



Sähkömittausjärjestelmän rakentaminen teollisuuskiinteistöön

Jespero Hakala

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2024

Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähkötekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähkötekniikka

HAKALA JESPERI:
Sähkömittausjärjestelmän rakentaminen teollisuuskiinteistöön

Opinnäytetyö 37 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Huhtikuu 2024

Opinnäytetyön aiheena oli sähkömittausjärjestelmän rakentaminen teollisuuskiinteistöön. Työn tavoitteena oli tuottaa oikea esimerkki mittausjärjestelmän rakentamisesta sekä tutkia, mitä lakeja, direktiivejä sekä standardeja tähän liittyy. Opinnäytetyö tehtiin LVI Kurikka Oy:n toimeksiannosta. Opinnäytetyön tekijä toimi työnjohtajana kyseisessä projektissa.

Opinnäytetyöraportin alussa kerrotaan yleisellä tasolla sähköenergian mittauksesta ja siihen liittyvistä laitteista, minkä jälkeen tarkastellaan merkittävimpiä lakeja, direktiivejä sekä standardeja. Työn loppupuolella käydään läpi esimerkkikohteessa käytettyjä laitteita ja komponentteja sekä esimerkkikohteen työvaiheita sekä niihin liittyviä haasteita. Viimeisenä katsotaan sähköenergian mittauksen tulevaisuuteen sekä todetaan tulokset yhteenvedossa.

Työ toteutettiin todellisena projektina ennen opinnäytetyötä ja sen lopputuloksena saatiin esimerkki sähkömittausjärjestelmän rakentamisesta teollisuuskiinteistöön.

Asiasanat: sähköenergia, teollisuus, mittausjärjestelmä, asennusprojekti

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Electrical Systems

HAKALA JESPERI:

Construction of an Electricity Measurement System for an Industrial Property

Bachelor's thesis 37 pages, appendices 4 pages
April 2024

This thesis focuses on the development of an electricity measurement system tailored for industrial premises. Its primary objective was to present a practical case study illustrating the implementation of such a system and to explore the relevant laws, directives, and standards associated with it. This thesis was commissioned by LVI Kurikka Oy, and the author was the supervisor for the project.

The beginning of the thesis provides a general overview of electricity measurement and related equipment, followed by an examination of the most significant laws, directives, and standards. In the latter part of the thesis, the equipment and components used in the example project are discussed, alongside an examination of the project's stages and associated challenges. Concluding reflections contemplated the future of electricity measurement, and the findings are summarized in the conclusion.

The work was carried out as an actual project before the thesis, and the result was an example of constructing an electricity measurement system for an industrial property.

Key words: electricity, industry, system of measurement, installation project

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	SÄHKÖENERGIAN MITTAUS	6
	2.1 Sähköenergian alamittaus.....	7
	2.2 Sähköenergiamittarit	8
	2.3 Virtamuuntajat.....	8
3	LAINSÄÄDÄNTÖ JA STANDARDISOINTI	10
	3.1 Mittauslaitelaki 707/2011.....	10
	3.2 Mittauslainedirektiivi 2014/32/EU	10
	3.3 Sähkömarkkinadirektiivi 2019/944/EU.....	11
	3.4 Valtioneuvoston asetus sähkötoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 767/2021	12
	3.5 Energiatohokkuusdirektiivi (EPBD)	12
4	PROJEKTISSA KÄYTETTY MITTAUSJÄRJESTELMÄ.....	14
	4.1 Carlo Gavazzi.....	14
	4.2 Carlo Gavazzin Energiamittarit	15
	4.2.1 EM300	15
	4.2.2 EM24	16
	4.3 Carlo Gavazzin Virtamuuntajat.....	16
	4.4 Muut laitteet	17
5	ESIMERKKI KOHDE.....	19
	5.1 Urakan laajuus	20
	5.2 Työvaiheet	21
	5.2.1 Kaapelointi.....	21
	5.2.2 Mittauskeskukset	22
	5.2.3 Keskusmuutokset	24
	5.2.4 Sähkämittarien käyttöönotto	27
	5.3 Vaikeudet.....	27
	5.4 Laskutus.....	28
6	YHTEENVETO	30
7	SÄHKÖENERGIAN MITTAUKSEN TULEVAISUUS	31
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET	34
	Liite 1. Parametrien asettelu (EM330 n.d. s. 6).....	34
	Liite 2. Parametrien asettelu (EM330 n.d. s 12).....	35
	Liite 3. Parametrien asettelu (EM330 n.d. s.13).....	36
	Liite 4. Uuninluukku-varokekytkimen toimintaohje (Sahkot.fi 2019)	37

1 JOHDANTO

Sähkömittausjärjestelmän rakentaminen teollisuuskiinteistöön on olennainen askel sähköenergian tehokkaassa hallinnassa ja valvonnassa. Teollisuuskiinteistössä sähkönkulutus voi olla merkittävää ja tarkka sähkömittaus tarjoaa arvokasta tietoa energiankäytöstä sekä mahdollistaa tehokkaan resurssienhallinnan. Sähkömittausjärjestelmän avulla voidaan seurata sähkönkulutusta reaaliaikaisesti, analysoida historiallisia tietoja ja tunnistaa mahdollisia säästö- ja optimointimahdollisuuksia.

Tässä työssä käytetään esimerkki kohteena Tampereen Messukylässä sijaitsevaa Castrulli nimistä teollisuuskiinteistöä. Kiinteistö on n. 18 000 m² suuri teollisuushalli, joka osastoidaan halleihin A, B, C, D ja M. Jokaisessa näissä halleissa toimii eri vuokralaisia ja heitä on laskutettu ennen neliömetrien mukaan. Kohteeseen rakennetaan mittausjärjestelmä, jota käytetään vuokralaisten laskutukseen.

Insinööriyön tilaajana ja päätiedonlähteenä toimii LVI Kurikka Oy, joka on koko Pirkanmaan alueella toimiva LVIS-palveluyritys. Yrityksessä tehdään niin LVIAS-huoltoa kuin LVIAS-urakointiakin.

LVI Kurikka on perustettu vuonna 2011, josta se on kasvanut yhden miehen yrityksestä 75:n työntekijän yritykseen. LVI Kurikka osti vuonna 2021 Automaatiokeskus Melo Oy:n sekä vuonna 2023 Sähkö Mint Oy:n. LVI Kurikan liikevaihto vuonna 2022 oli 11,8 miljoonaa euroa ja sen odotetaan kasvavan noin 3 miljoonalla eurolla vuonna 2023. LVI Kurikan toimipiste sijaitsee Ylöjärvellä.

2 SÄHKÖENERGIAN MITTAUS

Sähköenergia mittaaminen on prosessi, jossa mitataan sähkön kulutusta tai tuotantoa. Tämä mittaaminen tapahtuu yleensä sähkömittareiden avulla. Mittaustiedot tallennetaan ja käsitellään, jotta saadaan tietoa sähkönkulutuksesta tai -tuotannosta eri ajanjaksoina.

”Tavoitteellisen ja tuloksellisen energiatehokkuustyön perustana on, että yrityksessä tunnetaan energiankulutus jakautumineen ja niiden vaihtelut tehdas-, -osasto-, linja- ja laite-tasolla. Energiankäytön tehostamisen lähtökohtana on, että energiatehokkuuteen vaikuttavat suureet mitataan. kaikkea ei kuitenkaan voi eikä kannata mitata, eikä kaikkien mittausten tarvitse olla tarkkoja” (Motiva 2014, s. 3).

Rakennuksen sähköenergian yleisluontoinen mittaaminen ei anna tarpeeksi tarkkaa kuvaa kiinteistön energiatehokkuudesta eikä auta tunnistamaan mahdollisia ongelmakohtia. Jotta energiankulutusta voitaisiin tarkastella kattavasti ja yksityiskohtaisesti, on tärkeää varustaa kiinteistö monipuolisella ja yksityiskohtaisella mittalaitteistolla. Keskittämällä mittaukset eri verkostoihin tai suurimpiin kulutuslähteisiin voidaan keskittyä yksityiskohtaisemmin näiden järjestelmien energiatehokkuuteen. Esimerkiksi erittelemällä ilmanvaihdon ja valaistuksen sähkönkulutusta voidaan paremmin ymmärtää, missä energiaa käytetään eniten ja missä mahdolliset säästömahdollisuudet piilevät (ST 21.34 2022, s. 2).

Tarkemmalla mittaajajärjestelmällä voidaan toteuttaa tarkkoja toimenpiteitä kiinteistön energiatehokkuuden parantamiseksi. Tämä takaa myös sen, että energiankulutusta vähentävät toimenpiteet ovat tehokkaita ja tuovat halutun säästön. Kokonaisuudessaan yksityiskohtaisempi mittaajajärjestelmä mahdollistaa tarkan seurannan ja analyysin kiinteistön energiankulutuksesta, mikä auttaa tunnistamaan säästömahdollisuudet ja varmistamaan energiatehokkuuden käytännön parantamisen. (ST 21.34 2022, s. 2).

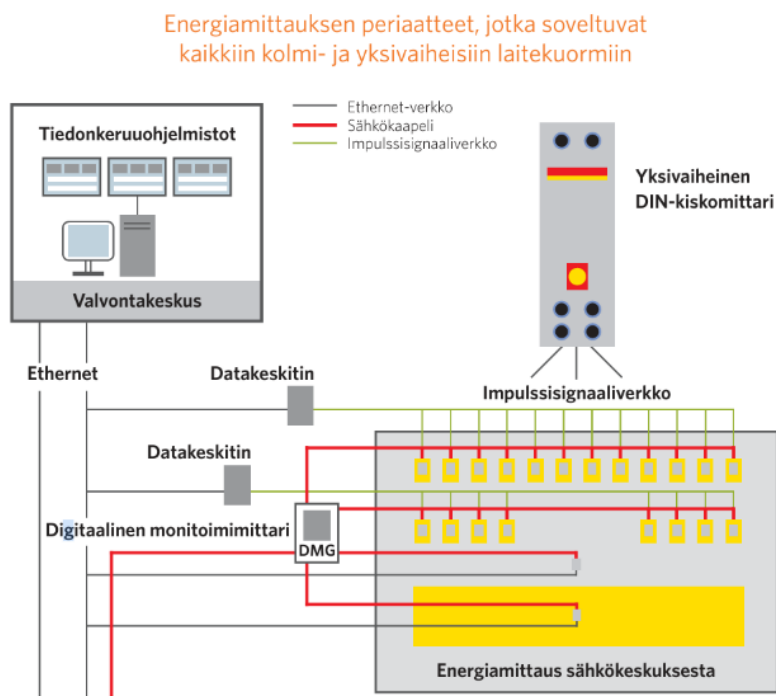
Energiatehokkuuden valvonta ei kuitenkaan ole ainoa syy mittaamiselle. Sähkömittauksen avulla voidaan mitata sähkönkulutusta tarkasti, mikä mahdollistaa

tarkan laskutuksen asiakkaille tai käyttäjille. Järjestelmä voi havaita sähköverkkoon liittyviä ongelmia, kuten ylikuormitusta tai jännitehäiriöitä. Mittaustietoja tulee analysoida, joiden perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä, miten energiatehokkuutta voitaisiin parantaa ja ylläpitää (ST 21.34 2022).

2.1 Sähköenergian alamittaus

Sähköenergian mittaamisessa on suositeltavaa mitata alamittauksin kiinteistön suuret kuluttajat, kuten ilmanvaihto, valaistus, sähkölaitteet, keittiöt, lämpöpumput sekä palvelinkäyttöön tarkoitetut laitteet ja ympäristöt. Näin saadaan kohdistettua helpommin sähkön kulutuksen jakaumaa. Tämä tarkoittaa esimerkiksi valaistus- tai ilmavaihtokeskuksen rakentamista tai lisäämällä mittareiden määrää mittaamaan valaistuksen tai ilmavaihdon keskusosien kulutusta. (ST 21.34 2022)

Kuvan 1 periaatteella pystytään DIN-kiskoon kytketyillä yksivaihemittareilla keräämään lähtöjen kuluttamaa sähköenergiaa. Signaali viedään impulssimuodossa datakeskittimelle, joista tiedon voi lukea tunnin välein valvontaohjelmalle ethernet-kaapelia pitkin.



Kuva 1. Esimerkki johtolähtökohtaisesta mittaroinnista (Motiva 2012, s. 21).

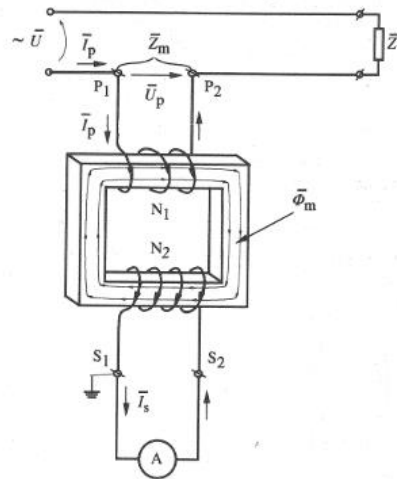
2.2 Sähköenergiamittarit

Sähköenergiamittareilla pystytään mittaamaan, joko käyttäen suoraa mittausta tai epäsuoraa mittausta. Mittauksen etusulakkeen ollessa enintään 63 A käytetään suoraa mittausta, tällöin mitattava virta kulkee sähköenergiamittarin kautta. Epäsuoraa mittaus käytetään mittauksen etusulakkeen ollessa yli 63 A. Epäsuorassa mittauksessa käytetään virtamuuntajia, jotka muuntavat mitattavan virran pienemmäksi mittausvirraksi, josta mitattava virta kulkeutuu mittarille. Epäsuorassa mittauksessa sähköenergiamittari tarvitsee erillisen käyttöjännitteen (230 V) sekä jännitetiedon (400 V), jolloin se pystyy mittaamaan kilowattitunteja (Turku Energia n.d.).

”Pientaloissa pää-/mittauskeskus suositellaan asennettavaksi rakennuksen ulkopuolelle (esim. ulkoseinälle), jolloin mm. mittalaitteiden huollon, vaihdon ja luennan yhteydessä sähkölaitteiston haltija välttyy mahdollisilta toistuvilta palvelukustannuksilta. Kohteissa, joissa on perusteltua asentaa pää-/mittauskeskus rakennukseen sisälle on varmistettava jakeluverkonhaltijalle esteetön kulku energiamittalaitteiden sijainti tiloihin. Ulkona mittarit tulee suojata suoralta auringonvalolta. Johdotuksen sekä mittareiden tulee täyttää standardin SFS 3381 vaatimukset sekä liittimien numerointi standardin SFS 2537 vaatimukset” (Turku Energia n.d.).

2.3 Virtamuuntajat

Virtamuuntajan aktiiviset rakenneosat ovat ensiö- ja toisiokäämit sekä rautasydän. Virtamuuntajien tehtävänä on muuntaa ensiövirta mittalaitteelle tai releelle sopivaksi. Mittareiden ja releiden virtakäämit kytketään toisioliittimien välille sarjaan. Toisiopiirin toinen liitin on aina maadoitettava, etteivät toisiopiirin kojeet ja mitaajat joudu ensiöpiirin jännitteelle alttiiksi eristeen pettäessä ensiö- ja toisiokäämin väliltä (Aura & Tonteri 1996).



Kuva 2. Virtamuuntajan kytkentä- ja rakennepperiaate (Aura & Tonteri 1996).

Mittauksessa käytetään kolmea virtamuuntajaa. Virtamuuntajien nimellistaakka viittaa kuormitukseen, jonka virtamuuntaja voi kestää ilman, että se ylittää sen nimelliskapasiteetin. Mittarien ja johdotuksen aiheuttama taakka on yleensä noin 1–2,5 VA. Virtamuuntajat valitaan siten, että mittalaitteiden tuottama taakka on 0,25–1 kertaa virtamuuntajan nimellistaakka. Virtamuuntajan nimellistaakka saa olla enintään 7,5 VA ja alle 10 m etäisyyksillä mittalaitteista suositellaan 5 VA virtamuuntajia (Turku Energia n.d.).

Virtamuuntajien muuntosuhde määritellään mitattavan kohteen näennäistehon perusteella. Virtamuuntajaksi valitaan laskettua arvoa lähinnä oleva nimellisarvo. Kuitenkin, jos tehon kasvu on mitattavassa kohteessa odotettua, valitaan 0,2–1,2 kertaa suurempi (Turku Energia n.d.).

3 LAINSÄÄDÄNTÖ JA STANDARDISOINTI

Sähköenergian mittaukseen liittyvät lait, asetukset, direktiivit ja standardit vaihtelevat maittain ja alueittain. Suomessa keskeisimpiä ovat sähkömarkkinadirektiivi (2019/944/EU) sekä mittauslaitelaki (707/2011) ja -direktiivi (2014/32/EU) (Energiateollisuus 2023). Sähköenergian mittauksen yleisohjeena käytetään standardeja SFS 2537, SFS 2538, SFS 3381, SFS 3382, SFS 2529, SFS 4365, SFS 5602, SFS 2532 ja SFS 2515. Esimerkkinä näistä standardi SFS 2527 kertoo vaihtosähköenergian mittauksen kytkennöistä sekä standardi SFS 3381 kertoo vaihtosähköenergian mittauslaitteistosta (Turku Energia n.d.)

Lisäksi maakohtaiset vapaan sähkökaupan toteutukset, myyntiehdot, mittausohjeet ja sähkön hinta vaikuttavat sähköenergian mittaamiseen. Sähköenergia mittauslaitteiden esimerkiksi mittareiden ja muuntajien on täytettävä suomalaiset ja kansainväliset standardit (Kauppi, Mäkinen, Reinikainen & Ylinen 2013).

3.1 Mittauslaitelaki 707/2011

Mittauslaitelain tarkoitus on turvata mittauslaitteiden toiminnan, mittausmenetelmien ja mittaustulosten luotettavuus. Lain mukaan mittauslaitteet, jotka otetaan käyttöön kaupallisessa toiminnassa, on hyväksyttävä ja niitä on tarkastettava säännöllisesti varmistaakseen niiden oikeellisuuden ja luotettavuuden. Mittausmerkinnöistä laki määrittelee vaatimukset, kuten mittayksiköt ja mittausmenetelmät, että kuluttajat saavat oikeaa tietoa mittauksesta. Viranomaiset valvovat mittauslaitteiden käyttöä ja noudattamista lain määräyksin. Lain rikkomisesta voi seurata sakkoja tai muita rangaistuksia (Mittauslaitelaki 707/2011, 1§).

3.2 Mittauslaitedirektiivi 2014/32/EU

Direktiivi 2014/32/EU on Euroopan parlamentin ja neuvoston antama direktiivi, joka koskee mittaamista ja mittauslaitteiden käyttöön saattamista markkinoilla. Direktiivi on osa Euroopan unionin sääntelykehystä, jonka tarkoituksena on yhdenmukaistaa mittauslaitteiden käyttöön saattamista koskevat vaatimukset jä-

senvaltioissa. Se kattaa monenlaisia mittauslaitteita, kuten sähkömittarit, vesimittarit, kaasumittarit, lämpömittarit ja muut vastaavat mittauslaitteet, jotka ovat kaupallisessa käytössä (Direktiivi 2014/32/EU).

Direktiivillä pyritään yhdenmukaistaa jäsenvaltioiden lainsäädäntöä mittauslaitteiden tyyppihyväksynnästä, käyttöönotosta ja käytöstä markkinoilla. Se asettaa vaatimuksia laitteiden turvallisuudella, tarkkuudella ja luotettavuudella varmistuen, että markkinoilla olevat mittauslaitteet täyttävät tietyt standardit ja ovat turvallista käyttää. Tarkoituksena on helpottaa laitteiden vapaata liikkuvuutta unionin markkinoilla. Tämä edistää kaupan helpottamista Euroopan unionin sisämarkkinoilla, mikä hyödyttää sekä yrityksiä että kuluttajia (Direktiivi 2014/32/EU).

3.3 Sähkömarkkinadirektiivi 2019/944/EU

Direktiivi 2019/944/EU on Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi, joka käsittelee energianmarkkinoiden yhtenäistämistä ja uudistamista Euroopan unionissa. Se sisältää useita tärkeitä säännöksiä, jotka koskevat sähköenergian mittausjärjestelmiä ja älykkäitä mittausjärjestelmiä. Direktiivillä pyritään edistämään avoimuutta, tehokkuutta ja kilpailukykyä Euroopan sähkömarkkinoilla sekä tukemaan siirtymistä kohti kestävää ja älykästä energiajärjestelmää (Direktiivi 2019/944/EU).

Vaatimukset älykkäille mittausjärjestelmille mahdollistavat sähkökulutuksen reaaliaikaisen seurannan ja tarjoavat kuluttajille paremman pääsyn ja ymmärryksen heidän energiankulutuksestaan. Sähköntoimittajille ja verkko-operaattoreille direktiivissä on vaatimuksena antaa asiakkaille helppo pääsy ja oikeus käyttää heidän sähkömittaukseensa liittyvää dataa. Tämä edistää avoimuutta ja kilpailua sähkömarkkinoilla (Direktiivi 2019/944/EU).

Direktiivi edistää sähköenergian mittausjärjestelmien standardisointia ja yhteentoimivuutta Euroopan unionissa varmistuakseen, että eri jäsenvaltioiden järjestelmät ovat yhteensopivia keskenään, helpottaen rajojen ylittävää kauppaa ja sähkön siirtoa. Turvallisuudelle ja tietosuojalle direktiivi asettaa vaatimuksia varmistuen kuluttajien henkilökohtaiset tiedot ja mittausdatan asianmukaisen suojauksen ja käsittelyn (Direktiivi 2019/944/EU).

3.4 Valtioneuvoston asetus sähkötoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 767/2021

Tämä asetus on osa Suomen energiapolitiikkaa ja sähkömarkkinalainsäädäntöä. Sen tarkoituksena on varmistaa, että sähkömittaukset tehdään luotettavasti ja asianmukaisesti. Avoimella sähkötoimituksella tarkoitetaan toimitusta, jossa sähkötoimittaja toimittaa asiakkaalleen kaiken tarvitseman sähkön, tasapainoittaa asiakkaan sähkötuotannon ja -hankinnan sekä sähkönkäytön ja -toimituksen erotuksen toimittamalla puuttuvan sähkömäärän tai vastaanottamalla ylijäämän kunkin tasaselvitysjakson aikana (Asetus 767/2021).

Taseselvityksen tarkoituksena on tasaselvitysjakson aikana toteutuneiden sähkötoimitusten selvitys niin, että lopputuloksena on kullekin taseselvityksen piiriin kuuluvalla sähkömarkkinoiden osapuolelle sähkötase sen sähkönkäyttöön, -toimitukseen, -tuotantoon ja -hankintaan perustuen. Tasatunnissa on neljä tasaselvitysjaksoa (15 min), joista ensimmäinen alkaa kyseisen tasatunnin alusta. Tasaselvityksen tulee perustua tuntimittaukseen tai varttimittaukseen (Asetus 767/2021 4:1).

3.5 Energiatehokkuusdirektiivi (EPBD)

Energiantehokkuusdirektiivi on Euroopan unionin lainsäädäntö, jonka tavoitteena on edistää rakennusten energiatehokkuutta. Direktiivi on ollut merkittävä osa EU:n pyrkimyksiä vähentää energiankulutusta ja kasvihuonekaasupäästöjä rakennusalalla (Motiva 2024). Direktiivimuutos on osa EU:n 55-valmiuspakettia, jonka tavoitteena on vähentää päästöjä vähintään 55 prosenttia vuoteen 2030 mennessä (Ympäristöministeriö 2023).

Direktiivi ei ole tullut vielä voimaan, vaan se odottaa Euroopan neuvoston lopullista hyväksyntää, josta neuvosto äänestää uudistetusta direktiivistä kevään 2024 aikana. Direktiiviehdotus on hyväksytty jo Euroopan parlamentissa maaliskuussa 2024. Direktiivin toimeenpano-aika kansalliseen lainsäädäntöön on kaksi vuotta, johon ympäristöministeriö on aloittanut jo toimeenpanon valmistelun (Ympäristöministeriö 2023).

EPBD-direktiivi vaikutus sähköenergian mittaukseen liittyy energiatehokkuuden seurantaan ja tiedonkeruuseen rakennusten tasolla. Se edistää älykkäiden mittausjärjestelmien käyttöönottoa ja tarkempaa energiankulutustietojen keräämistä ja raportointia. Tämä tarkoittaa siirtymistä tuntimittauksesta varttimittaukseen, jossa sähkönkulutus ja -tuotanto rekisteröityy 15 minuutin jaksoissa ja mittaustiedot luetaan etänä (Energiavirasto n.d.).

4 PROJEKTISSA KÄYTETTY MITTAUSJÄRJESTELMÄ

Projektissa oli tarkoitus tehdä mittausjärjestelmä, joka kerää dataa ja siirtää sen FIMX-laskutusjärjestelmään. Mittausjärjestelmä suunniteltiin Carlo Gavazzin M-BUS järjestelmällä. M-BUS-väylällä pystytään keräämään useilta mittareilta sähköenergian kulutus dataloggerille, josta saadaan luettua ja laadittua energiankulutus raportti ja visuaalinen näkemys energian kulutuksesta kokonaisuutena tai yksittäisestä mittarista.

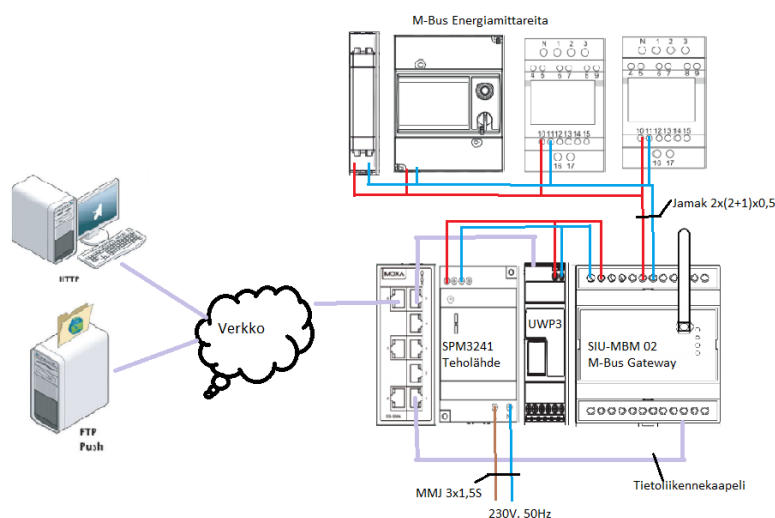
4.1 Carlo Gavazzi

Carlo Gavazzi on kansainvälinen teknologianyritys, joka kehittää, valmistaa ja markkinoi sähköautomaatiolaitteita. Tuotteita Carlo Gavazzi tarjoaa monia, kuten antureita, releitä, energiamittareita, analysointilaitteita, väyläjärjestelmiä sekä monia muita automaatioon liittyviä laitteita. Laitteet valmistetaan Italiassa, Liettuassa, Maltalla sekä Kiinassa sijaitsevilla tehtailla, jotka ovat ISO90001-sertifioituja (Carlo Gavazzi n.d.).

Onnistunut energian mittaus vaatii minimissään yhden yksivaiheisen energiamittarin ja loggerin. Suurimmat energiamittausjärjestelmät voivat sisältää 100 mittauspistettä, jolloin voidaan jo mittaroida isoa kiinteistöä. Mittausjärjestelmä ei rajoitu pelkästään sähköenergian mittaukseen, vaan järjestelmään pystytään liittämään pulssilaskureita, jolloin järjestelmällä pystytään mittaamaan esimerkiksi veden ja lämmitysenergian kulutusta (Carlo Gavazzi n.d.).

Kuvassa 3 nähdään esimerkki M-bus väyläisen mittausjärjestelmän kytkennästä ja toiminnasta. Teholähde muuntaa 230 VAC syöttöjännitteen 24 VDC, joka on dataloggerin (UWP3) sekä M-Bus väylämuuntimen (SIU-MBM 02) käyttöjännite. M-Bus Energiamittarit mittaavat sähköenergiaa mittauspisteessä, josta siirtävät dataa väylää pitkin väylämuunninille. Väylämuunnin muuntaa datan M-Bus protokollasta Modbus TCP/IP-protokollaan, josta dataloggeri saa kerättyä dataa.

Dataloggeri liitetään verkkoon, josta sen dataa pystytään lukemaan ja hyödyntämään.



Kuva 3. Esimerkki M-BUS väyläisestä mittausjärjestelmästä (Carlo Gavazzi n.d.).

4.2 Carlo Gavazzin Energiamittarit

Carlo Gavazzin energiämittarivalikoimaan kuuluu useita eri malleja, jotka on suunniteltu erilaisiin sovelluksiin ja käyttötarkoituksiin. Heidän energiämittarinsa on tunnettuja erityisesti tarkkuudesta, luotettavuudesta, monipuolisista ominaisuuksista, eri kommunikointivaihtoehdoista sekä ne on suunniteltu helppokäyttöiseksi ja helppoasennettaviksi.

4.2.1 EM300

Carlo Gavazzin EM300 tuoteperheen energiämittarit ovat markkinoiden pienimpiä kolmivaiheisia energiämittareita, joiden leveys on vain kolme din-moduulia. EM300 sarjan mittarit mittaavat viedyn ja tuodun energian lisäksi loisenergiaa. Mittarit ovat MID-sertifioituja, joten tämän ja muiden ominaisuuksiensa ansiosta kyseessä on lähes analysointitasoinen energiämittari (Carlo Gavazzi n.d.).

Kyseiseen EM300 tuoteperheeseen kuuluu kaksi mittaria EM330 sekä EM340. EM330 on tuoteperheen kolmivaiheinen epäsuoramittari, jolla pystytään mittaamaan suuriakin virtoja virtamuuntimien avulla. Kun taas EM340 on tuoteperheen suora mittari, joka pystyy mittaamaan maksimissaan 65 A asti (Carlo Gavazzi n.d.).

Kyseisten mittareiden ominaisuuksiin kuuluu taustavalaistu LCD-näyttö herkällä kosketusnäppäimistöllä, jolla pystytään helposti selaamaan sivuja sekä asettamaan energiamittareiden parametrit oikeiksi (Carlo Gavazzi n.d.).



Kuva 4. EM330- ja EM340-mittarit (Carlo Gavazzi n.d.).

4.2.2 EM24

EM24 energiamittarilla pystytään mittaamaan energiaa epäsuoralla mittaustavalla, mutta myös suoralla mittaustavalla 65 A saakka. EM24 ajaa saman asian kuin EM300 tuoteperhe, paitsi se pystyy vastaan ottamaan jopa 800 V mittausjännitettä. Tämä tulee hyödyksi eri pääjännitettä käytettävissä keskuksissa (Carlo Gavazzi n.d.).



Kuva 5. EM24 energiamittari (Carlo Gavazzi n.d.).

4.3 Carlo Gavazzin Virtamuuntajat

Carlo Gavazzin yleisimmät virtamuuntajamalli on CTD-sarjan virtamuuntajat (kuva 6). CTD-sarja kattaa ensiovirran alueen välillä 40–4000 A. Toisiovirta on

joko 5A tai 1A, tarkkuus on luokan 1 ja 0,5 mukainen. CTD-sarjaa saa eri kokoisella reiällä varustettuna riippuen siitä, mihin sitä asennetaan ja minkä tyyppisellä kaapelilla tai kiskolla mittausta suoritetaan. CTD-sarjaa saa kiinteänä tai avattavan versiona jälkiasennusta varten (Carlo Gavazzi n.d.).



Kuva 6. CTD-sarjan Virtamuuntajat (Carlo Gavazzi n.d.).

Toinen käytetty virtamuuntajamalli oli Carlo Gavazzin CTA-sarja (kuva 7), joka on avattava virtamuuntaja helpolla ja nopealla asennustavalla. CTA-sarjan ensiövirran alue on 100–600 A. Toisiovirta on 5 A ja tarkkuus on luokan 1 tai 3 mukainen eli sen tarkkuus on huonompi, mitä CTD-sarjan virtamuuntajien. CTA-sarjaa käytetään yleisimmin hankaloissa ja ahtaissa paikoissa, jonne ne pystytään vain napsauttamaan paikalleen ilman kaapelien irrottamista (Carlo Gavazzi n.d.).



Kuva 7. CTA-sarjan virtamuuntajat (Carlo Gavazzi n.d.).

4.4 Muut laitteet

Jotta dataloggeri pystyy keräämään dataa M-BUS-väylän kautta, tarvitsee se siihen väylämuuntimen. Carlo Gavazzilla on väylämuunnin SIU-MBM. SIU-MBM:t ovat yhdyskäytäviä, jotka muuntavat dataa langallisesta ja langattomasta M-BUS protokollasta Modbus TCP/IP-protokollaan ja lähettäväksi sitten edelleen Modbus masterille. Saatavilla on kaksi versiota SIU-MBM-01 sekä SIU-MBM-02, jotka molemmat voivat integroida jopa 20 langallista M-BUS-laitetta. SIU-MBM-02 pystyy myös hallitsemaan 32 langatonta M-BUS-laitetta (Carlo Gavazzi n.d.).



Kuva 8. Väylämuunnin SIU-MBM-01 (Carlo Gavazzi n.d.).

”Carlo Gavazzin UWP 3.0 on valvontayhdyskäytävä ja -ohjain, joka mahdollistaa sellaisten laitteistojen valvonnan ja ohjauksen, joissa tarvitaan energiantehokkuudenhallintaa, rakennusautomaatiota ja pysäköinninohjaustoimintoja. Järjestelmä valvoo ja ohjaa liitetyjä laitteita paikallisten väyläohjaustoimintojen avulla. Se sisältää web-palvelimen, jolla on tehokas ja intuitiivinen käyttöliittymä näyttämään räätälöityjä käyttöpaneeleja ja toimimaan vuorovaikutuksessa paikallisten laitteiden ja etäjärjestelmien kanssa. UWP 3.0:n on sulautettu automaatiopalvelin mahdollistaa tietojen vaihdon paikallisesti tai etänä standardi Internet-protokollien kautta” (Carlo Gavazzi n.d.).



Kuva 9. UWP 3.0 (Carlo Gavazzi n.d.).

5 ESIMERKKI KOHDE

Esimerkki kohdekiinteistönä toimii Messukylän Castrulli n.18 000 m² suuri teollisuuskiinteistö, joka osastoidaan A-, B-, C-, D- sekä M-halleiksi. Näissä halleissa toimii eri toimijoita vuokralla ja heitä on laskutettu sähkön osalta aina neliömetrin mukaan. Hankkeeseen on tarkoitus rakentaa sähköenergian mittausjärjestelmä, jota tullaan käyttämään vuokralaisten laskutukseen (Sähkötyöselostus 2023).



Kuva 10. Kohdekiinteistö Messukylän Castrulli.

Kohdekiinteistöstä mitattavien keskuksien nimellisjännite olivat joko nykyisen järjestelmän 400 V (kuva 11) tai vanhan järjestelmän 500 V (kuva 12). Vanhaa järjestelmää syötettiin vanhasta pääkeskuksessa, jossa oli 50-luvun varokkeet, joita kutsuttiin ns. "uuninluukuiksi". Esittelen näitä tarkemmin luvussa 5.3. Yhdeksään keskukseen tehtiin omat mittauskeskuksensa ja kahteen keskukseen vaihdettiin normaaleista mittareista M-BUS mittareiksi.

Mittauskeskukset pitivät olla materiaaliltaan muovia tai metallia, ja ne tulivat varustaa läpinäkyvällä ovella. Keskukseen piti mahtua tarvittava määrä riviliittimiä sekä sinne oli jäätävä muutaman lisälaitteen tilavaraus. Sähköenergiamittarit tulevat M-BUS väylään ja mittareiden toleranssi on 0,5 sekä mittausvirta 5 A. Kaikkien sähköenergiamittareiden tuli olla MID-sertifioituja, pois lukien 500 V mittaus (Sähkötyöselostus 2023).

Virtamuuntajina tuli käyttää lähtökohtaisesti kiinteitä virtamuuntajia ja ne asennetaan sovitulla katkoilla keskuksiin. Mittausten toisia virtana on 5 A ja kiinteiden virtamuuntajien tarkkuus tuli olla joko 0,2 s tai 0,5 s. Avattavia virtamuuntajia sai asentaa esimerkiksi tilan muutteen vuoksi, joten tarkkuutena voidaan käyttää mahdollisesti 1 s. Virtamuuntajat tuli maadoittaa toisiinsa ja keskuksen (Sähkötyöselostus 2023).



Kuva 11. Esimerkki keskus (400 V).



Kuva 12. Esimerkki keskus (500V).

5.1 Urakan laajuus

Kohdekiinteistö urakan laajuuteen kuului vaan A-, B- sekä M-hallit. Mittausjärjestelmä suunniteltiin käyttäen Carlo Gavazzin M-BUS mittausjärjestelmää, josta

mittaustiedot ajettaisiin FIMX-järjestelmään internet yhteyden välityksellä. Urakan suurin tavoite oli saattaa sähkömittausjärjestelmä täyteen toimintakuntoon (Sähkötyöselostus 2023). Pienempiä urakkaan kuuluvia vaiheita oli:

- Suunnitelmien mukaisten uusien laitteiden hankinta ja asennus
- Uusien kaapelointien hankinta ja asennus
- Purku- ja muutostyöt keskuksille
- Luovutusmateriaalien laadinta
- Urakkasuoritukseen liittyvät haalaukset, rakennusaputyöt, läpivientien teot, siirrot, telineet, nostimet ja nostot
- Tarvittavat kaapelihylly sekä läpiviennit.

Kohteesta tehtiin aikataulu, johon laadittiin kohteen valmistumisen ajaksi kymmenen viikkoa. Tarvittavien sähkökatkojen tekeminen ja etenkin niistä ilmoittaminen vuokraajille sekä tilaajalle olivat määritelty tarkasti ennen urakan alkua. Urakoitsijan täytyy tiedottaa tiloissa tehtävistä töistä ennen varsinaisten asennusten alkua. Urakoitsijan on tehtävä tiedotus sähkökatkoista vähintään 5 päivää aikaisemmin sekä yleisimpiin kulkuoviin 3 päivää aikaisemmin (Urakan aloituskokous 2023).

5.2 Työvaiheet

Käydään läpi urakan työvaiheet sekä kerrotaan, mitä näissä tarkalleen ottaen tehtiin.

5.2.1 Kaapelointi

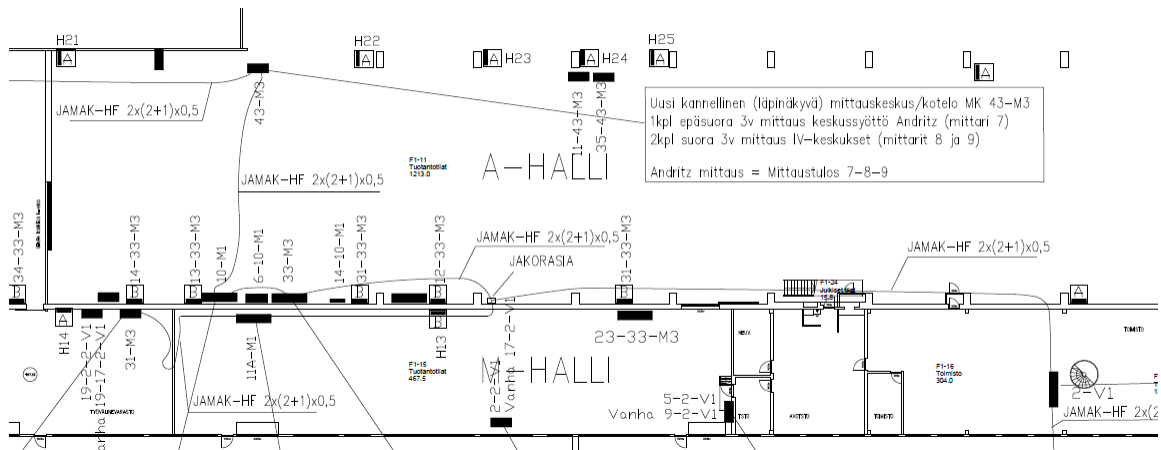
Kohdekiinteistön työt alkoivat mittareiden M-BUS väyläkaapeloinnilla, josta päästiin kaapeloimaan tulevien mittauskeskusten ja mitattavien keskusten välisiä kaapeleita. Johtoreitit olivat jo valmiiksi rakennettu hyvin, joten se helpotti kaapelointi työtä huomattavasti.

Kaapeleina käytettiin aina halogeenivapaata kaapelia sekä paloluokan luokituksen Dca-s2-d2-a2 kaapeleita. Väyläkaapelointi kaapelointiin Jamak-HF 2x(2+1)x0,5. Keskukselta tarvitaan mittauskeskuksen mittareille mittarien syöttö,

jännitetiedon sekä virtamuuntajien kaapeloinnin. Jännitetieto ja mittarien syöttö kaapeloitiin MMJ-HF 5x1,5S ja virtamuuntajat kaapeloitiin MMO-HF 7x1,5.

5.2.2 Mittauskeskukset

Mittauskeskukset rakennettiin sähkösuunnitelmien mukaisesti. Esimerkki mittauskeskuksena käytetään MK 43-M3. Kuten kuvasta 13 nähdään kyseisessä mittauskeskuksessa on yksi kappale epäsuoria mittauksia mittaamaan keskusta 43-M3 ja kaksi kappaletta suoria mittauksia mittaamaan keskukselta 43-M3 lähteviä IV-keskuksia.

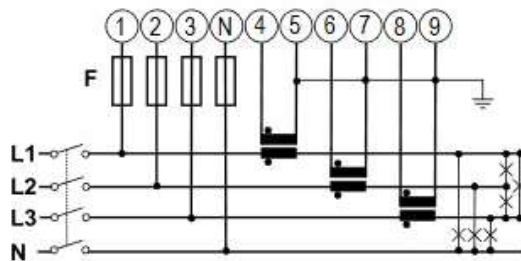


Kuva 13. Kuvankaappaus sähkösuunnitelmista

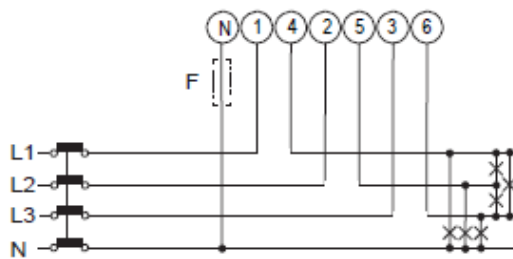
Kuvassa 14 nähdään mittarit mittauskeskuksessa, epäsuora mittari vasemmalla sekä suorat mittaukset oikealla. Riviliittimet on sijoitettu ylempään din-kiskoon ja keskimmäviseen din-kiskoon on jätetty varaus lisäyksille. Sähköenergiamittarit ovat kytketty Carlo Gavazzin käyttöohjeiden mukaisesti (kuva 15 ja 16). Seuraavalla sivulla kuvia näistä.



Kuva 14. Mittauskeskus MK 43-M3.



Kuva 15. EM330 mittarin kytkentä (käyttöohjeet)



Kuva 16. EM340 mittarin kytkentä (käyttöohjeet)

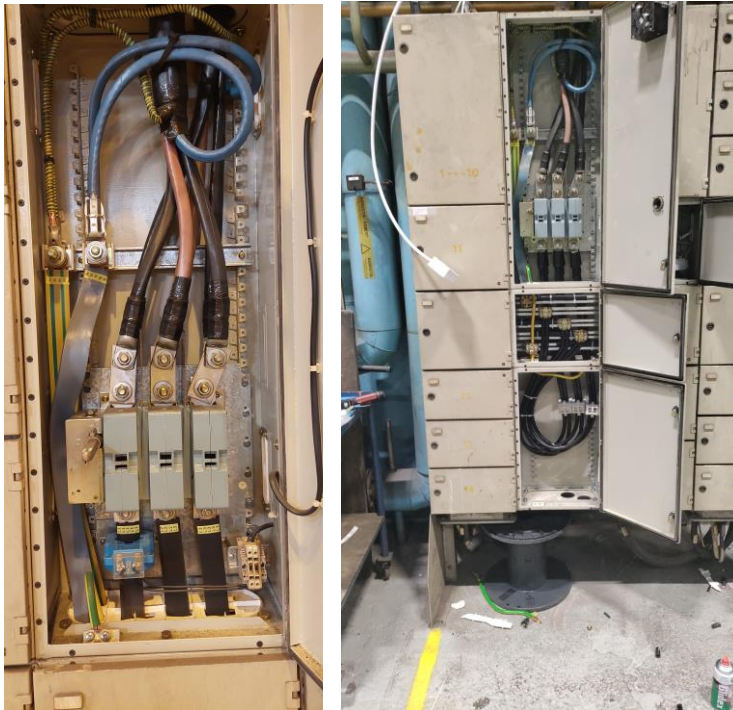
Mittausohjauskeskus on rakennettu kuvassa 3 nähdyn esimerkin mukaan. Kuvassa 17 näkyy kytkentä todellisuudessa. Verkkokytkimeltä roikkuva tietoliikennekaapeli odottaa tilaajan verkkoon kytkemistä.



Kuva 17. Mittausohjauskeskus.

5.2.3 Keskusmuutokset

Keskusmuutokset olivat tämän kohteen haastavin sekä pisimpään kestänyt työvaihe. Useitten keskusten kanssa jouduttiin tekemään radikaaleja muutoksia varsinkin, kun mitattiin keskuksen syöttöä. Esimerkkinä kuvassa 18 keskuksen syötävä kaapeli (2xAMCMK 3x240+71) on aivan liian suuri kiinteälle virtamuuntajalle sekä pääsulakkeiden jälkeen on johdotettu todella ahtaassa tilassa virtakiskolla, jonne on täysi mahdollisuus laittaa kolme virtamuuntajaa vierekkäin. Päätettiin johdottaa tyhjän kennon kautta uusi keskuksen sisäinen johdotus, johon saataisiin myös mahtumaan sopivasti virtamuuntajat (kuva 18). Keskuksen uudet sisäiset johtimet ovat mitoitettu SFS käsikirjan 154:n taulukon mukaan (taulukko 1). Kuvat sekä taulukko seuraavalla sivulla.

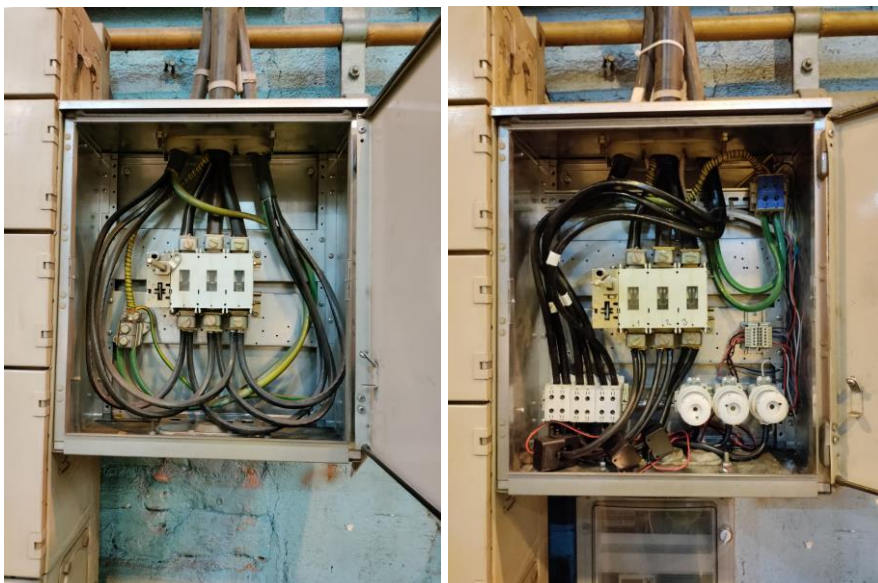


Kuva 18. Keskus (400 V) ennen muutoksia ja muutoksen jälkeen.

Taulukko 1. Ohje arvoja keskuksen sisäisten johtimien mitoittamiseen (SFS käsikirja 154 2005. s. 71)

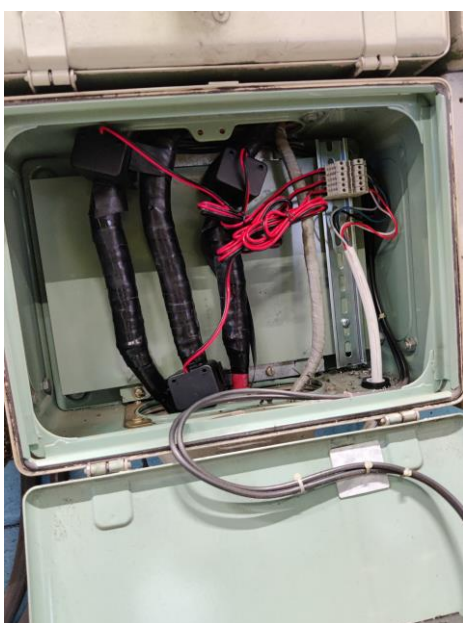
Johdotus yhdellä johtimella		Johdotus kahdella johtimella	
Kuparijohtimen poikkipinta mm ²	Kuormitusvirta A	Kuparijohtimen poikkipinta mm ²	Kuormitusvirta A
1,5	14		
2,5	20		
4	26		
6	33		
10	62		
16	82	2 x 16	164
25	107	2 x 25	214
35	135	2 x 35	270
50	160	2 x 50	320
70	200	2 x 70	400
95	245	2 x 95	490
120	280	2 x 120	560
150	320	2 x 150	640
185	365	2 x 185	730
240	425	2 x 240	850

Suurimman muutoksen koki B-hallin siltanosturin pääkytkin kotelo (500 V), jonka sisälle täytyi rakentaa 3x10 A tulppasulakelähtö jännitetietoa varten. Tilat ovat muutenkin niin ahtaat niin täytyi sisäjohtotusta muuttaa hieman kuvan 19 mukaan.



Kuva 19. Siltanosturin pääkytkin kotelo ennen ja jälkeen muutoksen.

500 V keskuksissa tila kävi todella ahtaaksi niin kuin kuvasta 12 pystyy havaitsemaan. Pääosin näissä keskuksissa käytettiin avattavia virtamuuntajia (kuva 20). Kuvassa 20 nähdään mielenkiintoinen asennus 50-luvulta tai sen jälkeen tehdystä muutoksesta. Alempi keskukseseen tuleva syöttö kaapeli on alumiinikaapelia, jotka tulevat suoraan jatkoliittimiin ja tästä jatkuvat kuparikaapelina pelkkä sähköteippi eristeenä.



Kuva 20. 500 V keskuksen syötön mittaus.

5.2.4 Sähkömittarien käyttöönotto

Sähkömittareiden käyttöönoton tuli lopullisesti tekemään laitevalmistajan asiantuntija. Ennen asiantuntijan tulemista täytyi sähköenergiamittarien parametrit sekä osoitteet asetella oikeiksi. Jokaiseen mittariin oli asetettava oma osoitteensa, jotta laitevalmistajan ohjelma löysi ne. Vakiona jokaisen laitteen osoite on 01, joten ohjelma löytää tällöin vain päällekkäisiä osoitteita eikä pysty erottelemaan laitteita. Lisäksi epäsuoriin mittauksiin täytyy asetella virtamuuntajien muuntosuhde. Virtamuuntajien muuntosuhde saadaan, kun jaetaan ensiövirta toisiovirralla. Esimerkiksi, jos ensiövirta on 400 A ja toisiovirta 5 A:

$$Ct = \frac{400 \text{ A}}{5 \text{ A}} = 80 \quad (1)$$

Tällöin mittariin asetellaan virtamuuntajien muuntosuhteeksi (Ct) 80. Parametrien asettelu on todella nopea ja helppo tehdä. Esimerkiksi Carlo Gavazzin sähköenergiamittareissa on helposti käytettävä kosketusnäyttö (Liite 1–3).

5.3 Vaikeudet

Urakassa kohdattiin monia erilaisia vaikeuksia. Suurimpana tuli juuri tämä keskusmuutokset ja virtamuuntajien sopiminen vanhoihin johdotuksiin. Virtamuuntajien sovittelussa olisi pitänyt ennakkoon tehdä enemmän kartoitustyötä, minkälaiset virtamuuntaja mihinkin menevät. Virtamuuntajien tilaamisessa myös sattui pieni vahinko. Mittarit olivat tilattu ja niiden saapuminen piti olla samalle päivälle, kun oli sovittu keskusten sähkökatkoja. Virtamuuntajat eivät saapuneetkaan paikalle ja näiden selvittämiseen meni muutama kriittinen päivä. Virtamuuntajat olivat lähetetty väärään kaupunkiin ja tämä aiheutti kiirettä aikataulussa.

Vaikeuksia toivat myös mainitsemani sähkökatkojen sopiminen. Huomattiin alussa, että on täysi mahdottomuus tehdä sähkökatkoja, ettei kenenkään vuokralaisen työ tästä kärsisi. Päätettiinkin aleta tekemään sähkökatkot vuokralaisten päivien ulkopuolella, jolloin venyneet sähkökatkot eivät tuottaisi harmia.

Tässä luvussa jo mainitsemani uuninluukut varokekytkin olivat myös pieni yllätys asennuksien alkuvaiheessa (kuva 21). Tällä tarkoitetaan varokekytkintä, jossa varokkeet on asennettu rinnakkain ja kytkin muistuttaa ulkonäöltään uunin luukua (Sähköalan koulutus- ja tutkimussäätiö 2002). Vuonna 1992 sähköntarkastuskeskus suositteli, että uuninluukku varokekytkimet poistettaisiin paikoissa, joissa syntyvä valokaari aiheuttaa tapaturmavaaraa (Turvatekniikan keskus 1998). Näissä varokekytkimien liitoksissa oli ongelmia, mistä seurasi useita valokaaritapaturmia. Näiden varokekytkimien kanssa työskentelyyn tarvitsee aina käytönjohtajan tai sähkötoimenjohtajan luvan (Sähköalan koulutus- ja tutkimussäätiö 2002). Toimintaohje uuninluukku varokekytkimen käytöstä löytyy liitteestä 4.



Kuva 21. ”Uuninluukku”-varokekytkin

5.4 Laskutus

Mittausjärjestelmää tullaan siis käyttämään vuokralaisten laskutukseen. Carlo Gavazzin järjestelmän web-palvelimen käyttöliittymästä saadaan siirrettyä helposti tilaajan omaan FIMX-järjestelmään. Esimerkkinä taulukosta 2 pystytään katsomaan miten keskuksen 34-M3 laskutus on jaettu. Caligolta laskutetaan keskuksen kilowattitunnit miinustettuna mittarit 23–29 eli näitten kulutusta Caligon ei

tarvitse maksaa. Lokomo maksaa taas mittareiden 23–25 kulutuksesta, kun taas mittareiden 28 ja 29 kulutus jaetaan kaikkien A- sekä B-hallien vuokralaisten kesken. Mittareiden 26 ja 27 kulutuksen maksaa kiinteistö. Näin saadaan kaikille tarkempi kulutuksen määrä, mistä maksaa eikä tarvitse maksaa toisen käyttämistä laitteista.

Taulukko 2. Esimerkki laskutuksesta.

Keskus		
MK 34-M3		
Mittarinumero	Mittari	Lähtö/mitä mittaa
22	EM330 3V LK B 3-DIN M1 PFB	34-M3 syöttö (Caligo)
23	EM330 3V LK B 3-DIN M1 PFB	L1, Keskus 1-34-M3 (Lokomo)
24	EM330 3V LK B 3-DIN M1 PFB	L4, Keskus 4A-34-M3/4B-34-M3 (Lokomo)
25	EM330 3V LK B 3-DIN M1 PFB	L9, Karusellisorvi (Lokomo)
26	EM330 3V LK B 3-DIN M1 PFB	L3, IV-keskus 3-34-M3
27	EM330 3V LK B 3-DIN M1 PFB	L10, Keskus 10-34-M3
28	EM330 3V LK B 3-DIN M1 PFB	L11, Ilmakompressori 1
29	EM330 3V LK B 3-DIN M1 PFB	L13, Ilmakompressori 2
Caligon mittaus = 22-23-24-25-26-27-28-29		
Lokomo mittaus = 23+24+25		
Lisäksi mittauksen 28+29 kustannukset jaettava A/B-hallien käyttäjille		

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuoda todellisuudesta tehdystä sähkömittausjärjestelmästä yhdenlainen esimerkki, miten sellaisen voi rakentaa teollisuuskiinteistöön. Työssä itsessään käydään kehitysideoita esimerkiksi, miten olisi voinut johtaa paremmin ja selkeämmin projektin lävitse. Kuten kerroin projektissa olisi tarvinnut tehdä kartoitus paremmin esimerkiksi virtamuuntajissa. Projektin muita haasteita käytiin tarkemmin lävitse luvussa 5.3.

Projektissa suunniteltu mittausjärjestelmä koostui Carlo Gavazzin laitteista ja komponenteista. Nämä todettiin todella toimivaksi ja helppo asentaiseksi työmaan aikana. Eniten laitteiden asentamisessa hankaluuksia toi vanhat keskukset, joissa ei ollut suunniteltu tilavarausta sähköenergiamittareiden ja virtamuuntajien lisäykseksi. Haasteita toi myös vuokralaisten kanssa sopiminen sähkökatkoissa. Näitä ei alussa meinannut saada sovitettua niin, ettei kenenkään työnteko olisi siitä kärsinyt. Loppujen lopuksi sähkökatkot saatiin suunniteltua vuokralaisten päivien ulkopuolelle haittojen minimoimiseksi.

Tulevaisuuteen katsoen EPBD-direktiivi tulee todella paljon kiristämään mittausvaatimuksia, koska se tulee kiristämään energiatehokkuuden seuraamista ja tähän tarvitaan energiamittareita. Tulevaisuudessa myös siirrytään varttimittaukseen, mikä tuo tarkemman seuraamisen kulutukseen sekä esimerkiksi suuren vaihtuvuuden pörssisähköön. Uusiutuvien energianlähteiden yleistymisen myötä on pakollistakin alkaa mittamaan tiheämmin, johtuen näiden sähköntuotannon epätasaisuudesta. Sähköenergiamittareiden tulevaisuus tulee määräytymään enemmän tai vähemmän ympäristöpolitiikan mukaan.

7 SÄHKÖENERGIAN MITTAUKSEN TULEVAISUUS

Sähköenergia mittauksen kehittäminen tarkempaan mittaustyyliin tulee muuttumaan tulevaisuudessa. Sähköenergiamittausta on alettu jo muuttamaan ja se tulee muuttumaan uudestaan, kun uudet asetukset, lait ja direktiivit astuvat voimaan. Tässä kappaleessa käydään läpi, mitä asioita sähköenergiamittauksessa on alettu muuttamaan ja mitä tulee tulevaisuudessa tulee tapahtumaan.

Sähkönkulutuksen ja pienimuotoisen sähköntuotannon mittaus perustuu tuntimittaukseseen ja mittaustiedon etäluentaan, jossa sähkönkulutusta tai -tuotantoa rekisteröidään tunnin jaksoissa. Tuntimittauksesta on kuitenkin alettu siirtymään varttimittaukseen, josta puhuin EPBD-direktiivissä. Varttimittaukseen on alettu siirtymään portaittain. Toukokuussa 2023 verkonhaltijat muuttivat kaikki etänä ohjelmoitavissa olevat tuntimittauslaitteistot varttimittauslaitteistoiksi. Loput vanhat tuntimittauslaitteistot korvataan uudella etämittauslaitteistolla vuoden 2028 loppuun mennessä. Nykyiset etäyhteydellä luettavat mittauslaitteistot verkonhaltija vaihtaa uusiin etäluettaviin mittauslaitteistoihin vuoden 2031 toukokuuhun mennessä. Näistä mittarin vaihdoista ei aiheudu kustannuksia asiakkaalle (Energiavirasto n.d.)

Tavanomaiset mekaaniset mittarit luetaan vähintään neljä kertaa vuodessa. Verkonhaltija vastaa vähintään yhdestä kerrasta. Tällä hetkellä tuntimittauslaitteisto ja varttimittauslaitteisto luetaan vähintään kerran vuorokaudessa. Tämä tulee muuttumaan vuoden 2026 alusta, kun uutta etämittauslaitteistoa tullaan lukemaan vähintään joka kuudes tunti. Samaan aikaan omakotitaloasiakkailla on käytössä kuormanohjaustoiminnallisuus (Energiavirasto n.d.).

Tuuli- ja aurinkovoiman yleistymisen myötä sähkön tuotanto on aiempaa epätaisempaa ja ennakoimattomampaa. Tämän takia ollaan siirtymässä varttimittaukseen, mikä tarkoittaa myös pörssisähkön hinnan vaihtelua neljä kertaa tunnissa. Nykyisin vuorokausimarkkinat, joilla seuraavan päivän tuntikohtaiset sähkön hinnat julkaistaan, määrittävät keskeisesti sähkön hintaan. Tämä hinta siis tulee muodostumaan vuoden 2025 alkupuoliskolla 15 minuutin välein (Koponen 2022).

LÄHTEET

Aura, L. & Tonteri, Antti J. 1996. Sähkökoneet ja tehoelektronikan perusteet. 1. painos. Porvoo: WSOY.

Carlo Gavazzi. n.d. Carlo Gavazzi. Viitattu 23.2.2024. <https://gavazzi.fi/carlo-gavazzi/>

Carlo Gavazzi. n.d. Energiamittarit, analysaattorit ja tarvikkeet. Viitattu 1.3.2024. <https://gavazzi.fi/energiamittarit/>

Carlo Gavazzi Käyttöohje EM330. Viitattu 23.2.2024.

Carlo Gavazzi Käyttöohje EM340. Viitattu 23.2.2024.

Direktiivi 2014/32/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi mittauslaitteista. Euroopan unionin virallinen lehti 26.2.2014. Viitattu 16.2.2024. https://publications.europa.eu/resource/ellar/62528b9c-c92f-11e4-bbe1-01aa75ed71a1.0014.03/DOC_2

Direktiivi 2019/944/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi direktiivin 2012/27/EU muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti 14.6.2019. Viitattu 22.3.2024. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32019L0944>

Energiateollisuus. 2023. Sähkön mittaus periaatteita. Viitattu 9.2.2024. <https://energia.fi/wp-content/uploads/2024/01/Sahkon-mittauksen-periaatteita-2023.pdf>

Energiavirasto. n.d. Sähkön mittaus. Viitattu 19.3.2024. <https://energiavirasto.fi/sahkon-mittaus>

Kauppi, V., Mäkinen, P., Reinikainen, V. & Ylinen, T. 2013. Sähköasennukset 4. Viitattu 2.2.2024. Sähköinfo.

Koponen, J. 2022. Jo valmiiksi myllerryksessä olevat sähkömarkkinat muuttuvat entisestään kiivaammiksi – jatkossa pörssisähkön hinta vaihtelee neljä kertaa tunnissa. Yle Uutiset 15.9.2022. Viitattu 19.3.2024. <https://yle.fi/a/3-12634406>

Mittauslaitelaki 17.6.2011/707. Viitattu 16.2.2024. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110707>

Motiva. 2012. Kiinteistön energiatehokkaat sähkötekniset ratkaisut. Viitattu 19.2.2024. https://www.motiva.fi/files/7974/Kiinteiston_energiatehokkaat_sahko-tekniset_ratkaisut.pdf

Motiva. 2014. Energiatehokkuuden mittaus- ja seurantajärjestelmän hankinta. Viitattu 9.2.2024. https://www.motiva.fi/files/9845/Energiatehokkuuden_mittaus-ja_seurantajarjestelman_hankinta.pdf

Motiva. 2024. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi. Viitattu 29.3.2024. https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/direktiivit/rakennusten_energiatehokkuusdirektiivi

Sahkot.fi. 2019. Toimintaohje ”uuninluukku”-varokekytkimen käytöstä. Viitattu 7.4.2024. <https://sahkot.com/wp-content/uploads/2019/09/Uuninluukkukytkin.pdf>

SFS käsikirja 154. 2005. Jakokeskukset. Helsinki: Suomenstandardisoimisliitto.

ST 21.34. 2022. Ohjeita energiamittausten ja energianhallintajärjestelmän toteutukseen. Viitattu 2.2.2024 <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähköalan koulutus- ja tutkimussäätiö. 2002. Uuninluukkuvarokekytkin suositus 6/2002. Viitattu 7.4.2024. <https://skt-saatio.fi/index.php?k=225309>

Sähkötyöselostus materiaali. 2023. Viitattu 5.4.2024.

Turku Energia. n.d. Sähköenergian mittaaminen, mittarointi ja mittauslaitteet. Viitattu 2.2.2024. <https://www.turkuenergia.fi/sahkoverkot/sahkoliittyma-ja-sahkon-mittaus/ohjeet-sahkoammattilaisille/sahkon-mittauksen-tekniset-ohjeet/sahkoenergian-mittaus-mittarointi-ja-mittauslaitteet>

Turvatekniikan keskus. 1998. Taannehtivasti sovelletut sähkölaitteistojen rakennetta koskevat määräykset. Viitattu 7.4.2024 <https://tukes.fi/documents/5470659/6372805/Selvitys+taannehtivista+määräyksistä/8863d615-8db2-4d60-84e8-2956d404060d/Selvitys+taannehtivista+määräyksistä.pdf?t=1524396351000>

Urakan aloituskokous materiaali. 2023. Viitattu 5.4.2024.

Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 12.8.2021/76. Viitattu 22.3.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2021/20210767>

Ympäristöministeriö. 2023. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivistä alustava sopu. Viitattu 22.3.2024. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivistä-alustava-sopu>

LIITTEET

Liite 1. Parametrien asettelu (EM330 n.d. s. 6)

Suomi

Mittarin käyttö

Kuva 14

Komennot (kuva 14)

Valikoissa liikkuminen

Toimenpide	Komento
Katso seuraavaa sivua	A
Katso edellistä sivua	B
Avaa parametrivalikko	C
Poistu parametrivalikosta	C (sivu End)
Avaa informaatiovalikko	D
Poistu informaatiovalikosta	D

Parametrien asetukset

Toimenpide	Komento
Suurena parametrin arvoa	A
Katso seuraavaa arvoa	A
Pienennä parametrin arvoa	B
Katso edellistä arvoa	B
Vahvista arvo	C
Avaa parametrien asetussivu	C

Valikoissa liikkuminen (kuva 15)

Kuva 15

Lohko	Toimenpide
A	Mittaussivut näytetään oletuksena, kun mittari käynnistetään. Sivulla näytetään mittausyksiköt.
B	Parametrien asetussivut. Tarvitsee salasanan.
C	Sivut näyttävät informaation ja asetetut parametrit ilman salasanan syöttämistä.

HUOM.: Kotisivulla HoME asetettu aloitusmittaussivu näytetään 120 s jälkeen, jos mittaria ei käytetä.

8021422 | EM330

©2014 | CARLO GAVAZZI Controls SpA | 6

Liite 2. Parametrien asettelu (EM330 n.d. s 12)

Suomi

Kuva 19

Informaatio (kuva 19)

Jaetut sivut

Sivu	Koodi	Kuvaus
YEAr	Info 1	Valmistusvuosi
SErIAL n	Info 2	Sarjanumero, vastaa etupaneeliin leimattua ilman alkukirjainta 'K' Laiteohjelmiston versio – A.XX:
rEVI Sion	Info 3	<ul style="list-style-type: none"> A= pulssilähtö, B= Modbus sarjalähtö C= M-Bus sarjalähtö XX = peräkkäinen versio numero (eli: 00, 01, 02)
PuLS Led	Info 4	Etupaneelin LED pulssimäärä, suhteessa virtamuuntajan (TA) ja jännitemuuntajan (TV) muuntosuhteeseen, katso "Tekniset tiedot" sivulta 14.
SYStEM	P3	Järjestelmän tyyppi
Ct rAtto	P4	Virtamuuntajan (TA) muuntosuhde
Vt rAtto	P5	Jännitemuuntajan (TV) muuntosuhde
MEASurE	P6	Mittauksen tyyppi
InStALL	P7	Kytkenän tarkistus mahdollista
P int	P8	Pyydetty keskitehon laskentaväli
ModE	P9	Näyttötija
tArIFF	P10	Sallii tariffin hallinnan ja minkä tahansa nykyisen tariffin
HoME	P11	Mittaussivun asetus kolisivuoksi

8021422 | EM330

©2014 | CARLO GAVAZZI Controls SpA | 12

Liite 3. Parametrien asettelu (EM330 n.d. s.13)

S1 versiolle ominaiset sivut

Sivu	Koodi	Kuvaus
AddrESS	P14	Modbus osoite, 01 oletuksena
bAUd	P15	Tiedonsiirtonopeus
PARITY	P16	Pariteetti
StoP bit	P16-2	Loppubitti

O1 versiolle ominaiset sivut

Sivu	Koodi	Kuvaus
PULSE	P12	Kesto
PUL rAtE	P12-2	Pulssimäärä

M1 versiolle ominaiset sivut

Sivu	Koodi	Kuvaus
Pr l Add	P13	M-Bus ensisijainen osoite
bAUd	P15	Tiedonsiirtonopeus
SEC Add	InFO 5	M-Bus toissijainen osoite, yksiselitteinen ja asetetaan tuotannossa.

Liite 4. Uuninluukku-varokekytkimen toimintaohje (Sahkot.fi 2019)



9/2019

Toimintaohje ”uuninluukku”-varokekytkimen käytöstä

Työhön tulee olla käytönjohtajan tai sähkötöidenjohtajan lupa.

1. Silmämääräinen kunnon tarkastaminen.
2. Varokekytkintä ohjattaessa käytettävä aina seuraavia turvavarusteita:
 - ✓ Eristävät turvakengät
 - ✓ Valokaarelta riittävästi suojaavat käsiineet
 - ✓ Kypärä ja valokaarelta suojaava kasvot peittävä visiiri
 - ✓ Valokaarelta suojaava vaatetus
 - ✓ Hihallinen vaihtokahva sulakkeiden vaihtoa varten
3. Mitataan kytkimen kuormitusvirta esim. pihtiampeerimittarilla.
4. Mikäli kuormitusvirta on alle puolet kytkimen nimellisvirrasta, voidaan kytkintä ohjata ilman erityistoimenpiteitä. kohdan 2. suojarusteita kuitenkin käytettävä.
5. Kuormitusvirran ollessa yli puolet nimellisvirrasta, varoke kytkytin on tehtävä jännitteettömäksi tai virrattomaksi enne sen ohjausta. Virrattomaksi kytkimen saa poistamalla sen syöttämän kuorman. Mikäli virrattomaksi tekeminen ei onnistu, tehdään kytkin jännitteettömäksi.



Mikäli kytkimestä on palanut sulakkeita/sulake on piirissä mahdollisesti oikosulku tai suuri kuorma.