty PESV:n jakeluverkkoalue.



**Kuva 9.** Pori Energia Sähköverkot Oy:n jakelualue. [35]

Kuvasta 9 nähdään, että PESV:n jakelualue sijaitsee rannikolla ja on paikoitellen hyvin vaikeakulkuista. Tämä asettaa haasteita viankorjaamiselle ja verkon rakentamiselle.

Verkon eri jännitetasojen verkkopituudet sekä maakaapelointiasteet on esitetty taulukossa 9. [12]

**Taulukko 9.** Pori Energia Sähköverkot Oy:n eri jännitetasojen verkkopituudet sekä maakaapelointiasteet vuonna 2014. [12]

Jännitetaso	0,4 kV	1-70 kV	110 kV
Verkon pituus (km)	2184	835	98
Kaapelointiaste (%)	70	43,4	2,3

Kaapeloinnin on tarkoitus lisääntyä myös tulevina vuosina, jotta verkon käyttövarmuutta saadaan yhä parannettua.

### 5.1.1 Pori Energia Oy

Pori Energia Sähköverkot Oy:n emoyhtiö Pori Energia Oy (PE) on Porin kaupungin omistama energia-alan yritys, joka toimii pääasiallisesti Porin seudulla. PE:n merkittävimmät tuotteet ovat sähkö, kaukolämpö, teollisuuden energiapalvelut sekä käynnissäpito- ja urakointipalvelut. Pori Energia Oy aloitti toimintansa vuonna 2006, kun aikaisemmin vuodesta 1898 kunnallisena liikelaitoksena toiminut Pori Energia ja lämpöpalveluita tuottanut Porin Lämpövoima Oy yhdistyivät. Muut Pori Energia konserniin kuuluvat yritykset ovat Pori Energia Sähköverkot Oy sekä Suomen Teollisuuden Energiapalvelut – STEP Oy. [37]

Pori Energia Oy:n sähkön myynti oli 1,58 TWh vuonna 2014. Myynnin kokonaismäärä kasvoi edeltävään vuoteen 0,163 TWh eli noin 11,5 %. [37] Taulukossa 10 on esitetty Pori Energia Oy:n sähkön hankinnan jakautuminen vuonna 2014.

*Taulukko 10. Pori Energia Oy:n sähkönhankinta.[37]*

Tuotantomuoto	Määrä (GWh)	Prosenttiosuus
Sähkön ja lämmön yhteistuotanto	259,2	6,4
Ydinvoima	4,1	0,3
Vesivoima	63,3	4,0
Lauhdevoima	82,8	5,2
Tuulivoima	12,3	0,8
Pörssisähkö (Nord Pool)	1158,2	73,3
Muu hankinta	1,1	0,1
<b>Yhteensä</b>	<b>1580</b>	<b>100</b>

Viime vuonna noin 26,7 % Pori Energian sähkön hankinnasta saatiin omien tuotantolaitosten kautta. Vesivoiman osuus kasvoi, koska Pori Energia hankki 60 GWh:n osuuden Kokemäenjoen ja Kymijoen vesivoimatuotannosta. [37]

### 5.1.2 Pori Energia Oy:n ja Pori Energia Sähköverkot Oy:n toimintaa kuvaavia tunnuslukuja

Taulukossa 11 on esitetty Pori Energia Oy:n ja Pori Energia Sähköverkot Oy:n taloudellista toimintaa kuvaavia tunnuslukuja vuonna 2013.

**Taulukko 11.** Pori Energia Oy:n ja Pori Energia Sähköverkot Oy:n taloudellista toimintaa kuvaavat tunnusluvut.[37]

<b>Tunnusluku</b>	<b>Pori Energia Oy, konserni</b>	<b>Pori Energia Sähköverkot Oy</b>
Henkilökunta, kpl	273	23
Liikevaihto, M€	190,1	28,6
Liikevoitto, M€	19,0	9,1
Liikevoitto / liikevaihto, %	10,0	31,8
ROI, %	9,8	8,9
Omavaraisuusaste, %	23,1	18,4
Investoinnit, M€	45,4	23

Taulukosta 11 voidaan todeta, että vuonna 2013 investoinnit olivat Pori Energiassa poikkeuksellisen suuria. Merkittävimpiä investointikohteita olivat etäluentajärjestelmä, Pato osakeyhtiön osuuden hankinta ja Peittoon tuulipuiston liittäminen PESV:n alueverkkoon. [37]

Taulukossa 12 on esitetty PESV:n verkon luotettavuutta kuvaavia tunnuslukuja. [12]

**Taulukko 12.** Pori Energia Sähköverkot Oy:n luotettavuutta kuvaavat tunnusluvut. [12]

<b>Käyttövarmuutta kuvaava mittari</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Odottamattomista keskeytyksistä aiheutunut keskeytysaika (h)	0,73	1,80
Odottamattomista keskeytyksistä aiheutunut keskeytysmäärä (kpl)	1,63	2,29
Suunnitelluista keskeytyksistä aiheutunut keskeytysaika (h)	0,14	0,08
Suunnitelluista keskeytyksistä aiheutunut keskeytysmäärä (kpl)	0,09	0,06
Aikajälleenkytkennöistä aiheutunut keskeytysmäärä (kpl)	0,45	1,11
Pikajälleenkytkennöistä aiheutunut keskeytysmäärä (kpl)	0,91	1,41

Taulukosta 12 nähdään, että odottamattomista keskeytyksistä aiheutunut keskeytysaika on yli kaksinkertaistunut ja odottamattomista keskeytyksistä aiheutunut keskeytysmäärä on kasvanut noin 40 %. Syynä kasvuun ovat marras- ja joulukuun aikana mittavaa tuhoa jakelualueella aiheuttaneet Reima-, Eino-, Oskari- ja Seija-myrskyt.

Pori Energia Sähköverkot Oy:n jakeluverkon häviöt on lueteltu taulukossa 13 vuodesta 2010 lähtien.

**Taulukko 13 Pori Energia Sähköverkot Oy:n vuosittaiset häviöprosentit. [12]**

<b>Vuosi</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Siirto toisilta verkonhaltijoilta	804,3	830,7	841,6	779,6	737,5
Voimalaitosten nettotuotanto	463,2	436,1	420	421	471,3
Loppukäyttäjille siirretty energia	1224,6	1219,8	1188,9	1156,7	1101,2
Siirto toisille verkonhaltijoille	0,1	5,8	30,3	3,8	64,3
<b>Häviömäärä (GWh)</b>	42,8	41,2	42,4	40,3	43,3
<b>Häviöprosentti (%)</b>	3,4	3,3	3,4	3,4	3,6

Usein häviöt ilmoitetaan häviöprosenttina, koska tällöin on mahdollista verrata häviöiden suhteellista osuutta verkossa siirrettyyn energiaan. Häviöprosentti lasketaan yhtälöllä.

$$\text{Häviöprosentti} = 100 * \left( \frac{\text{häviömäärä}}{\text{verkkoon syötetty energia}} \right).$$

Häviömäärä saadaan laskettua vähentämällä voimalaitoksilta ja toisilta verkonhaltijoilta vastaanotetusta energiasta loppukäyttäjille ja toisille verkonhaltijoille luovutettu energia. Verkkoon syötetty energia saadaan määritettyä summaamalla voimalaitosten nettotuotantoon verkon rajapistesumma.

## 5.2 Tuntimittauksen toteutus Pori Energia Sähköverkot Oy:ssä

Tuntimittauksella tarkoitetaan järjestelmää, jolla pystytään mittaamaan ja tallentamaan asiakkaiden kulutusta tuntikohtaisesti tietojärjestelmien välityksellä. Tuntimittauksesta säädetään valtioneuvoston asetuksessa sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 66/2009 [47]. Asetus velvoittaa verkkoyhtiöitä siirtymään sähkönkulutuksen etäluentaan. Asetuksen mukaan mittauslaitteiston tulee rekisteröidä yli kolmen minuutin pituiset sähkökatkot sekä kyetä vastaanottamaan viestintäverkon kautta lähetettäviä kuormanohjaustoimintoja. Lisäksi asetuksessa säädetään, että 80 % verkkoyhtiön käyttöpai-koista tulee olla tuntimittauksen piirissä vuoden 2013 loppuun mennessä. Tämä tarkoittaa käytännössä pieniä, alle  $3 \times 63$  A:n käyttöpaikkoja, sillä tämän yli olevat käyttöpaikat ovat olleet kaukoluennan piirissä jo vuodesta 2010. Ne kohteet, joissa ei ole kaukoluettavaa mittaria tulee arvioida tyyppikuormituskäyrän ja muun mittaustavan yhdistelmällä. [38]

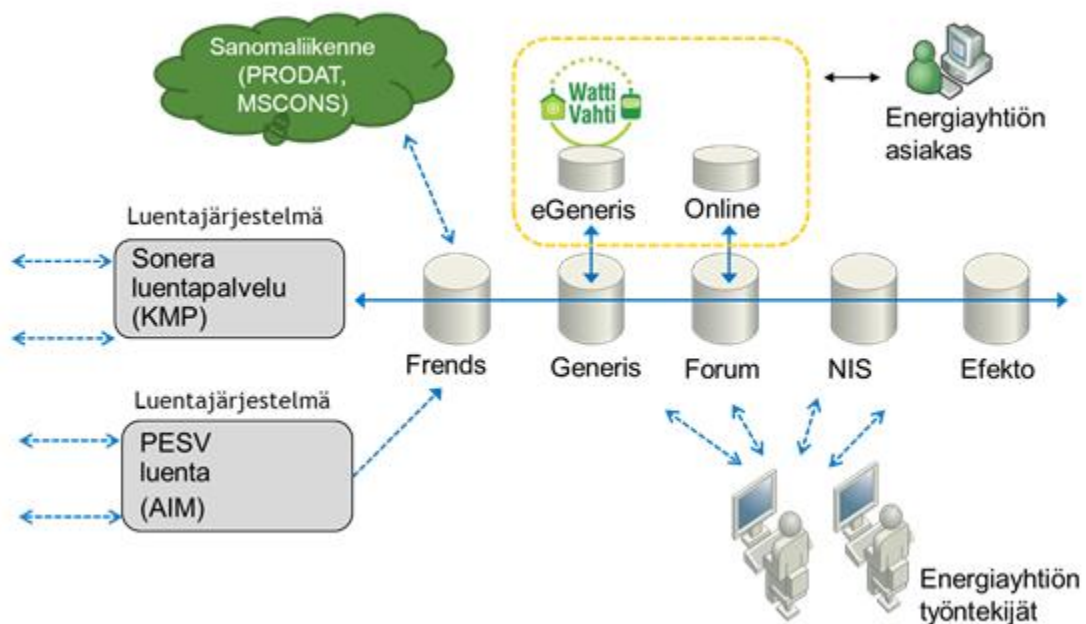
### 5.2.1 Tuntimittauksen tilanne

Pori Energia Sähköverkot Oy:ssä laadittiin vuonna 2008 etäluentaan siirtymisen esisuunnitelma, jossa tehtiin keskeisiä valintoja ja linjanvetoja projektiin liittyen. PESV:n mittausjärjestelmä oli tuolloin ikääntynyttä, sillä sähköenergianmittareiden kausivaihdot oli tietoisesti jätetty tekemättä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Tästä syystä lait-

teisto oli laajamittaisen uudistamisen tarpeessa. Vuonna 2010 tehtiin hankintapäätökset etäluettavista laitteista ja mittarit päätettiin hankkia Aidonin toimittamina. Mittareiden luentapalvelu päätettiin hankkia Soneralta. Itse projekti aloitettiin alkuvuodesta 2011 ja aikataulun takarajatavoitteeksi asetettiin vuoden 2013 loppu. Projekti edellytti merkittäviä uudistuksia käytettäviin tietojärjestelmiin sekä asiakaspalveluun. Projekti onnistui erinomaisesti, sillä vuoden 2013 loppuun mennessä 46 400 kappaletta kaiken kaikkiaan noin 48 000 mittarista saatiin etäluennan piiriin. Tämä ylittää selvästi mittausasetuksen asettaman 80 % tavoitteen, ollen noin 96 %. Vuoden 2014 loppuun mennessä kaikkiaan 50 536 käyttöpaikasta ainoastaan muutama ei kuulu vielä etäluennan piiriin. [25] Yli 63 A:n kohteissa ovat käytössä Landis+Gyr:n mittalaitteet.

## 5.2.2 Tuntimittauksessa käytettävät tietojärjestelmät

Etämittaukseen liittyy useita eri tietojärjestelmiä, jotka toimivat rajapinnoistaan yhdes-  
sä. Kuvassa 10 on esitetty esimerkkikuva PESV:ssä käytössä olevista tietojärjestelmistä.  
[24]



**Kuva 10.** Pori Energia Sähköverkot Oy:n energian mittauksiin liittyvät tietojärjestelmät. [24]

Kuvasta 10 nähdään, että järjestelmään kuuluu monia sovelluksia, joilla on eri käyttötarkoituksensa. Tietojärjestelmät ovat käytössä koko konsernissa, mutta eri yksiköillä on käyttöoikeudet ainoastaan heille kuuluviin tietoihin. Seuraavaksi sovellusten käyttötarkoituksia on kuvattu tarkemmin.

Pori Energia Sähköverkot Oy on tilannut alle  $3 \times 63$  A pääsulakkeellisten keskusten kulutusmittauspalvelun Soneralta, joka ylläpitää ja toimittaa kulutustiedot PESV:lle. Yli

3 × 63 A käyttöpaikkojen kulutustiedot luetaan AIM-palvelusta, jota hoidetaan itse PESV:ssä.

Mittaustietokanta Generis on Enoron toimittama energiatiedonhallintajärjestelmä ja sen tehtäviin kuuluvat mittaustietojen vastaanotto, validointi, hallinta sekä tietojen välitys. Pääasiallisesti Generistä käytetään mittalaittehallintaan sekä taseselvitykseen. Mittalaittehallintamoduulin keskeisiä prosesseja ovat myös työmääräimet, joilla hallitaan työkuja sekä mittalaitteiden vaihtoja, poiskytkentöjä, huoltoja, kalibrointeja ja mittarinlukua. [41]

EGeneris, eli WattiVahti, on Generikseen integroitu asiakasportaali, josta asiakkaat voivat seurata sähkönkulutustietojaan. WattiVahti löytyy Pori Energian Internet-sivulta ja palvelussa asiakkaat voivat seurata omaa kulutustaan vuosi-, kuukausi-, päivä- ja tuntitasolla.

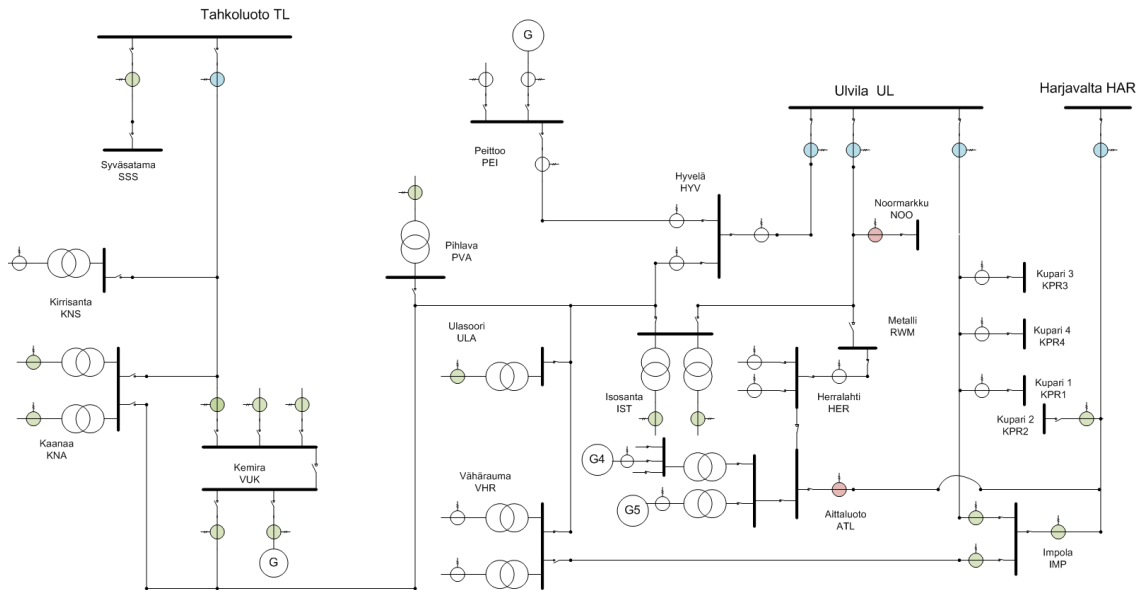
Asiakastietojärjestelmä Forum on Tieto Oyj:n toimittama järjestelmä, jossa ylläpidetään asiakasrekisteriä ja sen avulla hoidetaan asiakkaiden laskutus. Järjestelmä on kehitetty suomalaisille energiamarkkinoille ja se sisältää suomalaisen toimintaympäristön vaatimusten mukaiset toiminnallisuudet kuten tuntimittauksen tuen ja eri markkinaosapuolten välisen automatisoidun sanomaliikenteen [15].

Verkkotietojärjestelmä NIS, Network Information System, on Teklan toimittama järjestelmä, jossa ylläpidetään tietoja verkon teknisistä komponenteista. Järjestelmä muodostuu älykkäästä verkkomallista ja siihen integroiduista paikkatietotoiminnallisuuksista [46]. Teklan DMS, Distribution Management System, on käytöntukijärjestelmä, jolla hallitaan verkon kytkentätilaa.

### **5.3 Muutokset Pori Energia Sähköverkot Oy:n verkkoalueen mittauksiin**

Yhteispohjoismaisessa taseselvitysmallissa jakeluverkon haltija vastaa kaikista mittauksista verkkoalueellaan ja tästä syystä onkin erittäin tärkeää, että jakeluverkon haltijalla on hyvä ymmärrys ja tietämys verkkoalueensa mittauksista. PESV:n verkkoalueella on sekä omia mittauksia että ulkopuolisia mittauksia. Ulkopuoliset mittaukset kuuluvat Fingridille, Empowerille sekä Carunalle. Fingridin hallinnoimat mittalaitteet sijaitsevat verkkoalueen liityntäpisteissä valtakunnalliseen kantaverkkoon Ulvilassa sekä Tahko-luodossa. Empowerin hallinnoimia mittalaitteistoja on ympäri verkkoa, joista Empower toimittaa ostettuna palveluna mittaustiedot PESV:lle. Carunan mittalaitteistot sijaitsevat Aittaluodossa sekä Noormarkussa PESV:n ja Carunan verkkoalueiden rajalla. Kuvassa 11 on esitetty PESV:n verkkoalueen mittausjärjestelyt 110 kV:n alueverkossa.





**Kuva 11.** PESV:n 110 kV:n alueverkon mittausjärjestelyt.

Kuvassa 11 Empowerin omistamat mittalaitteet on merkitty vihreällä, Fingridin omistamat mittalaitteet sinisellä ja Carunan omistamat mittalaitteet punaisella. PESV:n omistamat mittalaitteet on jätetty valkoisiksi.

### 5.3.1 Mittausjärjestelyjen parantaminen

Lähtökohtana mittausjärjestelyille on se, että verkon eri käyttötilanteet ovat mitattavissa ja niistä tieto on saatavilla tuntikohtaisesti, jotta yhteispohjoismaisen taseselvitysmallin edellyttämät tiedot saadaan toimitettua eSett:n järjestelmään [28]. Kuluttajamittaus PESV:n alueella on kattava, mutta varasyöttöjen mittaus sekä vanhentumassa olevat mittalaitteet sähköasemilla ovat ongelmakohtia. PESV ostaa mittauspalvelua Empowerilta, joka hallitsee ja huoltaa omistuksessaan olevia mittalaitteita sekä toimittaa niiden mittaustietoa PESV:n energiatiedonhallintajärjestelmään. Kantaverkon liittymäkohdissa Tahkoluodossa ja Ulvilassa ovat Fingridin hallinnoimat mittalaitteistot, joista mittaus-tieto saadaan kerran päivässä.

### 110 kV alueverkko

PESV on tehnyt hankintapäätökset neljälle eri mittalaitteelle, joista kaksi tullaan sijoittamaan Kaanaan sähköaseman uudistamisprojektin yhteydessä sähköaseman 110 kV:n johtolähdöille. Kaanaan sähköaseman rakentaminen aloitettiin maaliskuussa 2015 ja se valmistuu vuoden 2016 aikana. Yksi mittalaitteista tullaan asentamaan Kupari 3 sähköasemalle vanhan mittalaitteen tilalle ja tämä vanha mittalaite tullaan asentamaan Kupari 4 sähköasemalle. Tämä sen takia, että Kupari 4:ssä oleva mittalaite on vanhentumassa ja kyseiselle sähköasemalle riittää Kupari 3:n vanha mittalaite, koska laitetta käytetään ainoastaan energiatiedon tarkastamiseen. Yksi mittalaitteista jätetään varalle. Jo aiem-

min Syväsataman tuulimyllyyn on vaihdettu uusi mittalaite, koska sen epäiltiin mittavaan virheellisesti.

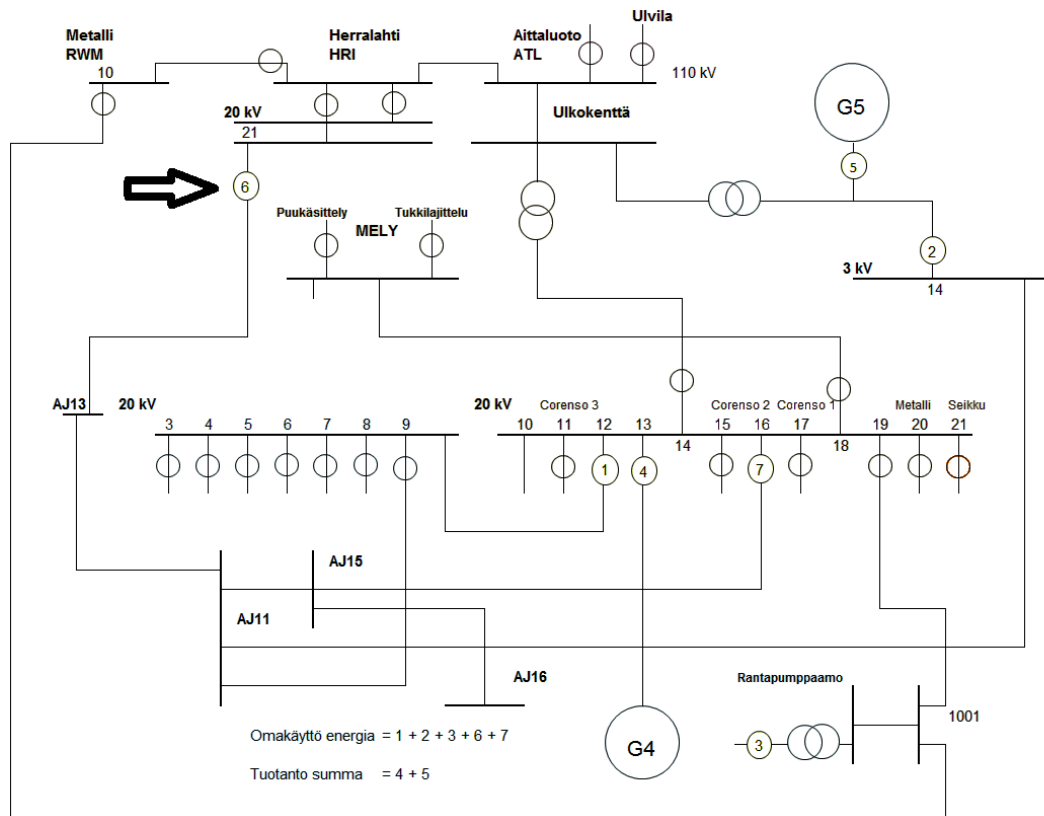
Yksi alueverkon ongelmakohdista on teknisen käyttöikänsä loppupäässä oleva Isosannan sähköasema, koska sen 110 kV:n johtolähtöjä ei ole mittaroitu. Johtolähdöille tulisi asettaa mittalaitteet viimeistään sähköaseman saneerauksen yhteydessä, koska ne ovat merkittäviä liittymäjohtoja ja niistä tulisi saada tarkempaa mittaustietoa. Kuvassa 11 sähköaseman oikea johtolähtö toimii rajapisteenä Carunan verkkoalueen kanssa ja mittaustieto tästä pisteestä olisi erittäin tärkeä. Nykyisin käytetään Fingridiltä tai Carunalta saatua arvoa, jonka avulla lasketaan kyseisen pisteen energiamäärä. Sähköaseman kuvassa 11 esiintyvälle vasemmalle johtolähdölle tulisi asentaa myös mittalaite, jotta verkon eri käyttötilanteista riippuvat sähköenergioiden siirrot saataisiin tarkemmin määritettyä. Isosannan sähköaseman saneerauksen tarkkaa ajankohtaa ei ole tiedossa, mutta se tullaan tekemään lähitulevaisuudessa. Investointisuunnitelmaan tulisi sisällyttää myös nämä kaksi mittalaitteistoa.

Toinen alueverkon ongelmakohdista on Herralahti – Metallin alue. Alueella on edelleen vanha sähköasema, joka ei ole käytössä ja jonka läpi energiaa siirtyy. Tästä ongelmasta päästään eroon kokonaan kesän 2015 aikana, koska sähköasema puretaan ja tilalle rakennetaan yhtenäinen sähköjohto. Tällöin Herralahden sähköasemalla oleva mittaus on automaattisesti oikeassa paikassa. Kyseinen piste toimii rajapisteenä Carunan verkkoalueelle.

## **20 kV keskijänniteverkko**

Keskijänniteverkossa ongelmakohdiksi muodostuvat varasyötöt, joihin ei ole asennettu mittalaitteistoa. Tämä on ongelma siitä syystä, että tieto varayhteyksien käyttöönotosta ei kulkeudu aina taseesta vastaavalle henkilölle ja tästä aiheutuu virheitä laskentoihin. Lisäksi tiedoissa joudutaan käyttämään laskennallisesti määritettyjä arvoja. Parannettavia ongelmakohtia löytyy Herralahti – Aittaluoto sekä Syväsatama – Meri-Porin ja Tahkoluodon voimalaitosten väliltä. Näitä varasyöttöjä käytetään, kun voimalaitoksia huolletaan tai ne eivät jostain muusta syystä tuota energiaa ja tarvitsevat sähköä ulkopuolelta.

Kuvassa 12 on esitetty kaavio PLV-Aittaluodon jo olemassa olevista mittalaitteistoista ja merkitty numerolla kuusi tarvittava varasyötön mittauspiste.

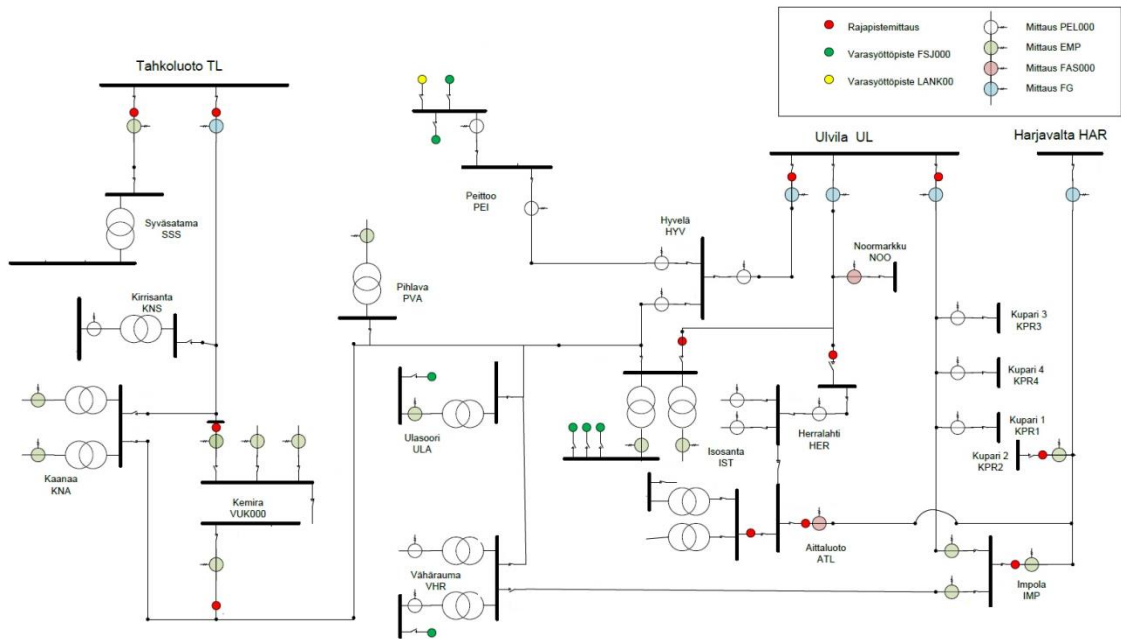


**Kuva 12.** PLV-Aittaluodon mittalaitteistot sekä mittausta vaativa varasyöttöyhteys.

Mittalaitteiston asentaminen tullaan toteuttamaan vielä kesän 2015 aikana.

Toinen ongelmakohta keskijänniteverkossa on Meri-Porin sekä Tahkoluodon voimalaistosten varasyöttö. Syöttö tapahtuu Syväsataman sähköasemalta lähdöltä 11. Kyseiselle lähdölle tulisi asettaa tuntimittauslaitteisto, koska sen puuttuminen on aiheuttanut useita ongelmatilanteita taseen hallinnassa. Ongelmatilanteet ovat johtuneet varasyötön kytkemisestä päälle ilman ilmoitusta taseesta vastaavalle henkilölle.

PESV:n jakelualueella on myös varasyöttöjä toisille verkonhaltijoille, jotka on esitetty kuvassa 13.



**Kuva 13.** PESV:n verkkoalueen varasyötöt muille verkonhaltijoille.

Kuvassa 13 PEL000 on Pori Energia Sähköverkot Oy:n, EMP on Empowerin, FAS000 on Caruna Oy:n ja FG on Fingrid Oy:n tunnus. Kuvassa 13 vihreällä esitetyt pisteet ovat Carunan varasyöttöjä ja keltainen piste on Lankosken Sähkö Oy:n varasyöttö. Näistä varasyöttöistä mittaroituja ovat Ulasoorin sähköasemalta lähtevä Carunan varasyöttö sekä Isosannan sähköasemalta lähtevä kuvassa 13 oleva oikeanpuoleinen varasyöttö, joissa molemmissa on Carunan omistamat mittalaitteet. Muiden varasyöttöjen osalta toimitaan siten, että energiaa tarvitseva liittynä ilmoittaa tarvitsemansa virran määrän ja PESV:n taseesta vastaava henkilö laskee siirrettävän energiamäärän. Kyseisten kohteiden mittarointi on kustannustehotonta, koska siirrettävät energiamäärät sekä käyttötaajuus ovat hyvin alhaisia.

## Jakelumuuntamomittaukset

PESV:n käyttämiä Aidonin mittalaitteita on mahdollista asentaa myös jakelumuuntamoihin. Jakelumuuntamomittauksia voidaan käyttää jännitteen laadun tarkasteluun, häiriöiden tallentamiseen, vian paikantamiseen, muuntajan kunnonvalvontaan ja muuntamon keskijännitekatkaisijoiden kaukokäyttöön. Lisäksi niistä saatua tietoa voidaan käyttää hyväksi analysoitaessa verkkoa tarkemmin esimerkiksi häviöiden kannalta, koska tällöin verkkoa voidaan tutkia yksityiskohtaisemmin. PESV:ssä uusien jakelumuuntamoiden rakentamisen yhteydessä on otettu huomioon mahdolliset mittalaitteasennukset tulevaisuudessa siten, että mittalaitteiden lisääminen on helppoa.

PESV:ssä käytössä olevia Aidonin mittalaitteistoja on mahdollista käyttää myös muuhunkin kuin energiatiedon keräämiseen. Ne kykenevät rekisteröimään jännitteen mini- ja maksimitehollisarvoja, jännitekuoppia, jännitesäröä, taajuutta, jännitteen symmetrisyyttä sekä jännitteen hetkellisarvoa. Niillä pystytään myös havaitsemaan keski- tai

pienjännitejohtojen vikaantumisen. Lisäksi liitettävällä toiminnallisuudella mittalaitteistoja voidaan hyödyntää muuntajan lämpötilan, akuston varaustilan, vesivahinkojen, keskijänniteverkon maasulkutilanteiden tai katkaisijoiden kunnan tarkasteluun. [2] PESV oli kiinnostunut etäluentaprojektin yhteydessä lähinnä muuntajan lämpötilan ja vesivahinkojen tarkasteluominaisuuksista, mutta asiaan ei ole palattu tämän jälkeen.

Jakelumuuntamoita PESV:n verkkoalueella on 992 kappaletta, joten kaikkien muuntamoiden mittaus aiheuttaa merkittävät kustannukset [12]. On mietittävä tarkoin, mitä lisäarvoa mittaustieto muuntamoilta tuottaa PESV:lle. Tässä työssä keskitytään lähinnä verkon häviöihin liittyviin hyötykohtiin.

Energiaviraston laatimissa 1. suuntaviivoissa valvontamenetelmiksi valvontajaksoille 2016 – 2019 ja 2020 – 2023 jakelumuuntamoiden komponenttien yksikköhintoja on avattu tarkemmin. Yksikköhintoihin on merkitty uusi komponentti vianindikointilaitteistolle, ohjauslaitteistolle sekä tiedonsiirtolaitteistolle. Maasulun vianindikointilaitteella tarkoitetaan maasulkuvikaindikaattoria ja mittausanturia, suojaus- ja vikailmaisinlogiikkaa sekä tilavalvontaa. [14] Vaikka Aidonin mittalaitteistolla voidaan indikoida viikoja, ei se lukeudu vianindikointilaitteeksi, koska sen pääasiallinen tehtävä on mitata energiaa. Tämä tarkoittaa sitä, että yksikköhintana tulee käyttää energiamittarin yksikköhintaa, joka on huomattavasti pienempi kuin vianindikointilaitteen yksikköhinta. Kuvassa 14 on esitetty vianindikointilaitteiston ja energianmittauslaitteistojen yksikköhinnat 1. suuntaviivoissa valvontamenetelmiksi valvontajaksoille 2016 – 2019 ja 2020 – 2023. [14]

20 kV MAAKAPELIVERKON EROTTIMET JA KATKAISIJAT			
Vianindikointilaitteisto: pääsääntöisesti muuntamolla tai erotinasemalla	kpl	1 200	15 - 25
ENERGIANMITTAUSLAITTEISTOT			
Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
Energiamittari: etäluettava enintään 63 A	kpl	200	10 - 20
Energiamittari: etäluettava yli 63 A	kpl	570	10 - 20
Energiamittari: paikallisesti luettava enintään 63 A	kpl	180	10 - 20

**Kuva 14.** Vianindikointilaitteiston ja energianmittauslaitteistojen yksikköhinnat 1. suuntaviivoissa valvontamenetelmiksi valvontajaksoille 2016 – 2019 ja 2020 – 2023. [14]

Kuvasta 14 nähdään, että vianindikointilaitteiston yksikköhinta on huomattavasti korkeampi kuin energianmittauslaitteistojen.

Jakelumuuntamomittausten avulla verkon kuormituksesta saadaan parempaa tietoa ja tällöin myös häviöiden määrittäminen ja tarkastelu on tarkempaa. Jakelumuuntamomittausten avulla verkkoa pystytään jakamaan pienempiin osakokonaisuuksiin ja pystytään havaitsemaan, jos jonkin muuntamon perässä olevalla verkkoalueella häviöt ovat mer-

kittävästi suurempia kuin toisten tai häviöt kasvavat äkillisesti. Häviöiden kasvun syynä voi olla esimerkiksi sähkön varastaminen tai loppukäyttäjän mittalaitteen rikkoutuminen. Erityisesti suurempien yleisötapahtumien aikana käytettävät väliaikaiset työmaakeskukset aiheuttavat suuren riskin sähkön joutumiselle varastetuksi.

Jakelumuuntamomittausten hyödyllisyyttä on hyvin hankala määrittää yksiselitteisesti. Joissain verkon osissa niitä voidaan hyödyntää kustannustehokkaasti siten, että suurihäviöiset muuntopiirit saadaan havaittua ja sähkön varastaminen estettyä. Tässä tutkimuksessa ehdotetaan mittalaitteiden viemistä PESV:n jakeluverkkoalueen kriittisten muuntopiirien jakelumuuntamoihin ja tämän simulaation hyödyntämistä tulevissa jakelumuuntamomittauspäätöksissä.

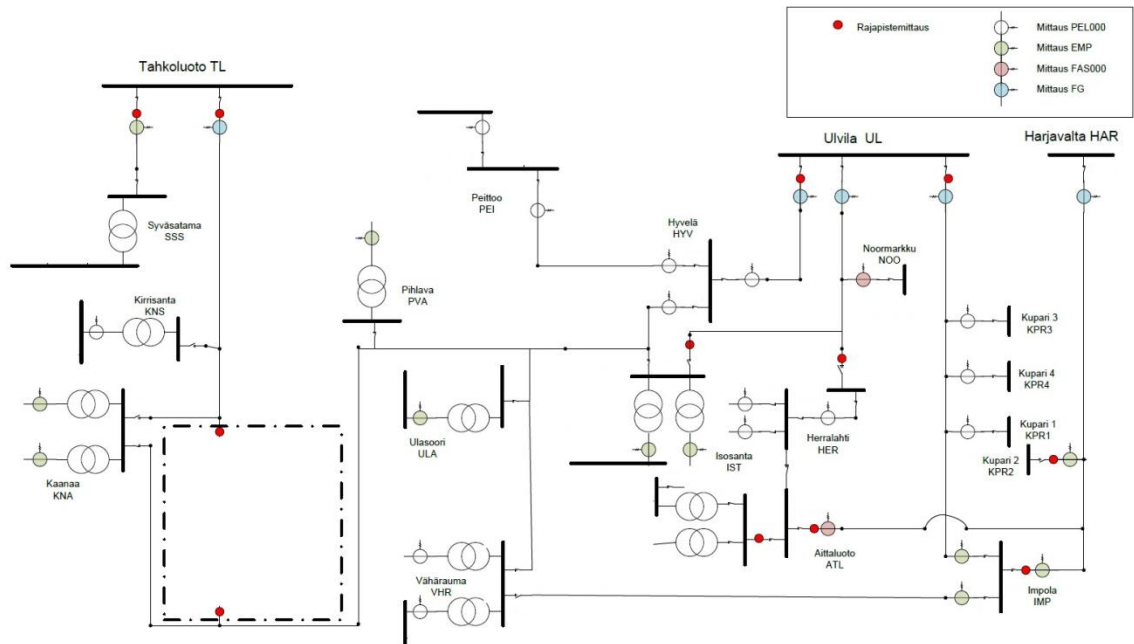
### **5.3.2 Verkkoalueiden määrittäminen**

Yhteispohjoismainen taseselvitysmalli edellyttää verkkoalueiden määrittämistä. Vastuu verkkoalueiden määrittämisestä on kunkin maan sähkömarkkinaosapuolilla yhteistyössä kyseisen maan kantaverkkoyhtiön ja eSett:n kanssa. PESV on rekisteröinyt verkkoalueensa Fingridille. Verkkoalueiden lähtökohtana oli, että jo ennestään käytössä olevat mittausalueet tulevat muodostamaan verkkoalueet myös uudessa taseselvitysmallissa. Jakeluverkkoyhtiöillä on myös mahdollisuus määrittää verkkoalueensa sisälle toisia verkkoalueita, joilla on toinen Fingridin valtuuttama mittausvastuullinen osapuoli. Näitä verkkoalueita kutsutaan teollisuus- tai voimalaitosverkoiksi.

Handbookin mukaan markkinatasealueiden taseselvitykseen määritellään verkkoalueet, jotta kulutus- ja tuotantotiedot voidaan kohdistaa sähkön myyjien kautta oikean tasevas- taavan tasepoikkeamalaskentoihin ja taseselvitykseen. Verkkoalueiden määrittämis- tä tehdään PESV:ssä yhdessä Pori Energian myyntiyksikön, palvelutoimittajien ja toisten jakeluverkonhaltijoiden kanssa. Tällä hetkellä Empower palveluntoimittajana laatii Pori Energian myyntiyksikölle ennusteet hankittavan sähkön määrästä ja tästä syystä on tärkeää varmistaa, että Empowerilla sekä myyntiyksiköllä on kaikki tarvittava mittaustieto käytettävissään. Seuraavissa kohdissa on käyty läpi verkkoalueen määrittämisen osakoko- naisuudet, joita ovat jakeluverkon, tuotantoverkkojen sekä teollisuusverkkojen määrit- täminen.

### **Jakeluverkon määrittäminen**

PESV:n jakeluverkon tunnus PEL000 säilyy entisellään. Vanhassa taseselvitysmallissa verkkoalueella jäänteinä ollut KV0014-verkkoalue jää kokonaan pois ja koko PESV:n verkkoalue siirtyy edellä mainitun PEL000 tunnuksen alle. Kuvassa 15 on esitetty PESV:n jakeluverkkoalue uudessa taseselvitysmallissa.

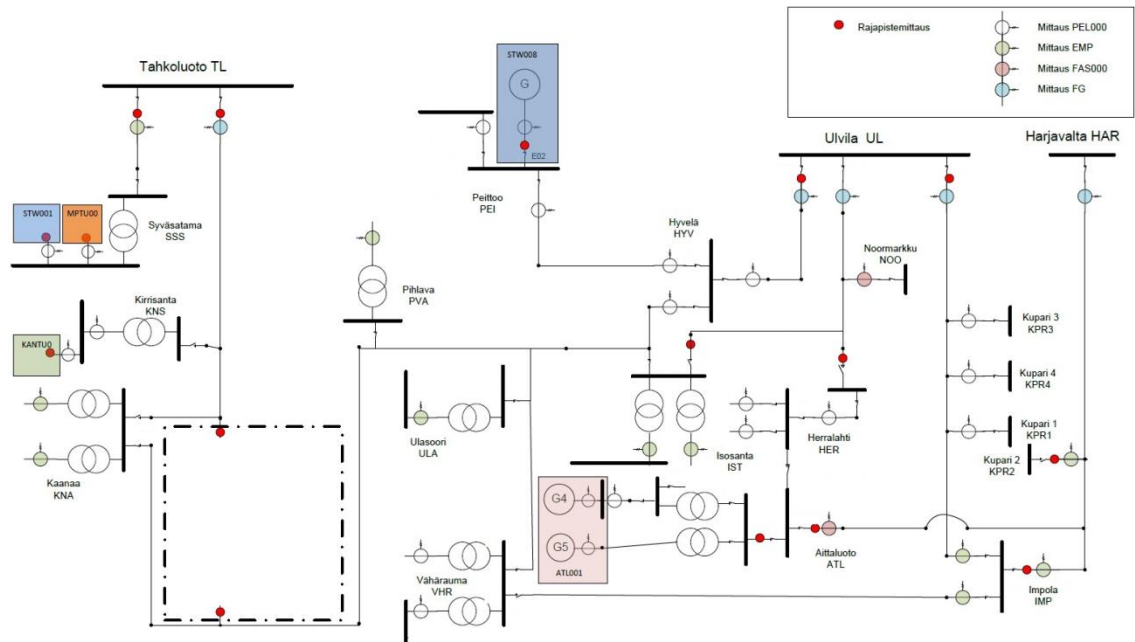


*Kuva 15. PESV:n verkkoalue uudessa taseselvitysmallissa.*

Kuvassa 15 punaiset pisteet ovat rajapistettä muiden verkkoalueiden kanssa. Kuvasta huomataan myös, että kuvassa 11 esitetyt tuotantolaitokset sekä Vuorikemian (Kemira) alue ovat jääneet pois, koska niistä tehdään omat tuotanto- ja teollisuusverkkonsa. Tuotanto- ja teollisuusverkkojen määrittäminen on esitetty seuraavissa kappaleissa.

## Tuotantoverkkojen määrittäminen

Tuotantolaitoksista muodostetaan omat verkkoalueensa PESV:n jakeluverkon sisälle. PESV:n verkkoalueeseen liittyy 5 eri tuotantolaitosta, jotka ovat Aittaluodon voimalaitos (ATL001), Kansallistuuli Oy:n Hilskanssaari wind farm (KANTU0), Tuuliwatin Meri-Pori wind farm (STW001), Tuuliwatin Peittoon wind farm (STW008) sekä Meri-Porin tuulipuisto (MPTU00). Lisäksi PESV:n verkkoalueella on Porin Prosessivoima Oy:n voimalaitos Vuorikemian teollisuusverkossa, jota käsitellään myöhempanä. Kuvassa 16 on esitetty PESV:n verkkoalueeseen liittyvät tuotantoverkot.

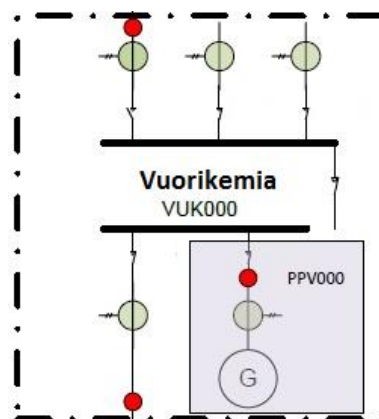


*Kuva 16. PESV:n verkkoalueeseen liittyvät tuotantoverkot.*

Kuvassa 16 punaisella merkityt pisteet ovat rajapisteitä toisten verkkoalueiden kanssa tai tuotantoverkkojen kanssa. Vuorikemian teollisuusalue on merkitty pisteiviivoin.

## Teollisuusverkkojen määrittäminen

Teollisuusverkkojen osalta PESV tarkastaa tapauskohtaisesti verkkoalueiden määrittämisen. Yhden mittauksen teollisuusalueet, kuten Pihlava ja Kupari 3, tulevat olemaan osana PEL000-verkkoaluetta. Useamman mittauksen teollisuusalueet, kuten Vuorikemia, tulevat muodostamaan oman teollisuusverkkoalueensa. Kuvassa 17 on esitetty Vuorikemian teollisuusverkkoalue.



*Kuva 17. Vuorikemian teollisuusverkkoalue.*

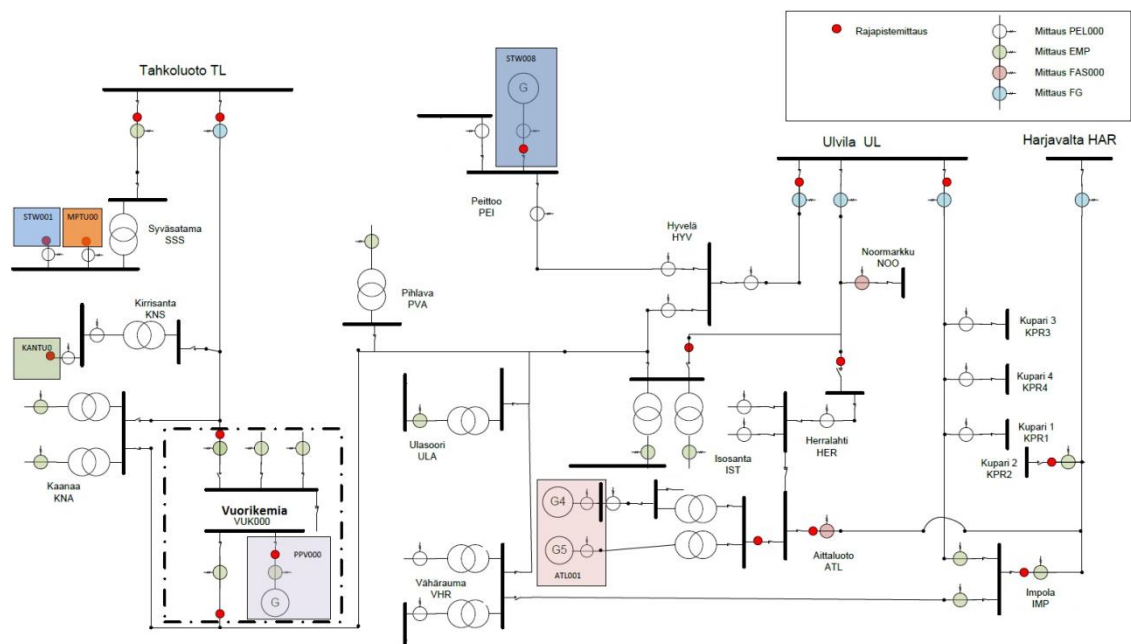
Kuvassa 17 punaisella merkityt pisteet ovat rajapisteitä toiselle verkkoalueelle, eli tässä tapauksessa PESV:n jakeluverkkoalueelle. Kuvasta nähdään, että Vuorikemian (VUK000) teollisuusverkon sisällä on Porin Prosessivoima Oy:n (PPV000) tuotantolai-



tos, josta on muodostettu oma tuotantoverkkoalueensa (PPV000). Tämä ei koske kuitenkaan PESV:ä, koska se ei liity suoraan PESV:n jakeluverkkoalueeseen.

## Rajapistemittausten ja raportointivastuiden määrittäminen

Tärkeä osa verkkoalueiden suunnittelua on rajapistemittausten selvittäminen muihin jakeluverkko- ja mittausalueisiin nähden ja niiden rajapistesummien laskeminen sekä raportointivastuiden määrittäminen muiden mittausvastuullisten osapuolien kanssa. PESV on päättänyt, että molemmat osapuolet toimittavat rajapistesummat. Näin varmistetaan siitä, että mittauksiedot ovat molempien käytettävissä oikein. Kuvassa 18 on esitetty PESV:n jakeluverkkoalue ja siihen kuuluvat mittausalueet. Varasyötöt on jätetty kuvasta pois.



**Kuva 18.** PESV:n jakeluverkkoalueen mittausaluejako.

Kuvassa 18 punaisella merkityt pisteet kuvaavat kaikkia PESV:n jakeluverkkoalueella olevia rajapistemittauksia. Vuorikemian teollisuusverkkoalue on reunustettu pisteviivauksella. Raportointivastuiden määrittäminen tapahtuu tapauskohtaisesti. Raportointivastuu on määritettävä jakeluverkkoalueella erikseen sähkön vähittäismyyjien kulutukselle sekä rajapistemittaussummille ja yksittäisille rajapistemittauksille. Tuotantoverkkojen kohdalla raportointivastuu on määritettävä tuotantosuunnitelman, tuotanto- ja kulutus-aikasarjojen sekä rajapistemittaussummien ja yksittäisten rajapistemittausten osalta. Teollisuusverkkojen kohdalla raportointivastuu on määritettävä tuotanto- ja kulutus-aikasarjojen sekä rajapistemittaussummien ja yksittäisten rajapistemittausten osalta. Rajapistemittaussummat toimitetaan eSett:lle ja yksittäiset rajapistemittaukset toimitetaan Fingridille. Seuraavassa käydään läpi esimerkin avulla PESV:n jakeluverkkoalueen ja Aittaluodon tuotantoverkkoalueen raportointitietojen vastuumäärittelyt. Lisäksi Vuori-

kemian teollisuusverkkoalueen vastuumäärittelyä käsitellään lyhyesti. Loppujen tuotantoverkkoalueiden vastuumäärittelyt on esitetty liitteessä 1.

PEL000 jakeluverkkoalueen tasevastaavana toimii Pori Energia, joka vastaa myös verkkoalueen tasepoikkeamasta. Mittausvastuullisena osapuolena ja verkkoalueella toimivien sähkön vähittäismyyjien raportointivastaavana toimii PESV. Myös rajapistemittaussummien raportointivastaavana toimii PESV. Rajapistesummaa on kaikkiaan 11 kappaletta. Taulukossa 14 on esitetty esimerkin avulla Ulvilan kantaverkkoliittymän rajapistesumman sekä yksittäisten rajapistemittausten määrittelyt.

**Taulukko 14.** *Ulvilan kantaverkkoliittymän rajapistemittaussumman ja yksittäisten rajapistemittausten määrittelyt.*

<b>Rajapistemittaussummat muihin verkkoalueisiin</b>	<b>Verkko-alueelta</b>	<b>Verkko-alueelle</b>	<b>Raportointivastaava</b>	<b>Lähtettäjä</b>	<b>Vastaanottaja</b>
FI_PEL000_KV0000_SUM	PEL000	KV0000	PEL000	PEL	eSett
<b>Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset mittaukset</b>	<b>Verkko-alueelta</b>	<b>Verkko-alueelle</b>	<b>Raportointivastaava</b>	<b>Lähtettäjä</b>	<b>Vastaanottaja</b>
FI_UL_P_E04_S	PEL000	KV0000	FG	FG	FG
FI_UL_P_E04_U	KV0000	PEL000	FG	FG	FG
FI_UL_P_E09_S	PEL000	KV0000	FG	FG	FG
FI_UL_P_E09_U	KV0000	PEL000	FG	FG	FG

Kaikkiin Suomessa oleviin sanomaliikennekoodeihin lisätään eteen kirjaimet FI. Toisen rivin ensimmäisessä sarakkeessa on esitetty rajapistemittaussumman sanomaliikennekoodi FI\_PEL000\_KV0000\_SUM. PEL000 tarkoittaa PESV:n jakeluverkkoaluetta ja KV0000 Fingridin kantaverkkoa. Kyseisen rajapistemittaussumman raportointivastaavana toimii PESV ja lähettäjä toimii PE. Tiedot raportoidaan eSett:lle. FI\_UL\_P\_E04\_S tarkoittaa Ulvilan sähköaseman 110 kV:n kiskon kentän 04 lähtevää pätötehoa. UL on sähköaseman tunnus, P tarkoittaa pätötehoa, E04 tarkoittaa 110 kV:n kiskon kenttää 04 ja S tarkoittaa mittauksen suuntaa. Mittauksen suunta katsotaan mitattavan jännitetaso kiskoston tai verkon kannalta. Eri jännitetasoille on määritetty myös omat kirjaintunnuksensa, jotka on lueteltu taulukossa 15.

**Taulukko 15.** Sanomaliikennekoodeissa käytettävien jännitetasojen kirjainlyhenteet.

<b>Kirjaintunnus</b>	<b>Jännitetaso (kV)</b>
C	400
D	220
E	110
F	66
G	45
H	30
J	20
K	10
L	6
M	3
N	< 1

Seuraavassa on esitetty Aittaluodon tuotantoverkkoalueen rajapistemittausten ja raportointivastuiden määrittäminen.

Aittaluodon tuotantoverkkoalueen tunnus on ATL001. Verkkoalueen tasevastaavana ja mittausvastuullisena osapuolena toimii PEL, joka vastaa myös verkkoalueen tasepoikkeamasta. Tuotantosuunnitelman sanomaliikennekoodi on muotoa FI\_PVOM\_P01ATL001\_PLAN\_CHP, missä PVOM (PVO Power Management Oy) tarkoittaa sähkökauppa- ja tasehallintapalveluita Pohjolan Voiman ja sen osakkaiden omistamille voimalaitoksille tuottavaa osapuolta, P01ATL001 Aittaluodon voimalaitoksen kiskossa 1 mitattua pätötehoa, PLAN tuotantosuunnitelmaa ja CHP tuotantomuotoa. Tuotantosuunnitelman lähettäjänä toimii myös PVOM. Tuotanto- ja kulutusaikasarjojen raportointivastaavana toimii PEL ja lähettäjänä toimii Empower. Taulukossa 16 on esitetty Aittaluodon voimalaitoksen rajapistesumman sekä yksittäisten rajapistemittausten määrittelyt.

**Taulukko 16.** Aittaluodon voimalaitoksen rajapistesumman sekä yksittäisten rajapistemittausten määrittelyt.

<b>Rajapistemittaus- summat muihin verkkoalueisiin</b>	<b>Verkko- alueelta</b>	<b>Verkko- alueelle</b>	<b>Raportointi- vastaava</b>	<b>Lähet- tämä</b>	<b>Vastaan- ottaja</b>
FI_ATL001_PEL000_SUM	ATL001	PEL000	PEL	EMP	eSett
<b>Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset mittaukset</b>	<b>Verkko- alueelta</b>	<b>Verkko- alueelle</b>	<b>Raportointi- vastaava</b>	<b>Lähet- tämä</b>	<b>Vastaan- ottaja</b>
FI_ATL_P_J13_S	ATL001	PEL000	PEL000	EMP	FG
FI_ATL_P_K01_U	ATL001	PEL000	PEL000	EMP	FG
FI_ATL_P_J12_S	PEL000	ATL001	PEL000	EMP	FG
FI_ATL_P_J16_U	PEL000	ATL001	PEL000	EMP	FG
FI_ATL_P_L14_U	PEL000	ATL001	PEL000	EMP	FG
FI_ATL_P_N01_U	PEL000	ATL001	PEL000	EMP	FG
FI_HER_P_J21_U	PEL000	ATL001	PEL000	EMP	FG

Taulukossa 16 esiintyvät J13, K01, J12, J16, L14, N01 ja J21 ovat lähtöjen lyhenteitä. Sanomaliikennekoodit muodostetaan samalla tavalla kuin aiemmin esitetystä PESV:n jakeluverkkoalueen tapauksessa. Seuraavaksi on esitetty Vuorikemian teollisuusalueen rajapistesumman sekä yksittäisten rajapistemittausten määrittelyt.

Vuorikemian teollisuusverkkoalueen tunnus on VUK000. Verkkoalueen tasevastaavana ja mittausvastuullisena osapuolena toimii PEL, joka vastaa myös verkkoalueen tasepoikkeamasta. Vaikka teollisuusverkkoalueen sisällä on tuotantolaitos, niin se ei liity PESV:n raportointiin mitenkään. Voimalaitos kuuluu Porin Prosessivoima Oy:lle (PPV), joka vastaa myös tuotantosuunnitelmasta. Teollisuusverkon kulutusaikasarjan raportointivastaavana toimii PEL ja lähettäjänä Empower. Rajapistemittaussummia alueella on kaksi, jotka käsittävät PPV:n ja PEL000 välisen rajapisteen sekä VUK000 ja PEL000 välisen rajapisteen. Yksittäisten rajapistemittausten määrittäminen tapahtuu samalla tavalla kuin PESV:n jakeluverkkoalueen ja Aittaluodon tuotantoverkkoalueen tapauksessa.

## 5.4 Tietojärjestelmämuutokset

Tietojärjestelmien rooli sekä nykyisessä että yhteispohjoismaisessa taseselvitysmallissa on merkittävä tietojen raportoinnin ollessa pitkälti automatisoitua. Yhteispohjoismaisesta taseselvitysmalliin siirtyminen tuo kuitenkin muutoksia käytettävissä oleviin tietojärjestelmiin. PESV käyttää Enoron toimittamaa energiatiedonhallintajärjestelmä Genelistä taseselvitykseen vaadittavien toimenpiteiden suorittamiseen. Taseselvitysmallin

käyttöönottoon liittyvä tietojärjestelmäprojekti käynnistettiin tammikuussa 2015 ja tietojärjestelmän päivitys tapahtui kesäkuussa 2015. Uusien toiminnallisuuksien konfigurointi ja käyttöönotto jatkuu aina uuden taseselvitysmallin voimaantuloon asti. Versiopäivitykseen tullaan sisällyttämään myös verkostohäviöiden laskentatoiminnallisuus.

Projektiin sisältyy runsaasti testauksia, joista merkittävin ajoittuu viikoille 46-47, jolloin verkkoyhtiöt toimittavat viikon 39 mittaukset eSett:lle samoin kuten uudessa taseselvitysmallissa tullaan toimittamaan. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että PESV:n on saatava järjestelmänsä tähän mennessä lähes toimintakuntoon, jotta testauksesta saadaan riittävä hyöty.

Generiksen yhteis pohjoismaisen taseselvitysmallin toiminnallisuuksien lisäksi tulee varmistua, että järjestelmän tietosisältö on yhdenmukainen tulevan mallin kanssa. Enoron suorittaman yhteensopivuustarkastelun eli gap-analyysin tuloksena saadaan lista korjattavista asioista. Korjaukset liittyvät rakennetietoihin, laskentoihin sekä raportointiin. Kappaleissa 5.4.1, 5.4.2 sekä 5.4.3 on käyty gap-analyysin tuloksia tarkemmin läpi.

### 5.4.1 Muutokset rakennetietoihin

Rakennetietojen tarkastelu suoritettiin erilaisten hakukoneiden avulla, jotka etsivät poikkeavuuksia vastaanotetuista tai syötetyistä tiedoista verrattuna oletuksiin. Havaitut poikkeavuudet on jaoteltu kolmeen eri kategoriaan, jotka ovat NOK, FOK ja OK. Termien selitykset on esitetty taulukossa 17.

*Taulukko 17. Gap-analyysin avulla havaittujen poikkeavuuksien kriittisyystasoa kuvaavat termit.*

Termi	Selitys
NOK	Poikkeavuus merkittävä, vaatii korjauksen
FOK	Poikkeavuus tarkastettava, ei vaadi välitöntä korjausta
OK	Ei korjattavaa

Kaikkiaan analyysi löysi 49 kappaletta NOK -havaintoja, 6 kappaletta FOK -havaintoja ja 44 kappaletta OK -havaintoja. Rakennetiedon ongelmat voidaan vielä jakaa kuuteen tarkentavaan osaan. Näitä osia ovat yleiset havainnot, tuntimitatut käyttöpaikat, profiimitatut käyttöpaikat, pientuotantokäyttöpaikat, tuotantoyksiköt ja rajapistemittaukset.

Rakennetiedon ongelmat liittyvät hyvin usein PESV:n eri järjestelmien keskinäiseen tiedonvaihtoon. Tietoa siirtyy integraatioiden kautta järjestelmästä toiseen suuria määriä ja tiedot eivät aina ole yhteensopivia keskenään. Eri virhetapauksia on selvitetty PESV:ssä jo vuosia, mutta edelleen yksittäisiä virheellisiä tapahtumia nousee esiin aika ajoin. Ongelmia voivat aiheuttaa myös virheet integraatioissa tai itse järjestelmissä, jol-

loin tieto ei kulkeudu järjestelmärajapinnoista eteenpäin. Enoro edellytti toimenpideohjeissaan gap-analyysissä esille nousseiden epäkohtien yksityiskohtaista läpikäymistä, jotta versiopäivitys onnistuu.

### 5.4.2 Muutokset laskentoihin

Yhteispohjoismainen taseselvitysmalli tuo muutoksia taselaskentaan, koska taseikkunan pituus muuttuu ja taseen laskentalogiikkaan tulee muutoksia. Uudessa taseselvitysmallissa taseikkuna on 13 päivää, kun vanhassa mallissa se oli 14 päivää. Vanhassa taseselvitysmallissa tuntimitattu- ja profiilikulutus summattiin yhteen ja tästä voitiin vähentää pientuotannon osuus, jonka jälkeen summa toimitettiin Fingridille, kun taas yhteispohjoismaisessa taseselvitysmallissa tuntimitatut- ja profiilikulutustiedot lähetetään erikseen summattuina eSett:lle verkkoalueittain ja myyjäkohtaisesti. Lisäksi uudessa mallissa tuntimitattu pientuotanto summataan tuntimitatun kulutuksen kanssa yhteen, mutta jos myyjän pientuotanto ylittää sen kulutuksen, tulee se raportoida erikseen.

Gap-analyysin perusteella PESV:n laskennat ovat hyvällä tasolla. Analyysin mukaan tuntimitattujen arvojen taselaskenta, profiilimitattujen arvojen taselaskenta sekä tasevirheiden laskenta ovat standardin edellyttämällä tasolla ja ainoa konfiguraatioihin muutosta aiheuttava asia on taseikkunan pituuden muutos. Yhteispohjoismaisen taseselvitysmallin käyttöönoton jälkeen tuntisummat lähetetään eSett:lle toisena päivänä toimituspäivästä ennen kello 11 ja lähetys ei saa sisältää puuttuvia tietoja. Tästä syystä tunti-tehojen arviointi tulee suorittaa ennen tätä ja järjestelmä on ajastettava niin, että vaatimus täyttyy. Verkostohäviöiden laskennan osalta analyysi osoitti, että laskentaa ei ole toteutettu oletuksen mukaisesti aikasarjamallin avulla eikä tulossarjaa ole nimetty oletuksen mukaisesti.

### 5.4.3 Muutokset raportointiin

Yhteispohjoismaisessa taseselvitysmallissa eSett:lle toimitettavien tietojen toimitus toteutetaan uudella sanomaformaattilla, XML:llä. Tämä toiminnallisuus saadaan järjestelmiin versiopäivityksen myötä. Analyysin mukaan PESV:n markkinaviestit ja kuittaukset niille oikeutetuille osapuolille toimivat standardin mukaisesti. Verkkohäviön raportoinnissa havaittiin puutteita, jotka tulee tarkastaa. Häviölaskentaan on paneuduttu ja sen toimintakuntoon saaminen on toinen tämän diplomityön tavoitteista.

## 5.5 Toimintamuutokset

Yhteispohjoismaiseen taseselvitysmalliin siirtyminen tuo muutoksia verkkoyhtiöiden toimintatapoihin ja teettää lisätöitä niiden henkilöstölle. Lisätyöt liittyvät rakenteellisten tietojen lähettämiseen eSett:lle, Online Servicen käyttämiseen sekä mittaustietojen valvontaan. Seuraavassa on käsitelty näitä asioita tarkemmin.

### 5.5.1 Rakenteellisten tietojen lähettäminen ja päivittäminen eSett:lle

Rakenteelliset tiedot ovat erittäin tärkeä kokonaisuus taseselvityksen suorittamisessa. Rakenteellisilla tiedoilla tarkoitetaan markkinaosapuolten yhteyksiä toisiinsa. Rakenteellisten tietojen lähettäminen ja päivittäminen on jokaisen markkinaosapuolen vastuulla. eSett tarjosi verkkosivuillaan markkinaosapuolikohtaisen rakennetietolomakkeen, jonka avulla tiedot vietiin eSett:n järjestelmiin. Tietojen lähettäminen toteutetaan aluksi kahdessa osassa siten, että ensimmäisen osan tietojen tuli olla lähetettynä eSett:lle 12.6.2015 mennessä ja toinen osa 31.8.2015 mennessä. Tietojen onnistunut lähettäminen on edellytyksenä sille, että markkinaosapuoli voi osallistua viikon 39 taseselvityksen pilotointiin ja myöhemmin lokakuussa alkavalle operationaaliselle testausjaksolle. Mikäli osapuoli ei onnistu rakenteellisten tietojen lähettämisessä määräajassa, on sen lisättävä tiedot myöhemmin Online Servicen verkkopalvelun kautta. [4]

Rakennetietolomakkeita oli kaksi, joista ensimmäisessä kysyttiin perustietoja yrityksestä sekä ensimmäisen Online Service verkkopalvelun pääkäyttäjän nimeä ja tietoja [41]. Toisessa lomakkeessa kysyttiin tarkemmin yleisiä tietoja verkkoyhtiöstä sekä tietoja siitä myyjästä, jonka kanssa verkkoyhtiöllä on sopimus tasepoikkeaman sähkön myynnistä. Lisäksi lomakkeessa tuli ilmoittaa tiedot jokaisesta tuotantoyksiköstä ja myyjästä verkkoyhtiön verkkoalueella. [6]

Rakenteellisten tietojen päivittäminen tapahtuu eSett:n Online Servicen kautta. Handbookissa on julkaistu määräajat, joihin mennessä rakenteellisten tietojen tulee olla ajan tasalla ennen toimitustuntia. [28] PESV:ä koskevat määräajat on lueteltu taulukossa 18.

**Taulukko 18.** Määräajat rakenteellisten tietojen päivittämiselle. [28]

Rakenteellinen tieto	Vastuullinen taho	Määräaika (pv ennen)
Kulutuspisteet	PESV	3
Tuotantopaikat	PESV	3
Verkkoalueen määrittäminen	Fingrid / PESV	14

Handbookissa verkkoalueen määrittämisen vastuutahoksi on lueteltu ainoastaan Fingrid, mutta todellisuudessa Fingrid ja PESV määrittävät verkkoalueet yhdessä. Kulutus pisteiden ja tuotantopaikkojen päivittämisessä on otettava huomioon myös, että niihin liittyvät myyjät on hyväksytty toimimaan sähkömarkkinoilla ja heillä on tasevastuusopimus solmittuna tasevastaavan kanssa. Lisäksi tuotantoyksikön tulee olla rekisteröity eSett:n järjestelmään.

Rakenteellisten tietojen päivittäminen tulee olemaan merkittävä osa uutta yhteispujoisista taseselvitysmallia. Päivittämisestä on luotava oma prosessinsa, jotta markki-

nayhteydet toisiin alan toimijoihin pysyvät ajantasaisina. Ainakin aluksi esimerkiksi PESV:n verkkoalueelle tulevien uusien sähkön vähittäismyyjien tiedot ja tunnukset on päivitettävä Online Servicen kautta käsin.

### 5.5.2 Verkkopalvelu Online Servicen käyttäminen

eSett:n pääasiallinen tiedonvaihtokanava sähkömarkkinaosapuolten kanssa on verkkopalvelu Online Service. Verkkopalvelu avataan lokakuun 2015 alussa. Verkkopalvelu on jaettu julkiseen ja yksityiseen osioon. Julkisessa osiossa julkaistaan kaikille osapuolille saatavilla olevaa tietoa, joka pitää sisällään yleistä tietoa taseselvitykseen ja markkinaosapuoliin liittyen. Rajattu yksityinen alue keskittyy markkinaosapuolten yksityiskohtaisiin tarpeisiin ja tarjoaa kaiken sen tiedon mikä liittyy näiden taseselvitykseen. Verkkopalvelun tarjoamat toiminnallisuudet verkkoyhtiöille ovat:

- Yhteystietojen hallinta
- Rakenteellisten tietojen rekisteröinti, päivittäminen ja sulkeminen
- Taseselvitystietojen lataaminen, muuttaminen ja katsominen (aikasarjat, tasera-portti, tuotantosuunnitelmat, reservit ja verkkoalueiden tasevirheet)
- Nykyisten ja historiallisten rakenteellisten tietojen katselu
- Verkkoalueiden rajapistesummien raportointi ja päivittäminen aikaikkunan sisällä
- Suorituskykymittareiden monitorointi ja niihin liittyvän tiedon katselu.

Vielä on hieman epäselvää, kuinka paljon Online Service tulee työllistämään PESV:n henkilöitä, mutta lisätyötä se tuo varmasti. Lisätyötä tuovat tietojen tarkastaminen, päivittäminen ja korjaaminen Handbookin vaatimusten mukaisesti. [28] Osana palvelutoimintaansa eSett ylläpitää ja päivittää Internet-sivuilleen, [www.esett.com](http://www.esett.com), asiakkailleen ajankohtaisia ja tarpeellisia tietoja.

### 5.5.3 Mittaustietojen valvonta

Yhteispohjoismaisessa taseselvitysmallissa verkkoyhtiöiden vastuu kasvaa mittaustietojen raportoinnin ja oikeellisuuden suhteen. PESV:llä on käytössään erilaisia mittalaitteita ja toimintajärjestelyitä, joista jokainen vaatii erilaisen valvontajärjestelmän. Valvontaprosessi koostuu vian havaitsemisesta, analysoinnista, poistamisesta sekä tehdyn työn kuittaamisesta. Seuraavassa on kuvattu PESV:ssä käytössä olevien mittalaitteiden ja palvelutoimittajien tuottamien mittaustietojen valvontaprosessit sekä arvioitu ovatko nämä yhteispohjoismaisen taseselvitysmallin edellyttämällä tasolla. Lisäksi on kuvattu poikkeavien verkon käyttötilanteiden havaitseminen häviösähködatatyökalun avulla. Häviösähködatatyökalu on kuvattu tarkemmin kappaleessa 6.2.1.



## Häviösähködatatyökalun käyttäminen mittaustietojen valvonnassa

Häviösähködatatyökalun avulla voidaan havaita verkossa tapahtuvat poikkeavat käyttötilanteet. Poikkeava käyttötilanne voi olla esimerkiksi mittalaitteettoman varasyötön kytkeminen päälle siten, että tieto siitä ei kulkeudu taseesta vastaavalle henkilölle. Tilanne havaitaan työkalusta silmämääräisesti korkeampana häviöprosenttina viimeistään seuraavana päivänä kyseisestä tapahtumasta, kun häviösähködata on päivittynyt sivulle. Häviösähködatatyökalun käyttäminen mittaustietojen valvonnassa vaatii henkilön, joka tarkastaa kaavion säännöllisesti, havaitsee poikkeavuuden ja ilmoittaa siitä taseesta vastaavalle henkilölle. Tämän jälkeen taseesta vastaavan henkilön on aloitettava selvitys poikkeavuuden selvittämiseksi yhdessä verkon käytöstä vastaavan henkilön kanssa ja tehtävä tarvittavat toimenpiteet. Tämä kaikki on tapahduttava uuden entistä lyhyemmän taseikkunan sisällä.

### Aidon

Aidonin mittariluennan onnistumista seuraa Soneran luentapalvelu. Jos mittalaitteen luenta ei onnistu, seuraa tästä luentahälytys, jonka Sonera pyrkii ratkaisemaan tietojärjestelmien kautta etäyhteydellä Aidonin kanssa. Luentahälytysten pohjalta Sonera kokoaa listan kohteista, jotka vaativat selvittelyä. Selvityksen perusteella käyttöpaikat jaetaan neljään kategoriaan, jotka ovat pääkytkinkohteet, turhat hälytykset, hälytyssulkukohteet sekä ylläpitotyöpyyntökohteet. Pääkytkinkohteet ovat kohteita, joissa asiakas katkaisee talonsa energiansyötön suoraan pääkytkimestä eikä mittalaitteesta. Turhat hälytykset ovat sellaisia hälytyksiä, joista ongelma on jo poistunut. Hälytyssulkukohteet ovat kohteita, joista tiedetään, että mittariluenta ei onnistu jonkin ohimenevän olosuhteen tai toimenpiteen vuoksi. Tällaisia olosuhteita tai toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi jonkin kohteen saneeraustyöt. Hälytyssululla varmistutaan siltä, että kohteeseen ei tehdä turhia ylläpitokäyntejä luennan epäonnistumisen vuoksi. Ylläpitotyökohteet ovat kohteita, jotka vaativat asentajan käymistä kohteessa tarkastamassa mittalaitteen tilan. Selvityslistan läpikäynnin jälkeen on erittäin tärkeää kuitata tehdyt toimenpiteet, jotta kyseiset kohteet palautuvat Soneran luentapalvelun seurantaan. [26]

Aidonin toimittamien mittaustietojen valvonta ja hallinta sekä reagointikyky havaittuihin virheisiin on PESV:ssä riittävällä tasolla.

### Landis+Gyr

Landis+Gyr -mittalaitteiden mittaustietoja valvotaan alueverkon- ja sähköasemamittausten avulla. Käytännössä tämä tarkoittaa häviösähködatatyökalun avulla tehtyä valvontaa. Landis+Gyr -käyttökohteet ovat suuria, joten mittaustietojen puuttuminen näkyy selvästi suurempana häviömääränä.

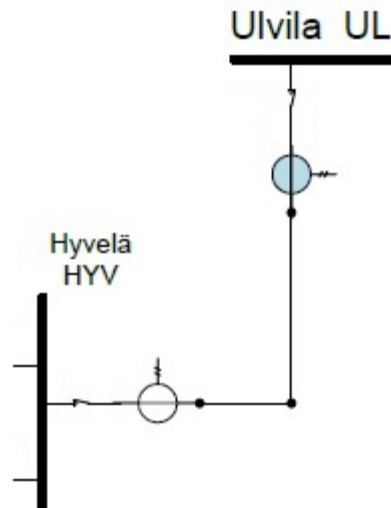
Landis+Gyr -mallit MT30E, MT40 ja 120Lt/-10NV tullaan vaihtamaan seuraavan vuoden aikana Aidonin mittalaitteiksi ja samalla näiden mittaustietojen valvonta siirtyy Soneralle. Kaikkia Landis+Gyr -mittalaitteita ei pystytä vaihtamaan Aidonin mittalaitteiksi, koska niiden mittaamien loppukäyttäjien kulutukset ovat niin suuria, että Aidonilta ei löydy sopivaa mittalaitetta tai ne ovat hankalasti vaihdettavissa. Jäljelle jäävien Landis+Gyr -mittalaitteiden osalta on mietittävä PESV:lle tehokkainta valvontatapaa. Vaihtoehtoina ovat loppujen mittalaitteiden luennan siirtäminen Soneran palveluun tai AIM -luentapalvelun ja Generiksen välisen AIMIA -rajapinnan käyttöönotto, jolloin mittareiden luenta ja valvonta jäisi PESV:lle.

### **Empowerin hallinnoimat mittalaitteet**

PESV:n jakeluverkossa on huomattava määrä Empowerin omistamia mittalaitteita, joista Empower toimittaa tiedot PESV:lle. Empower toimittaa mittaustietoja ja tasehallintapalvelua myös Pori Energia Oy:n sähkön myyntiyksikölle reaaliaikaisten mittausten avulla. Palvelutoimittajana Empower ylläpitää ja tarkastaa omistamansa mittalaitteet ja valvoo itse mittaustietojen oikeellisuutta, mutta mittausrvirheiden havaitsemisesta tulisi sopia tarkemmin puite- ja palvelusopimuksissa. Sopimukset tulisi päivittää ja niihin tulisi kirjata toimittajan velvollisuudeksi seurata ja raportoida mittaustiedot ja esille tulleet virheet. Tämän jälkeen toimittajan tulisi ryhtyä välittömästi toimiin virheen poistamiseksi yhteistyössä PESV:n kanssa.

### **Fingridin ja Carunan rajapistemittaukset**

PESV:n jakeluverkkoa koskevia mittauksia ovat myös rajapistemittaukset Fingridin ja Carunan kanssa. Mittausvastuu näissä pisteissä on Fingridillä ja Carunalla, mutta PESV:n on valvottava myös niiltä saatua tietoa. Valvonta tapahtuu vertaamalla saatua tietoa PESV:n omien mittalaitteiden tietoihin. Kuvassa 19 on havainnollistettu Fingridiltä vastaanotetun mittaustiedon valvontaprosessi esimerkkitapauksen avulla.



**Kuva 19.** Fingridiltä vastaanotetun mittaustiedon valvonta.

Kuvassa 19 sinisellä merkitty mittalaitteisto on Fingridin omistama ja valkoisella merkitty on PESV:n omistama. Tässä kyseisessä esimerkkitapauksessa Fingridiltä vastaanotettua mittaustietoa verrataan PESV:n omalla mittalaitteella mitattuun energiamäärään, josta vähennetään laskennalliset häviöt. Vertauksen avulla selvitetään onko Fingridin ilmoittama mittaustieto oikein.

Carunan ilmoittamien mittaustietojen valvonta tapahtuu samoin periaattein kuin edellä mainitussa Fingridin tapauksessa, mutta laskennat ovat hieman monimutkaisempia. Fingridin ja Carunan toimittamien rajapistemittaustietojen osalta voidaan todeta, että valvontaprosessi on tehokas ja riittävä yhteispohjoismaisen taseselvitysmallin vaatimiin ehtoihin.

## 6. HÄVIÖSÄHKÖKÄYRÄN MÄÄRITTÄMINEN TUNTIMITTAUSTIETOJEN AVULLA

Pori Energia Sähköverkot Oy on saavuttanut verkkoalueellaan kattavan tuntimittauksen, mikä tarkoittaa sitä, että verkkoalueen häviösähkökäyrä on tarkasti määritettävissä. Tämä mahdollistaa PESV:n häviösähkön hankinnan kehittämisen kustannustehokkaampaan suuntaan. Sähkömarkkinalain artiklassa 23 § verkkoyhtiötä veloitetaan hankkimaan sähköverkkonsa häviöenergia sekä sähköverkkonsa käyttöä palveleva varavoima avointen, syrjimättömien ja markkinapohjaisten menettelyjen mukaisesti. Energiavirasto valvoo verkkoyhtiöiden häviösähkön hankintaa kyselyin ja selvityksin. Myös yhteispujoismaisessa taseselvitysmallissa verkkoyhtiötä veloitetaan raportoimaan verkkoalueensa häviöt tuntikohtaisesti.

PESV:n verkkoalueen tarkat mittaustiedot löytyvät marraskuusta 2014 saakka, koska tällöin Ulvilan sähköasema otettiin mittauksineen käyttöön. Tätä ennen Fingridin omistaman kantaverkon kautta luovutettu energia PESV:n verkkoalueelle mitattiin Raumalla ja tämä aiheutti epätarkkuutta tietoihin, koska energiamäärän arvo jouduttiin määrittämään laskennallisesti. Toinen etenkin sähköasemakohtaista häviösähkölaskentaa parantanut toiminnallisuus oli GOF-rajapinnan (Generis Object Field) käyttöönotto 8.2.2015. GOF on asiakastietojärjestelmä Forumin ja mittaustietokanta Generiksen ohjelmarajapinta, jolla siirretään Generikseen lisätietoja, joihin kuuluu muun muassa loppuasiakkaan sähköliittymän muuntamotieto. Seuraavassa on kuvattu tarkemmin häviösähkökäyrän määrittämisprosessi.

### 6.1 Lähtötilanne

PESV on käyttänyt häviösähkön hankinnassaan hyväksi Kimmo Kuisman tekemää diplomityötä: ”Sähköverkon häviöiden mallintaminen ja häviösähkön hankinta” [21]. Työssään Kuisma määrittäi PESV:n verkkoalueen häviöt käyttämällä apuna mittaustietoja, verkkotietojärjestelmää ja Energiamarkkinavirastolle, nykyiselle Energiavirastolle, tilaustyönä tehtyä häviölaskentamallia. Kuisman laskennan perusteella PESV:n verkon häviöt olivat vuonna 2006 yhteensä noin 30,8 GWh, mikä tarkoittaa 3,1 % verkkoon syötetystä kokonaisenergiasta. Työn perusteella päätettyä häviösähköprosenttia on tarkistettu ja päivitetty vuosittain ottaen huomioon kuormitusvirran kasvu, kokonaissiirtomäärän lisääntyminen ja muut asiaan vaikuttavat tekijät.

## 6.2 Häviösähkökäyrän määrittäminen

Tuntikohtaisen häviösähkökäyrän määrittäminen edellyttää, että jakeluverkon tuotantolaitokset, loppukäyttäjät ja verkon rajapisteet ovat tuntimittauksen piirissä. PESV on saavuttanut verkkoalueellaan kattavan tuntimittauksen, joten häviösähkökäyrän määrittäminen tuntikohtaisesti on mahdollista. Laskenta itsessään on yksinkertainen, mutta suuren tietomäärän vuoksi laskenta on suoritettava energiatiedonhallintajärjestelmää käyttäen. PESV:ssä on käytössä mittaustietokanta Generis, jonka avulla suuria tietomääriä käsitellään ja häviösähkökäyrää lähdettiin määrittämään. Määrittämissä aikana tuntimittaustietojen visualisointia ja seuraamista varten kehitettiin myös häviösähködatatyökalu, joka on esitetty kappaleessa 6.2.1. Häviösähködatatyökalua käytettiin projektin aikana sähköasemakohtaisten häviöiden vertailuun. Tällä tavalla pyrittiin paikantamaan laskennoissa esiintynyttä virhettä. Tulevaisuudessa työkalua voidaan käyttää hyväksi mittaustietojen valvonnassa ja muulle PE:n henkilöstölle hyödyllisenä tiedotusvälineenä. Projektin tarkoituksena oli selvittää häviösähkökäyrä vuoden 2015 viiden ensimmäisen kuukauden osalta.

### 6.2.1 Häviösähködatatyökalu

Häviösähködatatyökalu on tehty Perl (Practical Extraction and Report Language) ohjelmointikielellä ja se käyttää MySQL relaatiotietokantaa. Web-pohjainen häviösähködatatyökalu suunniteltiin Generiksessä olevan tiedon vertailuun ja visualisointiin ajan suhteen, jotta PESV:n häviöistä saadaan tarkempi käsitys. Lisäksi häviösähködatatyökalu kehitettiin, jotta häviösähköprosentin laskeminen helpottuisi, koska Generis ei tunne prosentti käsitettä ja tiedon siirtäminen Excel-taulukkolaskentaohjelmaan on verrattain työlästä ja hidasta. Tiedot päivittyvät häviösähködatatyökaluun kerran päivässä. Kuvassa 20 on esitetty häviösähködatatyökalun käyttöliittymä.

#### HÄVIÖSÄHKÖDATATYÖKALU

Mikäli yksiköt eroavat (MW, %) tulee Data1 ja Data2 olla eri yksiköitä.

Alkupäivämäärä- ja aika	Loppupäivämäärä ja -aika	Data1	Data2	Data3	Nolla näkyvissä	Sama skaalaus	
<input type="text"/> 00:00	<input type="text"/> 00:00	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Lataa"/>

*Kuva 20. Häviösähködatatyökalun käyttöliittymä.*

Työkalun toiminnallisuudet saadaan näkyviin yllä olevista Data-valikoista. Työkalun vasemmassa laidassa on haettavan tiedon alkupäivämäärä ja -aika sekä loppupäivämäärä ja -aika. Lopuksi voi valita tiedon esitystavan siten, että nollakohta on näkyvissä tai kaikissa esitettävissä tiedoissa käytetään samaa skaalaa.

Kuvassa 21 on havainnollistettu häviösähködatatyökalulla esitettävissä olevat tiedot.

## HÄVIÖSÄHKÖDATATYÖKALU

Mikäli yksiköt eroavat (MW, %) tulee Data1 ja Data2 olla eri yksiköitä.

Alkupäivämäärä- ja aika	Loppupäivämäärä ja -aika	Data1	Data2	Data3	Nolla näkyvässä	Sama skaalaus	
	00:00				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lataa
<ul style="list-style-type: none"> <li>HERRALAHTI-consumption</li> <li>HERRALAHTI-loss-MW</li> <li>HERRALAHTI-loss-percentage</li> <li>HERRALAHTI-transfer</li> <li>IMPOLA-consumption</li> <li>IMPOLA-loss-MW</li> <li>IMPOLA-loss-percentage</li> <li>IMPOLA-transfer</li> <li>ISOSANTA-consumption</li> <li>ISOSANTA-loss-MW</li> <li>ISOSANTA-loss-percentage</li> <li>ISOSANTA-transfer</li> <li>KAANAA-consumption</li> <li>KAANAA-loss-MW</li> <li>KAANAA-loss-percentage</li> <li>KAANAA-transfer</li> <li>loss-MW</li> <li>loss-percentage</li> <li>LOTE-</li> <li>LOTE-</li> <li>month-avg-loss-percentage</li> <li>month-sum-total-consumption</li> <li>month-sum-total-loss-MW</li> <li>month-sum-total-transfer</li> <li>PEITTOO-consumption</li> <li>PEITTOO-loss-MW</li> <li>PEITTOO-loss-percentage</li> <li>PEITTOO-transfer</li> <li>total-consumption</li> <li>total-LOTE-</li> <li>total-LOTE-</li> <li>total-transfer</li> <li>transformer-base-loss</li> <li>transformer-load-loss</li> <li>transformer-loss-sum</li> <li>VAHARAUMA-consumption</li> <li>VAHARAUMA-loss-MW</li> <li>VAHARAUMA-loss-percentage</li> <li>VAHARAUMA-transfer</li> </ul>							

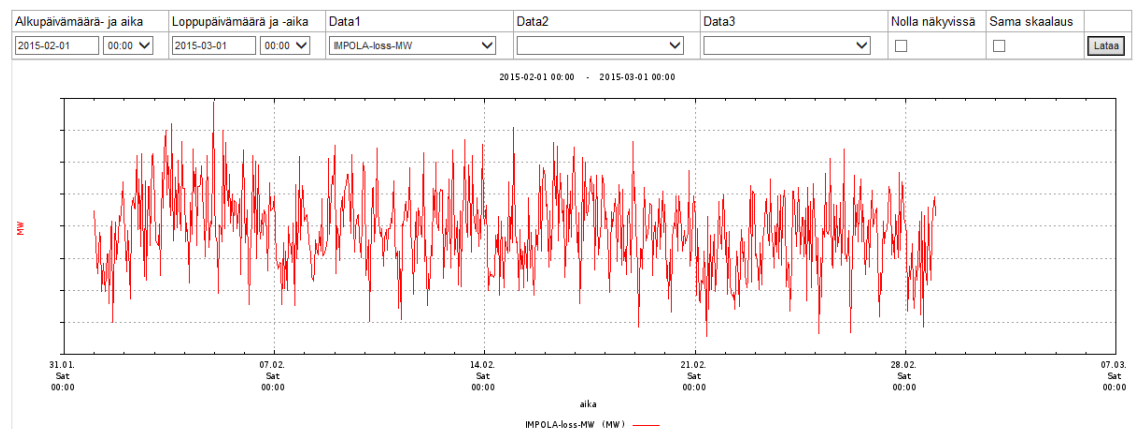
*Kuva 21. Häviösähködatatyökalun kautta näkyvät tiedot.*

Kuvassa 21 esiintyvät nimet Herralahi, Impola, Isosanta, Kaanaa, Peitto ja Vähärauma ovat sähköasemia. Näiden sähköasemien tiedoista voidaan katsoa niiden piirissä olevaa kulutusta, siirtoa, häviöitä ja häviöprosenttia. Lisäksi Data-valikoista voidaan katsoa koko verkon siirtoa, kulutusta, häviöitä, häviöprosenttia sekä loistehon määrää. Myös jakelumuuntamoiden tyhjäkäynti- ja kuormitushäviöitä on mahdollista tarkastella.

Kuvassa 22 on esitetty esimerkin avulla Impolan sähköaseman häviökäyrä helmikuussa.

## HÄVIÖSÄHKÖDATATYÖKALU

Mikäli yksiköt eroavat (MW, %) tulee Data1 ja Data2 olla eri yksiköitä.



*Kuva 22. Impolan sähköaseman häviökäyrä helmikuussa.*

Kuvasta 22 nähdään, että häviösähködatatyökalu tuottaa visuaalisen käyrän häviöistä. Lisäksi työkalu tuottaa tunti-kohtaiset arvot kustakin tietojoukosta käyrien alapuolelle aikasarjatunnisteineen.

Sähköasemakohtainen häviölaskenta ei toimi kaikkien sähköasemien kohdalta vielä, koska jakorajatiedot eivät ole kaikkien muuntamoiden osalta oikein. Generis-päivityksen yhteydessä tehtävät muutokset rakennetietoihin tulevat parantamaan kyseisiä laskentoja.

### 6.2.2 Mittausten tarkistus

Jotta häviösähkökäyrää voidaan pitää luotettavana, on varmistuttava siitä, että tuntimittauslaitteet mittaavat oikein. Kaikkien mittalaitteistojen osalta tämä ei ole mahdollista, mutta ainakin isojen kuluttajien ja tuotantolaitosten mittausten on oltava oikein asennettuja ja toimivia. Häviösähkökäyrän määrittämisprosessin aikana PESV:n verkossa suoritettiin mittalaitteistojen tarkastuksia, koska eräissä mittalaitteissa epäiltiin olevan vikaa. Osa näistä tarkastuksista osoitti, että mittalaitteet mittaavat oikein ja osa väärin. Väärin mittaavat ja teknisen käyttöikänsä loppupäässä olevat mittalaitteet vaihdettiin uusiin. Alle  $3 \times 63$  A:n käyttöpaikkojen mittalaitteistojen mittaustarkkuus voitiin olettaa hyväksi, koska mittalaitteistot oli asennettu pääosin vuosien 2011 – 2013 välisenä aikana. Asennetut mittarit olivat uusia standardinmukaisia mittalaitteita, jotka oli testattu ja kalibroitu tehtaalla. Osa alle  $3 \times 63$  A:n mittalaitteista on asennettu vielä tämän ajankohdan jälkeen.

Yli  $3 \times 63$  A:n käyttöpaikkojen on pitänyt olla kaukoluennan piirissä jo vuodesta 2010, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että mittalaitteita on asennettu PESV:n verkkoon jo tätä ennen ja osa näistä alkoi olla teknisen käyttöikänsä loppupuolella. Keskijännitepuolelta tarkastettiin mittalaitteita kaikkiaan noin 20 kappaletta. Aittaluodon ja Metallin sähköasemilta vaihdettiin kaikki mittalaitteet uusiin, mikä tarkoittaa yhteensä neljätoista mittalaitetta. PESV:n jakeluverkkoalueella on myös suuri määrä vesipumppaamoita, joiden virtamuuntajien kertoimet käytiin tarkastamassa. Porin sataman alueen mittalaitteistoja ei päästy tarkastamaan, mutta PE:n myyntiyksikön ja asiakkaiden kanssa yhteistyössä tehty selvitys osoitti, että mittaukset olivat suuruusluokaltaan oikeita.

PESV:n alueverkon alueelta tarkastettiin häviösähkökäyrän määrittämisessä kriittisten Hyvelän kytkinaseman ja Peittoon sähköaseman mittalaitteistot. Kyseisten sähköasemien mittalaitteistoille suoritettiin mittauspierien tarkistukset, joilla varmistuttiin siitä, että asennukset suorittanut sähköasentaja oli asentanut mittalaitteistot oikein. Loput alueverkon mittaukset tullaan tarkastamaan palveluomittajan kanssa yhteistyössä lähiaikoina.

Mittalaitteistojen tarkastukset osoittivat, että yleisesti PESV:n jakeluverkkoalueen mittaukset ovat ajan tasalla ja ne mittaavat oikein.

### 6.2.3 Generis -laskenta

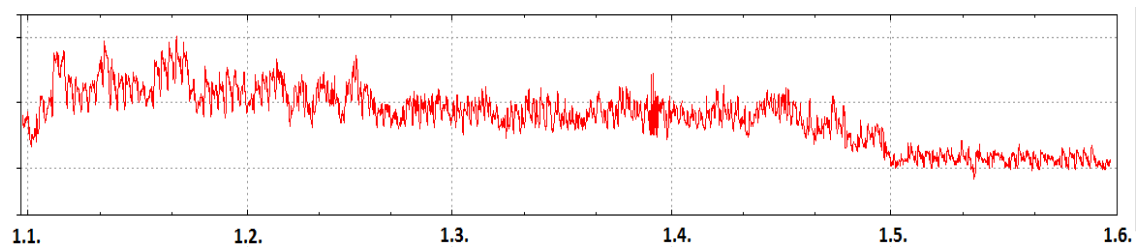
Kun kaikki verkon mittaustiedot ovat saatavilla ja niiden oletetaan olevan oikein, toteutetaan häviösähkökäyrän määrittäminen mittaustietokanta Generiksen avulla. PESV:n

jakeluverkkoalue on ominaisuuksiltaan haastava, koska rajapisteitä toisiin verkkoalueisiin on useita ja verkon sisällä tuotetaan huomattava määrä sähköenergiaa. Tarkempi analyysi osoitti, että kaikkea tuotettua energiaa ei pystytä käyttämään PESV:n verkkoalueen sisällä, vaan osa siitä joudutaan syöttämään kantaverkkoon. Hyvä esimerkkitapaus tästä on Peitto – Hyvelä – Ulvila -yhteys, missä Peittoossa tuotettua energiaa siirtyy huomattava määrä kantaverkkoon Hyvelän kytkinaseman ja Ulvilan sähköaseman kautta. Tätä tuotannon siirtoa kantaverkkoon ei otettu aluksi huomioon, mikä aiheutti epätarkkuutta häviösähkön määritykseen. Laskentaa suoritettaessa oli varmistuttava siitä, että mittaustietojen etumerkit on merkitty oikein jokaisena hetkenä, koska kyseisen rajapisteen kautta voidaan syöttää energiaa myös PESV:n jakeluverkkoalueelle.

Laskenta itsessään toteutetaan yksinkertaisten yhteen- ja vähennyslaskujen avulla, missä verkkoon syötetyt energiat merkitään plussalla ja loppukäyttäjille sekä toisiin verkkoihin luovutettu energia miinuksella. Laskentamalli on staattinen, mikä tarkoittaa sitä, että laskentakaavat pysyvät vakiona, ellei verkkoon kytkeydy uusia asiakkaita tai muodostu uusia rajapisteitä. Haastavan laskennasta tekee suuren mittaustietomäärän hallinta. Lisäksi haasteita ja ongelmia tuo yksittäisten mittalaitteiden rikkoutuminen tai mittaustietojen puuttuminen.

### 6.3 Häviösähkökäyrä

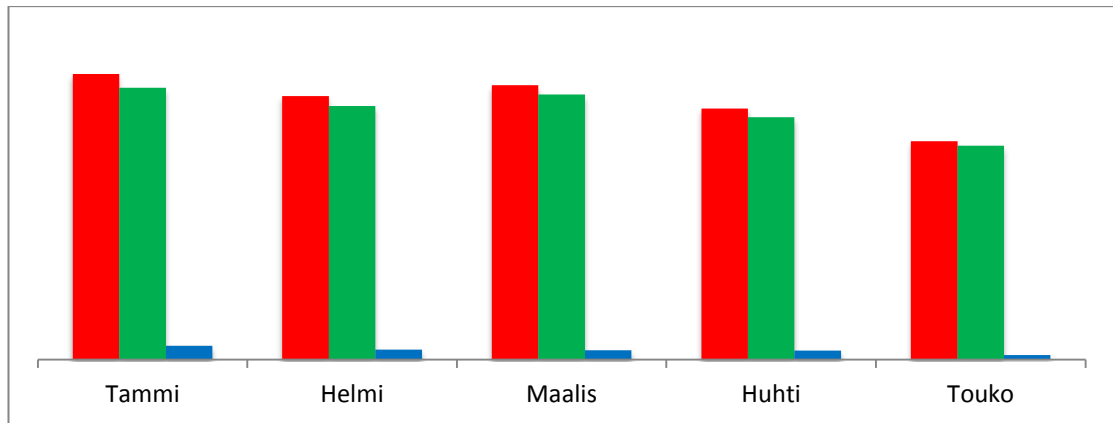
Häviösähkön laskentakaava on esitetty aiemmin kappaleessa 2.1. Mittaustietokanta Generiksen ja tuntimittaustietojen avulla määritetty häviösähkökäyrä vuoden 2015 viiden ensimmäisen kuukauden osalta on esitetty kuvassa 23.



*Kuva 23. PESV:n jakeluverkkoalueen häviösähkökäyrä 1.1.2015-1.6.2015.*

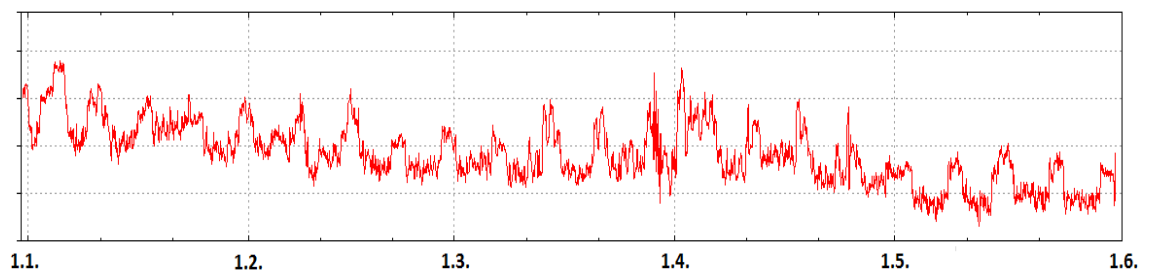
Kuvasta 23 nähdään, että häviösähkön määrä pienenee siirryttäessä kohti kesää. Tämä selittyy PESV:n verkkoalueen kulutuksen pienentymisellä. PESV:n verkkoalueella on hyvin paljon teollisuutta ja lämpötilariippumatonta kulutusta, mikä aiheuttaa sen, että muutos ei ole kovin suuri. Ajanjakson korkein häviömäärä saavutettiin torstaina 22.1.2015 kello 08:00. Matalin häviösähkön arvo saavutettiin keskiviikkona 13.5.2015 kello 02:00. Kuvassa 24 on esitetty PESV:n jakeluverkkoalueelle syötetty energia, loppukäyttäjille ja toisille jakeluverkonhaltijoille luovutettu energia sekä näiden erotus eli häviömäärä vuoden 2015 viiden ensimmäisen kuukauden osalta.





**Kuva 24.** PESV:n jakeluverkkoalueen energiatase vuoden 2015 viiden ensimmäisen kuukauden osalta.

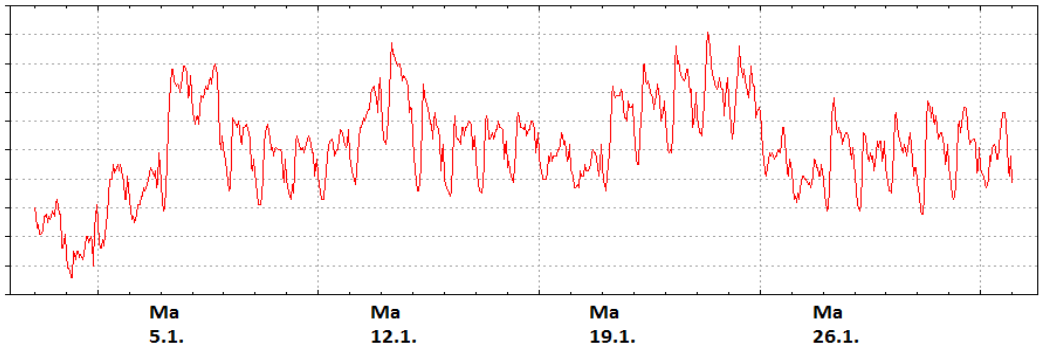
Kuvassa 24 punaisella esitetty palkki kuvaa jakeluverkkoon syötettyä energiaa, vihreä palkki loppukäyttäjille ja toisille jakeluverkonhaltijoille luovutettua energiaa sekä sininen palkki näiden erotusta, eli häviösähköä. Maaliskuussa sekä verkkoon syötetty energia että verkossa kulutettu energia ovat korkeammat kuin helmikuussa tai huhtikuussa. Tämä selittyy sillä, että Impolasta syötettiin varasyöttöyhteyden kautta sähköä Caruna Oy:n jakeluverkkoalueelle tavallista suurempi määrä. Kuvassa 25 on esitetty PESV:n jakeluverkkoalueen häviösähköprosenttikäyrä. Häviösähköprosentin laskentamenetelmä on esitetty aiemmin kappaleessa 2.1. Tässä tapauksessa häviömäärää on verrattu verkkoon syötettyyn energiaan.



**Kuva 25.** PESV:n jakeluverkkoalueen häviösähköprosenttikäyrä 1.1.2015-1.6.2015.

Kuvasta 25 nähdään, että myös häviösähköprosentti pienenee siirryttäessä kohti kesää.

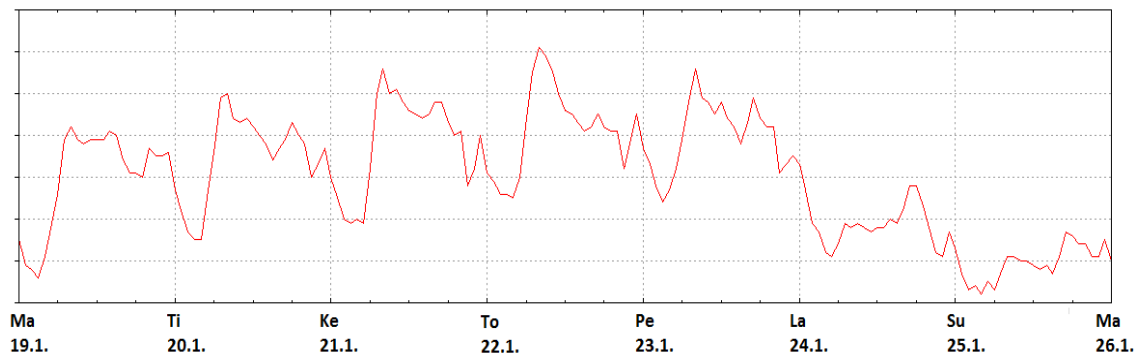
Alla on esitetty vuoden 2015 tammikuun, tammikuun kolmannen kokonaisen viikon ja tammikuun 19. päivän häviösähkökäyrät. Kuvassa 26 on esitetty vuoden 2015 tammikuun häviösähkökäyrä.



**Kuva 26.** Vuoden 2015 tammikuun häviösähkökäyrä.

Kuvasta 26 nähdään miten häviöiden määrä on suurempi arkipäivinä kuin viikonloppuisin. Tämä selittyy sillä, että PESV:n verkkoalueella sijaitsee huomattava määrä teollisuutta, joiden tuotantoprosessit kuluttavat paljon energiaa. Tammikuun häviösähkön määrä oli korkeimmillaan torstaina 22. päivä kello 08:00 aamulla ja alimmillaan perjantaina 2. päivä kello 04:00 aamulla.

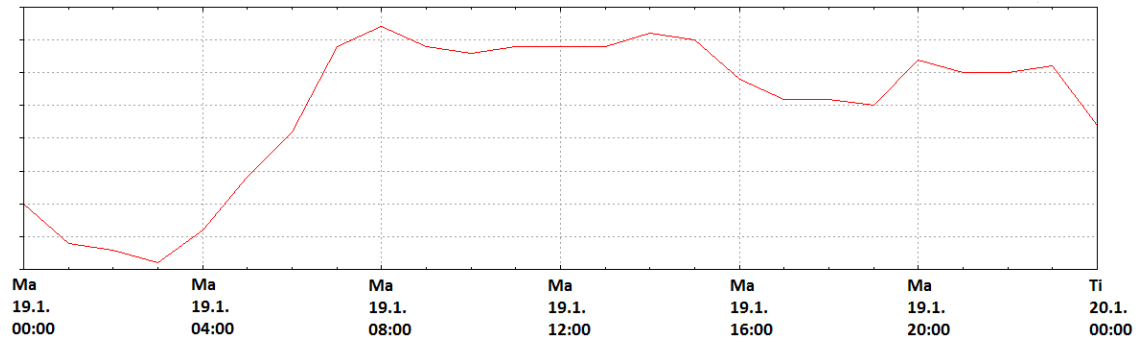
Kuvassa 27 on esitetty tammikuun kolmannen kokonaisen viikon häviösähkökäyrä.



**Kuva 27.** Vuoden 2015 tammikuun kolmannen kokonaisen viikon häviösähkökäyrä.

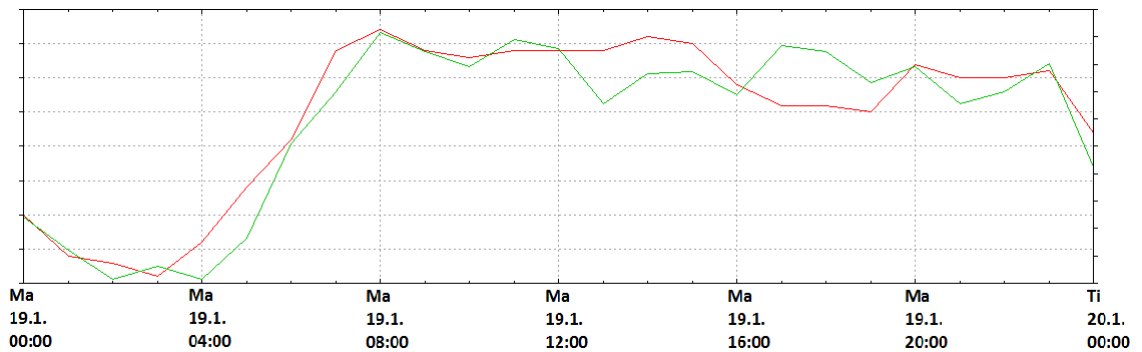
Kuvasta 27 nähdään, että häviösähkön määrä on korkeimmillaan arkipäivien aamuina ja iltoina. Toinen selvä piikki tapahtuu lauantai-iltana noin kello 18. Viikon korkein häviösähkön määrä saavutettiin torstaina 22.1. kello 08:00 ja matalin sunnuntaina 25.1. kello 04:00.

Kuvassa 28 on esitetty maanantain 19.1.2015 häviösähkökäyrä.



**Kuva 28.** Maanantain 19.1.2015 häviösähkökäyrä.

Kuvasta 28 nähdään, että häviömäärä on pienimmillään yöaikaan ja korkeimmillaan aamu- ja iltapäivän aikaan, jolloin myös kulutus on korkeimmillaan. Kuvassa 29 on esitetty maanantain 19.1.2015 häviösähkö- sekä kulutuskäyrä.



**Kuva 29.** Maanantain 19.1.2015 häviösähkö- ja kulutuskäyrä.

Kuvassa 29 punaisella merkitty käyrä on häviösähkökäyrä ja vihreällä merkitty käyrä on kulutuskäyrä. Kuvasta nähdään, että skaalattu häviösähkökäyrä seuraa hyvin tarkasti kulutuskäyrää verkon normaalin käyttötilanteen aikana.

## 7. YHTEENVETO

Tämän diplomityön tavoitteena oli tutkia yhteispohjoismaisen taseselvitysmallin tuomat muutokset Pori Energia Sähköverkot Oy:n (PESV) toimintaan ja määrittää kyseiselle yhtiölle häviösähkökäyrä tuntimittauksen avulla. Yhteispohjoismaisen taseselvitysmalli tuo muutoksia PESV:n mittausjärjestelyihin, tietojärjestelmiin sekä toimintatapoihin. Uusi taseselvitysmalli otetaan käyttöön Suomessa helmikuussa 2016, jolloin PESV:n on raportoitava muiden taseselvitystietojen lisäksi tuntikohtainen häviösähkön määrä taseselvitysyksikkö eSett:lle.

Työssä selvitettiin PESV:n alueverkon mittaukset ja mitä muutoksia niihin vaaditaan. Yhteispohjoismaisessa taseselvitysmallissa verkkoyhtiön vastuu mittaustietojen oikeellisuudesta kasvaa, joten tämän diplomityön tuloksena saatu tieto on ensiarvoisen tärkeää. PESV:n alueverkossa on tarve lisätä joitain mittauksia verkkoalueelleen. Kaikki verkon mittalaitteet eivät ole verkkoyhtiön itsensä omistamia, mutta yhteispohjoismaisen taseselvitysmallin edellyttämät mittaustieto- ja raportointivaatimukset täytyvät. Palvelutoimittajien kanssa solmitut sopimukset ja niissä esiintyvät palvelutasot tulisi kuitenkin tarkastaa ja päivittää ennen uuden taseselvitysmallin käyttöönottoa. Lisäksi on pohdittava mahdollisuutta sille, että verkkoyhtiö hankkisi osan tai kaikki mittalaitteistot itselleen, jotta tulevaisuudessa yhä merkittävämmässä roolissa olevat mittaustietojen valvontaprosessit olisivat yhdenmukaiset. Toisiin verkkoalueisiin yhdistettyjen varasyöttöjen mittaaminen todettiin kustannustehottomaksi, koska näiden kytkentöjen kautta siirrettävä energiamäärä sekä käyttöaajuus ovat hyvin alhaisia. Työssä pohdittiin myös jakelumuuntamomittausten hyödyllisyyttä häviötietojen kannalta ja aihetta esittääänkin jatkotutkimuskohteeksi.

Eräs merkittävä kokonaisuus siirryttäessä yhteispohjoismaiseen taseselvitysmalliin on verkkoalueiden määrittäminen. Verkkoalueella tarkoitetaan maantieteellisesti määritettyä aluetta, jonka avulla kulutus- ja tuotantotiedot voidaan kohdistaa sähkön myyjien kautta oikean tasevastaavan tasepoikkeamalaskentoihin ja taseselvitykseen. PESV:ssä verkkoalueiden määrittäminen toteutettiin yhdessä Pori Energia Oy:n myyntiyksikön, palvelutoimittajan sekä toisten jakeluverkonhaltijoiden kanssa. Tuotantolaitoksista tullaan tekemään omat tuotantoverkkoalueensa PESV:n jakeluverkkoalueen sisällä ja teollisuusverkkojen kohdalla tilanne katsotaan tapauskohtaisesti. Verkkoalueiden määrittelyssä on otettava huomioon myös sähkömarkkina-alueissa säädetty markkinaosapuolten kohtelu syrjimättömällä tavalla.

Suurin osa taseselvitystietojen raportoinneista tapahtuu automatisoidusti tietojärjestelmien avulla. Jotta muuttuvista raportointivaateista selviydytään, nykyiset tietojärjestel-

mät oli päivitettävä. Ennen kuin päivitykset voitiin toteuttaa joustavasti siten, että toimintaan ei aiheutunut pitkiä katkoja, oli aiemmin käytössä olleet versiot saatettava tiedoiltaan uusien versioiden edellyttämille tasoille. Tätä varten PESV:n järjestelmätoimittaja laati yhteensopivuusanalyysin, jonka perusteella määritettiin toimenpidelistat tarvittaville muutoksille. Versiopäivitys saatiin suoritettua onnistuneesti ja uuden version asetuksia häviölaskentatoiminnallisuuksineen konfiguroidaan käytäntöön syksyn 2015 aikana.

Yhteispohjoismainen taseselvitysmalli tuo muutoksia PESV:n työntekijöiden päivittäisiin työtehtäviin. Merkittävin muutos kohdistuu uuden verkkopalvelu Online Servicen käyttöön. Online Service on uuden taseselvitysyksikkö eSett:n pääasiallinen tiedonvaihdonkanava sähkömarkkinaosapuolten kanssa, missä toimijat voivat tarkastaa, päivittää tai ladata heille kuuluvia taseselvitystietoja. Lisäksi Online Servicessä työtä teettää jakeluverkkoalueella toimivien sähkön vähittäismyyjien ja PESV:n välisten rakenteellisten tietojen päivittäminen, mikä on toteutettava ainakin alkuun käsityönä. Toiminnon liittämisestä osaksi tietojärjestelmiä olisi hyvä käydä keskusteluja järjestelmätoimittajien kanssa. Toinen merkittävä lisätöiden aiheuttaja on mittaustietojen valvonta. PESV:n jakeluverkkoalueella on useita eri mittalaitteistoja, joille kaikille tulee määrittää omat valvontaprosessinsa vastuuhenkilöineen. Sopimukset palvelutoimittajien kanssa on päivitettävä, jotta mittaustietojen valvonta saadaan riittävän tehokkaaksi. Työn aikana toteutettu häviösähködatatyökalu antaa koko henkilöstölle hyvän mahdollisuuden tarkastella verkossa tapahtuvia poikkeavia käyttötilanteita, joista tieto ei ole kulkeutunut taaseesta vastaavalle henkilölle. Jotta näiltä tilanteilta vältytään, kytkentämuutosten viestintäprosessia tehostettiin sekä suunniteltujen keskeytysten että vikakeskeytysten osalta. Häviösähködatatyökalun avulla voidaan myös havaita suurimmat mittausrvirheet tai suurimpien kuluttajien mittalaitteistojen hajoaminen. Tässä yhteydessä olisi hyvä myös päivittää mittalaitteiden ikätiedot tietojärjestelmiin, jotta tiedetään kuinka vanhoja mittalaitteita jakeluverkon alueella on.

Työn jälkimmäisessä osiossa PESV:lle määritettiin tuntikohtainen häviösähkökäyrä alkuvuoden 2015 osalta. Häviösähkökäyrän määrittäminen edellytti rajapistemittausten, kulutuskohteiden ja tuotantolaitosten saattamista tuntimittauksen piiriin sekä näistä saatavan tiedon käsittelyä energiatiedonhallintajärjestelmän avulla. Määritysprosessiin kuului myös eräiden mittalaitteistojen vaihtaminen uusiin, koska niiden epäiltiin tuottavan virheellistä mittaustietoa ja ne olivat teknisen käyttöikänsä loppupäässä. Tämän lisäksi mittalaitteita lisättiin alueverkkoon ja suoritettiin tarkistuksia, jotta mittaustieto olisi mahdollisimman oikeaa. Energiatiedonhallintajärjestelmällä toteutetun laskennan todentaminen täysin luotettavaksi osoittautui ennakoitua työläämmäksi. Luotettavuustarkastelua toteutettiin kahden eri laskentamallin avulla, joilla pyrittiin samaan lopputulokseen. Laskentamallien antamissa tuloksissa oli pieniä eroja, jotka selittyvät puutteilla ja virheillä asiakas- ja energiatiedonhallintajärjestelmien lähtötiedoissa.

Määritettyä häviösähkökäyrää voidaan käyttää hyväksi mietittäessä kustannustehokkainta häviösähkön hankintamenetelmää. Häviösähkökäyrän avulla voidaan suorittaa vertailua neljännesvuosituotteilla hankittavan sähkön ja Elspot -tuntituotteella hankittavan sähkön välillä ja näin ollen tietoisuus hankintaprosessista lisääntyy ja muuttuu läpinäkyvämmäksi. Lisäksi tuntikohtainen häviösähkökäyrä mahdollistaa häviösähkön hankinnan kilpailutuksen, mikä voi pienentää hankintakustannuksia.

Tulevaisuudessa mittaustiedon lisääntyessä on mahdollista parantaa energiatehokkuutta pienentämällä häviöitä ja omakäyttösähkön määrää. Yhteispohjoisessa taseselvitysmallissa PESV:n kuluttama omakäyttösähkö, jolla tarkoitetaan toistaiseksi sähköasemien energiankulutusta, tullaan erottamaan häviökäyrästä omaksi aikasarjaksi. Tämän tiedon tehokas hyödyntäminen tarkoittaa kaikkien sähköasemien omakäyttösähkön mittausta. Verkosta ja kiinteistöistä saatava mittaustieto mahdollistaa pitkäaikaisen seuraamisen ja perusurien määrittämisen. Vuonna 2015 voimaan astunut energiatehokkuuslaki koskee myös PESV:ä ja yhdeksi mitattavaksi kohteeksi on valittu siirtoverkon häviöt. Sähköverkosta saatavan mittaustiedon avulla on mahdollista tunnistaa ne verkon osat, joissa häviöt ovat suhteellisen korkeita ja kohdistaa energiatehokkuutta parantavia toimia näihin osiin. Jakelumuuntamotasolle viety mittaaminen lisäisi verkon analysointimahdollisuuksia entisestään, mutta toistaiseksi tämä voi, ainakin täysimittaisena, osoittautua liian kalliiksi menetelmäksi.

## LÄHTEET

- [1] Aidon MeshNET System Modules 6000 series Product description.
- [2] Aidon. 2013. Aidon\_transformer station concept. Sisäinen dokumentti.
- [3] Aro, M., Elovaara, J., Karttunen, M., Nousiainen, K. & Palva, V. 2003. Suurjännitetekniikka. Helsinki, Otatiето. 520 s.
- [4] Company.xls. 2015. Excel-taulukko. [viitattu 20.5.2015]. Saatavilla: <http://www.esett.com/commissioning/>
- [5] Datahub. 2015. Internet-sivu. [viitattu 12.5.2015]. Saatavilla: <http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/datahub/Sivut/default.aspx>
- [6] DSO.xls. 2015. Excel-taulukko. [viitattu 20.5.2015]. Saatavilla: <http://www.esett.com/commissioning/>
- [7] Electric power transmission and distribution losses. 2015. Internet-sivu. [viitattu 28.01.2015]. Saatavilla: <http://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS>
- [8] Elovaara, J. & Haarla, L. 2011a. Sähköverkot I: Järjestelmätekniikka ja sähköverkon laskenta. Helsinki, Otatiето. 520 s.
- [9] Energiatehokkuuslaki 1429/2014. Internet-sivu. [viitattu 11.5.2015]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141429>
- [10] Energiatehokkuussopimukset. 2015. Internet-sivu. [viitattu 29.01.2015]. Saatavilla: <http://www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/>
- [11] Energiateollisuus. 2013. Taseisiin jääneiden virheiden käsittely taseiden sulkeutumisen jälkeen. Raportti. Saatavilla: [http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/ta\\_sevirheiden\\_kasittely\\_-raportti\\_paivitetty\\_20131030\\_0.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/ta_sevirheiden_kasittely_-raportti_paivitetty_20131030_0.pdf)
- [12] EV. 2014. Sähköverkkotoiminnan tunnusluvut vuodelta 2013. [viitattu 12.1.2015]. Saatavilla: <http://www.energiavirasto.fi/sahkoverkkotoiminnan-tunnusluvut-2013> .
- [13] Energiavirasto. 2015. Internet-sivu. [viitattu 29.01.2015]. Saatavilla: [www.energiavirasto.fi](http://www.energiavirasto.fi)
- [14] Energiavirasto. 1. suuntaviivat valvontamenetelmiksi 1.1.2016 – 31.12.2019 ja 1.1.2020 – 31.12.2023 valvontajaksolla. [viitattu 25.5.2015] Saatavilla: <http://www.energiavirasto.fi>

- [15] Forum-järjestelmä. 2015. Internet-sivu. [viitattu 26.01.2015]. Saatavilla: <http://www.tieto.fi/toimialat/energia/it-ratkaisut-sahkoverkkoyhtiaille/energiayhtioiden-asiakashallinta-ja-laskutusjarjestelmat-tieto/forum-asiakaspalvelujarjestelma-sahkoverkkoyhtiaille-tieto>
- [16] Golden, M., Min, B. 2012. Theft and Loss of Electricity in an Indian State. Working Paper. Saatavilla: <http://www.theigc.org/wp-content/uploads/2014/09/Golden-Min-2012-Working-Paper.pdf>
- [17] Hallituksen esitys eduskunnalle energiatehokkuuslaiksi ja eräiksi siihen liittyviksi laeiksi HE 182/2014. Internet-sivu. [viitattu 15.01.2015] Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2014/20140182>
- [18] Hyyryläinen, Petri. 2012. Sähkökaupan riskien hallinnointi. Insinöörityö. Laurea-ammattikorkeakoulu. 30 s.
- [19] Järvinen, Mikko. 2013. Sähkönjakeluverkonhaltijan verkostohäviöiden ennustamisen kehittäminen. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 56 s.
- [20] Kinnunen, M. 2002. Sähkönjakeluverkon tuntihäviöiden ja markkinaperusteisen häviökustannuksen mallinnus. Lisensiaatintyö. Helsingin teknillinen yliopisto. 156 s.
- [21] Kuisma, K. 2008. Sähköverkon häviöiden mallintaminen ja häviösähkön hankinta. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 85 s.
- [22] Laine, Jonni. 2011. Tasehallinnan kehittäminen Suomen sähkömarkkinoilla. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 103 s.
- [23] Lakervi, E. & Partanen, J. 2009. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki, Otatiето. 295 s.
- [24] Mäkinen, Tapio. 2013. Etäluennan tietojärjestelmät. Pori Energia Sähköverkot Oy:n sisäinen dokumentti.
- [25] Mäkinen, Tapio. 2014. Etäluentaprojektin loppuraportti. Pori Energia Sähköverkot Oy:n sisäinen dokumentti.
- [26] Mäkinen, Tapio. 2014. Pääkytkinselvitys\_ohje\_14.10.2014. Pori Energia Sähköverkot Oy:n sisäinen dokumentti.
- [27] NBS BRS. 2015. Internet-sivu. [viitattu 20.02.2015]. Saatavilla: <http://www.nbs.coop/materials>
- [28] NBS. Handbook. 2015. [viitattu 29.01.2015] Saatavilla: [www.nbs.coop/materials](http://www.nbs.coop/materials)



- [29] Nord Pool Spot. 2015. Internet-sivu. [viitattu 21.01.2015]. Saatavilla: <http://www.nordpoolspot.com/>
- [30] Nousiainen, K. 2014. Magneettiipiirit ja muuntajat. Opintomateriaali SVT-3300 Muuntajat ja sähkökoneet. Tampereen teknillinen yliopisto.
- [31] PA Consulting Group. 2004. Sähkön jakeluverkkotoiminnan laajenemisen kustannusvaikutuksiin liittyvä konsulttityö. Saatavilla: <https://www.energiavirasto.fi/42-sahkon-jakeluverkkotoiminnan-laajenemisen-kustannusvaikutuksiin-liittyva-konsulttityot>
- [32] Paavola, Martti. 1975. Sähköjohdot. Porvoo, Werner Söderström Osakeyhtiön laakapaino. 320 s.
- [33] Paloposki, Juho. 1999. Taajamasähköverkon jakeluhäviöiden vähentäminen. Diplomityö. Helsingin teknillinen yliopisto. 68 s.
- [34] Partanen, J., Viljainen, S., Lassila, J., Honkapuro, S., Salovaara, K., Annala, S. & Makkonen, M. 2012. Sähkömarkkinat. Opintomateriaali. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. [viitattu 12.01.2015]. Saatavilla: <https://noppa.lut.fi/noppa/opintojakso/bl20a0400/materiaali>
- [35] PESV\_yritysesittely 2014. Sisäinen dokumentti.
- [36] Polarmit. 2015. Mittauslaitteiston tarkkuuden tarkistus. Internet-sivu. [viitattu 23.3.2015]. Saatavilla: <http://www.polarmit.fi/tarkistus>
- [37] Pori Energia. 2014. Toimintakertomus 2013.
- [38] Seppälä, Annika. 2014. Työmaakeskuskäytäntö siirryttäessä etämittaukseen ja tuntitasehallintaan.. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. 47 s.
- [39] Seppälä, A., Etula, J.-H., Forsman, S. & Högberg, J. 2011. Real Time Purchase and Settlement of Distribution Losses. 21st International Conference on Electricity Distribution, Frankfurt, 6-9 June. CIRED. 5 s.
- [40] Seppälä, A. & Trygg, P. 2011. Sähkönjakeluverkon häviösäästöjen laskennan ja raportoinnin kehittäminen ja yhdenmukaistaminen. Raportti.
- [41] Seppälä, Jaakko. 2013. Tasevastaavan GENERIS EDM –referenssijärjestelmä ja sen hyödyntäminen toimitusprojektissa. Insinöörityö. Metropolia ammattikorkeakoulu. 37 s.
- [42] Sjöblom, T. 2003. Sähkökaupan riskien- ja salkunhallinta. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 95 s.

- [43] Sähkömarkkinalaki 588/2013. Internet-sivu. [viitattu 02.02.2015] Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>
- [44] Sähkömarkkinaosapuolet. 2015. Internet-sivu. [viitattu 20.02.2015]. Saatavilla: <http://www.fingrid.fi/fi/sahkomarkkinat/markkinaliitteet/Taseselvitysinformaatio/2013/osapuolet.pdf>
- [45] Tasesähkökauppa ja taseselvitys. 2015. Internet-sivu. [viitattu 20.02.2015]. Saatavilla: <http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/tasepalvelut/Sivut/default.aspx>
- [46] Trimble NIS. 2015. Internet-sivu. [viitattu 26.01.2015]. Saatavilla: <http://www.tekla.com/fi/tuotteet/trimble-nis>
- [47] Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 66/2009. Internet-sivu. [viitattu 02.02.2015]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090066>
- [48] Väisänen, Pasi. 2012. Loistehon kompensointi jakeluverkkoyhtiössä. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 106 s.

# LIITE A: VERKKOALUEIDEN MÄÄRITTELYT

Metering Grid Area (MGA) name / Mittausalueen nimi		Pori Energia Sähköverkot Oy									
<b>MGA code / Mittausalueen tunnus/koodi</b>		<b>PEL000</b>									
MGA type (i.e.g. distribution, industrial, production, regional) / Mittausalueen tyyppi (esim. jakelu, teollisuus, tuotanto, alue)		Jakelu									
Retailer (RE) for MGA imbalance / Sähkön myyjä (avoin toimittaja) mittausalueelle ja sen tasepoikkeamalle		PEL									
Balance responsible party (BRP) for MGA (BRP for RE and imbalance) / Tasevastaava mittausalueelle (avoimen toimittajan tasevastaava)		PEL									
Distribution System Operator (DSO) for MGA / Mittausvastaavuuksien/Raportointivastaava osapuoli mittausalueelle		PEL000									
Production plan the production MGA relates / Tuotantosuunnitelma mihin tuotantomittausalue liittyy											
Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code					
Exchange measurement sums against other MGAs / Rajapistemittaussummat muihin mittausalueisiin											
Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Recipient						
FI_PEL000_KV0000_SUM	PEL000	KV0000	PEL000	PEL	eSett						
FI_PEL000_FAS000_SUM	PEL000	FAS000	PEL000	PEL	eSett						
FI_PEL000_TL0000_SUM	PEL000	TL0000	PEL000	PEL	eSett						
FI_PEL000_VUK000_SUM	PEL000	VUK000	PEL000	PEL	eSett						
FI_PEL000_ATL001_SUM	PEL000	ATL001	PEL000	PEL	eSett						
FI_PEL000_STW001_SUM	PEL000	STW001	PEL000	PEL	eSett						
FI_PEL000_STW008_SUM	PEL000	STW008	PEL000	PEL	eSett						
FI_PEL000_KANTU0_SUM	PEL000	KANTU0	PEL000	PEL	eSett						
FI_PEL000_MPTU0_SUM	PEL000	MPTU0	PEL000	PEL	eSett						
FI_PEL000_FSJ000_SUM	PEL000	FSJ000	PEL000	PEL	eSett						
FI_PEL000_LANK00_SUM	PEL000	LANK00	PEL000	PEL	eSett						
Exchange measurements against other MGAs / Rajapistemittaukset muihin mittausalueisiin											
Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code		
FI_UL_P_E04_S	PEL000	KV0000	FG	FG		FG					
FI_UL_P_E04_U	PEL000	KV0000	FG	FG		FG					
FI_UL_P_E09_S	PEL000	KV0000	FG	FG		FG					
FI_UL_P_E09_U	KV0000	PEL000	FG	FG		FG					
Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code		
FI_ST_P_E05_S	FAS000	PEL000	EMP	EMP		FG					
FI_ST_P_E05_U	PEL000	FAS000	PEL000	EMP		FG					
Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code		
FI_RWM_P_E01_S	FAS000	PEL000	PEL000	PEL		FG					
FI_RWM_P_E01_U	PEL000	FAS000	PEL000	PEL		FG					
Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code		
FI_ATL_P_E04_S	FAS000	PEL000	FSJ000	FSJ000		FG					
FI_ATL_P_E04_U	PEL000	FAS000	FSJ000	FSJ000		FG					
Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code		
FI_IMP_P_E02_S	FAS000	PEL000	PEL000	EMP		FG					
FI_IMP_P_E02_U	PEL000	FAS000	PEL000	EMP		FG					
Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code		
FI_MTT_P_E03_S	FAS000	PEL000	PEL000	EMP		FG					
FI_MTT_P_E03_U	PEL000	FAS000	PEL000	EMP		FG					
Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code		
FI_TL_P_E03_S	PEL000	TL0000	PEL000	EMP		FG					
FI_TL_P_E03_U	PEL000	TL0000	PVO	EMP		FG					
FI_TL_P_E07_S	PEL000	TL0000	PVO	EMP		FG					
FI_TL_P_E07_U	PEL000	TL0000	PVO	EMP		FG					
Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code		
FI_VUK_P_E02_S	PEL000	VUK000	PEL000	EMP		FG					
FI_VUK_P_E02_U	PEL000	VUK000	PEL000	EMP		FG					
FI_VUK_P_E06_S	PEL000	VUK000	PEL000	EMP		FG					
FI_VUK_P_E06_U	PEL000	VUK000	PEL000	EMP		FG					
Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code		
FI_PEL000_P_E79_U	PEL000	FSJ000	PEL000	PEL000		FG					
FI_PEL000_P_E113_U	PEL000	FSJ000	PEL000	PEL000		FG					
FI_PEL000_P_E58_U	PEL000	FSJ000	PEL000	PEL000		FG					
FI_PEL000_P_E202_U	PEL000	FSJ000	PEL000	PEL000		FG					
FI_PEL000_P_EY800/2_U	PEL000	FSJ000	PEL000	FSJ000		FG					
FI_PEL000_P_E72_U	PEL000	FSJ000	PEL000	PEL000		FG					
FI_ULA_P_J07_U	PEL000	FSJ000	PEL000	PEL000		FG					
Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code		
FI_PEL000_P_E79_S	FSJ000	PEL000	PEL000	PEL000		FG					
FI_PEL000_P_E113_S	FSJ000	PEL000	PEL000	PEL000		FG					
FI_PEL000_P_E58_S	FSJ000	PEL000	PEL000	PEL000		FG					
FI_PEL000_P_E202_S	FSJ000	PEL000	PEL000	PEL000		FG					
FI_PEL000_P_EY800/2_S	FSJ000	PEL000	PEL000	FSJ000		FG					
FI_PEL000_P_E72_S	FSJ000	PEL000	PEL000	PEL000		FG					
FI_ULA_P_J07_S	FSJ000	PEL000	PEL000	PEL000		FG					
Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code		
FI_PEL000_P_E137_S	LANK00	PEL000	PEL000	PEL000		FG					
FI_PEL000_P_E137_U	PEL000	LANK00	PEL000	PEL000		FG					

**Kuva A.1. PEL000 jakeluverkkoalueen määrittely (myyjätiedot jätetty pois).**

Metering Grid Area (MGA) name / Mittausalueen nimi  
**MGA code / Mittausalueen tunnus/koodi**  
MGA type (e.g. distribution, industrial, production, regional) /  
Mittausalueen tyyppi (esim. jakelu, teollisuus, tuotanto, alue)

Retailer (RE) for MGA imbalance / Sähkön myyjä (avoin toimittaja)  
mittausalueelle ja sen tasepoikkeamalle  
imbalance) / Tasevastaava mittausalueelle (avoimen toimittajan  
tasevastaava)

Distribution System Operator (DSO) for MGA /  
Mittausvastuullinen/Raportointivastaava osapuoli mittausalueelle

Aittaluodon  
tuotantoverkko  
**ATL001**  
Tuotanto  
PEL  
PEL  
PEL

Production plan the production MGA relates /

Tuotantosuunnitelma mihin tuotantomittausalue liittyy

Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code
FI_PVOM_P01ATL001_PLAN_CHP	PVOM		FG			

Tuotanto kirjataan PVOS:n taseeseen. PVOS:n tasevastaava on PVOM

Market Entity Connections (MEC) relates to MGA / Tuotanto - ja  
kulutusaikasarjat liittyen mittausalueeseen (osapuolikohtaiset  
aikasarjat liittyen mittausalueeseen)

Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen	Reporting responsible /	Sender	Recipient
FI_PVOS_P01ATL001_PROD	PEL	EMP	eSett
FI_PEL_ATL001_CONS_MET	PEL	EMP	eSett

Exchange measurement sums against other MGAs /

Rajapistemittaussummat muihin mittausalueisiin

Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen	From MGA	To MGA	Reporting responsible /	Sender	Recipient
FI_ATL001_PEL000_SUM	ATL001	PEL000	PEL	EMP	eSett

Exchange measurements against other MGAs /

Rajapistemittaukset muihin mittausalueisiin

Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible /	Sender	Subaddre	Recipient	Subaddress	Actor	Product code
FI_ATL_P_J13_S	ATL001	PEL000	PEL000	EMP		FG			
FI_ATL_P_K01_U	ATL001	PEL000	PEL000	EMP		FG			
FI_ATL_P_J12_S	PEL000	ATL001	PEL000	EMP		FG			
FI_ATL_P_J16_U	PEL000	ATL001	PEL000	EMP		FG			
FI_ATL_P_L14_U	PEL000	ATL001	PEL000	EMP		FG			
FI_ATL_P_N01_U	PEL000	ATL001	PEL000	EMP		FG			
FI_HER_P_J21_U	PEL000	ATL001	PEL000	EMP		FG			

## Kuva A.2. ATL001 tuotantoverkkoalueen määrittely.

Metering Grid Area (MGA) name / Mittausalueen nimi  
**MGA code / Mittausalueen tunnus/koodi**  
MGA type (e.g. distribution, industrial, production, regional) /  
Mittausalueen tyyppi (esim. jakelu, teollisuus, tuotanto, alue)

Retailer (RE) for MGA imbalance / Sähkön myyjä (avoin toimittaja)  
mittausalueelle ja sen tasepoikkeamalle  
imbalance) / Tasevastaava mittausalueelle (avoimen toimittajan  
tasevastaava)

Distribution System Operator (DSO) for MGA /  
Mittausvastuullinen/Raportointivastaava osapuoli mittausalueelle

Kemira Vuorikemia  
**VUK000**  
Teollisuus  
PEL  
PEL  
PEL

Production plan the production MGA relates /

Tuotantosuunnitelma mihin tuotantomittausalue liittyy

Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen	Sender	Subaddress	Recipient	Subaddress	Actor	Product code
---	--------	------------	-----------	------------	-------	--------------

Market Entity Connections (MEC) relates to MGA / Tuotanto - ja  
kulutusaikasarjat liittyen mittausalueeseen (osapuolikohtaiset  
aikasarjat liittyen mittausalueeseen)

Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen	Reporting responsible /	Sender	Recipient
FI_PEL_VUK000_CONS_MET	PEL	EMP	eSett

Exchange measurement sums against other MGAs /

Rajapistemittaussummat muihin mittausalueisiin

Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Recipient
FI_VUK000_PEL000_SUM	VUK000	PEL000	PEL	EMP	eSett
FI_VUK000_PPV000_SUM	VUK000	PPV000	PEL	EMP	eSett

Exchange measurements against other MGAs /

Rajapistemittaukset muihin mittausalueisiin

Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddre	Recipient	Subaddress	Actor	Product code
FI_VUK_P_E02_S	PEL000	VUK000	PEL000	EMP		FG			
FI_VUK_P_E04_S	PEL000	VUK000	PEL000	EMP		FG			
FI_VUK_P_E06_S	PEL000	VUK000	PEL000	EMP		FG			
FI_VUK_P_E02_U	VUK000	PEL000	PEL000	EMP		FG			
FI_VUK_P_E06_U	VUK000	PEL000	PEL000	EMP		FG			
Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset	From MGA	To MGA	Reporting responsible / Raportointivastaava	Sender	Subaddre	Recipient	Subaddress	Actor	Product code
FI_VUK_P_E05_S	PPV000	VUK000	PPV	EMP		FG			
FI_VUK_P_J09_U	PPV000	VUK000	PPV	EMP		FG			
FI_VUK_P_SB1-1-L06_S	PPV000	VUK000	PPV	EMP		FG			
FI_VUK_P_SC08-A_N02_U	PPV000	VUK000	PPV	EMP		FG			
FI_VUK_P_SC08-A_N03_U	PPV000	VUK000	PPV	EMP		FG			
FI_VUK_P_E05_U	VUK000	PPV000	PPV	EMP		FG			
FI_VUK_P_J09_S	VUK000	PPV000	PPV	EMP		FG			
FI_VUK_P_SB1-L08_U	VUK000	PPV000	PPV	EMP		FG			
FI_VUK_P_SB1-L11_U	VUK000	PPV000	PPV	EMP		FG			
FI_VUK_P_SC08-A_N02_S	VUK000	PPV000	PPV	EMP		FG			
FI_VUK_P_SC08-A_N03_S	VUK000	PPV000	PPV	EMP		FG			

## Kuva A.3. VUK000 teollisuusverkkoalueen määrittely.

Metering Grid Area (MGA) name / Mittausalueen nimi	Kansallistuuli Oy, Hilskansari wind farm								
<b>MGA code / Mittausalueen tunnus/koodi</b>	<b>KANTU0</b>								
MGA type (e.g. distribution, industrial, production, regional) / Mittausalueen tyyppi (esim. jakelu, teollisuus, tuotanto, alue)	Tuotanto								
Retailer (RE) for MGA imbalance / Sähkön myyjä (avoin toimittaja) mittausalueelle ja sen tasepoikkeamalle	EGL								
Balance responsible party (BRP) for MGA (BRP for RE and imbalance) / Tasevastaava mittausalueelle (avoimen toimittajan tasevastaava)	EGL								
Distribution System Operator (DSO) for MGA / Mittausvastuullinen/Raportointivastaava osapuoli mittausalueelle	Pohjantuulen Voima Oy (KANTU0)								
Production plan the production MGA relates / Tuotantosunnitelma mihin tuotantomittausalue liittyy									
<b>Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen</b>	<b>Sender</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Recipient</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Actor</b>	<b>Product code</b>			
FI_EGL_SUM_PLAN_WIN	EIP		FG						
Market Entity Connections (MEC) relates to MGA / Tuotanto - ja kulutusaikasarjat liittyen mittausalueeseen (osapuoli kohtaiset aikasarjat liittyen mittausalueeseen)									
<b>Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen</b>	<b>Reporting responsible / Raportointivastaava</b>	<b>Sender</b>	<b>Recipient</b>						
FI_EGL_P01KANTU0_PROD	KANTU0	EIP	eSett						
FI_EGL_KANTU0_CONS_MET	KANTU0	EIP	eSett						
Exchange measurement sums against other MGAs / Rajapistemittausummat muihin mittausalueisiin									
<b>Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen</b>	<b>From MGA</b>	<b>To MGA</b>	<b>Reporting responsible / Raportointivastaava</b>	<b>Sender</b>	<b>Recipient</b>				
FI_KANTU0_PEL000_SUM	KANTU0	PEL000	KANTU0	EIP	eSett				
Exchange measurements against other MGAs / Rajapistemittaukset muihin mittausalueisiin									
<b>Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset rajapistemittaukset</b>	<b>From MGA</b>	<b>To MGA</b>	<b>Reporting responsible / Raportointivastaava</b>	<b>Sender</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Recipient</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Actor</b>	<b>Product code</b>
FI_KANTU0_TUOTANTO	KANTU0	PEL000	PEL000	PEL000		FG			
FI_KANTU0_OHAK	PEL000	KANTU0	PEL000	PEL000		FG			

*Kuva A.4. KANTU0 tuotantoverkkoalueen määrittely.*

Metering Grid Area (MGA) name / Mittausalueen nimi	TuuliWatti, Meri-Pori wind farm								
<b>MGA code / Mittausalueen tunnus/koodi</b>	<b>STW001</b>								
MGA type (e.g. distribution, industrial, production, regional) / Mittausalueen tyyppi (esim. jakelu, teollisuus, tuotanto, alue)	Tuotanto								
Retailer (RE) for MGA imbalance / Sähkön myyjä (avoin toimittaja) mittausalueelle ja sen tasepoikkeamalle	EGL								
Balance responsible party (BRP) for MGA (BRP for RE and imbalance) / Tasevastaava mittausalueelle (avoimen toimittajan tasevastaava)	EGL								
Distribution System Operator (DSO) for MGA / Mittausvastuullinen/Raportointivastaava osapuoli mittausalueelle	TuuliWatti Oy (STW001)								
Production plan the production MGA relates / Tuotantosunnitelma mihin tuotantomittausalue liittyy									
<b>Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen</b>	<b>Sender</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Recipient</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Actor</b>	<b>Product code</b>			
FI_EGL_SUM_PLAN_WIN	EIP		FG						
Market Entity Connections (MEC) relates to MGA / Tuotanto - ja kulutusaikasarjat liittyen mittausalueeseen (osapuoli kohtaiset aikasarjat liittyen mittausalueeseen)									
<b>Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen</b>	<b>Reporting responsible / Raportointivastaava</b>	<b>Sender</b>	<b>Recipient</b>						
FI_EGL_P01STW001_PROD	EGL	EMP	eSett						
FI_EGL_STW001_CONS_MET	EGL	EMP	eSett						
Exchange measurement sums against other MGAs / Rajapistemittausummat muihin mittausalueisiin									
<b>Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen</b>	<b>From MGA</b>	<b>To MGA</b>	<b>Reporting responsible / Raportointivastaava</b>	<b>Sender</b>	<b>Recipient</b>				
FI_STW001_PEL000_SUM	STW001	PEL000	EGL	EIP	eSett				
Exchange measurements against other MGAs / Rajapistemittaukset muihin mittausalueisiin									
<b>Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset rajapistemittaukset</b>	<b>From MGA</b>	<b>To MGA</b>	<b>Reporting responsible / Raportointivastaava</b>	<b>Sender</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Recipient</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Actor</b>	<b>Product code</b>
FI_SSS_P_N07_S	STW001	PEL000	PEL000	PEL000		FG			
FI_SSS_P_N07_U	PEL000	STW001	PEL000	PEL000		FG			

*Kuva A.5. STW001 tuotantoverkkoalueen määrittely.*

Metering Grid Area (MGA) name / Mittausalueen nimi	TuuliWatti, Paittoo wind farm								
<b>MGA code / Mittausalueen tunnus/koodi</b>	<b>STW008</b>								
MGA type (e.g. distribution, industrial, production, regional) / Mittausalueen tyyppi (esim. jakelu, teollisuus, tuotanto, alue)	Tuotanto								
Retailer (RE) for MGA imbalance / Sähkön myyjä (avoim toimittaja) mittausalueelle ja sen tasepoikkeamalle	EGL								
Balance responsible party (BRP) for MGA (BRP for RE and imbalance) / Tasevastaava mittausalueelle (avoimen toimittajan tasevastaava)	EGL								
Distribution System Operator (DSO) for MGA / Mittausvastuullinen/Raportointivastaava osapuoli mittausalueelle	TuuliWatti Oy (STW008)								
Production plan the production MGA relates / Tuotantosunnitelma mihin tuotantomittausalue liittyy									
<b>Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen</b>	<b>Sender</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Recipient</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Actor</b>	<b>Product code</b>			
FI_EGL_SUM_PLAN_WIND									
Market Entity Connections (MEC) relates to MGA / Tuotanto - ja kulutusaikasarjat liittyen mittausalueeseen (osapuoliakohtaiset aikasarjat liittyen mittausalueeseen)									
<b>Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen</b>	<b>Reporting responsible / Raportointivastaava</b>	<b>Sender</b>	<b>Recipient</b>						
FI_EGL_P01STW008_PROD	EGL	EMP	eSett						
FI_EGL_STW008_CONS_MET	EGL	EMP	eSett						
Exchange measurement sums against other MGAs / Rajapistemittaussummat muihin mittausalueisiin									
<b>Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen</b>	<b>From MGA</b>	<b>To MGA</b>	<b>Reporting responsible / Raportointivastaava</b>	<b>Sender</b>	<b>Recipient</b>				
FI_STW008_PEL000_SUM	STW008	PEL000	EGL	EMP	eSett				
Exchange measurements against other MGAs / Rajapistemittaukset muihin mittausalueisiin									
<b>Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset rajapistemittaukset</b>	<b>From MGA</b>	<b>To MGA</b>	<b>Reporting responsible / Raportointivastaava</b>	<b>Sender</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Recipient</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Actor</b>	<b>Product code</b>
FI_PEL_P_E02_S	STW008	PEL000	PEL000	PEL000		FG			
FI_PEL_P_E02_U	PEL000	STW008	PEL000	PEL000		FG			

Kuva A.6. STW008 tuotantoverkkoalueen määrittely.

Metering Grid Area (MGA) name / Mittausalueen nimi	Meri-Pori tuulipuisto								
<b>MGA code / Mittausalueen tunnus/koodi</b>	<b>MPTU00</b>								
MGA type (e.g. distribution, industrial, production, regional) / Mittausalueen tyyppi (esim. jakelu, teollisuus, tuotanto, alue)	Tuotanto								
Retailer (RE) for MGA imbalance / Sähkön myyjä (avoim toimittaja) mittausalueelle ja sen tasepoikkeamalle	HYT								
Balance responsible party (BRP) for MGA (BRP for RE and imbalance) / Tasevastaava mittausalueelle (avoimen toimittajan tasevastaava)	PEL								
Distribution System Operator (DSO) for MGA / Mittausvastuullinen/Raportointivastaava osapuoli mittausalueelle	HYT								
Production plan the production MGA relates / Tuotantosunnitelma mihin tuotantomittausalue liittyy									
<b>Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen</b>	<b>Sender</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Recipient</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Actor</b>	<b>Product code</b>			
FI_XXX_P01MPTU00_PLAN_WIND	XXX		FG						
<b>Tuotannon käsittely jatkossa vielä epäselvää, koska laki osuusvoimajaosta ei ole vielä lainvoimainen</b>									
Market Entity Connections (MEC) relates to MGA / Tuotanto - ja kulutusaikasarjat liittyen mittausalueeseen (osapuoliakohtaiset aikasarjat liittyen mittausalueeseen)									
<b>Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen</b>	<b>Reporting responsible /</b>	<b>Sender</b>	<b>Recipient</b>						
FI_XXX_P01MPTU00_PROD	HYT	EMP	eSett						
FI_HYT_MPTU00_CONS_MET	HYT	EMP	eSett						
Exchange measurement sums against other MGAs / Rajapistemittaussummat muihin mittausalueisiin									
<b>Code/Id for messaging / Koodi sanomaliikenteeseen</b>	<b>From MGA</b>	<b>To MGA</b>	<b>Reporting responsible /</b>	<b>Sender</b>	<b>Recipient</b>				
FI_MPTU00_PEL000_SUM	MPTU00	PEL000	HYT	EMP	eSett				
Exchange measurements against other MGAs / Rajapistemittaukset muihin mittausalueisiin									
<b>Individual measurements connected to the Exchange measurement sum/ Rajapistesummaan sisältyvät yksittäiset</b>	<b>From MGA</b>	<b>To MGA</b>	<b>Reporting responsible /</b>	<b>Sender</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Recipient</b>	<b>Subaddress</b>	<b>Actor</b>	<b>Product code</b>
FI_KNA_P_N01_S	MPTU00	PEL000	PEL000	PEL000		FG			
FI_KNA_P_N234_S	MPTU00	PEL000	PEL000	PEL000		FG			
FI_KNS_P_J09_U	MPTU00	PEL000	PEL000	PEL000		FG			
FI_SSS_P_N05_S	MPTU00	PEL000	PEL000	PEL000		FG			
FI_SSS_P_N10_S	MPTU00	PEL000	PEL000	PEL000		FG			
FI_SSS_P_N6789_S	MPTU00	PEL000	PEL000	PEL000		FG			
FI_KNA_P_N01_U	PEL000	MPTU00	PEL000	PEL000		FG			
FI_KNA_P_N234_U	PEL000	MPTU00	PEL000	PEL000		FG			
FI_KNS_P_J09_S	PEL000	MPTU00	PEL000	PEL000		FG			
FI_SSS_P_N05_U	PEL000	MPTU00	PEL000	PEL000		FG			
FI_SSS_P_N10_U	PEL000	MPTU00	PEL000	PEL000		FG			
FI_SSS_P_N6789_U	PEL000	MPTU00	PEL000	PEL000		FG			

Kuva A.7. MPTU00 tuotantoverkkoalueen määrittely.