



MITTAUSTIEDON HALLINTAJÄRJESTELMIEN KÄYTTÖ TULEVAISUUDEN VERKKOYHTIÖISSÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Energiatekniikan Diplomityö

2023

Viima Pänkäläinen

Tarkastajat: Professori Esa Vakkilainen

DI Kari Luostarinen

Ohjaajat: INS Janne Jokinen

DI Antti Rautiainen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Energiajärjestelmät

Energiatekniikka

Viima Pänkäläinen

Mittaustiedon hallintajärjestelmien käyttö tulevaisuuden verkkoyhtiöissä

Energiatekniikan Diplomityö

2023

64 sivua, 15 kuvaa, 5 taulukkoa ja 3 liitettä

Tarkastajat: Professori Esa Vakkilainen ja DI Kari Luostarinen

Avainsanat: Mittaustieto, Mittaustiedon hallinta, Hallintajärjestelmä, Verkkoyhtiö

Verkkoyhtiöiden toiminta on murrosvaiheessa. Etenkin Datahub ja varttimittaus ovat muuttaneet mittaustiedon hallintajärjestelmien vastuuta ja käyttöä. Verkkoyhtiöiden on muutosten jälkeen löydettävä tehokkain tapa mittaustiedon hallintaan.

Tässä diplomityössä tutkittiin mittaustiedon hallintajärjestelmiä, vertailtiin niiden ominaisuuksia ja ratkaistiin tehokkain tapa suorittaa mittaustiedon hallintaa. Työssä luotiin myös kuva mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuudesta. Tutkimusmetodeina käytettiin haastattelu- ja kyselytutkimusta. Haastatteluja ja kyselyitä tehtiin suomessa toimiville verkkoyhtiöille sekä yhdelle mittaustiedon hallintajärjestelmiä tuottavalle toimittajalle.

Tutkimuksessa selvisi tutkittavan mittaustiedon hallintajärjestelmän kehityksen kohteiksi etenkin hakutyökalujen monipuolisuus sekä erilaisten massahakujen suorittaminen. Yleisesti mittaustietojen hallinnassa etenkin mittaustietojen säilytys sekä järjestelmien yleinen tehokkuus vaati kehittämistä.

Tutkimuksessa saatiin selville eri verkkoyhtiöiden käytössä olevien mittaustiedon hallintajärjestelmien sisältämiä ominaisuuksia sekä niiden vahvuuksia ja kehityksen kohteita. Näiden perusteella pystyttiin esittämään paras järjestelmä vastaamaan työn tilanteen verkkoyhtiön tarpeita. Yleisesti mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuus riippuu paljon Datahubin kehityksestä. Jos Datahubin mittaustiedon hallintamahdollisuudet kehittyvät, voi se tehdä monia tällä hetkellä mittaustiedon hallintajärjestelmissä suoritettavia toimia. Tämä vähentäisi erillisten mittaustiedon hallintajärjestelmien tarpeellisuutta.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

School of Energy Systems

Energy Technology

Viima Pänkäläinen

The use of metering data management systems in future network companies

Master's thesis

2023

64 pages, 15 figures, 5 tables and 3 appendices

Examiners: Professor Esa Vakkilainen and M.Sc. (Tech.) Kari Luostarinen

Keywords: Metering data management, Management system, MDM, Network company

The operations of network companies are undergoing a transformative phase. Particularly, Datahub and quarter hourly metering have changed the responsibilities and usage of metering data management systems. After these changes, network companies must find the most efficient way to manage measurement data.

This thesis studied metering data management systems, compared their features, and found the most efficient way to perform metering data management. The thesis also created a picture of the future of metering data management systems. The research methods used were interview and survey research. Interviews and surveys were conducted for network companies operating in Finland and one supplier of metering data management systems.

The study revealed that the development targets of the studied metering data management system were primarily the versatility of search tools and the performance of various mass searches. Generally, the storage of measurement data and the overall efficiency of systems in measurement data management required development.

The study revealed the features, strengths and development targets of the metering data management systems used by different network companies. Based on the information, the best system to meet the needs of the network company ordering this thesis could be presented. Generally, the future of measurement data management systems depends heavily on the development of Datahub. If the metering data management capabilities of Datahub develop further, it can perform many of the actions currently done in the metering data management systems. This would reduce the need for a separate metering data management system.

KIITOKSET

Kiitos Lahti Energia Sähköverkko Oy mielenkiintoisesta aiheesta. Kiitos avopuolisoni Venla loputtomasta tuesta, tsempeistä ja avusta. Kiitos myös koiramme Nyyti, kun pakotit pitämään taukoja työn teosta ulkoilun ja leikin tarpeessa. Kiitos äiti ja isä kaikesta siitä tuesta, mitä olette minulle aina antanut. Kiitos myös sisaruksilleni ja kamuille, kun autoitte jaksamaan opiskelut loppuun.

Tampereella 3.5.2023

Viima Pänkäläinen

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Kiitokset

1	Johdanto.....	8
2	Energiamittareiden luku ja tiedonsiirto	9
2.1	Energiamittauksien tiedonsiirtoketju	9
2.2	Energiamittaus käyttöpäikällä.....	10
2.2.1	Sähkönmittaus.....	10
2.2.2	Kaukolämmön mittaus	11
2.3	Älykäs mittausjärjestelmä (Smart metering system).....	12
2.3.1	Älykäs mittari (Smart meter)	13
2.3.2	Mittarin kuormanohjaus.....	13
2.4	Energiamittauksen tiedonsiirtovaihtoehdot mittarilta luentajärjestelmään	14
2.4.1	RS-väylä.....	15
2.4.2	Mesh-verkko	16
2.4.3	Radioverkko.....	17
2.4.4	PLC-tiedonsiirto.....	18
2.4.5	Suora P2P-yhteys	19
2.5	Luentajärjestelmä	20
2.6	Mittaustiedon hallintajärjestelmä	20
2.7	Datahub	20
2.7.1	Datahub 2.0.....	21
2.8	Verkonhaltijan muut järjestelmät.....	22
2.9	Energiamittaustiedon loppuraportointi.....	23
2.10	Taseselvitys	23
3	Mittaustiedon hallintajärjestelmä	25
3.1	Mittaustiedon hallintajärjestelmän käyttöratkaisut	25
3.2	Mittaustiedon hallintajärjestelmän toiminnot	25
3.3	Mittaustiedon hallintajärjestelmän käyttö	27

3.3.1	Mittaustiedon tallentaminen ja säilytys	27
3.3.2	Mittaustiedon validointi	28
3.3.3	Muu käyttö	30
3.4	Mittaustiedon hallintajärjestelmän yhteys muihin järjestelmiin	31
3.4.1	Luentajärjestelmä	31
3.4.2	Asiakastieto- ja laskutusjärjestelmä	32
3.4.3	Datahub	32
4	Mittaustiedon hallintajärjestelmien kehitys	33
4.1	Datahubin vaikutus	33
4.2	Mittaustiedon hallinnan kehitys yleisesti	34
4.3	Eri järjestelmätoimittajien järjestelmät	35
4.4	Verkkoyhtiön mittaustiedon hallinnan kehitys	35
5	Selvitys mittaustiedon hallintajärjestelmistä	36
5.1	Tutkimustapa	36
5.2	Haastattelut verkkoyhtiössä	36
5.3	Verkkoyhtiöille suoritettu kyselytutkimus	37
5.3.1	Kontaktien hankinta ja kyselyn suunnittelu	38
5.3.2	Kyselylomake osana tutkimusta	40
5.4	Kyselytutkimus järjestelmätoimittajalle	41
5.5	Vertaileva tutkimus	41
5.6	Tutkimuksen apuna käytettävät skenaariot	42
5.7	Tutkimuksen anonymisuus	42
6	Mittaustiedon hallintajärjestelmien esittely ja tulevaisuuden tutkiminen	43
6.1	Käytössä oleva mittaustiedon hallintajärjestelmä	43
6.1.1	Käytössä olevan mittaustiedon hallintajärjestelmän vahvuudet	43
6.1.2	Käytössä olevan mittaustiedon hallintajärjestelmän kehityksen kohteet	43
6.2	Mittaustiedon hallintajärjestelmien vertailu	44
6.2.1	Huomioita järjestelmien vertailusta	47
6.2.2	Järjestelmätoimittajalle tehty kysely ja siitä tehdyt huomiot	48
6.3	Mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistettu käyttö	49
6.3.1	Huomioita mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistetusta käytöstä	51
6.4	Mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuden näkymät	52
7	Mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuus	58

7.1	Verkkoyhtiön tulevaisuus.....	58
7.2	Mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuus yleisesti.....	59
7.2.1	Ensimmäinen skenaario	60
7.2.2	Toinen skenaario.....	61
7.2.3	Skenaarioiden yhteenveto	62
7.3	Tutkimuksen kehityskohteet ja jatkotutkimusmahdollisuudet.....	62
8	Yhteenveto.....	64
	Lähteet	65

Liitteet

Liite I. Haastattelupohja

Liite II. Kyselylomake

Liite III. Sähköpostikysely

1 Johdanto

Verkkoyhtiöiden toiminta on murrosvaiheessa. Etenkin sähköverkkotoiminta on viime vuosina muuttunut laajasti datahubin käyttöönoton sekä varttimittauksen myötä. Samalla energiamittauksen tiedonsiirtoketjun keskellä olevan mittaustiedon hallintajärjestelmän vastuut ovat muuttuneet. Näiden muutoksien myötä verkkoyhtiössä halutaan löytää tehokkaampia ratkaisuja mittaustiedon hallintaan. (Energiateollisuus, 2022; Fingrid, 2022b). Tässä työssä tutkitaan LE-Sähköverkko Oy:llä käytössä olevaa mittaustiedon hallintajärjestelmää, tarkastellaan ja vertaillaan muiden verkkoyhtiöiden käytössä olevia vaihtoehtoisia järjestelmiä sekä luodaan yleinen kuva mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuudesta.

Työn tavoitteena on saada kuva LE-Sähköverkko Oy:n nykyisen mittaustiedon hallintajärjestelmän ominaisuuksista, vahvuuksista sekä kehityskohteista. Tehdyn tarkastelun pohjalta työssä selvitetään muiden verkkoyhtiöiden käytössä olevien mittaustiedon hallintajärjestelmien ominaisuuksia ja verrataan niitä LE-Sähköverkon käytössä olevaan järjestelmään. Työssä tutkitaan myös mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuutta yleisesti verkkoyhtiöiden näkökulmasta. Mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuden tutkimisen apuna käytetään kahta eri tutkimuksessa luotua skenaariota.

Työn sisällön ja tavoitteiden pohjalta on tutkimukselle asetettu seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Mitä mittaustiedon hallintajärjestelmiä muilla verkkoyhtiöillä on käytössä, ja kuinka niiden ominaisuudet vastaavat LE-Sähköverkon tarpeita?
2. Millainen on mittaustiedon hallintajärjestelmien käytön tulevaisuus verkkoyhtiöissä?

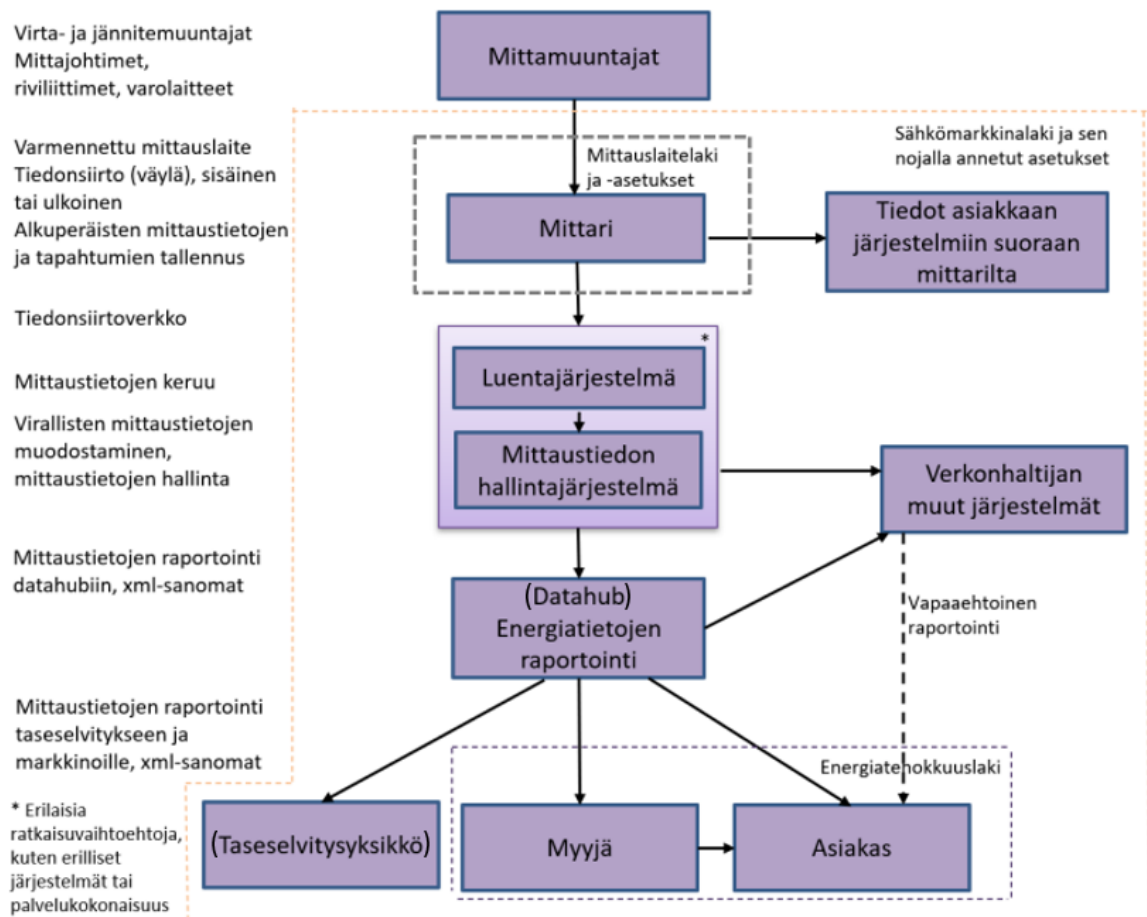
Työn sisältö on jaettu teoria-, selvitys- ja esitysosiin. Teoriaosassa esitetään energiatiedon tiedonsiirtoketju mittarilta asiakkaille. Syvemmin tarkastellaan mittaustiedon hallintajärjestelmää sekä sen kehitykseen vaikuttavia tekijöitä kuten Datahubia. Selvitysosassa esitellään tutkimustavat ja tuodaan esille tuloksia, huomioita ja kehityskohtia. Esitysosassa esitellään tutkimuksessa saadut ratkaisut mittaustiedon hallintajärjestelmiin liittyviin kysymyksiin LE-sähköverkon osalta sekä annetaan yleinen näkemys verkkoyhtiöille mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuudesta.

2 Energiamittareiden luku ja tiedonsiirto

Sähkömarkkinalain 588/2013, 22. pykälän mukaan verkonhaltija on vastuussa oman sähköverkkonsa sähköntoimituksien taseselvityksen ja laskituksen perustana olevasta mittauksesta. Energiatehokkuuslain 1429/2014 pykälän 19 mukaan kaukolämmön mittauksen järjestäjän on tarjottava asiakkaille energiakulutuksen tarkasti mittaava etäluettava mittari. Tässä luvussa käsitellään energiatiedon mittaamista käyttöpaikoilta ja tämän tiedon siirtymistä eteenpäin tiedonsiirtoketjussa. Energiatiedolla tässä luvussa tarkoitetaan kaukolämmön ja sähkön käyttöpaikoilta saatavaa mittaustietoa.

2.1 Energianmittauksien tiedonsiirtoketju

Energianmittauksen tiedonsiirtoketju alkaa mittarilta ja jatkuu eri järjestelmien kautta päättyen lopulta asiakkaisiin ja myyjiin. Tiedonsiirtoketjun järjestelmiä voi käyttää verkkoyhtiö, tai niiden käyttö voidaan ulkoistaa erilliselle taholle. Kuitenkin vastuu tiedonsiirtoketjun toimivuudesta pysyy aina verkonhaltijalla. (Energieollisuus, 2022) Kuvassa 1 nähtävä tiedonsiirtoketju on alun perin suunniteltu sähkön mittausta varten. Ketjussa olevat kohdat, joita sovelletaan vain sähkönmittauksessa ovat suluissa. Myös kuvassa esitetyt sähkömarkkinalain alaiset osat ovat kaukolämmön kohdalla Energiatehokkuuslain 1429/2014 ja Valtioneuvoston asetus lämmityksen, jäähdytyksen ja veden kulutus- ja laskutustiedoista ja kustannusten jakamisesta 254/2021 alla.



Kuva 1. Energianmittauksen tiedonsiirtoketju (Energiateollisuus, 2022).

2.2 Energianmittaus käyttöpaikalla

Mittauspaikka sijoitetaan ensisijaisesti energian toimituspisteeseen. Tällä minimoidaan häviöt toimituspisteen ja mittarin väliltä. On kuitenkin paikkoja, joissa tämä ei ole mahdollista, kuten jakelumuuntajat, joissa keskijänniteliittymän mittaus tehdään pienjänniteliittymän puolella. Näissä tapauksissa häviöt on laskettava, joko mittaustiedon hallinnan järjestelmissä tai itse mittarilla. Mittarilla laskettaessa on mittarille asetettava oikeat parametrit, jotka mahdollistavat häviöiden laskemisen. (Energiateollisuus, 2022)

2.2.1 Sähkönmittaus

Sähkönmittauksen järjestäminen on verkonhaltijan vastuulla. Myös mittalaitteisto ja niiden huolto ovat verkonhaltijan tehtävänä. Asiakkaan oikeus omistaa itse oma mittalaitteisto

poistui vuonna 2014. Lähes kaikki sähkönmittauslaitteet ovat etäluettavia, jotka toimittavat lukemia vähintään tunnin väliajoin. 22.5.2023 Suomessa alkaa siirtymä varttitaseeseen, jonka jälkeen mittaukset siirtyvät vaiheittain toimittamaan lukemia vartin väliajoin. Kaikki tuntimittalaitteet on oltava varttitaseessa 1.1.2029 mennessä. (Energiateollisuus, 2022)

Sähkönmittauslaitteet mittaavat käyttöpaikalla sähkönkulutusta kumulatiivisena lukemana tai energiamääränä, joka rekisteröityy laitteeseen tasejakson (tunti tai vartti) välein. Energiamäärän mittaaminen on käytössä isomman tehon käyttöpaikoissa, kuten keskijännitemittauksissa. Myös tuotettu sähkö mitataan mittarilta joko kumulatiivisena lukemana tai energiamääränä tasejakson välein. Verkosta otettua ja sinne annettua sähköä, mittari ei kuitenkaan voi laskea yhteen, vaan ne on rekisteröitävä laitteeseen erillisinä lukemina. (Energiateollisuus, 2022)

Mittaustiedot on rekisteröitävä mittarille vähintään 10Wh:n tarkkuudella, jos kohde on enintään 3x63A. Suuremmissa kohteissa 1 kWh tarkkuus on riittävä. Pyöristämisessä käytetään katkaisevaa pyöristystä, joka siirtää ylijäävän energian seuraavalle mittausjaksolle. Mittarin muistiin on mahdollista mittaustiedot vähintään viimeisen 11vrk ajalta. Kuitenkin useimmissa etäluettavissa mittareissa muisti on pidempi, jotta mittauslukemat säilyvät mittarilla mahdollisen mittalaitteiston epäkunnon takia. (Energiateollisuus, 2022)

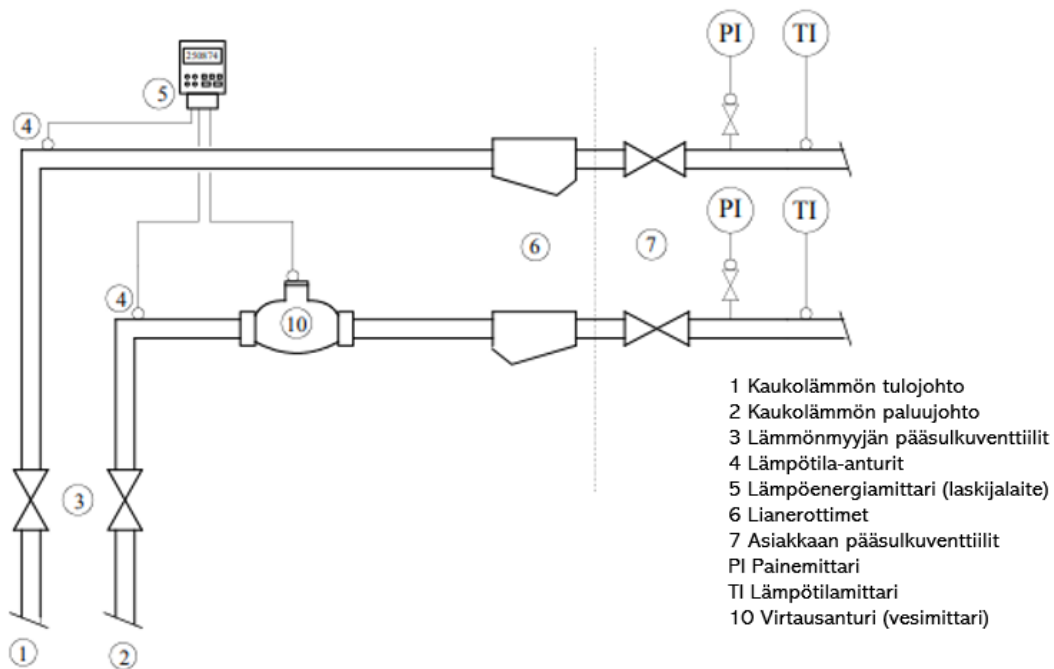
Sähkön käytön ja tuotannon lisäksi käyttöpaikalta voidaan mitata muita lukemia, kuten loisenergiaa. Näitä ei verkkoyhtiön ole kuitenkaan pakko lukea, elleivät ne ole laskutuksen kohteena. (Energiateollisuus, 2022)

2.2.2 Kaukolämmön mittaus

Kaukolämmön mittaus tapahtuu käyttöpaikoilla lämmönmyyjän tarjoamalla ja omistamalla mittalaitteistolla. Mittaustiedot toimitetaan lähes jokaiselta käyttöpaikalta etäluennan avulla vähintään kerran kuukaudessa. Jos etäluenta ei ole käytettävissä, mittari on luettava vähintään neljä kertaa vuodessa. Kaukolämpöenergian määrä on laskutettava tuote, joka mitataan kaikilta käyttöpaikoilta. Sen mittaaminen vaatii kolmea eri mittausta, kaukolämpöveden määrän sekä veden meno- ja paluulämpötilat. Käyttöpaikan koon mukaan voidaan erikseen mittarilta toimittaa lämmönmyyjälle myös muuta tietoa, kuten asiakkaiden huipputeho ja

virtaama. Näitä voidaan hyödyntää kaukolämpöjärjestelmän käytössä ja energiantuotannon hallinnassa. (Mäkelä & Tuunanen, 2015; Energiateollisuus, 2021)

Kaukolämmön mittauskeskukset ovat myös lämmönmyyjän asentamia ja omistamia (Mäkelä & Tuunanen, 2015). Kuvassa 2 on esimerkkimittakeskus ja sen pääkomponentit.



Kuva 2. Kaukolämmön esimerkkimittakeskus (Mäkelä & Tuunanen, 2015).

2.3 Älykäs mittausjärjestelmä (Smart metering system)

Älykkäällä mittausjärjestelmällä on monia määritelmiä. EU:n Energiatehokkuusdirektiivin (EU/27/2012) mukaan älykäs mittausjärjestelmä tarkoittaa elektronista järjestelmää, joka voi mitata energiankulutusta, tuottaa enemmän tietoa kuin tavanomainen mittari ja pystyy vastaanottamaan dataa käyttämällä jotain sähköisen viestinnän muotoa. Käytännössä älykkäällä mittauksella tarkoitetaan energiaa mitattaessa järjestelmää, joka on edistynyt, joustava ja yhteensopiva. Nämä kolme ominaisuutta tekevät älykkästä mittausjärjestelmästä systeemin, joka on vuorovaikutuksessa muiden järjestelmien kanssa. Tämä vuorovaikutus mahdollistaa vielä yhden ominaisuuden, joka on tärkeä älykkäässä mittausjärjestelmässä, tulevaisuudenkesto. Tulevaisuudenkestolla tarkoitetaan järjestelmän kehitettävyyttä ja

päivitetävyyttä tulevaisuuden tarpeisiin. Nämä neljä ominaisuutta yhdessä mahdollistavat innovatiivisia ja moniin eri tarpeisiin muokattavia palveluita, niin asiakkaille, palveluntarjoajille, kuin myös viranomaisille. (Toledo, 2013)

2.3.1 Älykäs mittari (Smart meter)

Älykäs mittari on tärkeä osa älykästä mittausjärjestelmää. Kohdissa 2.2.1 ja 2.2.2 esitettyjen vaatimusten lisäksi älykkäiden mittareiden on täytettävä myös muita vaatimuksia. Älykkäiden mittareiden yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on mittarin näyttö. Näytön on oltava helpposti ja ilman työkaluja nähtävissä, ja sen on esitettävä lukema, josta voidaan määrittää maksettavan energian hinta. Tämä voidaan toteuttaa esittämällä näytössä energiankäytön kumulatiivinen lukema. (Energiateollisuus, 2022)

Uusilla älykkäillä **sähkökulutuksen** mittareilla on myös oltava yksisuuntainen asiakasrajapinta, josta asiakas pystyy lukemaan suoraan sähköverkosta otetun ja sinne syötetyn sähköön pätötehon, loistehon, jännitteen ja virran arvot. Hetkelliset arvot on päivitettävä vähintään 10 sekunnin välein. Rajapintana mittareissa toimii RJ12-liittimet. Salausta ei rajapinnassa käytetä, sillä se häiritäisi rajapinnan käyttöä. (Sesko, 2021)

Älykkäillä mittareilla on usein etäkatkaisu- ja etäkytkentätoiminnot. Tämä mahdollistaa sähköjen välittömän katkaisun ja kytkyn esimerkiksi perintäkatkotilanteissa. Tunti- ja varttimittauslaitteistoissa nämä toiminnot eivät kuitenkaan ole pakollisia. (Energiateollisuus, 2022)

2.3.2 Mittarin kuormanohjaus

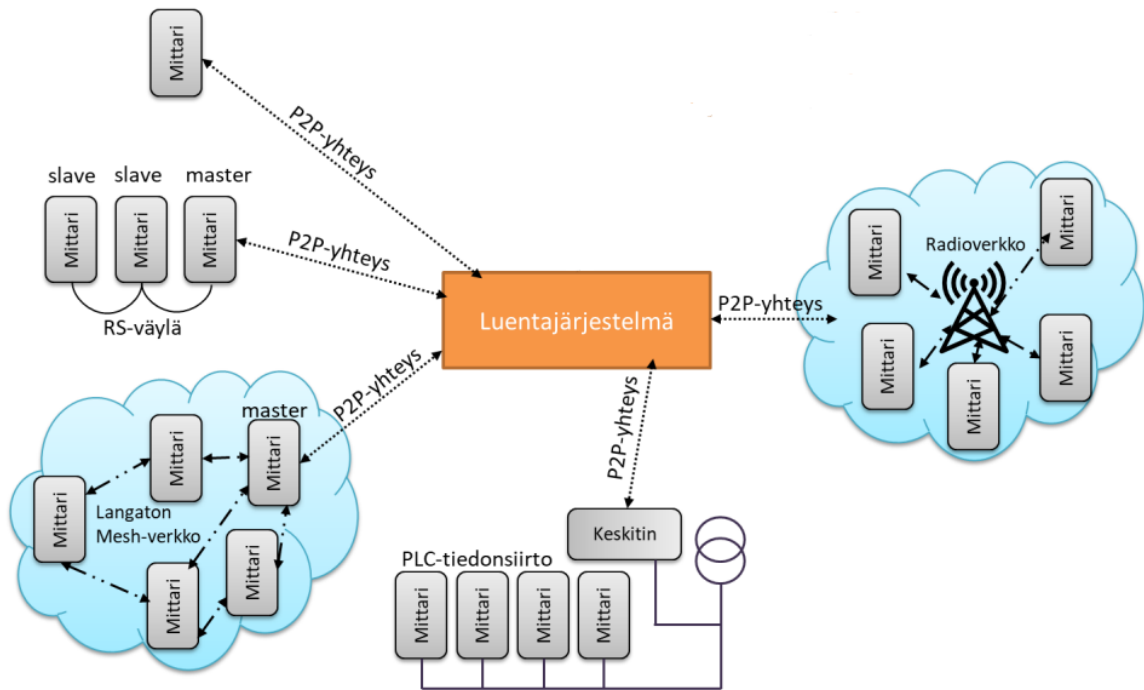
Mittausasetuksen 767/2021 mukaan uuden sähkönkäyttöpaikan etäluettavan mittarin on kyettävä vastaanottamaan ja toteuttamaan tai välittämään viestintäverkon kautta lähetettäviä kuormanohjauskomentoja kuormanohjausreleen avulla. Kuormanohjausrele on asennettava käyttöpaikkoihin, joissa pääsulake on 3x63 ampeeria tai pienempi ja joka on omakotitalo, paritalo tai vapaa-ajanasunto. Vaikka käyttöpaikka kuuluisi äsken mainittujen rajoitusten ulkopuolelle, on verkonhaltija silti velvollinen asentamaan kuormanohjausreleellä varustetun mittarin käyttöpaikalle erillisestä pyynnöstä neljän kuukauden kuluessa.

Kuormanohjauksen avulla on tarkoitus edistää kysyntäjoustoa ja tehopulatilanteiden hallintaa. Verkonhaltijoilla on käytössään kuormanohjauksia, kuten sopimusten yö- ja päivätaariffiin perustuvia yökuormanohjauksia. Kuormanohjauksen avulla asiakas pystyisi myös itse säätämään omia kuormiaan päälle ja pois, ellei tästä ole asiakkaan kanssa muuta sovittu. (Energiateollisuus, 2022)

2.4 Energianmittauksen tiedonsiirtovaihtoehdot mittarilta luentajärjestelmään

Energianmittauksen lukemat ja muut sanomat kuten vikailmoitukset siirretään keskittimeltä tai suoraan mittarilta P2P eli point-to-point -yhteydellä luentajärjestelmään (Energiateollisuus, 2022). Point-to-point -yhteys on pysyvä ja molempiin suuntiin toimiva viestintäyhteys kahden osapuolen välillä. Energianmittauksessa se toimii keskittimen tai mittarin, ja luentajärjestelmän välillä. Tämä yhteys on jatkuvasti käytössä, eikä sitä tarvitse muodostaa uudelleen tai katkaista yhteydenottojen välissä. (NFON, 2023) Käytettävät point-to-point -teknologiat energianmittauksissa ovat kehittyneet ja nykyään matkapuhelinverkon 3G, 4G ja 5G -verkkojen lisäksi myös NB-IoT ja LTE-M -teknologiat ovat usein käytössä (Energiateollisuus, 2022). NB-IoT eli Narrowband Internet of Things ja LTE-M eli Long-Term Evolution Machine ovat teknologioita, joita käytetään pitkillä tiedonsiirtomatkoilla ja matalilla tiedonsiirtonopeuksilla. Ne tarjoavat mahdollisuuden käsitellä jopa miljoonaa eri laitetta neliökilometrin säteellä ja omaavat jopa kymmenen vuoden akunkeston. Koska NB-IoT käyttää yksinkertaisia taajuuksia, on sen käytettävyys huonojen signaalien alueilla parempi kuin muiden teknologioiden. Energianmittauksessa hyvä signaali on erittäin tärkeä jatkuvan mittauksen mahdollistamiseksi ja etenkin sähkönmittauksissa on usein maan alla muuntamoissa, joissa signaali on erittäin heikko. Tällaisissa tapauksissa NB-IoT:n tuoma signaalin vahvuus on iso etu. (Heins, 2021)

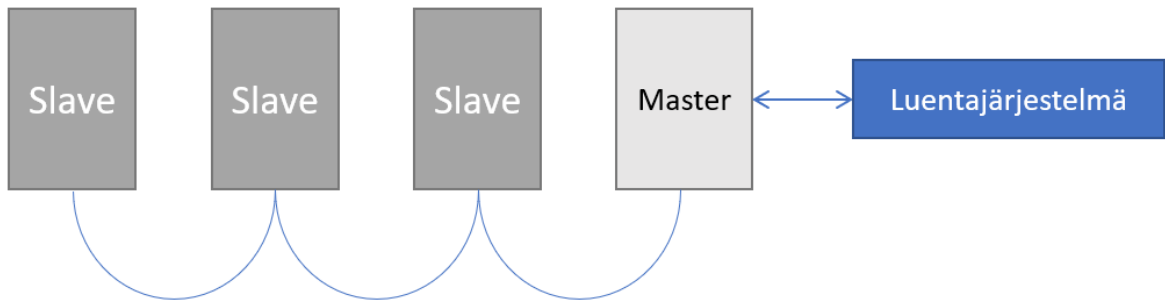
Energianmittauksessa on erilaisia vaihtoehtoja siirtää mittaustietoa keskittimille ja luentajärjestelmään. Käytetty teknologia riippuu muun muassa käyttöpaikkojen lukumäärästä ja tiheydestä mittauksien alueella, käyttöpaikan koosta ja sijainnista, mittauksen vaatimuksista, kuten siirrettävän tiedon määrästä sekä alueella olevista mobiiliverkoista. (Aidon, 2023) Kuvassa 3 on esitetty yleisimpiä tiedonsiirtoteknologioita.



Kuva 3. Energiatiedonsiirron teknologioita (Energieollisuus, 2022).

2.4.1 RS-väylä

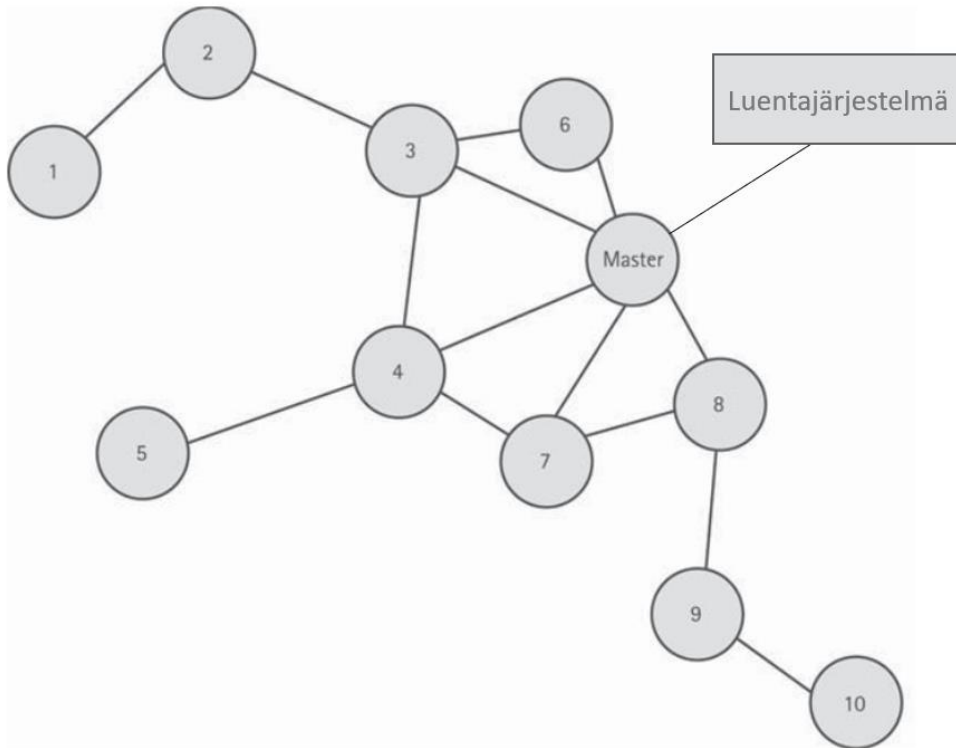
Kun energianmittauksessa käytetään RS-väylään perustuvaa teknologiaa, slave-mittarit yhdistetään sarjaan, jonka päässä on master-mittari. Master-mittarilta tiedot siirretään luentajärjestelmään P2P-tekniikalla, mobiiliverkkoa hyödyntäen. Energiainmittauksessa käytetään RS-485 standardin mukaista sarjaliikenneväylää. (Aidon, 2023) RS-485 mahdollistaa useamman mittarin tiedonsiirtoa yhtäaikaaisesti ja molemminsuuntaisesti, jopa 10Mbps nopeudella. RS-485 standardin liikenneväylä pystyy käsittelemään 32:ta yksikkökuormaa samanaikaisesti. (Kugelstadt, 2022) RS-väylän kautta toimivaa energiainmittausjärjestelmää käytetään mittauskohteissa, joissa useamman käyttöpaikan mittarit sijaitsevat samassa tilassa. Tällaisia ovat esimerkiksi kerrostalot ja rivitalot, joissa mittalaitteisto sijaitsee rakennuksen teknisessä tilassa. (Aidon, 2023) Kuvassa 4 on esitetty esimerkkimittaus RS-väylää käyttäen.



Kuva 4. RS-väylään perustuva verkko. (Energiateollisuus, 2022, mukailtu).

2.4.2 Mesh-verkko

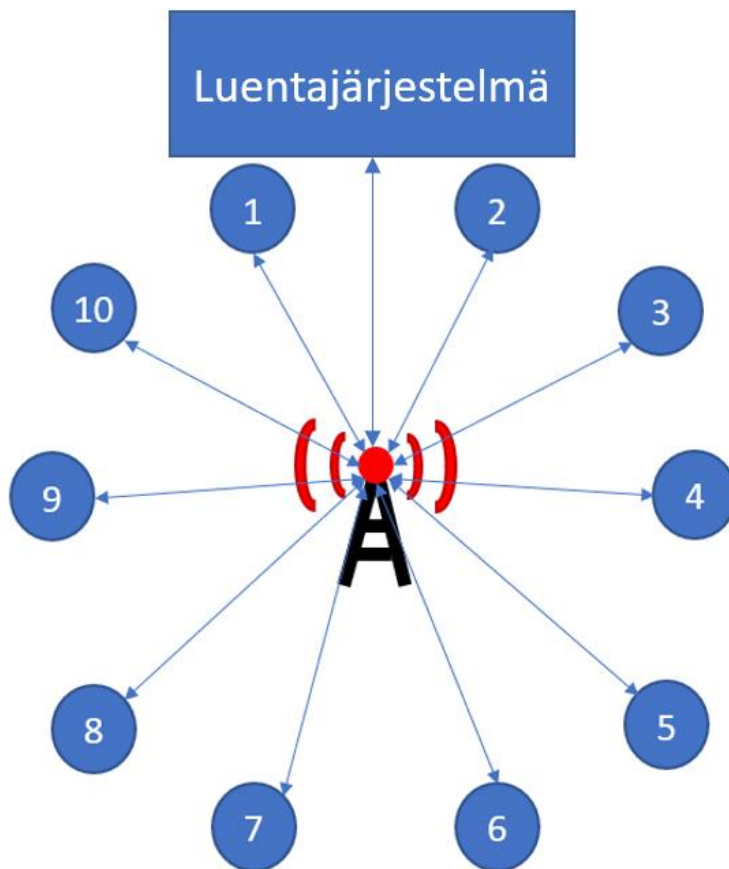
Energianmittaukseen käytettävä mesh-verkko perustuu slave-master -mittaukseen. Tiedonsiirto kulkee slavelta slavelle tai slavelta masterille, kuitenkin niin, että lopulta jokaisen mittarin tiedot päätyvät master-mittarille. Tiedonsiirto tapahtuu aina parasta mahdollista reittiä, joka saattaa muuttua verkon tilan muuttuessa. Tieto siirtyy molemminsuuntaisesti. Mesh-verkkoon perustuvaa energianmittausta hyödynnetään eniten taajama-alueilla, joissa laitteet muodostavat mikroverkkoja master-mittareiden ympärille. Mittareiden välinen tiedonsiirto tapahtuu laitteiden välisessä radiotaajuuksilla toimivassa RF-Mesh-verkossa. (Toledo, 2013). Master mittarilta tiedot siirtyvät luentajärjestelmään point-to-point -tekniikalla, mobiiliverkkoa hyödyntäen (Energiateollisuus, 2022). Kuvassa 5 on esitetty esimerkki mesh-verkosta, jossa 1–10 ovat slave-mittareita, jotka liittyvät lopulta kaikki master-mittariin.



Kuva 5. Esimerkki Mesh-verkko (Toledo, 2013, muokattu).

2.4.3 Radioverkko

Energiamittaukseen käytettävä radioverkko eroaa mesh-verkosta siten, että siinä mittarit ovat verkossa, niin sanotussa tähtimuodostelmassa, jossa mittarit ovat yhteydessä vain tiedon keskittäjään. Radioverkossa master-laitteina toimivat radiomastojen keskittimet, joihin tiedot toimitetaan radiotaajuuksilla. (Toledo, 2013) Radiomastoilta tiedot siirtyvät luentajärjestelmään point-to-point -tekniikalla, mobiiliverkkoa hyödyntäen (Energiäteollisuus, 2022). Kuvassa 6 on esitetty esimerkki radioverkosta (tähtiverkosta), jossa 1–10 ovat energiamittareita ja keskellä on tietojen keskittäjä, radiomasto.



Kuva 6. Esimerkki radioverkko (tähtiverkko) (Toledo, 2013, mukailtu).

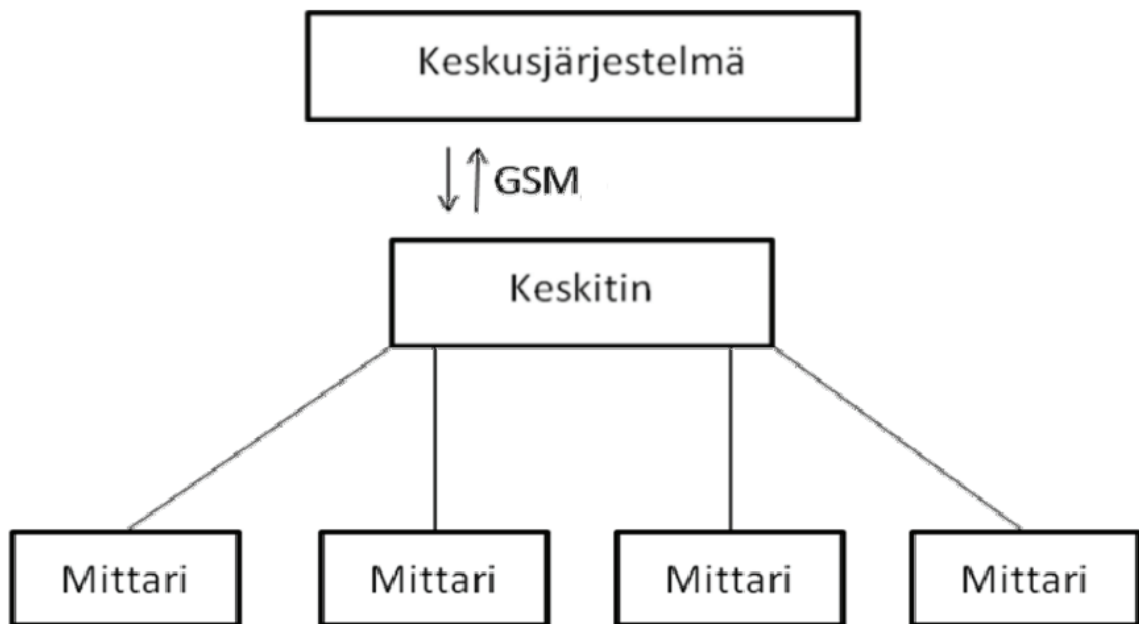
2.4.4 PLC-tiedonsiirto

PLC-tiedonsiirto eli Power Line Communication -tiedonsiirto tapahtuu sähköverkon johtojen välityksellä. Energiainmittauksessa tätä hyödynnetään etäluettavien energiamittareiden lukemien siirtämisessä keskittimille. PLC-tiedonsiirrossa mittarit eivät ole yhteydessä toisiinsa, vaan jokainen mittari on erikseen sähköverkon johtojen kautta yhteydessä keskittimeen. Mittarit lähettävät tietoja johtoja pitkin mikrosekunneista sekunteihin kestävinä purkauksina. (Pikkarainen et al. 2011) EN 50065-1 -standardissa on määritelty verkonhaltijoille näiden tietojen lähetykseen sähköverkossa taajuusalueeksi 3–148,5 kHz (SFS, 2016).

Jotta digitaalista tietoa voidaan siirtää sähköverkon johtoja pitkin, pitää sitä muuttaa eri muotoon. Näitä tiedonmuokkaustekniikoita kutsutaan modulointitekniikoiksi. Modulointitekniikoita on yleisesti käytössä kolmea erilaista ja ne perustuvat binäärijärjestelmään. Taajuusvaihto moduloinnissa mittarilta saatuja tietoja lähetetään kahdella eri taajuudella. Toinen

taajuus tarkoittaa loogista nollaa ja toinen loogista ykköstä. Vaihemoduloinnissa looginen nolla ja ykkönen erotetaan joko 90 tai 180 asteen vaihesiirrolla. OFDM-moduloinnissa käytetään useita eri taajuuksia samanaikaisesti ja signaali muutetaan Fourier-käänteismuutoksella. (Pikkarainen et al. 2011)

Tiedon saavuttua sähköverkon johtoja pitkin keskittimelle, se siirretään sieltä luentajärjestelmään P2P-tekniikalla mobiiliverkkoa hyödyntäen (Energieateollisuus, 2022). Kuvassa 7 on esitetty PLC-tiedonsiirtoon perustuva esimerkkiverkko. Kuvan keskusjärjestelmä on energianmittauksen tapauksessa luentajärjestelmä.



Kuva 7. PLC-tiedonsiirtoon perustuva verkko (Pikkarainen et al. 2011, muokattu).

2.4.5 Suora P2P-yhteys

Kaikissa tutkimuksessa aiemmin esitetyissä energianmittauksen tiedonsiirtovaihtoehdoissa on lukemat lopulta lähetetty luentajärjestelmään P2P-yhteyden avulla. P2P-yhteyttä voi käyttää myös suoraan mittarilta luentajärjestelmään.

P2P-yhteydellä mittari lähettää ja vastaanottaa tietoja luentajärjestelmästä käyttämällä mobiiliverkkopohjaista teknologiaa, kuten 3G, NB-IoT tai LTE-M. Suoralla P2P yhteydellä varustettuja mittareita suositaan etänä toisistaan olevilla käyttöpaikoilla sekä suurkulutuskohteissa. (Aidon, 2023)

2.5 Luentajärjestelmä

Luentajärjestelmä on järjestelmä, jolla kerätään mittaustiedot energiamittareilta. Energianmittaustiedot pitää olla luettavissa automaattisesti sekä erillisellä käskyllä. Tietoja on pystyttävä lähettämään molemmin suunnin mittareiden ja luentajärjestelmän välillä. Energianmittaustiedon lisäksi mittarin ja luentajärjestelmän välillä on mahdollista lähettää muitakin sanomia, kuten asetuksia, kytky- tai katkomääräyksiä ja vikailmoituksia. Luentajärjestelmässä voi tehdä myös muita tehtäviä riippuen järjestelmästä. Näitä tehtäviä ovat muun muassa työmääräimet. Luentajärjestelmästä tiedot siirretään mittaustiedon hallintajärjestelmään. (Energiateollisuus, 2022)

Luentajärjestelmä lukee tiedot mittarilta automaattisesti vähintään kerran vuorokaudessa. Luentajärjestelmästä olisi myös pystyttävä lukemaan mittarin tiedot erillisen käskyn avulla. Kumulatiivisen lukeman tai energiamäärän lisäksi mittarilta saadaan luentajärjestelmään aikaleima sekä luennan statukset. Statuksista lisää kappaleessa 3.3.1. Luentajärjestelmän on myös havaittava ja ilmoitettava mahdolliset tietoliikenteen ja mittauksen virheet. (Energiateollisuus, 2022)

2.6 Mittaustiedon hallintajärjestelmä

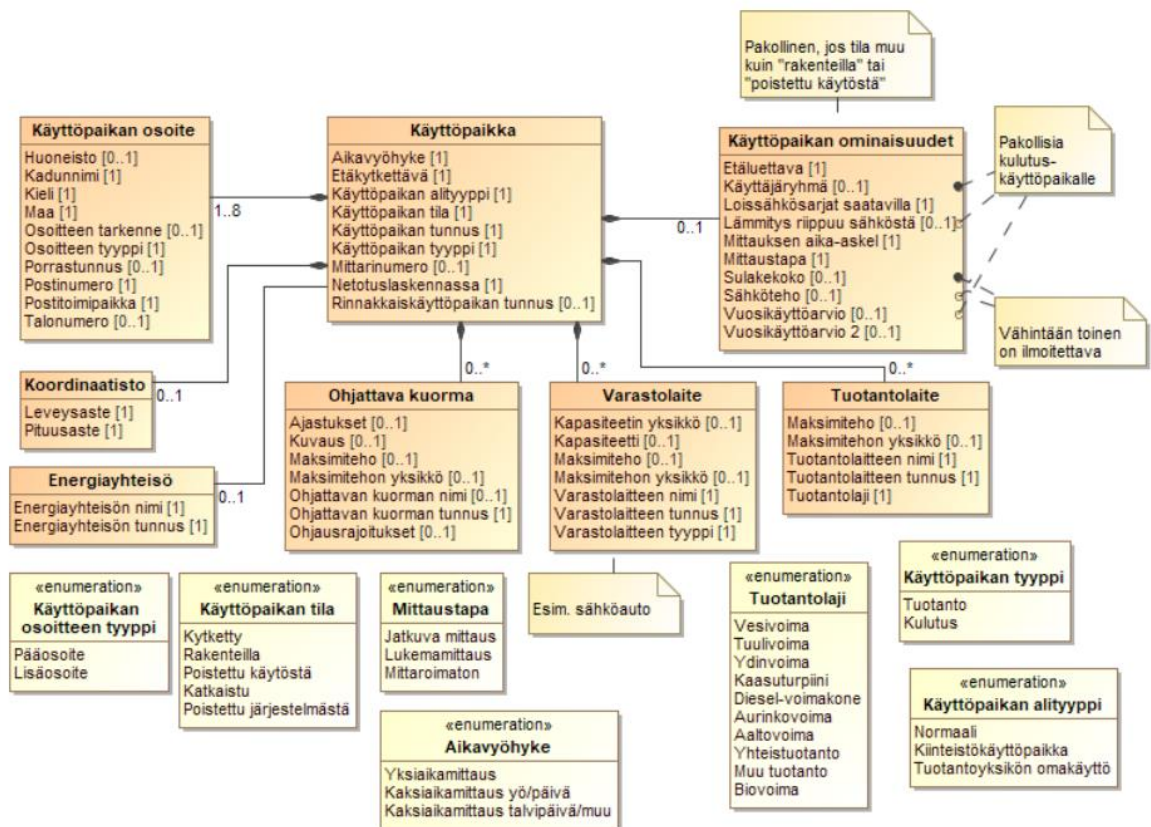
Mittaustiedon hallintajärjestelmä on energian tiedonsiirtoketjussa luentajärjestelmän jälkeen (Energiateollisuus, 2022). Mittaustiedon hallintajärjestelmästä kerrotaan erikseen luvussa 3.

2.7 Datahub

Datahub on tiedonvaihtojärjestelmä, johon tallennetaan tiedot jokaiselta Suomen **sähkönkäyttöpaikalta**. Sen tarkoituksena on parantaa ja nopeuttaa asiakkaiden saamaa palvelua, kun eri tiedonvaihdon osapuolet kuten sähkönmyyjät ja verkkoyhtiöt toimivat samassa järjestelmässä. Datahubia käyttävillä yhtiöillä on käytössään oma asiakaspalveluportaali, jonka kautta eri käyttöpaikkojen tietoja pystytään seuraamaan ja muokkaamaan. Asiakkaat pystyvät myös tarkastamaan omia tietojaan asiakasportaalistaan. (Fingrid, 2023a)

Datahubiin tiedot tallentuvat sähköverkon haltijan omien järjestelmien, kuten asiakastietojärjestelmän sekä mittaustiedon hallintajärjestelmän kautta. Henkilötietojen lisäksi Datahubiin tallentuu muun muassa sopimuksia koskevat tiedot, sähkökäyttöpaikkojen tiedot, laskutuksia koskevat tiedot sekä kulutus ja tuotantotiedot. (Fingrid, 2023a)

Verkonhaltija omistaa jakeluverkoalueellaan kaikkien mittauspisteiden tiedot. Näin ollen verkonhaltija on vastuussa alueensa käyttöpaikoista, niiden luomisesta Datahubiin, niiden tietojen päivityksestä Datahubiin sekä niiden ilmoittamisesta käytöstä poistetuiksi. (Fingrid, 2022b) Alla olevassa kuvassa 8 on esitetty kaikki Datahubiin tallennettavat käyttöpaikkatiedot.



Kuva 8. Datahubiin tallennettavat käyttöpaikkatiedot (Fingrid, 2022b).

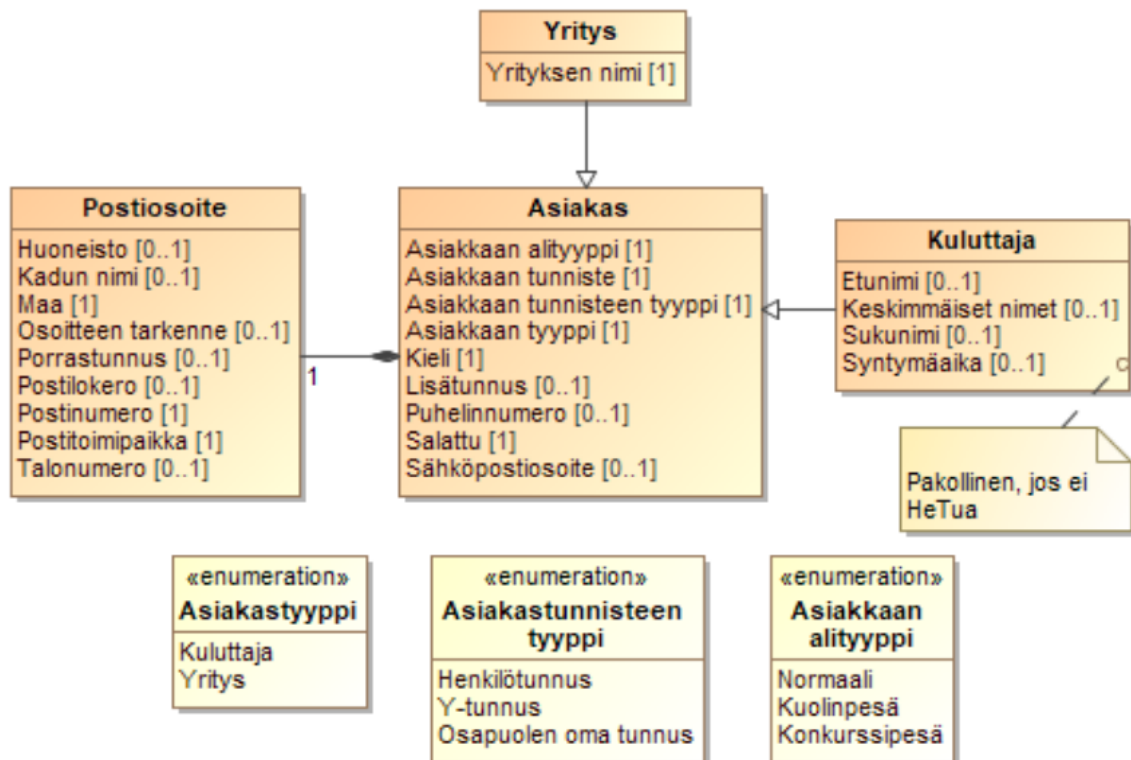
2.7.1 Datahub 2.0

Datahub 2.0 on 2023 vuoden alussa käyttöön otettu Datahubin versio, jolla tuetaan vähittäismarkkinoiden muutoksia. 15 minuutin mittauksen ja taseselvityksen myötä, myös Datahubissa päivitetään käyttöpaikka- ja mittaustietoja. Datahub 2.0 -versiossa otetaan käyttöön

myös muun muassa käyttöpaikan netotus. Tämä tarkoittaa toisiinsa liittyvien kulutus- ja tuotantokäyttöpaikkojen mittaustietojen laskemista yhteen tasejaksoittain. Netotus oli ennen tätä verkonhaltijan vastuulla. (Fingrid, 2022a)

2.8 Verkonhaltijan muut järjestelmät

Verkonhaltijalla voi olla käytössään edellä mainittujen järjestelmien lisäksi myös muita käyttöä helpottavia järjestelmiä. Useimmiten verkkoyhtiöillä on ainakin asiakastietojen ja laskutuksen hallintajärjestelmät. Esimerkiksi EnerimCIS on järjestelmä, joka toimii molempina. EnerimCIS:iä voi käyttää asiakastietojen ja laskutuksen hallinnan lisäksi myös muun muassa käyttöpaikkojen, liittymien ja mittareiden hallintaan, työtilausprosessien tilaamiseen, erilaisiin raportointeihin sekä arkistointeihin. Asiakastietojärjestelmät ovat myös yhteydessä Datahubiin, mikä helpottaa tietojen siirtymistä Datahubiin sekä näiden tietojen päivittämistä. (Enerim, 2023a) Kuvassa 9 on esitetty tiedot, jotka tallennetaan asiakastietojärjestelmän kautta Datahubiin.



Kuva 9. Datahubiin tallennettavat asiakastiedot (Fingrid, 2022b).

2.9 Energianmittaustiedon loppuraportointi

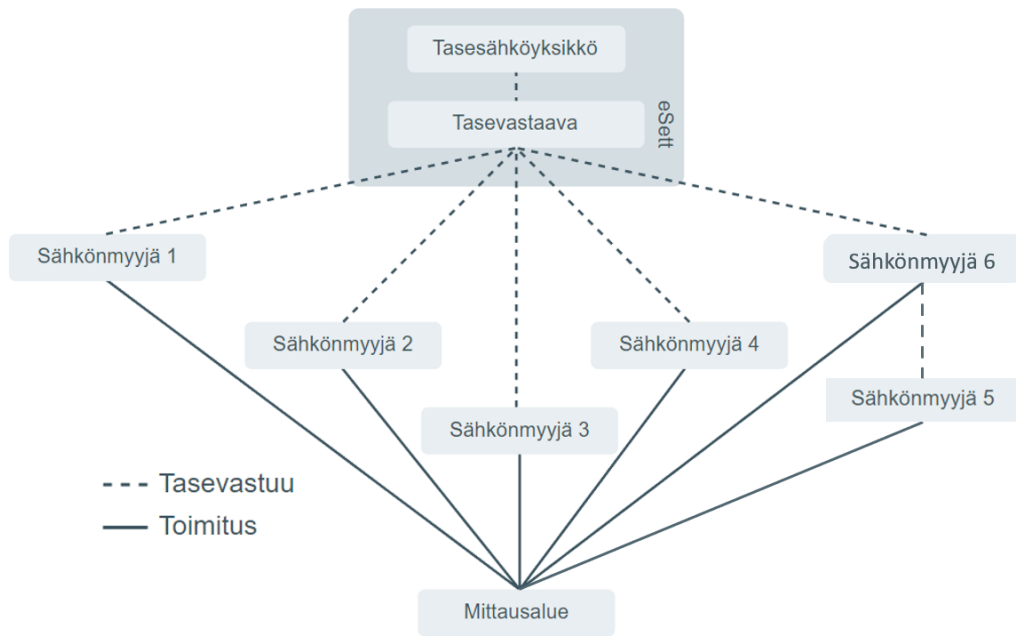
Datahubin lisäksi sähköverkkoyhtiöillä on usein oma online-palvelu, josta asiakas voi seurata muun muassa omaa energiankulutustaan, omia laskujaan ja sopimuksiaan. Esimerkiksi Tampereen sähkölaitoksella on käytössä Sähkis-palvelu ja Lahti Energia Oy:llä on käytössä OmaWatti-palvelu. (Lahti Energia, 2023; Tampereen sähkölaitos, 2023)

Kaukolämmön myyjäyhtiöt ovat vastuussa myös kaukolämpöenergian mittauksista, joten yhtiöt saavat mittaustiedot omiin palveluihinsa suoraan luentajärjestelmän kautta mittarilta (Energiateollisuus, 2021). Sähkön osalla taas sähköverkko on vastuussa mittauksesta, ja myyjät saavat mittaustiedot Datahubista (Energiateollisuus, 2022).

2.10 Taseselvitys

Sähkömarkkinatoimijoiden väliset sähkötoimitukset määritetään taseselvityksessä. Taseselvityksen tarkoitus on ylläpitää tehotasapainoa sähkön tuotannon, hankinnan, kulutuksen ja myynnin välillä. Taseselvityksen laskennat käyttävät tuntienergioita, jotka tulevat tuntienergiamittauksista, kiinteistä toimituksista ja tyyppikuormituskäyristä. Verkonhaltija vastaa mittauksien toimittamisesta, kun taas kiinteiden toimitusten vastuu kuuluu toimituksen osapuolille. (Fingrid, 2023b)

Taseselvitys alkaa mittausalueelta. Mittausalue tarkoittaa jotain jakeluverkkoa, jakeluverkon osaa tai sellaista kiinteistöä, tai sen sisäistä sähköverkkoa, jolla on oma selvitysalueensa taseselvityksessä. Esimerkiksi sähköverkkoyhtiöllä mittausalue on oman jakeluverkon alue. Mittausalueelta tuntienergioiden tiedot toimitetaan sähkönmyyjille. Sähkönmyyjillä, kuten kaikilla muillakin sähkökaupassa olevilla toimijoilla, on oltava yksi avoin toimittaja. Avoin toimittaja tasaa sähkötaseeseen jäävän poikkeaman. Sähkönmyyjän avoin toimittaja voi olla toinen sähkönmyyjä tai tasevastaava. Suomessa tasevastaavana toimii eSett. Tasevastaavan avoin toimittaja on Suomen kantaverkkoa ylläpitävä yritys Fingrid. (Fingrid, 2023b; Energiateollisuus, 2022) Alla olevassa kuvassa 10 on esitetty esimerkki taseselvitysmalli. Sähkönmyyjien 1, 2, 3, 4 ja 6 avoin toimittaja on tasevastaava eSett. Sähkönmyyjän 5 avoin toimittaja on sähkönmyyjä 6.



Kuva 10. Taseselvitysmalli (Fingrid, 2023b, muokattu).

3 Mittaustiedon hallintajärjestelmä

Tässä luvussa käsitellään tarkemmin mittaustiedon hallintajärjestelmää. Luvussa on esitetty sen käyttöratkaisut, toiminnot sekä yhteys muihin järjestelmiin.

3.1 Mittaustiedon hallintajärjestelmän käyttöratkaisut

Verkonhaltijan on mahdollista käyttää mittaustiedon hallintajärjestelmää itse tai hankkia sen käyttö palveluna (Energieateollisuus, 2022). Esimerkiksi Landis+Gyr tarjoaa AIM-järjestelmää SaaS- tai MaaS-ratkaisuina. SaaS eli software as a Service -ratkaisussa asiakas, eli tässä yhteydessä verkkonhaltija käyttää itse järjestelmää, mutta palveluntarjoaja on täydessä vastuussa järjestelmästä. Näihin vastuisiin kuuluu järjestelmän ylläpito, päivitykset ja turvallisuus. MaaS eli metering as a service on ratkaisu, jossa palveluntarjoaja käyttää itse järjestelmää verkkonhaltijan puolesta. Tämän lisäksi palveluntarjoaja toteuttaa järjestelmän kokonaisvaltaisen ylläpidon ja toimittaa verkkonhaltijalle sen omiin prosesseihin tarvittavat tiedot. (Landis+Gyr, 2020)

SaaS ja MaaS ratkaisut toteutetaan pilvipalveluina. SaaS-palvelu on yleensä selainpohjainen. On kuitenkin mahdollista, että järjestelmä toimitetaan verkkonhaltijan omille palvelimille ja järjestelmä on sovelluspohjainen. Tässä on-premise -mallissa järjestelmän käyttö, ylläpito ja päivitykset tehdään omien palvelimien kautta, joissa kuitenkin palveluntarjoaja voi olla tukena sopimuksen mukaisesti. (Kavis, 2014)

3.2 Mittaustiedon hallintajärjestelmän toiminnot

Mittaustiedon hallintajärjestelmässä on monia eri toiminnallisuuksia, jotka riippuvat järjestelmästä. Jokaisessa järjestelmässä on kuitenkin perustoimintona käyttöpaikoittain jaotellut aikasarjat. Näiltä aikasarjoilta näkyvät käyttöpaikan mittaustiedot valitulta aikaväliltä. Yhdellä käyttöpaikalla on myös usein monia aikasarjoja. Sähkönkäyttöpaikoilla näitä voi olla esimerkiksi loistehon aikasarja. Kaukolämmön mittauksessa energian lisäksi aikasarjoja voi olla muun muassa virtaukselle ja lämpötiloille. Myös tuotannon käyttöpaikoilla on omat

aikasarjansa. Järjestelmän mukaan aikasarjat voivat olla esitettynä erilaisina, mutta yksinkertaisimmillaan aikasarja sisältää aikaleiman, statuksen, energiamäärän sekä kumulatiivisen lukeman, jos mittari sitä toimittaa. Aikasarjasta on usein saatavilla myös graafi, josta on helpompi seurata muun muassa käyttöpaikan kulutuspiikkejä. (Energieffektivität, 2021 & 2022; Landis+Gyr, 2020) Aikasarjasta esimerkki alla taulukossa 1.

Taulukko 1. Esimerkkiaikasarja sähkönkäyttöpaikalla (Energieffektivität, 2022, mukailtu).

Aika	Arvo	Status	Kumulatiivinen lukema
21/02/2023 0.00	0,82	OK	10234,42
21/02/2023 1.00	1,03	OK	10235,45
21/02/2023 2.00	1,06	OK	10236,51
21/02/2023 3.00	0,95	OK	10237,46
21/02/2023 4.00	0,80	OK	10238,26
21/02/2023 5.00	0,42	OK	10238,68
21/02/2023 6.00	0,30	OK	10238,98
21/02/2023 7.00	0,34	OK	10239,32
21/02/2023 8.00	0,82	OK	10240,14
21/02/2023 9.00	0,67	OK	10240,81
21/02/2023 10.00	0,45	OK	10241,26
21/02/2023 11.00	0,22	OK	10241,48
21/02/2023 12.00	0,23	OK	10241,71
21/02/2023 13.00	0,33	OK	10242,04
21/02/2023 14.00	0,43	Arvioitu	10242,47
21/02/2023 15.00	0,67	Arvioitu	10243,14
21/02/2023 16.00	0,99	Korjattu OK	10244,13
21/02/2023 17.00	1,23	OK	10245,36
21/02/2023 18.00	1,34	OK	10246,7
21/02/2023 19.00	3,33	OK	10250,03
21/02/2023 20.00	2,45	OK	10252,48
21/02/2023 21.00	1,34	OK	10253,82
21/02/2023 22.00	0,98	OK	10254,8
21/02/2023 23.00	0,83	OK	10255,63
22/02/2023 0.00	0,86	OK	10256,49
22/02/2023 1.00	1,23	OK	10257,72
22/02/2023 2.00	1,07	OK	10258,79
22/02/2023 3.00	0,88	OK	10259,67

Aikasarjahaun lisäksi muita mahdollisia toimintoja mittaustiedon hallintajärjestelmässä ovat muun muassa käyttöpaikkojen ja mittalaitteiden haku- ja muokkaustoiminnot, tariffinlaskennan toiminnot ja kuormanohjaustoiminnot (Landis+Gyr, 2020).

3.3 Mittaustiedon hallintajärjestelmän käyttö

Mittaustiedon hallintajärjestelmää käytetään moniin eri mittaustiedon hallinnan tarkoituksiin. Pääasialliset tarkoitukset verkkoyhtiöissä ovat mittaustiedon tallentaminen, säilytys ja validointi. Verkkoyhtiön tarpeiden mukaan voi mittaustiedon hallintajärjestelmällä olla muitakin käyttötarkoituksia. (Energiateollisuus, 2022)

3.3.1 Mittaustiedon tallentaminen ja säilytys

Energianmittaustiedot tallennetaan mittaustiedon hallintajärjestelmään luentajärjestelmän avulla. Tiedot on tallennettava niin, että alkuperäiset ja tarvittaessa muokattavat lukemat ja niiden statukset voidaan myöhemmin tarkistaa. **Sähkömittauksen** lukemat on tallennettava sähkömarkkinalain 588/2013 mukaan kuuden vuoden ajalta. Kuluttajalla on kuitenkin oikeus vaatia luentatietojaan 10 vuoden ajalta laskutusvirheen tarkastamiseksi, jos lukemissa oleva virhe pystytään jälkikäteen toteamaan. Tämä 10 vuoden oikeus on käytössä myös kaukolämmön kuluttajalla (Energiateollisuus, 2021). Sähköverkonhaltija voi määrätä Datahubin mittaustietojen säilytyspaikaksi, mikä vähentäisi mittaustietojen säilytyksen tarpeellisuutta mittaustiedon hallintajärjestelmässä. (Energiateollisuus, 2022)

Status on mittalaitteen lähettämä tieto lukeman laadusta. Eri mittalaitteilla ja eri mittaustiedon hallintajärjestelmillä on käytössä monenlaisia eri statuksia. Statukset auttavat verkonhaltijaa suodattamaan ja käsittelemään mittareilta saatavia tietoja ja korjaamaan aikasarjoja. Alla olevassa taulukossa 2 on esitetty Datahubissa käytettävät statukset. Statukset ovat taulukossa ylhäältä alaspäin heikoimmasta vahvimpaan. Heikomman statuksen voi aina korvata sitä vahvemmallalla statuksella. Datahubin statukset ovat erityyppisiä kuin monissa hallintajärjestelmissä, mutta nämä statukset yhdistetään toisiinsa mittaustietojen siirtyessä hallintajärjestelmästä Datahubiin. (Energiateollisuus, 2022)

Taulukko 2. Datahubissa käytettävät statukset (Energiateollisuus, 2022, muokattu).

Status	Käyttö	Statuksen korvaus
Puuttuva	Kun mittarilta ei saada tietoa, statuksena nollakulutus puuttuva.	Voidaan korvata yhtä vahvalla tai vahvemmalla statuksella.
Epävarma	Epäiltyä virheellistä tietoa mittarilta, ja oletetaan, että saadaan tarkempi mittaustieto myöhemmin. Kun arvioidaan puuttuvaa tietoa viiden päivän kuluessa puuttuvalta ajanjaksolta, ja oletetaan että saadaan tarkempi mittaustieto myöhemmin.	Voidaan korvata yhtä vahvalla tai vahvemmalla statuksella.
Arvioitu	Mittaustieto arvioitu ja oletettu, että muuta tietoa ei saada.	Voidaan korvata yhtä vahvalla tai vahvemmalla statuksella.
OK	Mitattu luotettava tieto. Voi käyttää myös, kun korjataan puuttuva- tai epävarma- status tietoja.	Voidaan korvata yhtä vahvalla tai vahvemmalla statuksella.
Korjattu OK	Kun korjataan puuttuva- tai epävarma- status tietoja. Myös toista Korjattu OK- statusta korjatessa. Käytetään myös mittaroimattomissa kohteissa, jos kohdetta ei saa mallinnettua tyypikäyräkohteelle.	Voidaan korvata vain Korjattu OK statuksella

3.3.2 Mittaustiedon validointi

Mittaustiedon validointi on verkonhaltijan vastuulla. Validointi tehdään yleensä mittaustiedon hallintajärjestelmässä, mutta sitä voidaan tehdä myös luentajärjestelmässä. Mittaustiedon validoinnin ideana on tuottaa käyttöpaikkojen aikasarjoille katkeamatonta, oikeilla aikaleimoilla ja arvoilla, sekä hyväksytyillä statuksilla varustettua sarjaa. (Energiateollisuus, 2022) Mittaustiedon validoinnissa tehdään samoja tarkistuksia ja korjauksia niin sähkön kuin kaukolämmön puolella, sillä verkkoyhtiöillä on sama mittaustiedon hallintajärjestelmä käytössä molempien energioiden käsittelyssä (Enerim, 2023b). Kaukolämmön osalta on yleisempää, että lukemat luetaan vain kerran kuukaudessa, mikä voi muuttaa validointiprosessia (Energiateollisuus, 2021).

Mittaustiedon validointi koostuu monesta eri tehtävästä. Osa näistä on automatisoitu mitaustiedon hallintajärjestelmässä ja lopuissa näistä, on apuna erilaisia ajoja ja hakuja, joiden avulla tehtävät on helpompi suorittaa (Landis+Gyr, 2020).

Puuttuvien tietojen tarkastaminen on yleisin mittaustiedon validoinnin tehtävistä. Puuttuvat kulutuskäyttöpaikan energiatiedot arvioidaan viiden vuorokauden sisällä siitä, kun mitatun tiedon tuleminen mittarilta loppuu. Arviointimenettely on kuitenkin riippuvainen puuttuvien lukemien tulon syystä. Jos lukemat saadaan uudestaan luentaan viiden vuorokauden sisällä, ei arvioinnille ole tarvetta. Jos lukemia ei saada viiden vuorokauden sisällä, mutta lukemat saadaan mittarilta myöhemmin, on puuttuvat silti arvioitava ja statukseksi on merkittävä epävarma. Jos puuttuvia lukemia ei tulla saamaan, on puuttuvat arvioitava ja statukseksi on merkittävä arvioitu. Arvioinnissa pystytään yleensä käyttämään hyväksi kumulatiivista lukemaa, jonka avulla saadaan kokonaiskulutus oikein. Jos käytössä on kumulatiivisen lukeman lisäksi historiatietoa, saadaan tasejaksojenkin kulutukset todella lähelle oikeaa kulutusta. Puuttuvan kulutuksen arvioinnissa käytetään erilaisia yhtälöitä. Esimerkiksi puuttuvien lukemien arviointi, kun puuttuvan ajan kokonaiskulutus tiedetään, laskettaisiin interpolimalla yhtälöllä 1.

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

jossa W_{T_0} tarkoittaa arvioitavan taseselvitysjakson kulutusta, W_{T-1} tarkoittaa edellisen viikon vastaavan taseselvitysjakson kulutusta ja T-2 ja T-3 kahden viikon ja kolmen viikon takaista vastaavaa taseselvitysjakson kulutusta. W_{PKE} tarkoittaa puuttuvaa kokonaisenergiaa, eli kumulatiivisten lukemien erotuksesta saatavaa aikavälin kokonaiskulutusta. Tässä T-1, T-2 ja T-3 tarkoittavat myös edellisiä viikkoja. (Energiateollisuus, 2022) Tässä kohtaa on hyvä huomioida, että puuttuvien lukemien arviointia ei verkkoyhtiöissä tehdä käsin, vaan mittaustiedon hallintajärjestelmä laskee ja arvioi puuttuvia lukemia automaattisesti.

Puuttuvien lukemien arvioinnissa on otettava myös huomioon esimerkiksi arkipyhät ja aatot ja miten ne voivat vaikuttaa kulutukseen. Näiden arvioinnissa helpottavat myös historiatiedot. Myös kohteet, joissa pääkytkin avataan ajoittain, on käytettävä eri arviointitapaa. Esimerkiksi kesämökit, joista oletetaan pääkytkimen olevan auki, on puuttuvat tiedot arvioitava

nollaksi, koska on todennäköistä, ettei käyttöpaikalla ole kulutusta. (Energiateollisuus, 2022)

Yksikin liian suuri arvo aikasarjalla voi vaikuttaa merkityksellisesti kokonaiskulutukseen. Tämän takia mittaustiedon validoinnissa tarkastetaan ja korjataan ylisuuria arvoja. Käyttöpaikan pääsulake rajoittaa sähkönkäytön maksimi-arvoa. Tämän maksimi-arvon avulla on mittaustiedon hallintajärjestelmässä helppo löytää tätä arvoa ylittävät kulutukset ja korjata ne. (Energiateollisuus, 2022).

Statusten tarkastaminen ja niiden korjaaminen taulukossa 2 esitetyillä statuksilla on myös osa validointiprosessia. Myös nollasarjoja on seurattava tarkasti. Jos käyttöpaikan nollasarjaa ei voida perustella esimerkiksi jaksottaisen sähkönkäytön avulla, pitää mittauksen tilanne käydä varmistamassa mittarilta. Aikasarjalle on mahdollista tulla negatiivisia lukemia, kun energiat merkitään kumulatiivisena lukemana. Näin voi tapahtua esimerkiksi mittarinvaihdon yhteydessä tai mittausvirheen takia. Näiden lukemien korjaus kuuluu myös validointiprosessiin. Viimeisenä mittauksilta on suositeltavaa tarkastaa vuosittain energian kokonaiskulutus. Tämä tehdään vuosikulutusennusteen perusteella. Jos kokonaiskulutus eroaa paljon vuosikulutusennusteesta, voidaan epäillä systemaattista mittausvirhettä. Tämä voi johtua esimerkiksi mittarin kerroinvirheestä tai mittalaitteen vikaantumisesta. Tällainen virhe voi johtaa energialukemien uuteen arviointiin jopa vuoden ajalta. (Energiateollisuus, 2022)

Validoitu data toimitetaan mittaustiedon hallintajärjestelmästä eri sanomien avulla eri osapuolille, kuten Datahubiin ja sähkönmyyjille. Mittaustietoja toimitetaan myös verkonhaltijan omiin järjestelmiin muun muassa laskutusta varten. (Energiateollisuus, 2022)

Datahub validoi myös mittaustiedon statuksia ja niiden käyttöä, mutta mittaustiedon oikeellisuus on silti verkonhaltijan vastuulla. Tämän myötä Datahubin käyttöönotto ei vaikuttanut merkittävästi mittaustiedon validointiin. (Fingrid, 2022b)

3.3.3 Muu käyttö

Mittaustiedon hallintajärjestelmiä käytetään myös moniin muihin toimintoihin. Nämä riippuvat aina järjestelmästä ja verkonhaltijan tarpeista. On myös toimintoja, jotka voivat olla eri järjestelmätuottajilla sisällytettynä eri järjestelmiin. Mittalaitteita voidaan hallita esimerkiksi mittaustiedon hallintajärjestelmässä tai asiakastietojärjestelmässä. (Enerim, 2023a;

Landis+Gyr, 2020) Seuraavaksi on mainittu muutamia toimintoja, joita voi olla mittaustiedon hallintajärjestelmässä.

Mittaustiedon hallintajärjestelmää voidaan käyttää erilaisiin raportointeihin ja sanomien lähettämiseen. Esimerkiksi MSCONS-sanomia voidaan lähettää mittaustiedon hallintajärjestelmästä. (Enerim, 2023b) MSCONS eli Metered Services Consumption report message on sähköinen Sanoma, jolla lähetetään käyttöpaikalta mittaustietoja (KBR, 2023). Suomessa verkkoyhtiöissä MSCONS-sanomaa käytetään usein kaukolämmön mittaustietojen lähettämiseen asiakkaille. (Vantaan Energia, 2023).

Tariffilaskentaa voidaan suorittaa mittaustiedon hallintajärjestelmässä. Tariffilaskennassa energianmittaustietoa muutetaan laskutettavaan ja jaoteltuun muotoon. Tämä helpottaa uusien tuotteiden tulojen arviointia nykyisillä kulutuksilla. (Landis+Gyr, 2020)

Kuormanohjauksen hallinta voi tapahtua mittaustiedon hallintajärjestelmässä. Kuormanohjauksella voidaan hallita sähkönkäyttöpaikkojen kuormia joko aikataulutetuilla ohjauksilla tai vaadittaessa manuaalisesti. Myös profiililaskenta voi olla mahdollista mittaustiedon hallintajärjestelmässä. Profiililaskennan avulla on mahdollista yhdistää eri käyttöpaikkojen profiileja. Yhdistettyjen profiilien avulla voidaan helpottaa esimerkiksi kuormien laskentaa. Profiililaskennan avulla voi myös muuttaa mittaustietoja 15 minuutin taseesta tunnin taseeseen. (Landis+Gyr, 2020)

3.4 Mittaustiedon hallintajärjestelmän yhteys muihin järjestelmiin

Mittaustiedon hallintajärjestelmät ovat yhteydessä moniin muihin energianmittauksen tiedonsiirtoketjun järjestelmiin. Yhteydessä olevien järjestelmien määrä riippuu verkkoyhtiön tarpeista. Yleisimpiä mittaustiedon hallintajärjestelmään yhteydessä olevia järjestelmiä ovat luentajärjestelmä sekä asiakas- ja laskutusjärjestelmä. (Energiateollisuus, 2022)

3.4.1 Luentajärjestelmä

Luentajärjestelmä toimittaa sähkön mittaustiedot kerran päivässä ja kaukolämmön mittaustiedot vähintään kerran kuukaudessa mittaustiedon hallintajärjestelmään. Uusilta sähkön etämittauslaitteistoilta lukemat toimitetaan kuuden tunnin välein hallintajärjestelmään 1.1.2026

alkaen. Tiedonsiirtoyhteys mittaustiedon hallintajärjestelmän ja luentajärjestelmän välillä on kaksisuuntainen, mikä mahdollistaa erilaisten tietojen siirtämisen myös hallintajärjestelmästä luentajärjestelmään. (Energiateollisuus, 2021 & 2022)

3.4.2 Asiakastieto- ja laskutusjärjestelmä

Mittaustiedon hallintajärjestelmän mukaan energianmittaustietoja siirretään mittaustiedon hallintajärjestelmästä asiakastieto- ja laskutusjärjestelmiin eri tavoin. HansenMDM-järjestelmästä tietoja siirretään RICH API -arkkitehtuurin avulla, kun taas Landis+Gyr AIM -järjestelmässä on käytössä Landisin oma AIMIA-integrointisovellus. Mittaustiedon hallintajärjestelmästä saadaan laskutusta varten muokattua mittaustietoa, joka voidaan siirtää laskutusjärjestelmään. Asiakastietojärjestelmän ja mittaustietojärjestelmän välillä siirtyy paljon tietoa esimerkiksi mittalaitteista ja asiakkaiden tiedoista, kuten sopimuksista. (Hansen, 2023; Landis+Gyr, 2020)

3.4.3 Datahub

Sähköenergian mittaustiedot siirretään verkonhaltijan omasta mittaustiedon hallintajärjestelmästä Datahubiin automatisoiduilla prosesseilla, mutta tietoja pystyy muokkaamaan myös manuaalisesti. Mittaustiedon hallintajärjestelmästä Datahubiin siirrettävät mittaustiedot ovat mitatun energian arvo, aikaleima ja mittaustiedon status. Datahubissa on näkyvillä myös tietoja muokkausajanhetkestä, muokkaajasta sekä tallennusajanhetkestä. Muokkausajanhetki on hetki jona Datahub tallentaa tiedot tietokantaansa, muokkaaja on se prosessi tai henkilö, joka muokkaa tietoja ja tallennusajanhetki on hetki, jolloin Datahub on vastaanottanut ilmoituksen mittaustietojen muokkaamisesta. (Fingrid, 2022b)

4 Mittaustiedon hallintajärjestelmien kehitys

Verkkoyhtiöiden toiminta on murrosvaiheessa. Datahub ja varttimittaus ovat tuoneet monia muutoksia sähköverkkotoimintaan. Etenkin Datahub ja sen tuomat mahdollisuudet mittaustiedon hallintaan ovat muuttaneet näkemyksiä mittaustiedon hallintajärjestelmän käytöstä sekä tarpeellisuudesta. Tässä kappaleessa esitellään tämänhetkistä Datahubin vaikutusta mittaustiedon hallintajärjestelmien käyttöön, mittaustietojen hallinnan kehitystä sekä tämän tutkimuksen yleistä kohdetta.

4.1 Datahubin vaikutus

Datahubin vaikutus mittaustiedon hallintajärjestelmän tulevaisuuteen on merkittävä. Myös käyttöönoton jälkeen Datahubin päivitykset, kuten Datahub 2.0 ovat vaikuttaneet verkkoyhtiöiden tapaan käyttää mittaustiedon hallintajärjestelmää. (Fingrid, 2022b)

Mittaustiedon hallintajärjestelmiin tallennetaan energiatiedon lukemat vähintään kuuden vuoden ajalta. Datahubin käyttöönoton jälkeen nämä samat lukemat tallennetaan uudestaan Datahubiin. Koska Datahubiin tiedot kuitenkin tallennetaan mittaustiedon hallintajärjestelmästä, ei tällä hetkellä ole mahdollista poistaa mittaustiedon hallintajärjestelmästä mittaustiedon tallentamistoimintoa. (Fingrid, 2022b; Energiateollisuus, 2022)

Mittaustiedon hallintajärjestelmistä viedään validoitua tietoa eteenpäin muihin järjestelmiin (Energiateollisuus, 2022). Yksi järjestelmä mihin tietoa viedään, on asiakasportaali. Datahubin käyttöönoton ohessa Datahub avasi oman asiakasportaalin. Tämä asiakasportaali kattaa verkonhaltijan lakisääteisen raportointivelvollisuuden omille asiakkailleen. Tämä tarkoittaisi, että halutessaan verkkoyhtiöillä ei tarvitsisi enää olla sähkönkäyttöpaikoilleen omaa asiakasportaalia. Datahubin asiakasportaalista asiakkaat eivät kuitenkaan pysty näkemään kaukolämmön tietoja. Koska kaukolämmön asiakkailla on myös oikeus saada kaukolämmön kulutus- ja laskutustiedot sähköisesti, joko sähköyhtiön verkkosivuilta tai sähköpostin välityksellä, ei asiakasportaalin sulkeminen isoissa verkkoyhtiöissä, joissa on myös kaukolämmön myyntiä, olisi välttämättä kannattavaa (Energiateollisuus, 2021).

Verkonhaltijan tekemä taseselvitys toteutettiin aikaisemmin mittaustiedon hallintajärjestelmässä. Datahubin käyttöönoton jälkeen verkkonhaltijan laskemat, taseselvitykseen ilmoitettavat myyjäkohtaiset summat ja verkkonhaltijan häviöt lasketaan Datahubissa. Datahub laskee myös itse myyjäkohtaiset tasevirhekorjaukset ja ilmoittaa ne verkkonhaltijalle. Datahubin käyttöönoton myötä verkkonhaltijan ei enää tarvitse tehdä edellä mainittuja taselaskelmia omassa mittaustiedon hallintajärjestelmässään eikä säilyttää tietoa käyttöpaikkojen myyjistä taseselvityslaskentoja varten. Datahub myös toimittaa tarvittavat tasetiedot tasevastaavalle, eSetille. (Fingrid, 2022b)

Kolmas osapuoli on Datahubiin rekisteröity osapuoli, jolla on sopimus Datahubin kanssa. Usein kolmas osapuoli on jokin yritys, joka hallinnoi mittaustietoja asiakkaansa puolesta. Aikaisemmin mittaustiedot toimitettiin kolmansille osapuolille suoraan verkkonhaltijan järjestelmistä. Nykyään ne toimitetaan Datahubin kautta, mikä helpottaa verkkonhaltijaa, sillä jokaisen osapuolen kanssa ei enää tarvitse sopia erikseen toimituksesta. Kaukolämmön osalta verkkonhaltija toimittaa edelleen mittaustietoja kolmansille osapuolille omasta mittaustiedon hallintajärjestelmästä. (Fingrid, 2022b)

Datahub käsittelee energiayhteisöjen mittausta ja muita prosesseja vuodesta 2023 alkaen. (Fingrid, 2022b). Ennen vuotta 2023 energiayhteisöjen järjestäminen olisi vaatinut verkkoyhtiöltä vapaaehtoista hyvityslaskentaa ja netotusta (Elenia, 2023).

4.2 Mittaustiedon hallinnan kehitys yleisesti

Mittaustiedon hallintajärjestelmän käyttötarkoitukset on esitelty aiemmin luvussa 3.3. Kuitenkin muutokset eri järjestelmissä, kuten Datahubissa, ovat muuttaneet etenkin sähkömittauksen prosesseja ja mahdollistaneet näiden prosessien tekemistä eri järjestelmissä. Kun mittaustiedon hallintaprosesseja kehitetään, on myös tärkeää muistaa, että kaukolämpö on tärkeä osa monien verkkoyhtiöiden toimintaa. Näin ollen hallintaprosesseja ei voida kehittää ainoastaan sähkömittauksen osalta. Tässä tutkimuksessa otetaan huomioon sähkömittauksen lisäksi kaukolämmön mittaus ja pyritään tuomaan esille ratkaisuja, jotka mahdollistavat molempien energianmittauksien hallinnan kehitystä.

4.3 Eri järjestelmätoimittajien järjestelmät

Suomessa on verkonhaltijoilla käytössään monien eri järjestelmätoimittajien mittaustiedon hallintajärjestelmiä. Näitä järjestelmätoimittajia ovat muun muassa Landis+Gyr, Enerim ja Rejlers. (Fingrid, 2019) Eri järjestelmillä on erilaisia käyttöliittymiä, ominaisuuksia ja tukipalveluita. Verkkoyhtiölle on tärkeää, että nämä edellä mainitut asiat ovat mahdollisimman käyttäjäystävällisiä ja luotettavia. Kuitenkin jokaisessa verkkoyhtiössä on omat mittaustiedon hallinnan tarpeet, joten kaikille yhtiöille ei ole yhtä parasta järjestelmää. Tässä työssä on tarkoitus tutkia monipuolisesti eri järjestelmätoimittajien järjestelmiä ja tuoda näistä esiin hyvien ja huonojen puolien lisäksi myös hyötyjä, joita näillä järjestelmillä voisi olla erityyppisille verkkoyhtiöille.

4.4 Verkkoyhtiön mittaustiedon hallinnan kehitys

Tällä tutkimuksella kehitetään LE-Sähköverkko Oy:n mittaustiedon hallintaa tutkimalla nykyistä mittaustiedon hallintajärjestelmää sekä muilla verkkoyhtiöillä käytössä olevia mittaustiedon hallintajärjestelmiä. Nykyisestä järjestelmästä halutaan tuoda esiin kehityskohdat ja hyvät puolet sekä muun muassa turhat ominaisuudet. Myös esimerkiksi yhteistyötä järjestelmätuottajan kanssa halutaan tutkia. Oman järjestelmän ja siihen liittyvien toimijoiden ja toimintojen jälkeen halutaan tutkia muiden verkkoyhtiöiden käyttämiä järjestelmiä. Näitä verrataan nykyiseen järjestelmään niillä eri osa-alueilla, joita omassa järjestelmässä on tutkittu. Tärkeimpänä ovat ne osa-alueet, jotka LE-Sähköverkon käyttämässä järjestelmässä vaativat kehitystä. Tutkimuksessa selvitetään myös yleisesti mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuutta, millä pystytään kehittämään LE-Sähköverkon lisäksi myös mahdollisesti muiden sähköverkkoyhtiöiden ja järjestelmätuottajien toimintaa.

5 Selvitys mittaustiedon hallintajärjestelmistä

Tässä kappaleessa esitetään työn varsinainen tutkimustapa ja tutkimuksessa käytettävät menet. Käytettyjen tutkimusmenetelmien lisäksi kappaleessa esitetään, miten mainittujen menetelmien etuja hyödynnettiin ja mitä tietoa eri menetelmillä haluttiin saada. Kappaleessa esitetään myös tutkimuksessa käytettyjen menetelmien hyötyjä, heikkouksia sekä niiden käyttöön liittyviä huomioita.

5.1 Tutkimustapa

Tämän työn tutkimusmenetelminä käytettiin haastattelu- ja kyselytutkimusta. Tässä tutkimuksessa nämä menetelmät ovat pääosin kvalitatiivisia eli laadullisia, sillä tutkimus perustuu vastaajien omiin käyttökokemuksiin. (Alasuutari, 2012) Kuitenkin, koska kyselytutkimuksessa on myös joitain kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen määritelmän täyttäviä kohtia, voidaan tutkimusta pitää monimetodisena (Andres, 2012). Haastattelut ja kyselytutkimukset suoritettiin tutkimuksessa anonymisti, kuitenkin niin, että tutkimuksen tilaajalle tiedot eri järjestelmien nimistä olivat saatavilla, jotta tutkimusta voidaan heillä hyödyntää.

5.2 Haastattelut verkkoyhtiössä

Tässä tutkimuksessa haluttiin aluksi tarkastella LE-Sähköverkon mittaustiedon hallintajärjestelmän nykytilaa. Tätä varten pyrittiin verkkoyhtiöstä haastattelemaan henkilöitä, jotka käyttäisivät päivittäin mittaustiedon hallintajärjestelmää ja tuntisivat järjestelmän hyvin. Henkilöt pyydettiin haastatteluihin sähköpostin välityksellä. Haastatteluihin saatiin verkkoyhtiöstä kaksi henkilöä.

Haastattelut järjestettiin yksilöhaastatteluina Teams-palvelun välityksellä. Yksilöhaastatteluihin päädyttiin, koska ne ovat nopeampia ja helpompia järjestää, sillä järjestelyssä on otettava huomioon vain yhden haastattelijan aikataulu kerrallaan. Pidetyissä haastatteluissa oli myös tärkeää, että haastateltavat tuovat omat näkemyksensä esiin, eivätkä mukaile toisten vastauksia. (Coenen et al. 2011)

Ryhmähaastattelussa taas olisi ollut mahdollista, että toisen haastateltavan vastaukset auttaisivat muita haastateltavia tuomaan esiin omakohtaisia kokemuksia. Lisäksi, jos haastateltavia olisi useampi, voisi ryhmähaastattelut isommissa ryhmissä nopeuttaa yleistä haastatteluprosessia. (Coenen et al. 2011)

Tutkimushaastattelua tehdessä haastattelijan on tärkeä pysyä neutraalina. Jotta haastateltavan vastaukset pysyisivät todenmukaisina, ei haastattelijaa saa johdatella haastateltavaa mihinkään suuntaan kysymyksillään tai kommentillaan. Haastattelijan ei kuitenkaan pidä jäädä haastattelutilanteesta täysin passiiviseksi, jotta kysymyksiin vastaaminen johtaisi monipuolisempiin ja kokonaisvaltaisempiin vastauksiin. (Hyvärinen et al. 2017)

LE-Sähköverkon sisällä tehtävissä haastatteluissa tarkoituksena oli selvittää nykykuva mittaus-tiedon hallintajärjestelmän käytöstä verkkoyhtiössä. Tämän lisäksi haastattelujen avulla selvennettiin ja kehitettiin kyselytutkimuksessa käytettävää kyselylomaketta. Myös mittaus-tiedon hallintajärjestelmien yleistä tulevaisuuden kuvaa selvitettiin. Haastatteluissa oli apuna kysymyksiä, joiden lisäksi voitiin kysyä tarkentavia kysymyksiä haastateltavan vastausten mukaan. Haastattelukysymykset ovat esillä liitteessä I. Tarkoitus oli kuitenkin pitää haastattelut keskustelumaisina, jotta vastaukset olisivat monipuolisempia ja asiat tutkittaisiin monesta eri näkökulmasta. Haastattelujen aluksi haastateltavaa muistutettiin tutkimuksen vapaaehtoisuudesta ja siitä, että missä vain vaiheessa tutkimusta voi jättäytyä pois. Myös haastatteluiden anonyymiydestä muistutettiin. Teams-haastattelut tallennettiin ja tästä pyydettiin lupa haastateltavilta ennen haastattelun alkua.

5.3 Verkkoyhtiöille suoritettu kyselytutkimus

Verkkoyhtiöiden mittaus-tiedon hallintajärjestelmiä, niiden käyttöä ja tulevaisuutta tutkiessa valittiin tutkimusmenetelmäksi kyselytutkimus. Koska tutkimus haluttiin kohdistaa niin monen suomalaisen verkkoyhtiöön kuin mahdollista, oli kyselytutkimus paras vaihtoehto. Kyselytutkimuksella saadaan tehokkaasti laaja tutkimusaineisto isoltakin kohderyhmältä. Ison kohderyhmän vastauksia on myös huomattavasti helpompi analysoida kyselytutkimuksessa, kuin esimerkiksi haastattelututkimuksessa. Muita kyselytutkimuksen hyötyjä ovat muun muassa se, että tutkija ei vaikuta läsnäolollaan vastauksiin ja usein kyselytutkimukseen osallistumisen kynnys on pienempi kuin haastatteluihin. (Hirsjärvi et al. 2009) Esimerkiksi juuri verkkoyhtiöissä toimivien henkilöiden voi olla helpompi osallistua

kyselytutkimukseen, johon voi vastata omalla aikataululla omaan tahtiin, kuin osallistua haastattelututkimukseen, johon pitää valita tarkka aikataulu.

Kyselytutkimuksessa on kuitenkin myös heikkoutensa. Kyselytutkimuksiin ei välttämättä suhtauduta yhtä vakavasti, kuin esimerkiksi haastatteluihin. Kyselytutkimuksissa on myös vaikeampi saada monipuolisia ja kattavia vastauksia. Esimerkiksi haastattelututkimuksessa mahdollisuus jatkokysymyksiin tuo tutkimukseen lisää sisältöä ja luotettavuutta. Väärinymmärryksiä kysymyksiin ja vastauksiin liittyen on myös mahdoton kontrolloida kyselytutkimuksen vastausvaiheessa. (Hirsjärvi et al. 2009)

Tärkeintä kyselytutkimuksessa on kysymysten laatiminen. Vastajien mahdollisuus ymmärtää kysymykset eri tavalla, kuin tutkija on ne tarkoittanut, on minimoitava kysymysten muotoilun avulla. Kysymysten on oltava yksiselitteisiä eivätkä ne saa johdatella vastaajaa mihinkään suuntaan. Lomakkeen kysymykset on laadittava vasta, kun tutkimusongelmat ovat selkeät, jotta lomakkeessa kysytään kaikki tarvittava, mutta ei kysytä turhia kysymyksiä. Koska tämän tutkimuksen kyselylomake sisältää pääosin monivalintavastauksia, on vastausvaihtoehtojen laatimisessa myös tärkeää yksiselitteisyys ja selkeys. Häilyviä vastausvaihtoehtoja, kuten ”muutama” tai ”jonkun verran” ei pidä käyttää. (Valli & Aarnos, 2018)

Tärkeää on myös kyselylomakkeen pituus. Pituudessa on huomioitava muun muassa kohderyhmä, kyselyn mielenkiintoisuus kohderyhmälle sekä kysymysten laatu. Liian pitkä lomake, joka sisältää paljon avoimia kysymyksiä, voi nopeasti viedä vastaajalta innokkuuden vastaamiseen. Vaikka kysymykset olisivatkin yksinkertaisia, voi liian pitkä lomake heikentää vastaajan keskittymistä lomakkeen lopun kysymyksiin ja näin huonontaa tutkimuksen laatua. Liian lyhyt lomake taas supistaa tutkimukseen tarvittavia vastauksia ja näin huonontaa tutkimuksen laatua. (Valli & Aarnos, 2018)

5.3.1 Kontaktien hankinta ja kyselyn suunnittelu

Kyselytutkimusta varten selvitettiin kaikki Suomessa jakeluverkon haltijoina toimivat verkkoyhtiöt. Listaus yhtiöistä löytyi ELY-keskuksen sivuilta. Osa verkkoyhtiöiden tiedoista oli kuitenkin vanhentunut. Jotkut yhtiöt olivat lopettaneet ja jotkut yhdistyneet toisiin yhtiöihin. Näissä tapauksissa tietyn alueen korvaavat yhtiöt selvitettiin. (ELY-keskus, 2023) Verkkoyhtiöt listattiin ja lopulta pyyntö kyselytutkimukseen osallistumiseen lähetettiin 72 yhtiölle.

Yhteydenotot tehtiin joko verkkoyhtiön nettisivuilla olevan yhteydenottolomakkeen avulla tai sähköpostitse yhtiön asiakaspalvelun kautta. Tarkoituksena oli saada kontakti yhtiöissä mittaustiedon hallinnan puolella työskentelevään tai työskenteleviin henkilöihin. Näitä voivat olla esimerkiksi tasevastaava tai mittausasiantuntija, jolla on kokemusta verkkoyhtiössä käytettävästä mittaustiedon hallintajärjestelmästä. Muutama yhteyshenkilö saatiin myös LE-Sähköverkon kontaktien kautta. Yhteydenottojen yhteydessä huomioitiin myös, jos mittaustiedon hallintajärjestelmän käyttö on yhtiössä ulkoistettu. Näissä tapauksissa kontakti pyrittiin saamaan henkilöön, joka hoitaa yhtiössä muuten mittaustietoihin liittyviä asioita.

Verkkoyhtiöistä saaduille yhteyshenkilöille lähetettiin kyselylomake, jonka ohessa muistutettiin tutkimuksen anonyymiudesta, oikeudesta peruuttaa tutkimukseen osallistuminen ja siitä, että kaikki vastaukset poistetaan tutkimuksen valmistuttua. Verkkoyhtiöitä muistutettiin myös siitä, että kyselylomakkeeseen on mahdollista vastata yhtiön sisällä myös useampi henkilö. Näin mahdollistetaan, että jokaiseen kysymykseen saadaan mahdollisimman kattava ja verkkoyhtiön näkemystä vastaava vastaus.

Kyselytutkimusta suunniteltaessa käytettiin apuna LE-Sähköverkon sisällä pidettyjä haastatteluja. Koska kyselytutkimuksen vastauksien avulla on tarkoitus kehittää verkkoyhtiön mittaustiedon hallintajärjestelmän tulevaisuutta, oli tärkeää, että tutkijan lisäksi kyselylomakkeen kysymyksiin vaikuttaa myös tutkimuksen tilanneessa verkkoyhtiössä mittaustiedon hallintajärjestelmää eniten käyttävät henkilöt. Näiltä henkilöiltä pyydettiin myös vastaus kyselylomakkeeseen. Henkilöitä kehoitettiin tekemään kyselylomake yhdessä, jotta tutkimusta varten saataisiin verkkoyhtiön näkemys tämänhetkisestä mittaustiedon hallintajärjestelmän käytöstä.

Kyselylomake sisälsi kaksi osiota, johon kaikki verkkoyhtiöt vastasivat ja kaksi osiota, joista jokainen verkkoyhtiö vastasi vain toiseen, riippuen oliko heidän mittaustiedon hallintajärjestelmä ulkoistettu vai omassa käytössä. Jos verkkoyhtiössä vastattiin ensimmäisessä osassa, että mittaustiedon hallintajärjestelmä on ulkoistettu, pystyttiin Google-Forms-sovelluksessa ohjaamaan vastaaja heille ohjattuihin kysymyksiin. Sama toimi myös, jos vastaaja vastasi, että verkkoyhtiön mittaustiedon hallintajärjestelmä on omassa käytössä. Näin saatiin vastauksia aiheisiin, mistä jokaisella yksittäisellä verkkoyhtiöllä on parhaiten tietoa.

Kyselylomake sisältää pääosin kysymyksiä, joihin eivät vaikuta mielipiteet ja joihin on jokaisessa verkkoyhtiössä vain yksi oikea vastaus. Lomake sisältää kuitenkin myös

kysymyksiä, joihin vastaajan mielipiteet vaikuttavat. Lomaketta analysoidessa onkin muistettava, että näitä mielipidejohtoisia kysymyksiä ei pidä käsitellä täytenä faktana vaan enemmänkin juuri mielipiteinä. Näissä kysymyksissä on myös muistettava, että vastaajille eri vastausvaihtoehdot esimerkiksi ”keskinkertainen” ja ”hyvä” voivat tarkoittaa eri asioita. Myös osa lomakkeeseen vastanneista voivat odottaa enemmän järjestelmältään ja sen ominaisuuksilta, joka voi myös vaikuttaa vastauksiin. Jotta tutkimuksen luotettavuutta saataisiin nostettua, olisikin tärkeää saada vastauksia kyselylomakkeeseen mahdollisimman usealta verkkoyhtiöltä ja henkilöltä. Tämä on kuitenkin vaikeaa, sillä Suomessa on rajattu määrä verkkoyhtiöitä ja verkkoyhtiöillä on usein yksi, tai joskus muutama henkilö vastaamassa mittaustiedon hallintajärjestelmän käytöstä.

Kyselylomakkeen vastauksia analysoidessa on muistettava etenkin tulevaisuuden toimintoihin liittyvissä kysymyksissä se, että kaikissa yhtiöissä ei hallita samoja energioita. Kyselylomakkeessa onkin kysytty oma käyttö -osiossa eri energioiden hallinnasta. Eri energioiden hallinta voi vaikuttaa vastauksiin etenkin tulevaisuuden osalta, sillä jos verkkoyhtiö joutuu hallitsemaan sähkön lisäksi kaukolämpöä voi siirtymä eri järjestelmäratkaisuun olla merkittävästi vaikeampi kuin, jos verkkoyhtiöllä olisi vain sähkö osana mittaustiedon hallintaa.

5.3.2 Kyselylomake osana tutkimusta

Kyselylomakkeella saatuja tietoja käytetään tutkimuksessa pääosin kahteen eri tarkoitukseen. Ensimmäinen tarkoitus on vertailla eri verkkoyhtiöillä käytössä olevia mittaustiedon hallintajärjestelmiä. Tällä on tarkoitus kehittää LE-Sähköverkon mittaustiedon hallintajärjestelmän toimintaa ja esittää muita tarjolla olevia ratkaisuja tämän järjestelmän käyttöön. Tätä vertailua varten myös LE-Sähköverkossa toimivia, jo haastatteluun osallistuneita henkilöitä pyydettiin vastaamaan kyselylomakkeeseen. Tätä kyselylomaketta voitaisiin myöhemmin käyttää apuna vertailevassa tutkimuksessa. Toiseksi kyselylomakkeen tiedoilla on tarkoitus esittää verkkoyhtiöiden kuvaa mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuudesta sekä Datahubin vaikutuksista hallintajärjestelmien käyttöön. Tällä on tarkoitus selkeyttää tulevaisuuden kuvaa mittaustiedon hallintaan liittyen niin LE-Sähköverkossa, kuin myös mahdollisesti muissakin verkkoyhtiöissä.

5.4 Kyselytutkimus järjestelmätoimittajalle

Verkkoyhtiöille tehdyn kyselytutkimuksen jälkeen tehtiin vielä yksi supistettu kyselytutkimus yhdelle järjestelmätoimittajalle. Tämä tehtiin, koska verkkoyhtiöiltä ei saatu kaikkea tarvittavaa tietoa, mitä tutkimukseen haluttiin ja etenkin tätä järjestelmää haluttiin tutkia lisää. Tällä kyselytutkimuksella saatiin myös yhden järjestelmätoimittajan kuva mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuudesta. Kyselytutkimusta varten järjestelmätoimittajaa lähestyttiin heidän verkkosivujen yhteydenottolomakkeen avulla. Tätä kautta saatiin järjestelmätoimittajalta yhteyshenkilö, jolta kysyttiin sähköpostin välityksellä supistettu ja järjestelmätoimittajalle sopivaksi muokattu versio kyselylomakkeen kysymyksistä.

5.5 Vertaileva tutkimus

Tämän työn tärkeänä osana on vertaileva tutkimus mittaustiedon hallintajärjestelmistä. Vertaileva tutkimus tehdään kyselytutkimuksessa verkkoyhtiöiltä saatujen tietojen avulla. LE-Sähköverkon sisällä tehtyjä haastatteluja sekä kyselytutkimusta käytetään vertailevassa tutkimuksessa apuna.

Vertailevassa tutkimuksessa on tarkoitus jaotella eri verkkoyhtiöiden käytössä olevat mittaustiedon hallintajärjestelmät ryhmiin niin, että jokainen järjestelmä esitetään omanaan. Jos monessa eri verkkoyhtiössä on sama järjestelmä käytössä, esitetään vastaukset mahdollisuuksien mukaan eri verkkoyhtiöiltä saatujen vastauksien keskiarvona, jonka pohjalta voidaan kyseisestä järjestelmästä tehdä yksittäinen eri osa-alueitten arvio. Näitä arvioita vertaillaan toisiinsa sekä LE-Sähköverkon arvioon. Vertailut jaetaan myös eri osiin eri osa-alueitten osalta.

Vertailulla on tarkoitus luoda selkeä kuva eri mittaustietojen järjestelmistä, niiden heikkouksista ja vahvuuksista, mitä järjestelmissä pystyy ja ei pysty tekemään sekä miten esimerkiksi yhteistyö järjestelmätoimittajan kanssa toimii. On kuitenkin tärkeää huomata, että verkkoyhtiöt, joiden mittaustiedon hallintajärjestelmä on ulkoistettu, ei vastaa kaikkiin samoihin kysymyksiin, kuin ne verkkoyhtiöt, joiden mittaustiedon hallintajärjestelmä on omassa käytössä. Tämän takia ei kaikkia vastauksia voida käyttää täydellisinä vertailuun. Ulkoistettujen mittaustiedon hallintajärjestelmien osalta tehdään vertailua järjestelmien kesken eri ulkoistukseen liittyvissä toiminnoissa.

Kuten jo aiemmin on mainittu, sisältää kyselylomake myös kokemuksiin perustuvia kysymyksiä. Näistä saatuja vastauksia voidaan käyttää vertailututkimuksen apuna, koska näihin kysymyksiin ei ole edes mahdollista saada faktatietoa. On kuitenkin tärkeää muistaa esittää nämä tiedot tutkimuksessa kokemuksiin perustuvina eikä faktana.

5.6 Tutkimuksen apuna käytettävät skenaariot

Tutkimuksen lopputulosten apuna käytetään kahta eri skenaariota. Ensimmäisessä skenaariossa järjestelmien vastuut pysyvät samanlaisina kuin tällä hetkellä ja Datahubissa ei ole tarpeellisia toimintoja mittaustiedon hallintaan. Toisessa skenaariossa Datahubista kehittyy järjestelmä, jota voidaan käyttää monipuolisesti mittaustiedon hallintaan, kuten validointiin. Tämä jaottelu tehdään, koska Datahubin kehittyminen järjestelmänä vaikuttaisi merkittävästi erillisen mittaustiedon hallintajärjestelmän tarpeellisuuteen.

5.7 Tutkimuksen anonymisuus

Haastatteluista ja kyselylomakkeella saadut tiedot esitetään tutkimuksen julkisessa julkaisussa anonymisti. Tutkimuksen sisäisesti julkaistavassa versiossa esitetään mittaustiedon hallintajärjestelmät nimillään, jotta tutkimuksen tilanneessa verkkoyhtiössä voidaan käyttää tutkimusta hyödyksi. Osallistuneet verkkoyhtiöt pidetään sisäisessäkin versiossa salassa, sillä niiden julkaiseminen ei tuo tutkimukseen lisäarvoa.

6 Mittaustiedon hallintajärjestelmien esittely ja tulevaisuuden tutkiminen

Tässä kappaleessa esitellään haastattelu- ja kyselytutkimuksien tulokset. Kappaleessa tehdään myös vertailevaa tutkimusta eri verkkoyhtiöiden mittaustiedon hallintajärjestelmistä sekä esitellään näkemyksiä mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuudesta.

6.1 Käytössä oleva mittaustiedon hallintajärjestelmä

Tutkimuksen pohjaksi tehtiin selvitys LE-Sähköverkon mittaustiedon hallintajärjestelmästä, sen käytöstä ja siihen liittyvistä toimista. Tämä selvitys tehtiin haastatteluiden ja kyselylomakkeen avulla. Selvityksen tarkoituksena oli tuoda esille nykyisen mittaustiedon hallintajärjestelmän hyvät puolet ja kehityksen kohteet. Yhtenä ongelmana tässä selvityksessä oli se, että haastatelluilla henkilöillä ei ollut käyttökokemusta muista kuin juuri käytössä olevasta mittaustiedon hallintajärjestelmästä, joten konkreettisia vertailukohtia ei ollut. Kuitenkin molemmilla haastatelluilla on jo vuosien kokemus tästä järjestelmästä, joten järjestelmä itsessään sekä sen vahvuudet ja heikkoudet olivat heillä hyvin tiedossa.

6.1.1 Käytössä olevan mittaustiedon hallintajärjestelmän vahvuudet

LE-Sähköverkossa käytössä olevan mittaustiedon hallintajärjestelmän vahvuuksina pidetään ensinnäkin sen toimintavarmuutta. Päivittäiset toiminnot toimivat varmasti ja järjestelmä on pois käytöstä todella harvoin. Myös järjestelmän helppokäyttöisyyttä pidetään isona vahvuutena. Perustoiminnot ovat rakennettu ja järjestelty sovellukseen järkevästi, mikä tekee niiden löytämisestä ja käytöstä helppoa. Myös järjestelmän saamista suomenkielisenä pidetään etuna. (Haastattelut, 2023)

6.1.2 Käytössä olevan mittaustiedon hallintajärjestelmän kehityksen kohteet

Käyttäjävälilläisyys heikkenee LE-sähköverkossa käytössä olevassa mittaustiedon hallintajärjestelmässä, kun siirrytään perustoiminnoista vähän monimutkaisempiin toimintoihin.

Esimerkiksi erilaisiin hakuihin järjestelmästä löytyy osia, mutta niiden yhdisteleminen on käyttäjälle hankalaa tai lähes mahdotonta. Etenkin aikasarjojen massahakujen suorittaminen järjestelmässä on kömpelöä ja hakuvaihtoehdot ovat suppeita. Toisena hakuihin liittyvänä ongelmana tuli esille summasarjojen puuttuminen. Esimerkiksi saman asiakkaan eri käyttöpaikoilta ei ole mahdollista saada aikasarjoja summattua. Myös peruselementtien yhdistämistä pidetään vaikeana ja kömpelönä. Isona ongelmana mittaustiedon hallintajärjestelmässä pidetään myös käyttöoikeuksia. Nykyisessä järjestelmässä jokaisella käyttäjällä on täydet oikeudet kaikkiin järjestelmän toimintoihin eikä niitä ole mahdollista muuttaa. Tämä voi aiheuttaa ongelmia järjestelmän käytölle, kuten myös tietoturvallisuudelle. Kehityskohteenä esille tuli myös mittaustiedon hallintajärjestelmän visuaalinen kömpelyys. Järjestelmän visuaalisuus ei vastaa nykypäivän tasoa ja esimerkiksi informaatiota visuaalisuuden avulla on järjestelmässä esillä erittäin vähän. (Haastattelut, 2023)

Myös yhteistyössä järjestelmätoimittajan kanssa on kehitettävää. Mittaustiedon hallintajärjestelmään liittyvissä ongelmatilanteissa palvelu järjestelmätoimittajan kautta on hidasta. Vain kriittisiin ongelmiin reagoidaan nopeasti. Myös saadun palvelun laadussa on kehitettävää, sillä ratkaisut ongelmiin ovat usein pintapuolisia ja esimerkiksi ehdotetut kehitysideat johtavat vain harvoin konkreettisiin järjestelmän parannuksiin. (Haastattelut, 2023 & Kyselylomake, 2023)

6.2 Mittaustiedon hallintajärjestelmien vertailu

Tässä mittaustiedon hallintajärjestelmien vertailussa käytetään kyselylomakkeelta saatuja vastauksia, jotka ovat verkkoyhtiöiltä, joiden mittaustiedon hallintajärjestelmä on omassa käytössä. Tuloksia varten kyselylomakkeeseen LE-Sähköverkon lisäksi pyydettiin vastauksia 72 verkkoyhtiöstä. Näistä verkkoyhtiöistä 29:ltä saatiin yhteystieto, jolle lähetettiin kyselylomake. Näistä 29:stä 24:ltä saatiin vastaukset. Vastausprosentti oli siis kaiken kaikkiaan 33,3 %. Tämän lisäksi yhdelle järjestelmätoimittajalle tehtiin yhteydenottopyyntö, jota kautta saatiin myös vastauksia supistettuun ja muokattuun kyselyyn.

Vertailut järjestelmät ovat anonymoituja julkisessa julkaisussa. Vertailuun tuli yhteensä 4 järjestelmää. Tavoitteena oli saada useampi järjestelmä, mutta etenkin ulkoistettujen järjestelmien määrä yllätti tutkimuksessa ja vaikeutti näin järjestelmien vertailua. Tutkimuksessa selvisi myös, että esimerkiksi *järjestelmä 5* on saatavilla ainoastaan ulkoistettuna. Alla

olevassa taulukossa 3 on vertailtu järjestelmistä saatuja vastauksia. Ensimmäisenä on LE-Sähköverkon antamat vastaukset käytössä olevasta järjestelmästä 1 ja toisena on samasta järjestelmästä saadut vastaukset muilta verkkoyhtiöiltä. Sen jälkeen on kaksi muuta järjestelmää. Hakasuluissa olevat numerot vastauksien jälkeen kertovat keskiarvon saaduista vastauksista, kun ne on arvioitu 1-5, huonon ollessa 1 ja erinomaisen ollessa 5. Suluissa olevat numerot vastauksien jälkeen kertovat kyseisen vastauksen antaneiden yhtiöiden määrän.

Taulukko 3. Mittaustiedon hallintajärjestelmien vertailu. (Kyselylomake, 2023)

	Järjestelmä 1 LE (1)	Järjestelmä 1 muut (1)	Järjestelmä 2 (5)	Järjestelmä 3 (2)
Toiminnot, johon käytetään	- Mittaustietojen säilytys - Mittaustietojen validointi - Sanomien lähetys - Sanomien vastaanotto - Laskennat	- Mittaustietojen säilytys - Mittaustietojen validointi - Sanomien lähetys - Laskennat	- Mittaustietojen säilytys - Mittaustietojen validointi - Mittalaitteiden hallinta - Tuotehallinta - Tariffitietojen hallinta - Mittaustiedot Datahubiin	- Mittaustietojen säilytys - Mittaustietojen validointi - Sanomien lähetys
Käyttäjävälisyys	Keskinkertainen [3,0]	Keskinkertainen [3,0]	Hyvä [3,8]	Kohtalainen [2,0]
Käyttöliittymän ulkoasu	Keskinkertainen [3,0]	Hyvä [4,0]	Hyvä [4,0]	Kohtalainen [2,0]
Yhteys muiden järjestelmien kanssa	Kohtalainen [2,0]	Keskinkertainen [3,0]	Hyvä [3,6]	Hyvä [4,0]
Hakutyökalujen monipuolisuus	Hyvä [4,0]	Kohtalainen [2,0]	Kohtalainen [2,2]	Hyvä [4,0]
Järjestelmän yleinen nopeus	Hyvä [4,0]	Hyvä [4,0]	Keskinkertainen [2,8]	Hyvä [3,5]
Summasarjojen muodostaminen	Mahdollista, mutta hankalaa tai vaihtoehdot rajatut.	Kyllä ja muodostaminen on helppoa ja monipuolista.	Ei ollenkaan (2) Kyllä, mutta muodostaminen hankalaa tai vaihtoehdot rajatut. (2) Kyllä ja muodostaminen on helppoa ja monipuolista. (1)	Kyllä ja muodostaminen on helppoa ja monipuolista. (2)
Aikasarjojen haku massahaulla	Mahdollista, mutta hankalaa tai vaihtoehdot rajatut.	Mahdollista, mutta hankalaa tai vaihtoehdot rajatut.	Ei ollenkaan. (4) Kyllä ja hakeminen on helppoa ja monipuolista. (1)	Kyllä ja hakeminen on helppoa ja monipuolista. (1) Mahdollista, mutta hankalaa tai vaihtoehdot rajatut. (1)

Sanomien luku muista palveluista	Kaikki tarpeelliset sanomat.	Kaikki tarpeelliset sanomat.	Kyllä, mutta vain osan tarpeellisista sanomista. (2) Kaikki tarpeelliset sanomat. (1) En osaa sanoa. (2)	Kaikki tarpeelliset sanomat. (1) Kyllä, mutta vain osan tarpeellisista sanomista. (1)
Validoinnissa muiden järjestelmien käyttö	Ei tällä hetkellä.	Ei	Kyllä (3) Ei (2)	Kyllä (1) Ei (1)
Validointi manuaalinen työ per päivä	15-60min	15-60min	Yli 60min (3) 15-60min (2)	Yli 60min (2)
Käyttöoikeudet	Kaikilla käyttäjillä samat oikeudet.	2-5 eri ryhmää.	Monipuolisesti (2) 2-5 eri ryhmää (1) Kaikilla samat (1) En osaa sanoa (1)	Monipuolisesti (2)
Palveluntarjoajan avun nopeus	Apua saa viiveellä.	Apua saa viiveellä.	Apua saa viiveellä (5)	Apua saa nopeasti (1) Apua saa viiveellä (1)
Palveluntarjoajan avun laatu	Apua saa kaikkeen, mutta ratkaisut pintapuolisia.	Apua saa kaikkeen, mutta ratkaisut pintapuolisia.	Apua saa kaikkeen, mutta ratkaisut pintapuolisia. (4) Apua saa kaikkeen ja ongelmat ratkaistaan perinpohjaisesti. (1)	Apua saa kaikkeen, mutta ratkaisut pintapuolisia. (1) En osaa sanoa. (1)
Kehitysideoiden toteuttaminen	Vain vähän toteutetaan.	Osa toteutetaan.	Vain vähän toteutetaan. (4) Osa toteutetaan. (1)	Osa toteutetaan. (1) En osaa sanoa. (1)
Kielet (kysytty vain suomi, ruotsi ja englanti)	Suomi, ruotsi, englanti	Suomi, ruotsi, englanti	Suomi, ruotsi, englanti	Suomi, englanti

Vapaisissa kommentteissa verkkoyhtiöiden mittaustiedon hallintajärjestelmästä vain *järjestelmästä 2* tuli kommentteja. Kommentit pelkistettynä alla. (Kyselylomake, 2023)

- Nykyinen järjestelmä on pelkistetty ja palvelee mittaustiedonvarastona laskutukseen. Se on kuitenkin ok, sillä yhtiömme palveluntuottajilla omat järjestelmät.
- Järjestelmä ei ole kattava vaan se täyttää vain välttämättömät tarpeet.
- Järjestelmässä on hyvää se, että käsittelyä vaativat kohteet ovat esillä selkeästi. Huonoa taas useat bugit, jotka lisäävät käsittöitä sekä massatyökalujen puutteet.
- Huonoa on se, että kaikista ongelmista pitää tehdä tiketti ja tikettien käsittely maksaa. Palveluun ei sisälly maksutonta käyttötukea ja myös järjestelmässä olevista virheistä ja vääristä määräyksistä johtuvat tiketit ovat maksullisia. Tulee sellainen kuva, että ongelmilla rahastetaan.

6.2.1 Huomioita järjestelmien vertailusta

Ensimmäisenä huomioita *järjestelmästä 1* saatujen vastauksien eroista LE-Sähköverkon ja toisen vastanneen verkkoyhtiön välillä. Hakutyökalujen monipuolisuus on LE-Sähköverkossa arvioitu hyväksi, kun taas toisessa yhtiössä kohtalaiseksi. Kuitenkin summasarjojen muodostaminen on nähty hankalaksi ja rajatuksi LE-Sähköverkossa ja helpoksi ja monipuoliseksi toisen yhtiön vastauksessa. Nämä erot voivat johtua näkemyksistä, mutta myös siitä, että verkkoyhtiöissä ei osata hyödyntää kaikkia järjestelmän ominaisuuksia. Mielenkiintoisena erona vastauksista järjestelmään 1 liittyen on myös käyttöoikeuksien ero. LE-Sähköverkossa on todettu ongelmaksi kaikkien käyttäjien samat oikeudet. Kuitenkin toisessa vastanneessa yhtiössä on kerrottu, että heillä on käytössään 2–5 eri ryhmää mihin käyttäjät voidaan asettaa. (Kyselylomake, 2023)

Järjestelmä 2 nähdään järjestelmään 1 verrattuna käyttäjäystävällisempänä sekä sen ulkoasua ja yhteyttä muihin järjestelmiin pidetään parempana. Kuitenkin hakutyökalujen monipuolisuutta sekä järjestelmän nopeutta pidetään huonompana. Summasarjojen muodostaminen ja aikasarjojen massahaku nähdään järjestelmässä 2 myös pääosin joko vaikeana tai mahdottomana. Käyttöoikeuksista ei saatu kyselyssä selkeää kuvaa. Järjestelmästä 2 tuli myös vapaissa kommentteissa esille, että se ei ole kattava ja täyttää vain välttämättömät tarpeet. Sen käyttäjistä myös suurin osa käyttää toista järjestelmää validoinnin apuna. Näitä järjestelmiä ovat muun muassa Järjestelmä 4 sekä Järjestelmä X. Myös järjestelmän muut ongelmat, kuten jatkuvat ”bugit” ja tikettien lähettämiset on hyvä huomioida. (Kyselylomake, 2023)

Järjestelmää 3 pidetään taas järjestelmään 1 verrattuna vähemmän käyttäjäystävällisenä sekä sen ulkoasua pidetään heikompana. Kuitenkin Yhteyttä muihin järjestelmiin pidetään parempana ja hakutyökalujen monipuolisuutta sekä järjestelmän yleistä nopeutta lähes yhtä hyvänä. Huomioitavaa järjestelmässä 3 on se, että summasarjojen muodostamista pidetään järjestelmässä monipuolisena sekä helppona. Myös aikasarjoja pystyy käyttäjien mielestä hakea massana helpommin ja monipuolisemmin kuin järjestelmässä 1. Käyttöoikeuksia järjestelmässä pystyy jakamaan monipuolisesti. Vastauksista on hyvä myös huomata, että toinen järjestelmän 3 käyttäjistä käyttää validoinnissa apuna jotain muuta järjestelmää ja että ainakaan vastauksien perusteella järjestelmää ei ole saatavilla ruotsin kielellä. (Kyselylomake, 2023)

Järjestelmätoimittajilta saatu apu on arvioitu kaikissa järjestelmissä lähes samalla tavalla. Apua saa viiveellä ja avun laatu on pintapuolista. Myös kehitysideoista vain vähän tai osa toteutetaan. *Järjestelmä 3* oli ainoa järjestelmä, jossa vastattiin kerran, että apua saa ongelmiin nopeasti ja *järjestelmä 2* ainoa järjestelmä, jossa vastattiin kerran, että ongelmat ratkaistaan perinpohjaisesti. (Kyselylomake, 2023)

6.2.2 Järjestelmätoimittajalle tehty kysely ja siitä tehdyt huomiot

Järjestelmätoimittajalta saadut vastaukset supistettuun ja muokattuun kyselyyn liittyen järjestelmään 4 ovat alla olevassa taulukossa 4. Vastaukset ovat esitetty taulukossa supistettuna, jotta vain tutkimuksessa tarpeelliset tiedot saadaan tuotua esille. Yleisesti mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuteen liittyvien kysymysten vastaukset on esitetty yhdessä verkkoyhtiöiden vastausten kanssa kappaleessa 6.4 Itse kysymykset ovat näkyvillä liitteessä III. Tulokset ovat eri taulukossa muiden järjestelmien kanssa, koska järjestelmätoimittajalta ei voitu kysyä samoja kysymyksiä kuin verkkoyhtiöiltä.

Taulukko 4. Järjestelmä 4 kyselyn vastaukset (Sähköpostikysely, 2023)

Summasarjojen muodostaminen	Summasarjojen muodostaminen onnistuu profiililaskenta-sovelluksessa, jossa voidaan muodostaa uusia sarjoja olemassa olevista sarjoista.
Aikasarjojen haku massahaulla	Kattava hakukone, jossa käyttöpaikkoja tai mittauksia voi hakea monilla eri kriteereillä. Massana pystyy hakemaan muun muassa. käyttöpaikkanumeroilla sekä saman tuotteen omaavat käyttöpaikat.
Sanomien luku muista palveluista	Monipuolisesti kaikista tarvittavista palveluista. Kehitetään myös rajapintoja asiakkaan tarpeiden mukaan.
Validointi	Kaikki verkkoyhtiöissä tarvittavat validointitehtävät on mahdollista tehdä.
Validoinnin automaatio	Validointi- ja estimointisääntöjen määrittelyn jälkeen prosessit toimivat automaattisesti.
Käyttöoikeudet	Toiminnallisuuksien käyttöoikeuksia voidaan säädellä käyttäjäroolien avulla.
Kieli	Suomi, ruotsi, englanti, tanska, puola, saksa. Kielitukia lisättävissä tarpeen mukaan.

Järjestelmään 4 liittyvien vastausten perusteella järjestelmä on monipuolinen ja siinä on LE-Sähköverkossa esiin nousseisiin puutteisiin ja ongelmiin ratkaisut. On kuitenkin muistettava, että kysely on tehty järjestelmätoimittajalle, joten verkkoyhtiöiden kokemusta järjestelmän käytöstä ei tutkimukseen saatu. Kuitenkin ominaisuuksien osalta järjestelmä 4 on

monipuolinen. Myös käyttöoikeudet ovat järjestelmässä monipuolisesti säädeltävissä. (Sähköpostikysely, 2023)

Kyselytutkimuksessa tuli myös esille, että järjestelmä 4 ei käytännössä ole yhdistetty luenta- sekä mittaustiedon hallintajärjestelmä, vaikka näin aiemmin oletettiin. Oikeasti järjestelmässä on kaksi eri järjestelmää Z sekä Y. Nämä järjestelmät ovat saatavilla myös erillisinä ja niitä toimitetaan asiakkaan tarpeiden mukaan. Järjestelmässä 4 nämä kaksi järjestelmää ovat jo valmiiksi integroitu toisiinsa ja siksi niitä usein pidetään yhtenä järjestelmänä. (Sähköpostikysely, 2023)

6.3 Mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistettu käyttö

Verkkoyhtiöissä ulkoistetussa käytössä olevista mittaustiedon hallintajärjestelmistä kysyttiin ulkoistukseen liittyviä kysymyksiä. Järjestelmiä olivat Järjestelmä 1 (5 verkkoyhtiötä), järjestelmä 3 (2), järjestelmä 4 (1), järjestelmä 5 (5) sekä järjestelmä 6 (1). Ensimmäisenä kysyttiin, onko verkkoyhtiöillä halutessa pääsyä mittaustiedon hallintajärjestelmään. Näistä tuli saman järjestelmän omaavilta yhtiöiltä vaihtelevia vastauksia, kuitenkin niin, että aina vähintään yhdeltä jotain järjestelmää käyttävältä verkkoyhtiöltä vastattiin, että on pääsy järjestelmään aina kun tarpeellista. Tästä voidaan päätellä, että järjestelmään pääsy riippuu sopimuksesta järjestelmätoimittajan kanssa. Kaikilla paitsi järjestelmää 6 käyttävällä verkkoyhtiöllä oli ulkoistettuna mittaustiedon hallintajärjestelmän lisäksi luentajärjestelmä. Myös yhdellä järjestelmän 1, järjestelmän 4 ja järjestelmän 5 käyttäjistä oli myös asiakastieto/laskutusjärjestelmä ulkoistettuna. (Kyselylomake, 2023)

Vastaukset loppuihin ulkoistetun käytön kysymyksiin on listattuna alla. Suluissa on merkitty kyseisen vastauksen vastanneiden verkkoyhtiöiden määrä. (Kyselylomake, 2023)

Miten mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistettu käyttö vaikuttaa omien järjestelmien käyttöön, jotka ovat yhteydessä mittaustiedon hallintajärjestelmään?

Järjestelmä 1: Vaikeuttaa muiden järjestelmien käyttöä vähän (4), Helpottaa muiden järjestelmien käyttöä vähän (1)

Järjestelmä 3: Ei vaikutusta (2)

Järjestelmä 4: Helpottaa muiden järjestelmien käyttöä vähän (1)

Järjestelmä 5: Ei vaikutusta (3), Helpottaa muiden järjestelmien käyttöä vähän (1), Vaikeuttaa muiden järjestelmien käyttöä vähän (1)

Järjestelmä 6: Helpottaa muiden järjestelmien käyttöä vähän (1)

Miten mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistaminen vaikuttaa mittauksen asioihin liittyvään asiakaspalveluun?

Järjestelmä 1: Vaikeuttaa asiakaspalvelua vähän (3), Helpottaa asiakaspalvelua vähän (1), Ei vaikutusta (1)

Järjestelmä 3: Helpottaa asiakaspalvelua vähän (1), Ei vaikutusta (1)

Järjestelmä 4: Ei vaikutusta (1)

Järjestelmä 5: Ei vaikutusta (3), Vaikeuttaa asiakaspalvelua vähän (2)

Järjestelmä 6: Vaikeuttaa asiakaspalvelua vähän (1)

Miten mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistaminen vaikuttaa mittaukseen liittyvien ongelmien selvityksessä?

Järjestelmä 1: Vaikeuttaa ongelmien selvitystä vähän (3), Helpottaa ongelmien selvitystä merkittävästi (1), Ei vaikutusta (1)

Järjestelmä 3: Helpottaa ongelmien selvitystä vähän (1), Ei vaikutusta (1)

Järjestelmä 4: Ei vaikutusta (1)

Järjestelmä 5: Vaikeuttaa ongelmien selvitystä vähän (3), Ei vaikutusta (2)

Järjestelmä 6: Vaikeuttaa ongelmien selvitystä vähän (1)

6.3.1 Huomioita mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistetusta käytöstä

Mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistetun käytön vaikutukset ovat nähty eri tavalla eri järjestelmiä käyttävissä verkkoyhtiöissä. *Järjestelmän 1* osalta suurin osa vastanneista näkee, että ulkoistettu käyttö vaikeuttaa vähän muiden järjestelmien käyttöä, asiakaspalvelua sekä ongelmien selvitystä. Muilla yhtiöillä eivät vastaukset olleet näin selkeitä ainakaan negatiiviseen suuntaan. Vastausten perusteella eniten ongelmia yleisesti ulkoistamisessa tulee ongelmien selvityksessä. Kokonaiskuvan selkeyttämiseksi ovat samat vastaukset vielä alla erillisessä kuvassa 11. (Kyselylomake, 2023) Ulkoistettua käyttöä ei tutkimuksessa enää myöhemmin tutkita, sillä se ei ollut tärkeä osa lopputuloksia eikä vastauksilla saatu selkeää kuvaa, jota voisi esittää.

Miten mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistettu käyttö vaikuttaa omien järjestelmien käyttöön, jotka ovat yhteydessä mittaustiedon hallintajärjestelmään?

14 vastausta



Miten mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistaminen vaikuttaa mittauksen asioihin liittyvään asiakaspalveluun?

14 vastausta



Miten mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistaminen vaikuttaa mittaukseen liittyvien ongelmien selvityksessä?

14 vastausta

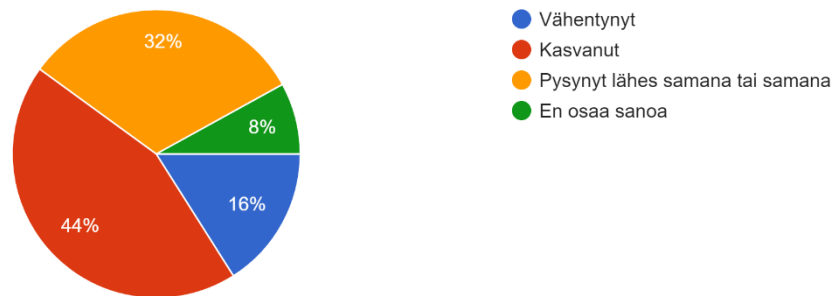


Kuva 11. Ulkoistettujen järjestelmien kysymysten vastaukset (Kyselylomake, 2023).

6.4 Mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuden näkymät

Mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuteen liittyen saatiin seuraavia tuloksia. Ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin Datahubin vaikutusta prosessien määrään verkkoyhtiössä. Vastaukset näkyvät alla kuvassa 12.

Miten prosessien määrä verkkoyhtiönne mittaustiedon hallintajärjestelmässä on muuttunut datahubin käyttöönoton jälkeen?
25 vastausta



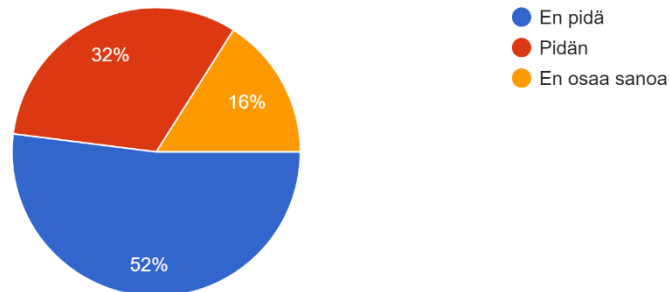
Kuva 12. Vastaukset Datahubin vaikutuksesta verkkoyhtiöiden prosesseihin (Kyselylomake, 2023).

Kuvasta nähdään, että melkein puolien verkkoyhtiöiden prosessien määrä on lisääntynyt Datahubin käyttöönoton jälkeen, kun taas reilulla kuudesosalla ne ovat vähentyneet. Huomioitavaa on *järjestelmää 1* käyttävien verkkoyhtiöiden vastaukset. Vastanneista kuusi seitsemästä vastasi, että prosessien määrä on kasvanut ja yksi, että ei osaa sanoa. Tästä voi päätellä, että järjestelmän 1 osalta prosessien kasvu voi johtua itse järjestelmästä, sillä minkään muun järjestelmän osalta ei tullut yksimielistä vastausta suuntaan tai toiseen. (Kyselylomake, 2023)

Seuraavaksi verkkoyhtiöiltä tiedusteltiin, pitävätkö he mittaustiedon hallintajärjestelmän ylimääräisiä ja käyttämättömiä prosesseja ratkaistavana ongelmana. Vastaukset näkyvät alla kuvassa 13.

Pidättekö ylimääräisiä ja käyttämättömiä prosesseja mittaustiedon hallintajärjestelmässä ongelmana, joka pitää ratkaista?

25 vastausta

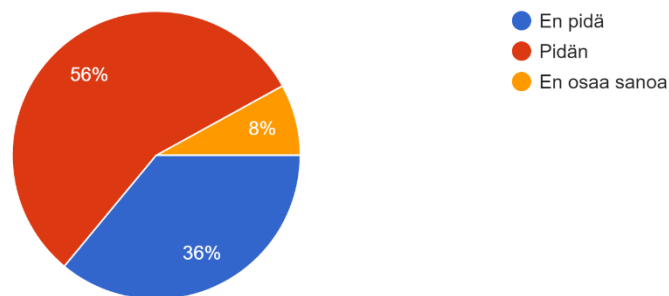


Kuva 13. Vastaukset ylimääräisten prosessien ongelmallisuudesta (Kyselylomake, 2023).

Myös energiamittaustietojen säilyttämistä monessa paikassa, ja sen ongelmallisuutta kysyttiin verkkoyhtiöiltä. Vastaukset näkyvät alla kuvassa 14.

Pidättekö samojen energiamittaustietojen säilyttämistä useammassa paikassa ongelmana, joka pitää ratkaista?

25 vastausta



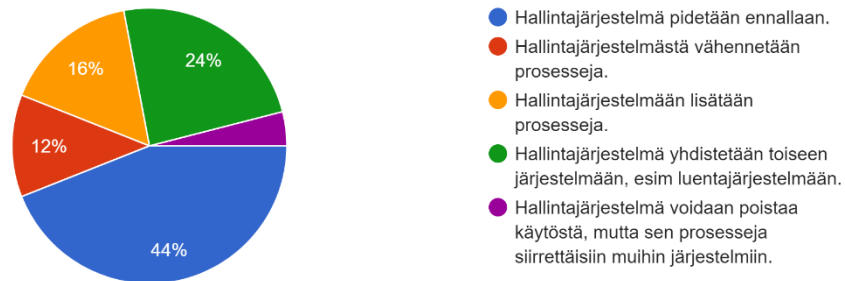
Kuva 14. Vastaukset energiamittaustietojen säilyttämisestä monessa paikassa (Kyselylomake, 2023).

Ylimääräisten prosessien ja mittaustietojen säilyttämisongelmien välillä, pidetään jälkimmäistä isompana ongelmana. Tämä ongelma onkin tullut isommin esiin lähiaikoina Datahubin myötä. (Kyselylomake, 2023)

Lopuksi tulevaisuuteen liittyvissä kysymyksissä tiedusteltiin, miten verkkoyhtiöt näkevät mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuden. Vastaukset näkyvät alla kuvassa 15.

Miten näet mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuden? Perustele seuraavaan kysymykseen halutessa.

25 vastausta



Kuva 15. Vastaukset mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuudesta. (Kyselylomake, 2023)

Kuvan 15 kysymyksen jälkeen saivat verkkoyhtiöt halutessa perustella vastauksia. Näitä vastauksia ei työssä suoraan julkaista, koska ne sisältävät salassa pidettäviä tietoja, mutta tiivistettyjä vastauksia esitetään seuraavaksi. (Kyselylomake, 2023)

Hallintajärjestelmä pidetään ennallaan:

- Hallintajärjestelmä pysyy vielä jonkun aikaa ennallaan, sillä investointeja on jokaisessa verkkoyhtiössä jouduttu lähiaikoina jo tekemään paljon Datahubiin, varttita-seeseen yms. Muutoksia tapahtuu vasta, kun ne ovat pakollisia, tai oleellisia kustan-nuksien vähentämiseksi. Hallintajärjestelmän integroitumisen epäilen tapahtuvan ko-vin äkkiä. Hallintajärjestelmän tarve ei tule poistumaan ja se on itsessään jo niin laaja, ettei sen integrointi muihin järjestelmiin ole kovin helppoa tai järkevää.
- Roolitukset nykyisessä tilanteessa kohdallaan, kun tarpeina vain mittaustiedon toi-mitus laskutukseen ja Datahubiin. Mikäli vastuurajapinnat muuttuvat, niin asiaa on harkittava uudelleen.
- En ajattele, että tulee muutoksia. Pitkällä tulevaisuudella varmasti kaikki muuttuu, mutta en näe mihin suuntaan tämä voisi tapahtua.
- Statuskäsittely on pakko tehdä jossain järjestelmässä, jos sitä ei ulkoisteta. Uskon prosessien pysyvän ennallaan, jos muutoksia toimintatapoihin ei tule.

Hallintajärjestelmä yhdistetään toiseen järjestelmään:

- Nykyinen toimintamalli, jossa suoritetaan päällekkäisiä toimintoja ei ole tehokas.
- Hallintajärjestelmän rooli katoaa ajan myötä. Tehtävät siirtyvät Datahubin ja luentajärjestelmän hoidettavaksi.
- Yhdistämällä mittaustiedon hallintajärjestelmä luentajärjestelmään on päästy eroon yhdestä järjestelmästä, tietoja ei tarvitse säilyttää monessa paikassa ja prosessit yksinkertaistuvat.

Hallintajärjestelmään lisätään prosesseja:

- Erilaisia hakutekijöitä on tarpeen lisätä. Samoin kannasta tehtävät haut saatava mahdollisiksi.

Hallintajärjestelmästä vähennetään prosesseja:

- Hallintajärjestelmämme on vaihtumassa, jonka yhteydessä muutamat prosessit jäävät pois.

Hallintajärjestelmä voidaan poistaa, mutta sen prosesseja siirrettäisiin muihin järjestelmiin:

- Hallintajärjestelmän tulevaisuus osittain epäselvä. Tällä hetkellä sitä tarvitaan, vaikka Datahubissa samat tiedot ovatkin säilössä, sillä sen sisällä tehdään laskentoja ja monia muita toimenpiteitä. Jonkinlainen mittaustiedon hallintajärjestelmä tulee aina olemaan, mutta moni sen toiminnallisuuksista olisi järkevää siirtää Datahubiin. Aina on kuitenkin tarvetta korjata, muokata ja tehdä uusia aikasarjoja yms. sähkön lisäksi myös mahdollisesti kaukolämmön ja veden puolella.

Kuvassa 15 esitettyjen vastauksien, sekä siihen liittyvien perustelujen pohjalta nähdään, että tulevaisuudenkuva mittaustiedon hallintajärjestelmien osalta on verkkoyhtiöissä vaihteleva. Lähes puolet näkevät, että hallintajärjestelmä pidetään ennallaan. Neljännes uskoo, että hallintajärjestelmä yhdistetään toiseen järjestelmään. Myös prosessien lisäämisen ja vähentämisen puolesta on vastattu. Kuitenkin vain yhdessä verkkoyhtiössä uskotaan, että hallintajärjestelmä voidaan poistaa käytöstä, sen prosessien siirtyessä muihin järjestelmiin. (Kyselylomake, 2023)

Perusteluista esille on hyvä nostaa ensinnäkin ajatus siitä, että mittaustietojen hallinta siirtyisi pääosin Datahubiin. Tällaisessa tapauksessa voisi mittaustiedon hallintajärjestelmän poistuminen tai integroituminen toiseen järjestelmään olla mahdollista. On kuitenkin muistettava, että sähkön lisäksi voi verkkoyhtiöillä olla hallittavana kaukolämpöä ja vettä, joita ei Datahubissa voida hallita. Vastauksissa ei kuitenkaan tullut esille, että yhtiöt, joissa hallitaan vain sähköä verrattuna yhtiöihin, joissa hallitaan sähkön lisäksi esimerkiksi kaukolämpöä tai vettä, olisivat vastanneet tulevaisuuden mittaustiedon hallintajärjestelmästä selkeästi eri tavalla. (Kyselylomake, 2023)

Myös osassa yhtiöissä nähdään, että mittaustiedon hallintajärjestelmä on jo itsessään niin laaja, että sen integroituminen olisi hankalaa. Kuitenkin esimerkiksi luentajärjestelmään integroitunut mittaustiedon hallintajärjestelmä on jo saatavilla. Juuri tätä järjestelmää käyttävässä verkkoyhtiössä pidetäänkin hallintajärjestelmän yhdistymistä luentajärjestelmään tulevaisuuden ratkaisuna. (Kyselylomake, 2023)

Myös järjestelmätoimittajalta kysyttiin mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuteen liittyen kaksi kysymystä, joihin saadut vastaukset ovat tiivistettynä alla. Vastaukset ovat tiivistetty, jotta vain tutkimuksessa tarpeellisia tietoja esitetään sekä, että tiedot esitetään mahdollisimman selkeästi. Myös salattavat tiedot on vastauksista poistettu.

Miten näette mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuden verkkoyhtiöissä? Tullaanko omaa mittaustiedon hallintajärjestelmää tarvitsemaan?

- Datahub on jo muuttanut mittaustiedonhallintajärjestelmän roolia, kun osa mittaustiedon hallintajärjestelmien toiminnallisuuksista/käyttötarkoituksista on Datahubissa saatavilla. Joten miksipä ei voisi tapahtua lisää muutoksia joskus tulevaisuudessa. Kuitenkin niin kauan kuin jakeluverkonhaltijoilla on velvoitteita tai tarpeita, joita ei voida muilla järjestelmillä hoitaa, tai se ei kuulu muiden järjestelmien rooliin, mittaustiedonhallintajärjestelmällä on paikkansa verkonhaltijan toimintaympäristössä, joko omana järjestelmänä tai palveluna palveluntarjoajalta. Näitä velvoitteita tai tarpeita ovat esim. mittausarvojen pitkäaikaisvarastointi (muutkin kuin laskutukseen tarvittavat mittausarvot), mittausarvojen validointi, estimointi ja statuskäsittely ennen toimittamista Datahubiin, summalaskentojen tekeminen ja vaikka sähkölaatu-
tietojen tallentaminen.

Uskotteko, että luenta- ja hallintajärjestelmän yhdistäminen samaan järjestelmään (kuten järjestelmässä 4 on tehty) on paras ratkaisu tulevaisuudessa? Miksi?

- Järjestelmä 4 mielletään yhdeksi samaksi järjestelmäksi. Todellisuudessa se koostuu kahdesta erillisestä järjestelmästä. Näitä voidaan toimittaa toisistaan erillään tai yhdessä, riippuen asiakkaan tarpeesta. Etu ehkä enemmän tulee siitä, että molemmat järjestelmät (luenta ja mittaustiedonhallinta) on kehitetty samassa yrityksessä, niitä kehitetään rinnakkain, joka mahdollistaa niiden optimaalisen toimimisen yhdessä. Järjestelmät ovat ikään kuin ”pre-integroitu” jolloin käyttöönotossa ei vaadita sellaista integraatiotyötä, jota muutoin tehdään, kun integroidaan eri toimittajien järjestelmät toisiinsa. Paras ratkaisu on sellainen, jossa voidaan paketoita sellaiset moduulit ”yhteen”, jotka parhaiten vastaavat asiakkaan tarpeeseen.

Järjestelmätoimittajan vastauksista on hyvä nostaa esille se, että muutoksia tapahtuu jatkuvasti mittaustiedon hallintaan liittyen, mutta se ei tarkoita, että mittaustiedon hallintajärjestelmää tarvittaisiin välttämättä vähemmän. Verkkoyhtiöillä on ja todennäköisesti tulee olemaan toimia, joita ei pysty tekemään kuin mittaustiedon hallintajärjestelmässä. Näitä toimia on myös niin monia, että niiden siirtyminen esimerkiksi Datahubiin vaatisi paljon aikaa ja resursseja. (Sähköpostikysely, 2023)

Yhdistetty mittaustiedon hallinta- ja luentajärjestelmä järjestelmä 4 ei ole, vaikka niin voisi olettaa. Järjestelmätoimittaja kuitenkin esittää, että etu on kuitenkin siinä, että järjestelmät tulevat samalta toimittajalta. Tämä mahdollistaa niiden kehittyneen käytön ja kehityksen yhdessä. Asiakkaan tarpeet ovat järjestelmätoimittajalla aina tärkein ja paras ratkaisu on sellainen, jossa ne pystytään parhaiten täyttämään. Parasta yleistä ratkaisua ei ole, vaan jokainen verkkoyhtiö voi vaatia omanlaisia järjestelmiä ja ratkaisuja. (Sähköpostikysely, 2023)

7 Mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuus

Tässä kappaleessa esitellään tutkimuksen lopulliset tulokset ja johtopäätökset. Apuna käytetään kahta eri skenaariota. Kappaleessa esitellään myös tutkimuksen kehityksen kohteet sekä mahdolliset jatkotutkimusmahdollisuudet.

7.1 Verkkoyhtiön tulevaisuus

Järjestelmä 3 olisi järjestelmänä sopiva LE-Sähköverkon toimintoihin, mutta muutokset nykyiseen järjestelmään eivät välttämättä ole tarpeeksi merkittävät järjestelmänvaihdon perustelemiseksi. Asia mikä voisi puoltaa järjestelmä 3:en vaihdon puolesta on eri hakutoimintojen monipuolisuus. Myös käyttöoikeuksien säätelyn monipuolisuus on merkittävästi parempi kuin nykyisessä järjestelmässä. Kuitenkaan muut osa-alueet eivät järjestelmässä ole kyselytutkimuksen perusteella merkittävästi parempia tai kehittyneempiä kuin nykyisessä järjestelmässä.

Järjestelmä 2 on asiakas-, tuote- ja mittaustietojen hallintaohjelma. Kuitenkin monet verkkoyhtiöt käyttävät apuna validointiin ja mittaustietojen tarkastukseen muita ohjelmia, tai järjestelmätoimittajien apuja. Verkkoyhtiöillä käytössä järjestelmän 2 lisäksi muun muassa järjestelmä 4 ja järjestelmä X. Järjestelmän käyttöönotto vaatisi siis muidenkin kuin mittaustiedon hallintajärjestelmän muutosta, mikä johtaisi isoihin investointeihin ja turhiin järjestelmien muutoksiin. Järjestelmä ei siis ole järkevä ratkaisu LE-Sähköverkolle.

Järjestelmä 5 on saatavilla vain ulkoistetusti, joten se ei ole tällä hetkellä mahdollinen ratkaisu. *Järjestelmästä 6* ei saatu kyselyissä tarpeeksi tietoa, joten sitä ei huomioida tässä kohdassa tutkimusta.

Järjestelmän 4 ominaisuuksista ei saatu verkkoyhtiöiltä vastauksia. Kuitenkin järjestelmätoimittajalle tehdyssä tutkimuksessa tuli esille järjestelmän tärkeimmät ominaisuudet. Järjestelmä 4 on järjestelmäpaketti, jossa on yhdistetty Z ja Y. Nämä järjestelmät ovat saatavilla myös erikseen. Ominaisuuksissa järjestelmä vastaa kaikkiin nykyisen järjestelmän puutteisiin. Muutkin osa-alueet kuten mittaustietojen validointi sekä yhteys muihin järjestelmiin ovat järjestelmässä kehittyneet ja vaatimusten mukaiset. Järjestelmän 4 yhdistämistä LE-

Sähköverkon järjestelmäinfrastruktuuriin olisi tutkittava tarkemmin ja selvitettävä, mikä olisi paras vaihtoehto. Pelkästään Z-järjestelmän käyttöönotto poistaisi luentajärjestelmän vaihdon tarpeen, mutta voisi vaikeuttaa järjestelmien integraatiota. Koko järjestelmän 4 käyttöönotto taas vaatisi luentajärjestelmän poistoa, mutta mahdollistaisi helpomman integraation asennusvaiheen lisäksi myös tulevaisuudessa järjestelmien välillä.

Yksi ongelma, joka tuli tutkimuksessa esille nykyiseen järjestelmään liittyen oli järjestelmätoimittajalta saatu heikko asiakaspalvelu mittaustietojen hallintajärjestelmän ongelmiin ja kehitykseen liittyen. Tutkimuksessa kuitenkin selvisi, että tähän ongelmaan ei ole saatavilla apua järjestelmää vaihtamalla. Verkkoyhtiöiden näkemys asiakaspalvelusta järjestelmätoimittajien osalta on järjestelmästä riippumatta lähes samanlainen.

Mikäli järjestelmän vaihtaminen koetaan LE-Sähköverkossa tarpeelliseksi, niin tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että ominaisuuksien kannalta järjestelmä 4 on paras vaihtoehto. On kuitenkin muistettava, että tähän järjestelmään ei saatu vastauksia verkkoyhtiöiltä, joten kuvaa sen toiminnasta verkkoyhtiöissä ei tutkimuksessa ole. On myös huomioitava, että järjestelmien vaihtaminen verkkoyhtiöissä on suuri projekti niin taloudellisesti kuin työmäärässä. Järjestelmien vaihtaminen ei näin ollen ole järkevää ilman merkittävää syytä. Jos tulevaisuudessa järjestelmien tarpeet kehittyvät niin, että nykyinen järjestelmä jää kehityksessä nykyistä enemmän jälkeen, ja sen perustoiminnot eivät enää vastaa verkkoyhtiön tarpeita, on järjestelmän vaihto perustellumpaa.

7.2 Mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuus yleisesti

Koska mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuteen vaikuttavat monet asiat, ei tutkimuksessa esitetä yhtä ainoata ratkaisua. Sen sijaan käytetään apuna kahta erilaista skenaariota, jotka ovat mahdollisia tulevaisuudessa, ja joiden myötä mittaustiedon hallintajärjestelmien käyttöön liittyvät ratkaisut nähdään erilaisina. Näiden skenaarioiden avulla esitetään kaksi eri vaihtoehtoista mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuden kuvaa. Nämä skenaariot ovat:

1. Skenaario, jossa mittaustiedon hallintaan liittyvien järjestelmien roolitukset pysyvät samoina kuin tällä hetkellä.

2. Skenaario, jossa Datahub mahdollistaa sähköön liittyvän mittaustiedon validoinnin, sekä suurimman osan muista verkkoyhtiöiden sähkön hallintaan liittyvistä toimista, jotka tällä hetkellä tehdään mittaustiedon hallintajärjestelmissä.

Näistä ensimmäistä skenaariota voidaan pitää lähitulevaisuuden skenaariona, koska lähitulevaisuudessa ei ole mahdollista tapahtua niin suuria muutoksia, että mittaustiedon hallintaan liittyvien järjestelmien roolitukset muuttuisivat merkityksellisesti. On myös mahdollista, että ensimmäinen skenaario pitää paikkansa myös pidemmälle tulevaisuuteen, jos merkittäviä muutoksia ei Datahubin tai muiden järjestelmien osalta tapahdu.

Toinen skenaario on mahdollinen, jos Datahub kehittyy järjestelmänä, mahdollistaen sähköön liittyvän mittaustiedon validoinnin sekä suurimman osan muista tällä hetkellä mittaustiedon hallintajärjestelmässä tehtävistä sähköön liittyvistä verkkoyhtiöiden toimista. Tällainen kehitys ei ole mahdollista heti lähivuosina, koska Datahubissa on vielä käyttöönoton, varttimittauksen ja muiden isojen muutosten jälkeinen siirtymä kesken. Kuitenkin nykyistä kehitystä seuraten voisi Datahub mahdollistaa nämä ennen vuosikymmenen vaihdetta.

7.2.1 Ensimmäinen skenaario

Ensimmäisessä skenaariossa ei tapahdu merkittäviä muutoksia mittaustiedon hallintajärjestelmissä. Sen sijaan verkkoyhtiöiden sekä järjestelmätoimittajien pitäisi löytää tehokkain tapa suorittaa mittaustiedon hallinnan toimet. Etenkin nyt Datahubin aiheuttamien muutosten jälkeen on vaihe, jossa muutosten määrä tasaantuu ja verkkoyhtiöiden pitäisi löytää muuttuneeseen mittaustiedon hallintaan paras ja tehokkain ratkaisu. Monessa verkkoyhtiössä tehokkain ratkaisu voisi olla mittaustiedon hallintajärjestelmän ja luentajärjestelmän yhdistäminen, mikäli järjestelmien kehitys sen mahdollistaa. Etenkin prosessien määrän vähentyessä tämä voisi lisätä tehokkuutta. Myös mittaustiedon hallinnan prosessien ulkoistaminen olisi yksi mahdollinen vaihtoehto tehokkuuden lisäämiseen. On kuitenkin muistettava, että kaikkien muutoksien tulee olla perusteltuja ja taloudellisesti järkeviä. Vähäinen tehokkuuden lisääminen ei ole riittävä perustelu isoille investoinneille. Sen sijaan merkittävä tehokkuuden lisääminen voi olla riittävä perustelu isoille investoinneille, vaikka se ei lyhyellä tähtämellä siltä vaikuttaisi.

Yksi iso tehokkuuden kehityskohde mittaustiedon hallintajärjestelmissä on samojen mittaustietojen tallentaminen moneen eri järjestelmään. Tällä hetkellä sähköön mittaustietoja säilytetään verkkoyhtiöissä vähintään mittaustiedon hallintajärjestelmässä sekä Datahubissa. Ensimmäisessä skenaariossa tälle ratkaisuna voisi olla mittaustiedon lyhytaikaistallennus mittaustiedon hallintajärjestelmään ja pitkäaikaistallennus Datahubiin. Tällä vähennettäisiin samojen mittaustietojen säilyttämistä monessa paikassa, mutta mahdollistaen kuitenkin tietojen muokkaaminen mittaustiedon hallintajärjestelmässä. Lyhytaikaistallennuksen pituus riippuisi verkkoyhtiön tarpeista. Tällä ratkaisulla olisi kuitenkin ongelmansa. Datahubissa säilytetään tietoja maksimissaan kuusi vuotta, mutta kuluttajat voivat vaatia tietojaan 10 vuoden ajalta laskutusvirheiden tarkistamiseksi. Myös ongelmatilanteissa, joissa mittaustietoja olisi muokattava lyhytaikaistallennuksen ajan ulkopuolelta, pitäisi mittaustiedot ajaa Datahubista takaisin mittaustiedon hallintajärjestelmään, jotta niitä voitaisiin muokata. Jos Datahubissa voitaisiin säilyttää mittaustietoja 10 vuotta ja järjestelmän mittaustiedon hallinnatam mahdollisuudet kehittyisivät, voisi tämä ratkaisu olla parempi.

Ensimmäisessä skenaariossa ei tule ongelmaa mittaustiedon hallinnan osalta muiden kuin sähköön tietojen hallinnasta. Niitä pystyttäisiin edelleen hallitsemaan samassa mittaustiedon hallintajärjestelmässä kuin sähköäkin. Myös oma mittaustiedon hallintajärjestelmä esimerkiksi kaukolämmölle on mahdollinen ratkaisu, jos se lisää toimintojen tehokkuutta.

7.2.2 Toinen skenaario

Toisessa skenaariossa mittaustiedon hallintajärjestelmiin tulisi merkittäviä muutoksia. Mittaustiedon hallintajärjestelmien tarpeellisuus vähenisi, koska skenaariossa Datahubissa pystyttäisiin hoitamaan nykyhetkellä mittaustiedon hallintajärjestelmässä sähköön liittyvät toimet. Jos Datahubissa pystyttäisiin hoitamaan kaikki verkkoyhtiön tarvittavat mittaustiedon hallinnan toimet, ja yhtiössä ei hallittaisi muita kuin sähköön mittaustietoja, olisi paras ratkaisu mittaustiedon hallintajärjestelmän poistaminen tiedonsiirtoketjusta. Kuitenkin, jos jotain tarpeita mittaustiedon hallintajärjestelmälle jäisi, voisi yhdistetty mittaustiedon hallintajärjestelmä ja luentajärjestelmä olla tehokkain ratkaisu. Myös osalle verkkoyhtiöistä mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistaminen voisi olla tehokkain ratkaisu, etenkin jos mittaustiedon hallintaan liittyvät prosessit ovat erityisen vähäisiä.

Mittaustietojen säilyttämiseen liittyvät tehokkuusongelmat selviävät tässä skenaariossa, sillä Datahubia voitaisiin pitää ainoana mittaustietojen säilyttämispaikkana (olettaen, että siellä säilytettäisiin tietoja 10 vuotta). Kaukolämmön ja muiden energiamittausten tietoja säilytettäisiin edelleen niille tarkoitettussa mittaustiedon hallintajärjestelmässä.

Datahub vaikuttaa vain sähkönmittauksien hallintaan. Tämän myötä tarve mittaustiedon hallintaan säilyisi edelleen verkkoyhtiöissä, joissa sähkön lisäksi hallittaisiin muita energiamittauksia, vaikkakin hallittavien kohteiden määrä vähenisi merkittävästi. Tällaisissa yhtiöissä tehokkain ratkaisu voisi olla mittaustiedon hallinnan ulkoistaminen. Myös oma hallintajärjestelmä kaukolämmölle tai muille mittauksille olisi mahdollinen.

7.2.3 Skenaarioiden yhteenveto

Alla olevassa taulukossa 5 on esitelty ratkaisut molemmille skenaarioille. Ratkaisut on jaoteltu erikseen yhtiöille, joilla vain sähkön hallintaa, sekä yhtiöille, joilla myös muiden energiamittausten hallintaa.

Taulukko 5. Skenaarioiden yhteenveto

	Skenaario 1	Skenaario 2
Yhtiössä pelkääntään sähkön hallintaa	Nykyisen järjestelmän tehokkuus arvioitava, jos riittävä, pidettävä sama, kunnes isoja muutoksia. Muuten mahdollisuuksien mukaan yhdistetty luontajärjestelmä ja mittaustiedon hallintajärjestelmä.	Mittaustiedon hallintajärjestelmän poisto tiedonsiirtoketjusta tai mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistaminen.
Yhtiössä sähkön lisäksi esim. kaukolämmön hallintaa	Nykyisen järjestelmän tehokkuus arvioitava, jos riittävä, pidettävä sama, kunnes isoja muutoksia. Muuten mahdollisuuksien mukaan yhdistetty luontajärjestelmä ja mittaustiedon hallintajärjestelmä.	Yhdistetty luontajärjestelmä ja mittaustiedon hallintajärjestelmä tai mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistaminen.

7.3 Tutkimuksen kehityskohteet ja jatkotutkimusmahdollisuudet

Tutkimuksen kehityskohteet liittyvät pääosin kyselytutkimuksen suunnitteluun. Kyselytutkimuksen yleisimpänä ongelmana on se, että kysymykset voidaan ymmärtää vastaajien kesken eri tavalla. Kehitettävää olisi vielä kysymysten muotoilussa, jos samasta aiheesta tehtäisiin uutta kyselytutkimusta. Tutkimuksen ongelmaa voisi myös mahdollisesti lähestyä muun

muassa haastattelututkimuksella. Tässä tutkimusmetodissa olisi omat hyvät puolensa, etenkin, kun kysymykset saisi esitettyä tarkemmin ja saataisiin tarkempia vastauksia. Kuitenkin ison kohderyhmän haastattelemineen veisi huomattavasti enemmän aikaa, joten vastaajien määrää pitäisi vähentää reilusti, mikä siten heikentäisi tutkimuksen luotettavuutta.

Tutkimuksen edetessä tuli esille, että useimmissa verkkoyhtiöissä mittaustiedon hallintajärjestelmä on ulkoistettu. Tämä johti siihen, että tietoja hallintajärjestelmistä saatiin vähemmän, kuin mitä odotettiin. Tätä voisi tulevaisuudessa kehittää tarkentamalla kyselytutkimuksen kohderyhmää sekä mahdollisesti laajentamalla sitä enemmän myös järjestelmätoimittajiin. Järjestelmätoimittajien näkemykset voisivat avartaa hallintajärjestelmien tulevaisuutta merkittävästi. Kuvaa siitä, miten järjestelmät oikeasti toimisivat verkkoyhtiössä voisi kuitenkin olla vaikeaa saada järjestelmätoimittajalta, sillä heillä ei ole syytä tuoda esille järjestelmien heikkouksia tai puutteita tällaista tutkimusta tehtäessä.

Jatkotutkimuskohde, joka olisi mittaustiedon hallintajärjestelmän valinnan osalta erittäin tärkeä verkkoyhtiössä on kustannuksien vertailu. Tämän tutkimuksen sisältöön ei kuulunut kustannuksien vertailu, mutta mittaustiedon hallintajärjestelmän valinnassa kustannukset ovat verkkoyhtiölle yksi tärkeimmistä, jos ei tärkein valinnan kriteeri. Kustannuksia voisi vertailla eri järjestelmien lisäksi myös ulkoistetun ja oman käytön välillä.

8 Yhteenveto

Diplomityön tavoitteena oli kehittää LE-Sähköverkko Oy:n mittaustiedon hallintajärjestelmän käyttöä. Tämä toteutettiin kartoittamalla nykyisen järjestelmän kehityskohteet sekä tutkimalla muiden verkkoyhtiöiden käytössä olevia mittaustiedon hallintajärjestelmiä ja niiden ominaisuuksia. Työssä tutkittiin myös yleisesti mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuutta verkkoyhtiössä. Tutkimukselle oli asetettu seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Mitä mittaustiedon hallintajärjestelmiä muilla verkkoyhtiöillä on käytössä, ja kuinka niiden ominaisuudet vastaavat LE-Sähköverkon tarpeita?
2. Millainen on mittaustiedon hallintajärjestelmien käytön tulevaisuus verkkoyhtiöissä?

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen liittyen työssä selvitettiin kyselytutkimuksella Suomessa toimivien verkkoyhtiöiden sekä yhden järjestelmätoimittajan näkemyksiä eri mittaustiedon hallintajärjestelmistä. Kyselytutkimuksessa painotettiin perusominaisuuksien lisäksi LE-Sähköverkko Oy:n oman hallintajärjestelmän kehityskohteita ja niiden toimintaa muissa järjestelmissä. Järjestelmä 4 osoittautui parhaaksi ratkaisuksi, mikäli LE-sähköverkko Oy:ssä nähdään järjestelmän vaihto tarpeellisena.

Toiseen tutkimuskysymykseen saatiin myös vastauksia kyselytutkimuksella. Työssä mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuus jaettiin kahteen skenaarioon. Ensimmäisessä skenaariossa mittaustiedon hallinnan roolitus pysyi samanlaisena kuin tällä hetkellä ja toisessa skenaariossa Datahub mahdollisti monipuolisesti mittaustiedon hallinnan tehtävien tekemisen. Tutkimuksessa esitettiin molempiin skenaarioihin ratkaisut verkkoyhtiöille. Ensimmäisessä skenaariossa nähtiin parhaaksi ratkaisuksi joko pysyminen nykyisessä järjestelmässä tai vaihto yhdistettyyn luenta- ja mittaustiedon hallintajärjestelmään. Toisessa skenaariossa riippuen siitä, onko yhtiöllä sähkön lisäksi kaukolämpöä hallittavana, esitettiin kahta eri ratkaisua. Mikäli yhtiöllä oli pelkästään sähköenergiaa hallittavana, mittaustiedon hallintajärjestelmän poisto tiedonsiirtoketjusta tai järjestelmän ulkoistaminen nähtiin parhaana ratkaisuna. Jos sen sijaan yhtiöllä oli myös kaukolämpöä hallittavana, yhdistetty mittaustiedon hallintajärjestelmä ja luentajärjestelmä tai mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistaminen nähtiin parhaana ratkaisuna.

Lähteet

Aidon. 2023. IoT-tietoliikenneyhteydet. Viitattu 18.1.2023. Saatavissa:

Alasuutari, P. 2012. Laadullinen tutkimus 2.0. Kustannusosakeyhtiö Vastapaino. Tampere, Suomi.

Andres, L. 2012. Designing and Doing Survey Research. SAGE Publications. Lontoo, Iso-Britannia.

Coenen, M. Stamm, T, A. Stucki, G. Cieza, A. 2011. Individual interviews and focus groups in patients with rheumatoid arthritis: a comparison of two qualitative methods. Quality of Life Research. Vol. 21, No 2. Springer.

Elenia. 2023. Energiayhteisökäsikirja. Viitattu 15.2.2023. Saatavissa: elenia.fi

Ely-keskus. 2023. Tilastot, julkaisut ja linkkejä. Viitattu 2.3.23. Saatavissa: ely-keskus.fi

Energiatehokkuuslaki 1429/2014. Voimaantulo 1.1.2015. Saatavissa: finlex.fi

Energiateollisuus. 2021. Kaukolämmön yleiset sopimusehdot Suositus T1/2021. Saatavissa: energia.fi

Energiateollisuus. 2022. Sähkön mittauksen periaatteita. Versio 2022. Saatavissa: energia.fi

Enerim. 2023a. EnerimCIS Johtava asiakastietojärjestelmä energiayhtiöille. Viitattu 26.1.2023 Saatavissa: enerim.com

Enerim. 2023b. Tehokas energiatiedon hallintajärjestelmä. Viitattu 2.2.2023. Saatavissa: enerim.com

Euroopan parlamentin ja neuvoston energiatehokkuusdirektiivi EU/27/2012. 25.10.2012. Saatavissa: eur-lex.europa.eu

Fingrid. 2019. Mihin järjestelmiin tarvitaan muutoksia, kun siirrytään varttitaseen, tai mitä muita merkittäviä muutostarpeita aiheutuu (muut kuin mittarivaihdot tms. yllä kysytyt)? Muutokset, jotka tulisi tehdä Datahubin edellyttämien muutosten lisäksi. Kysely ja sanalliset vastaukset. Saatavissa: fingrid.fi

- Fingrid. 2022a. Datahub 2.0 Uudet ja muuttuneet prosessit. Päivitetty 12.10.2022. Saatavissa: [palvelut.Datahub.fi](https://palvelut.datahub.fi)
- Fingrid. 2022b. Sähkön vähittäismarkkinoiden liiketoimintaprosessit Datahubissa. Päivitetty 12.10.2022. Saatavissa: [Datahub.fi](https://datahub.fi)
- Fingrid. 2023a. Kysymyksiä ja vastauksia Datahubista. Viitattu 25.1.2023. Saatavissa: fingrid.fi
- Fingrid. 2023b. Taseselvitys. Viitattu 25.1.2023. Saatavissa: fingrid.fi
- Haastattelut Lahti Energia Sähköverkko Oy. Tasevastaava ja Mittausasiantuntija. 23.2.23 & 24.2.23. Liite I.
- Hansen. 2023. HansenMDM product brief. Viitattu 22.2.2023. Saatavissa: hansencx.com
- Heins, K. 2021. NB-IoT Use Cases and Devices : Design Guide. Cham, Sveitsi: Springer International Publishing.
- Hirsjärvi, S. Remes, P. Sajavaara, P. 2009. Tutki ja Kirjoita. 15., uudistettu painos. Tammi. Helsinki, Suomi.
- Hyvärinen, M. Nikander, P. Ruusuvoori, J. 2017. Tutkimushaastattelun käsikirja. Tampere. Suomi.
- Kavis, M, J. 2014. Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, and IaaS). John Wiley & Sons, Incorporated. Hoboken, New Jersey.
- KBR. 2023. MSCONS EDIFACT data-format. Viitattu 21.2.2023. Saatavissa: visuale-nergy.de
- Kugelstadt, T. 2022. The RS-485 Design Guide. Texas Instruments. Saatavissa: ti.com
- Kyselylomake, 2023. Eri verkkoyhtiöissä. Liite II.
- Lahti Energia. 2023. Tervetuloa OmaWattiin! Viitattu 26.1.2023. Saatavissa: lahtienergia.fi
- Landis+Gyr. 2020. Landis+Gyr AIM Product Description. Version 14.0. Saatavissa: landis-gyr.fi
- Mäkelä, V. M. & Tuunanen, J. 2015. Suomalainen kaukolämmitys. Mikkelin Ammattikorkeakoulu. Saatavissa: theseus.fi

NFON. 2023. P2P (Point-to-Point Connection). Viitattu 12.1.2023. Saatavissa: nfon.com

Pikkarainen, M., Siddiqui, B., Vehmasvaara, S., Pakonen, P. & Verho, P. 2011. Energian-säästölamppujen verkostovaikutukset ja elektronisten kuormien ja mittariluentajärjestelmien välinen yhteensopivuus - Vaihe 1. Loppuraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: energia.fi

Sesko. SK 13-1:2021 Suositus sähköenergiamittareiden paikallista asiakasrajapintaa varten. Saatavissa: sesko.fi

SFS. 2016. SFS-EN 50065-1:en. Saatavissa: sales.sfs.fi

Sähkömarkkinalaki 588/2013. Annettu Helsingissä 9.8.2013. Saatavissa: finlex.fi

Sähköpostikysely, 2023. Järjestelmätoimittaja. Liite III.

Tampereen sähkölaitos. 2023. Sähkis-palvelu. Viitattu 26.1.2023. Saatavissa: sahkolaitos.fi

Toledo, F. 2013. Smart Metering Handbook. Tulsa, Oklahoma: Pennwell.

Valli, R. Aarnos, R. 2018. Ikkunoita tutkimusmetodeihin. 1, Metodien valinta ja aineistonkeruu : virikkeitä aloittelevalle tutkijalle. 5., uudistettu painos. PS-kustannus. Jyväskylä, Suomi.

Valtioneuvoston asetus lämmityksen, jäähdytyksen ja veden kulutus- ja laskutustiedoista ja kustannusten jakamisesta 254/2021. Annettu Helsingissä 25.3.2021. Saatavissa: finlex.fi

Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 767/2021. Annettu Helsingissä 12.8.2021. Saatavissa: finlex.fi

Vantaan Energia. 2023. Kaukolämmön MSCONS -sanomapalvelu. Viitattu 21.2.2023. Saatavissa: vantaanenergia.fi

LIITTEET

Liite I. Haastattelupohja

HAASTATTELUT

Mitä teet mittaustiedon hallintajärjestelmässä?

Oma mittaustiedon hallintajärjestelmä

- Mitä kehitettävää
- Mikä hyvää
- Mitä puuttuu
- Mikä on ylimääräistä

Mitä haluaisi tietää muiden sähköverkkoyhtiöiden mittaustietojen hallintajärjestelmien käytöstä?

Miten Datahub on vaikuttanut mittaustiedon hallintajärjestelmän käyttöön?

- Mittaustietojen tallentaminen ja säilytys
- Mittaustietojen validointi
- Taseselvitys
- Muita asioita

Mitä näkemyksiä mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistamisesta?

- Uskotteko että oma käyttö vaikuttaa muiden sovellusten käyttöön
- Uskotteko että oma käyttö vaikuttaa asiakaspalveluun

Miten yhteistyö toimii järjestelmätoimittajan kanssa, miten saa apua yms.

Mitä tietoa on mittaustiedon hallintajärjestelmässä, mikä mielestänne siellä pakko olla ja olisi vaikeaa saada muihin järjestelmiin yhdistettyä?

Miten näet mittaustietojen hallintajärjestelmän tarpeellisuuden tulevaisuudessa luentajärjestelmän ja Datahubin välissä?

Mittaustiedon hallintajärjestelmät, Diplomityö

Vastauksia käsitellään tutkimuksessa anonyymisti.

Kaikki vastaukset poistetaan tutkimuksen valmistuttua.

Tutkimukseen osallistumisen voi peruuttaa missä vain vaiheessa, kun tutkimus on kesken.

Jos vastatessa ilmenee ongelmia, tai teille tulee muita kysymyksiä tutkimuksesta olethan yhteydessä: viima.pankalainen@student.lut.fi

Tutkimus julkaistaan sen valmistuttua osoitteessa: <https://lutpub.lut.fi/>

Muistattehan lähettää lomakkeen vastaukset, vastattuanne kaikkiin kysymyksiin!

Kiitos vastauksistanne!

***Pakollinen**

1. Verkkoyhtiönne nimi? *

2. Minkä niminen mittaustiedon hallintajärjestelmä teidän verkkoyhtiöllänne on käytössä? *

3. Monta käyttöpaikkaa teidän vastualueeseenne kuuluu yhteensä? (sähkö, kaukolämpö, muut) *

Merkitse vain yksi soikio.

- 0 - 10 000
- 10 000 - 50 000
- 50 000 - 100 000
- yli 100 000
- En osaa sanoa.

4. Käyttääkö verkkoyhtiönne mittautiedon hallintajärjestelmän päivittäisiä toimintoja itse vai onko sen käyttö ulkoistettu? *

Merkitse vain yksi soikio.

- Oma käyttö, omassa järjestelmässä. *Siirry kysymykseen 5*
- Oma käyttö, toimittajan hallitsemassa järjestelmässä. *Siirry kysymykseen 5*
- Ulkoistettu. *Siirry kysymykseen 20*

Oma käyttö

5. Mitä energianmittauksia verkkoyhtiönne mittautiedon hallintajärjestelmässä hallitaan?

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

- Sähkö
- Kaukolämpö
- Muut esim. vesi

6. Mihin toimintoihin teidän verkkoyhtiösänne mittautiedon hallintajärjestelmää käytetään? (Muu kohtaan voi lisätä useampiakin toimintoja)

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

- Mittautietojen säilytys
- Mittautietojen validointi
- Sanomien lähetys esim MSCONS
- Mittalaitteiden hallinta
- Tuotehallinta
- Kuormanohjaus
- Tariffitietojen hallintaa
- Muu: _____

7. Arvioi verkkoyhtiönne käyttämä mittautustiedon hallintajärjestelmä seuraavien ominaisuuksien osalta.

Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Huono	Kohtalainen	Keskinkertainen	Hyvä	Erinomainen
Käyttäjystävällisyys	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Käyttöliittymän ulkoasu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yhteys muiden järjestelmien kanssa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hakutyökalujen monipuolisuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Järjestelmän yleinen nopeus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Onko mittautustiedon hallintajärjestelmä saatavilla seuraavilla kielillä?

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

- suomi
 englanti
 ruotsi

9. Pystyykö mittautustiedon hallintajärjestelmässänne muodostaa useamman käyttöpaikan summasarjoja? (esim. yhden asiakkaan kaikilta käyttöpaikoilta)

Merkitse vain yksi soikio.

- Ei ollenkaan.
 Kyllä, mutta muodostaminen on hankalaa tai vaihtoehdot sarjojen muodostamiseen ovat rajatut.
 Kyllä ja muodostaminen on helppoa ja monipuolista.
 En osaa sanoa.

10. Pystyykö mittaustiedon hallintajärjestelmässänne hakemaan aikasarjoja massahaulla?

Merkitse vain yksi soikio.

- Ei ollenkaan.
- Kyllä, mutta hakeminen on hankalaa tai vaihtoehdot sarjojen hakemiseen ovat rajatut.
- Kyllä ja hakeminen on helppoa ja monipuolista.
- En osaa sanoa.

11. Pystyykö mittaustiedon hallintajärjestelmäänne lukea sanomia muista palveluista? (Esim. datahubin taseselvitystiedot, MSCONS-sanomat)

Merkitse vain yksi soikio.

- Ei ollenkaan.
- Kyllä, mutta vain osan tarpeellisista sanomista.
- Kyllä, kaikki tarpeelliset sanomat on mahdollista lukea.
- En osaa sanoa.

12. Joudutteko käyttämään mittaustietojen validoinnissa mittaustiedon hallintajärjestelmän lisäksi muita järjestelmiä. (jos kyllä, lisää järjestelmän/järjestelmien nimet muu osioon)

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

- Ei
- Kyllä
- Muu: _____

13. Kuinka paljon manuaalista työtä mittaustietojen validointi vaatii?

Merkitse vain yksi soikio.

- Ei ollenkaan
- Keskiarvolta alle 15 min päivässä
- Keskiarvolta 15-60 min päivässä
- Keskiarvolta yli 60min päivässä
- En osaa sanoa

14. Miten mittaustiedon hallintajärjestelmässänne pystyy säätämään käyttäjien käyttöoikeuksia.

Merkitse vain yksi soikio.

- Ei ollenkaan, kaikilla käyttäjillä samat oikeudet.
- Vähän, 2-5 eri ryhmää, joihin käyttäjät voi asettaa.
- Monipuolisesti, eri käyttäjien pääsyä eri toimintoihin pystyy säätämään monipuolisesti.
- En osaa sanoa.

15. Onko nykyisessä mittaustiedon hallintajärjestelmässänne prosesseja, joita ei käytetä ja joita voitaisiin keventää?

Merkitse vain yksi soikio.

- Ei ole.
- Kyllä.
- En osaa sanoa.

16. Saako verkkoyhtiönne mittaustiedon hallintajärjestelmän palveluntarjoajalta apua ongelmatilanteissa?

Merkitse vain yksi soikio.

- Ei.
- Kyllä, mutta viiveellä.
- Kyllä ja apua saa nopeasti.
- En osaa sanoa.

17. Onko palveluntarjoajalta saatu apu?

Merkitse vain yksi soikio.

- Heikkoa (joutuu pääosin ratkaisemaan omat ongelmat)
- Keskinkertaista (apua saa kaikkeen, mutta ratkaisut ovat usein pintapuolisia)
- Hyvää (apua saa kaikkeen ja ongelmat ratkaistaan perinpohjaisesti)
- En osaa sanoa.

18. Tunnetteko, että verkkoyhtiönne kehitysideoita otetaan vastaan palveluntarjoajan puolella?

Merkitse vain yksi soikio.

- Kyllä, suurin osa kehitysideoista johtaa järjestelmän parannuksiin.
- Kyllä, osa kehitysideoista johtaa järjestelmän parannuksiin.
- Kyllä, mutta vain vähän kehitysideoista johtaa järjestelmän parannuksiin.
- Ei, mitään kehitysideoita ei oteta huomioon.
- En osaa sanoa.

19. Halutessa vapaasti kommentteja verkkoyhtiössänne käytössä olevasta mittautiedon hallintajärjestelmästä: mikä huonoa, hyvää, erikoista yms.

Siirry kysymykseen 25

Ulkoistettu käyttö

20. Onko verkkoyhtiöllänne pääsy mittautiedon hallintajärjestelmään tarvittaessa?

Merkitse vain yksi soikio.

- Kyllä, aina kun tarvitsee.
- Kyllä, mutta rajallisesti.
- Ei ole.
- En osaa sanoa.

21. Miten mittautiedon hallintajärjestelmän ulkoistettu käyttö vaikuttaa omien järjestelmien käyttöön, jotka ovat yhteydessä mittautiedon hallintajärjestelmään?

Merkitse vain yksi soikio.

- Ei vaikutusta.
- Vaikeuttaa muiden järjestelmien käyttöä vähän.
- Vaikeuttaa muiden järjestelmien käyttöä merkittävästi.
- Helpottaa muiden järjestelmien käyttöä vähän.
- Helpottaa muiden järjestelmien käyttöä merkittävästi.
- En osaa sanoa.

22. Miten mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistaminen vaikuttaa mittauksen asioihin liittyvään asiakaspalveluun?

Merkitse vain yksi soikio.

- Ei vaikutusta.
- Vaikeuttaa asiakaspalvelua vähän.
- Vaikeuttaa asiakaspalvelua merkittävästi.
- Helpottaa asiakaspalvelua vähän.
- Helpottaa asiakaspalvelua merkittävästi.
- En osaa sanoa.

23. Miten mittaustiedon hallintajärjestelmän ulkoistaminen vaikuttaa mittaukseen liittyvien ongelmien selvityksessä?

Merkitse vain yksi soikio.

- Ei vaikutusta.
- Vaikeuttaa ongelmien selvitystä vähän.
- Vaikeuttaa ongelmien selvitystä merkittävästi.
- Helpottaa ongelmien selvitystä vähän.
- Helpottaa ongelmien selvitystä merkittävästi.
- En osaa sanoa.

24. Mitkä muut seuraavista järjestelmistä myös ulkoistettu? (Muu kohtaan voi listata useamman järjestelmän)

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

- Luentajärjestelmä
- Asiakastieto/laskutusjärjestelmä
- Muu: _____

Datahub ja muut prosessit ovat muuttaneet mittaustiedon hallintajärjestelmän käyttöä ja kuvaa tiedonsiirtoketjussa. Esimerkiksi mittaustietoja säilytetään nykyään useammassa paikassa. Myös prosesseja, joita on ennen hoidettu mittaustiedon hallintajärjestelmässä on siirretty esim. datahubiin hoidettavaksi. Seuraavat kysymykset liittyvät mittaustiedon hallintajärjestelmän tulevaisuuteen.

25. Miten prosessien määrä verkkoyhtiönne mittaustiedon hallintajärjestelmässä on muuttunut datahubin käyttöönoton jälkeen?

Merkitse vain yksi soikio.

- Vähentynyt
- Kasvanut
- Pysynyt lähes samana tai samana
- En osaa sanoa

26. Pidätkö ylimääräisiä ja käyttämättömiä prosesseja mittaustiedon hallintajärjestelmässä ongelmana, joka pitää ratkaista?

Merkitse vain yksi soikio.

- En pidä
- Pidän
- En osaa sanoa

27. Pidätkö samojen energianmittaustietojen säilyttämistä useammassa paikassa ongelmana, joka pitää ratkaista?

Merkitse vain yksi soikio.

- En pidä
- Pidän
- En osaa sanoa

28. Miten näet mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuden? Perustele seuraavaan kysymykseen halutessa.

Merkitse vain yksi soikio.

- Hallintajärjestelmä pidetään ennallaan.
- Hallintajärjestelmästä vähennetään prosesseja.
- Hallintajärjestelmään lisätään prosesseja.
- Hallintajärjestelmä yhdistetään toiseen järjestelmään, esim luentajärjestelmään.
- Hallintajärjestelmä voidaan poistaa käytöstä, mutta sen prosesseja siirrettäisiin muihin järjestelmiin.
- Hallintajärjestelmä voidaan poistaa käytöstä, ilman korvaavia järjestelmiä tai prosessien siirtoja.

29. Perustelut.

Liite III. Sähköpostikysely (muokattu salausta varten)

1. Saako järjestelmää halutessa suomen, ruotsin ja englannin kielillä?
2. Pystyykö järjestelmässä muodostamaan yhden asiakkaan kaikilta käyttöpaikoilta summasarjoja? Onko järjestelmässä muuten mahdollisuus monipuoliseen summasarjojen muodostamiseen?
3. Pystyykö järjestelmässä hakemaan massahaulla eri käyttöpaikkojen aikasarjoja käyttämällä haussa: 1. käyttöpaikkanumeroita 2. saman tuotteen omaavia käyttöpaikkoja? Onko järjestelmässä muuten mahdollisuus monipuolisiin massahakuihin?
4. Pystyykö järjestelmään lukea sanomat kaikista yleisesti verkkoyhtiöille tarpeellisista palveluista?
5. Pystyykö järjestelmässä tehdä kaikki verkkoyhtiössä tarvittavat mittaustiedon validointitehtävät ilman muita järjestelmiä?
6. Vaatiiko Mittaustietojen validointi järjestelmässä paljon manuaalista työtä vai onko validointi pitkälti automatisoitavissa?
7. Miten järjestelmässä pystyy säätelemään käyttöoikeuksia? Onko eri toimintoihin mahdollista rajata pääsy osalta käyttäjistä, vai onko kaikilla käyttäjillä samat oikeudet?
8. Miten näette mittaustiedon hallintajärjestelmien tulevaisuuden verkkoyhtiöissä? Tullaanko omaa mittaustiedon hallintajärjestelmää tarvitsemaan?
9. Uskotteko, että luenta- ja hallintajärjestelmän yhdistäminen samaan järjestelmään (kuten järjestelmässä on tehty) on paras ratkaisu tulevaisuudessa? Miksi?