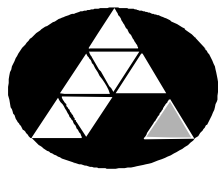


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Jouni Hukka

SÄHKÖNMITTAUKSEN MUUTOSPROSESSIN MUODOSTAMINEN
CORBEL OY:LLE

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2011



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2011
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6906

Tekijä
Jouni Hukka

Nimeke
Sähkönmittauksen muutosprosessin muodostaminen Corbel Oy:lle

Toimeksiantaja
Corbel Oy

Tiivistelmä

Työn tavoitteena oli muodostaa prosessikaavio ja -kuvaus sähköenergian mittauksen muutokselle liike- ja toimistokiinteistöissä. Lähtökohtana on päästä kiinteistöissä tilanteeseen, jossa vuokrattavista alueista muodostetaan omat sähkönkäyttöpaikkansa, jolloin vuokralainen toimii sähkömarkkinoiden itsenäisenä osapuolena.

Teoriaosuudessa käsitellään sähkömarkkinalakia ja asetuksia, sähköenergianmittaukseen liittyviä SFS-standardeja, mittaustekniikan teoriaa sekä eräiden sähköverkkoyhtiöiden urakointiohjeita. Lisäksi tutustutaan Mitox Oy:n Helsingin Energian sähköverkon alueella tarjoamaan Alamittauspalveluun.

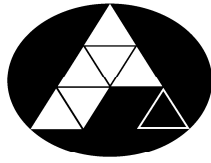
Mittausmuutoksen prosessikaavio ja -kuvaus on esitelty. Muutosprosessin eri toimijoiden vastuualueet ja -tehtävät käydään läpi. Lisäksi käydään läpi kolme kohdetta, joissa mittausmuutosprosessi on toteutettu tai on toteutusvaiheessa. Kohteet käydään läpi periaatteellisella tasolla, niin ettei kiinteistöä yksilöidä.

Kolmen case-kuvauksen perusteella on saatu jatkossa toteutettavien mittausmuutosten tueksi suuntaa antava keskimääräinen mittauksenlisäyskustannus. Yhden mittarin lisääminen maksaa keskimäärin 945 € Tähän summaan on huomioitu esiselvitys, asennus ja tarvikekustannukset, muttei suunnittelun ja mahdollisten rakennusteknisten töiden osuutta.

Kieli
suomi

Sivuja 50
Liitteet 3
Liitesivumäärä 5

Asiasanat
Sähköenergian mittaus, sähkönkäyttöpaikka, prosessikaavio, prosessikuvaus



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
April 2011
**Degree Programme in Electrical
Engineering**
Karjalankatu 3
80100 JOENSUU
tel. +358 (0)13 260 6906

Author
Jouni Hukka

Title
Forming a Process for Changing Electric Energy Measurement for Corbel Ltd

Commissioned by
Corbel Ltd

Abstract

The objective of this thesis was to form process chart and description for changing of measurement of electric energy consumption in commercial buildings and offices. The goal was to reach a situation where every leased area has its own area of utilization of electric energy, so that the lessee can act as an independent party in the markets of electric energy.

The theory part of the thesis consists of short introductions of the Finnish law and ordinance for electric energy market, theory of measuring electric energy, Finnish standards for measuring of electric energy and directives for building electric energy measurement of some electrical network companies. Also Mitox Ltd offers a service in Helsinki Energias electrical network called sub-measuring service. This sub-measuring service is introduced in the end of the theory part.

The formed process chart and description is introduced after the theory part. The responsibilities of different actors in the process of changing the measuring of electric energy are defined. Three cases in which the process is implemented are presented on principle level.

Adding of one meter costs 945 € based on the presented three cases. This average cost of one meter includes pre-reporting, installation and materials but not planning and possible construction work.

Language
Finnish

Pages 50
Appendices 3
Pages of Appendices 5

Keywords
measuring of electric energy, area of utilization of electric energy, process chart, process description

SISÄLTÖ

SISÄLTÖ	4
1 JOHDANTO	5
2 SÄHKÖMARKKINALAKI JA ASETUKSET	6
3 SÄHKÖENERGIAN MITTAUSTEKNIikka	9
3.1 Sähköenergiamittarit.....	9
3.1.1 Induktiomittari.....	9
3.1.2 Staattinen mittari	10
3.1.3 Älykäs mittari.....	11
3.2 Mittamuuntajat	11
3.2.1 Virtamuuntaja.....	12
3.2.2 Jännitemuuntaja.....	13
3.3 Automaattinen mittarinluenta	13
3.3.1 AMR-järjestelmän arkkitehtuuri	14
3.3.2 Tiedonsiirtotekniikat.....	16
4 SÄHKÖNKÄYTTÖPAIKKOJEN MUODOSTAMINEN	17
4.1 Standardit	17
4.1.1 Mittarialustat	18
4.1.2 Mittauslaitteistot.....	20
4.1.3 Ohjaus- ja kaukomittauslaitteistot	21
4.1.4 Kytkenät ja liitinten numerointi	22
4.2 Pienjännitekäyttäjät	24
4.3 Keski-jännitekäyttäjät	28
4.4 Mitox Oy:n Alamittauspalvelu.....	28
5 SÄHKÖNMITTAUSMUUTOKSEN PROSESSIKUVAUS JA -KAAVIO	30
5.1 Esiselvitys	30
5.2 Suunnittelu	32
5.3 Toteutus	33
6 CASE-KUVAUKSET	35
6.1 Case 1	35
6.2 Case 2	38
6.3 Case 3	41
6.4 Yhteenveto kustannuksista.....	43
7 TULOKSET	46
8 POHDINTA	47
LÄHTEET	48

LIITTEET

Liite 1	Taulukko mittareiden mittauskytkentöjen SFS-standardin mukaisista tunnuksista
Liite 2	Mittauskytkennöissä esiintyvien piirrosmerkkien selitykset
Liite 3	Yleistietolomake

1 JOHDANTO

Moni liike- ja toimistokiinteistö on aikoinaan suunniteltu yhdelle käyttäjälle, jolloin sähköenergianmittaus ei vastaa tämän päivän käyttötarkoitusta, kun tiloja on pilkottu ja vuokrattu useammalle toimijalle. Tällöin tulee kyseeseen mittareiden lisääminen ja mahdollisesti myös muutostyöt kiinteistön sähköverkossa, jotta kaikkien vuokralaisten sähkönkulutus voidaan laskuttaa toteutuneen kulutuksen mukaan, tai ideaali-tilanteessa muodostaa vuokralaisille omat sähkökäyttöpaikat.

Tässä opinnäytetyössä muodostetaan Corbel Oy:lle prosessikuvaus kiinteistöjen sähköenergian mittausmuutoksen selvitystyöstä ja niistä toimenpiteistä, joilla vuokralaisille saadaan muodostettua omat sähkökäyttöpaikat. Prosessikuvauksen ja -kaavion tarkoituksena on toimia ratkaisumallina, jota voidaan käyttää kaupallisena kokonaisratkaisuna, kun kiinteistön omistajat haluavat muodostaa vuokraamansa tilat omiksi sähkökäyttöpaikoikseen jolloin vuokralainen, eli sähkökäyttäjä, toimii itsenäisenä sähkömarkkinoiden osapuolena. Näin sähköenergian mittaus perustuu todelliseen kulutukseen ja kiinteistön omistaja pääsee eroon työläästä edelleenlaskutusprosessista.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään sähkömarkkinalakia ja -asetuksia, sähkömittauksen teoriaa, erilaisia sähkömittarityyppejä sekä tarkastellaan automaattista mittarinluentaa. Sen jälkeen käydään läpi vaatimuksia ja toimintatapoja sähkökäyttöpaikoille, ja niiden muodostamiselle. Lopuksi esitetään laadittu prosessikuvaus ja sen eri työvaiheet sekä kolme todellista case-kuvausta, joissa sähkömittauksen muutosprosessia on hyödynnetty.

2 SÄHKÖMARKKINALAKI JA ASETUKSET

Tässä luvussa käsitellään sähkömarkkinalain ja -asetusten asettamia vaatimuksia sähkön myymiselle, ostamiselle ja mittaukselle.

Sähkökaupan vapauduttua sähkömarkkinalain (386/1995) nojalla ovat kuluttajat voineet hankkia sähkönsä vapaasti. Lain tarkoituksena on edistää sähkömarkkinoiden tehokkuutta, kuitenkin niin että riittävän hyvälaatuisen ja kohtuuhintaisen sähkön saanti varmistetaan. Ensisijainen keino edellä mainittujen tavoitteiden toteutumiseksi on terve ja taloudellinen kilpailu sähkön myynnissä ja tuotannossa sekä tasapuolisten palveluperiaatteiden vaaliminen sähköverkkojen toiminnassa. Lisäksi sähkömarkkinoilla toimivien yritysten tehtäviin kuuluu edistää sähkön tehokasta ja säästäväistä kulutusta niin omassa kuin asiakkaansa toiminnassa. [1, 1. luku, 1. §.]

Kun käyttäjät ovat vastuussa omasta sähkönhankinnastaan, kannustaa se kiinnittämään huomiota oman käyttöpaikan sähkönkulutukseen ja -hintaan. Perinteisesti kiinteistönomistaja on veloittanut sähkönkulutusta arvioperusteisesti, jolloin käyttäjän kulutustotumuksilla ei ole merkitystä sähkömaksuun, vaan kustannusperusteena on esimerkiksi vuokratuttujen neliöiden määrä. Todelliseen kulutukseen perustuva sähkönlaskutus kannustaa energiatehokkuuteen.

Sähkökäyttöpaikkojen mittaus ja mittaustietojen rekisteröinti sekä ilmoitukset sähkömarkkinoiden osapuolille kuuluvat verkonhaltijan velvollisuuksiin. Verkonhaltija voi tarjota mittauspalvelut omana työnään tai hankkia sen palveluna. Mittauspalvelu voidaan tällöin hankkia myös sähkönkaupan muulta osapuolelta. Jokainen sähköverkkoon liitetty sähkökäyttöpaikka on varustettava sähkönkulutusta mittaavalla mittauslaitteistolla. Mittaukseen ei ole pakko liittää verkonhaltijan sähkölaitteistoja eikä sähkökäyttöpaikkoja, joiden pääsulakekoko on pienempi kuin 25 A ja sähkönkulutus voidaan arvioida riittävän tarkasti. [2, 6. luku, 2. ja 3. §.]

Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta velvoittaa verkonhaltijan siirtymään sähkönkulutuksen ja pienimuotoisen sähkön tuotannon osalta

tuntimittaukseen ja mittarien etäluentaan. Tuntimittauksen tulee toteutua vähintään 80-prosenttisesti, poikkeuksia voi tehdä seuraavin ehdoin [2, 6. luku, 4. §]:

- sähkökäyttöpaikan pääsulakkeet ovat pienemmät kuin 3x25 A
- sähkökäyttöpaikan pääsulakekoko on suurempi kuin 3x25 A, mutta sähkönkulutus vuodessa on alle 5 000 kWh ja sähkö ostetaan sähkömarkkinalain 21 § asetetuilla ehdoilla.

Edellä mainitut vaatimukset tulee täyttää yli 63 A:n pääsulakkeilla varustettujen sähkökäyttöpaikkojen ja pienimuotoisen sähköntuotannon osalta 31.12.2010 mennessä. Loput sähkökäyttöpaikat tulee olla vaatimusten mukaiset 31.12.2013 mennessä. [2, 7. luku, 3. §.]

Sähkölaitteiden tulee olla etälueutuvia ja rekisteröitä yli kolmen minuutin mittaiset jännitekatkot. Verkonhaltijan tulee tallentaa tuntikohtaisia mittaustietoja kuusi vuotta ja jännitteettömiä aikoja koskevia tietoja neljä vuotta. Lisäksi mittareiden pitää kyetä toimeenpanemaan tai välittämään edelleen viestintäverkon välittämiä kuormanohjauskomentoja. Tuntimittaustiedot on luettava vähintään kerran vuorokaudessa. [2, 6. luku, 5. ja 6. §.]

Verkonhaltijan on tarjottava maksutta käyttöönsä sähkökäyttöpaikan mittauslaitteistolla kerätty tieto kuluttajan sähkökulutuksesta. Tuntimittauksen tiedot on saatettava asiakkaan käyttöön viimeistään samaan aikaan kuin tämän sähköntoimittajalle. Mittaustietojen luovuttaminen ulkopuoliselle taholle on kiellettyä ilman asiakkaan suostumusta. [2, 6. luku, 8. §.]

Vaikka tuntimittaukseen siirtymiseen pääasiallisena tarkoituksena on pyrkiä energia- tehokkaampaan kulutukseen, sähkökaupan monipuolistamiseen ja käyttöpiikkien tasoittaminen, voi tuntimittaustiedoista katsoa olevan kiinteistöhuollollistakin hyötyä. Jos kulutusta seurataan säännöllisesti, mahdollisista laitteistovioista tai vääristä asetusarvoista saadaan aikaisempaa nopeammin tieto, kun kulutuksen havaitaan lisääntyneen.

1.1.2009 voimaan tulleen asetuksen sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta mukaan uudisrakennuksiin tulevien erillisten asuin- ja liikerakennuksien sähkönkulu-

tuksien mittaukset on järjestettävä omalla mittarillaan, mikäli sähkö myydään käyttäjille kiinteistön sisäisen tai vastaavan sähköverkon kautta. Käyttäjän täytyy voida vaihtaa sähkönmyyjää, joten mittaus on järjestettävä niin, että sähkönkäyttöpaikkojen kulutus voidaan luotettavasti, käyttäen etäluentaominaisuutta tai mittareiden pulssisignaaleja, yhdistää kiinteistön kokonaiskulutukseen, että erottaa siitä. Mittaus täytyy järjestää niin, että kustannukset ovat niin käyttäjille, kuin myyjille mahdollisimman pienet. Kiinteistön sisäisen sähköverkon kautta myydyin sähkön mittauksissa, ja mittaustiedon rekisteröimisessä käytetään samoja kriteereitä kuin jakeluverkkoon liitettyjen sähkönkäyttöpaikkojen osalta. [2, 6. luku, 9. §.]

Kiinteistön sisäisen verkon sähkönkäyttöpaikan lukemista koskevat säännökset ovat soveltuvien osin samat kuin jakeluverkkoon liitetyn sähkönkäyttöpaikan. Sähkönkäyttäjällä kiinteistön verkossa on myös yhtäläiset oikeudet omia kulutustietoja kohtaan kuin jakeluverkkoon liitettyllä käyttäjällä. Sähkönkäyttäjällä on oikeus saada tieto hallinnsaan olevan sähkönkäyttöpaikan kulutuksesta silloinkin kun sähkölaskutus ei perustu toteutuneeseen kulutukseen. [2, 6. luku, 10. §.]

3 SÄHKÖENERGIAN MITTAUSTEKNIikka

Tässä luvussa käsitellään sähköenergian mittauksen teoriaa ja tutustutaan erilaisiin mittareihin, sekä virtamuuntajiin. Lisäksi käydään läpi automaattisen etäluennan teoriaa.

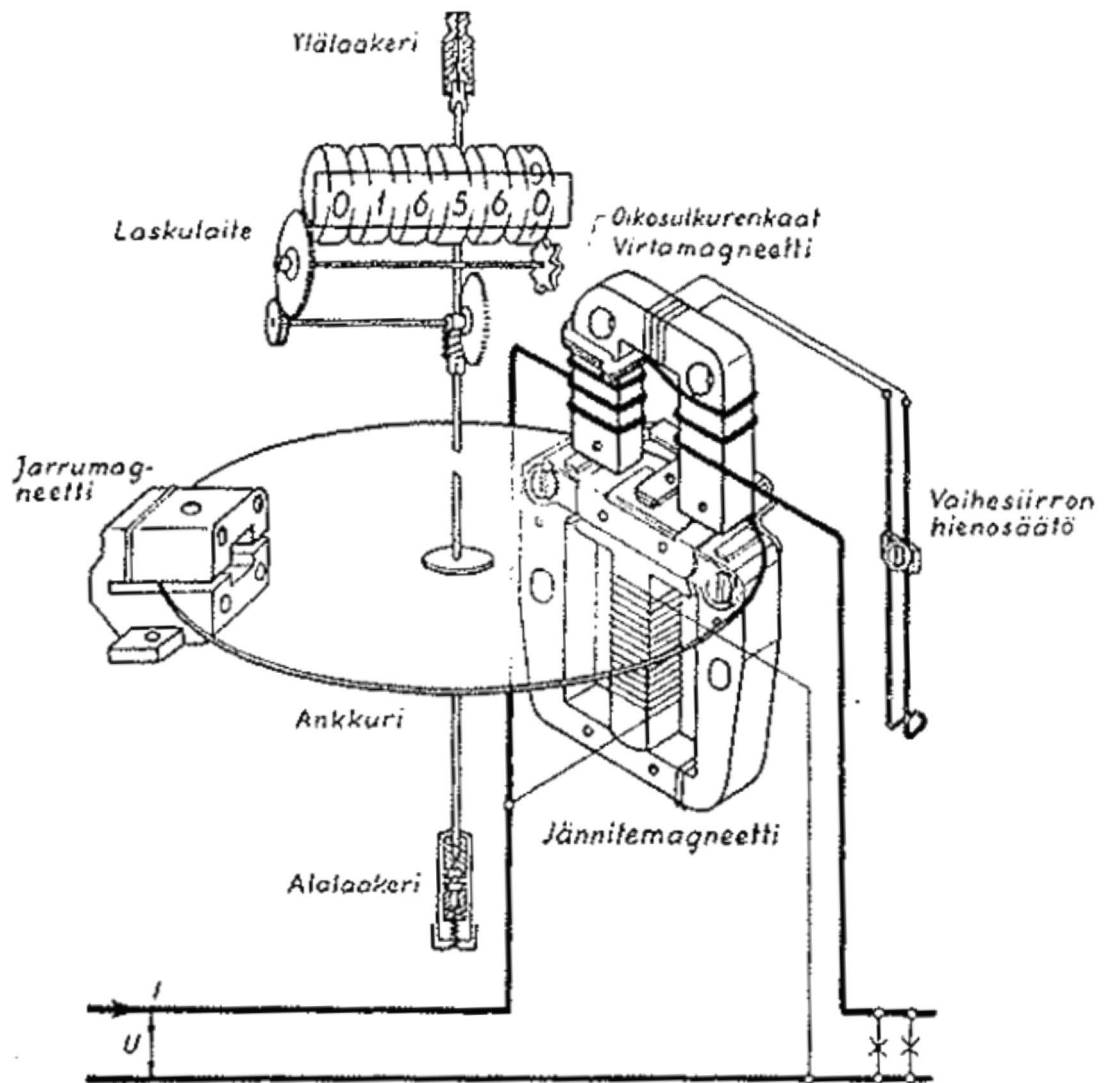
3.1 Sähköenergiamittarit

Kaukoluentajärjestelmien kehittyessä ollaan sähkönkulutuksen mittauksessa siirtymässä enenevässä määrin dynaamisista ja staattisista mittareista elektronisiin, eli ns. ”älykkäisiin”, mittareihin.

3.1.1 Induktiomittari

Perinteisesti sähköenergianmittaukseen on käytetty induktiomittaria, mutta nykyään on siirrytty käyttämään staattisia mittareita. Induktioperiaatteella toimivia mittareita on kuitenkin vielä paljon kohteissa, jossa ei ole sähköenergian osalta siirrytty tuntiseurantaan tai kiinteistön omistamia alamittareita ei ole vaihdettu uusiin.

Induktiomittarilla voidaan mitata yksi- tai kolmivaiheisen kuorman pätöenergiankulutusta. Induktiomittarin toimintaperiaate on esitetty kuvassa 1. Induktiomittarin toimintaperiaate perustuu virran- ja jännitteen synnyttämään magnetomotoriseen voimaan. Alumiinilevy pyörii moottorin tavoin, kun mittarin käämeissä kulkee virta. Levyn pyörimisnopeus on verrannollinen jännitteeseen ja virtaan. Jännitteen ollessa vakio saadaan selville virran määrä ja sitä kautta kulutettu pätöenergia. Laskulaitteille kulutustieto siirretään välitysrattaiden avulla. [3, s. 96.]



KUVA 1. Induktiomittarin periaatteellinen rakenne [3, s. 97].

Kolmivaiheisen induktionmittarin periaate on sama kuin yksivaiheisenkin, koneistoja on vain kaksi tai kolme. Kaksikoneistosen mittarin kuormassa ei saa olla nollajohdinta, joten käytännössä mittarit ovat kolmikoneistoisia. Kolmikoneistosen mittarin kuormassa voi olla nollajohdin. Laskulaite osoittaa koneistojen vääntöjen summan. [3, s. 98.]

3.1.2 Staattinen mittari

Nykyään sähköenergianmittaamiseen käytettävien staattisten mittareiden toiminta ei perustu mekaaniseen liikkeeseen tai voimaan vaan mittaaminen tapahtuu kokonaan elektronisesti.

Mittari sisältää jännitteen ja virran mittausspiirit, joiden kerronta tapahtuu puolijohdepiirissä. Puolijohdepiirin lähdöstä saadaan tehoon verrannollinen pulssitaajuus. Mittareissa voi olla sekä mekaaninen tai digitaalinen laskulaite. Mittalaitteen komponentit tuottavat pulssilähdön, josta mittarin lukemien kerääminen voidaan suorittaa etäluentana. [3, s. 103.]

3.1.3 Älykäs mittari

Energiankulutuksen siirtyessä kaukoluentajärjestelmiin ja ajantasaiseen kulutusseurantaan asetetaan mittareille yhä enemmän toimintavaatimuksia. Myös halventunut muisti ja laskentatehotekniikka on mahdollistanut sen, että mitatun tiedon esikäsittelyssä ja varastoinnissa hyödynnetään yhä enemmän mittareita. [4, s. 34.]

Mittaus älykkäällä mittarilla tapahtuu vaihevirta ja -jännite mittausspiireillä ja A/D-muuntimilla, joilla mitattu tieto muutetaan digitaaliseen muotoon. Tyypillisesti älykkäissä mittarissa on ainakin kaksi prosessoria tietojen käsittelyyn. Yksi prosessori on mittarin perustoimintojen, kuten tehojen ja tehollisarvojen laskemiseen, ja yksi, tai useampi, prosessori tiedonkäsittelyä, hallintaa ja tiedonsiirtoa varten. Lisäksi mittari itsessään sisältää muistia, joilla mittaus- ja ohjelmistotietoja voidaan tallentaa. Etätiedonsiirtoa varten on sisäänrakennettu modeemi tai vaihtoehtoisesti liitännämahdollisuus tiedonsiirtoväylään. Mittarin pääkytkimen on oltava ohjelmallisesti ohjattava. [4, s. 35.]

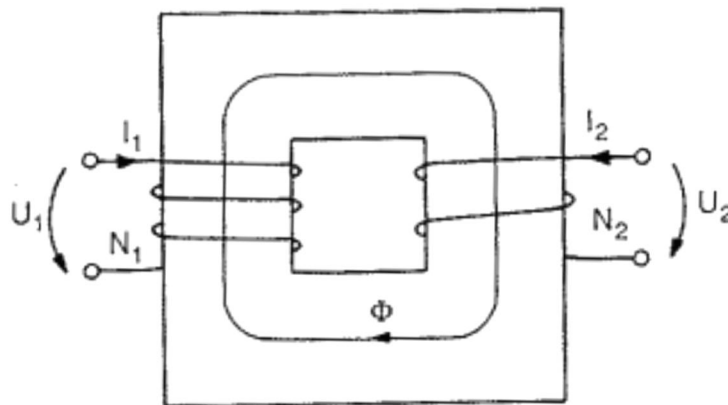
Tärkein toiminnallinen ominaisuus älykkäällä mittarilla on kulutuksen ajantasainen rekisteröiminen ja tietojen eteenpäin siirtäminen etäyhteydellä tai paikallisesti. Lisäksi mittarilla voi olla myös sähkönkäytönhallintaan liittyviä toimintoja, kuten mittarin läpi kulkevan tehon rajoittaminen tai jopa katkaisu. Älykästä mittaria voidaan käyttää myös sähköverkon sähkönladun seurantaan. [4, s. 34–35.]

3.2 Mittamuuntajat

Suurille virroille ja jännitteille on teknisesti vaikeaa ja kallista valmistaa mittareita ja releitä. Suojaus- ja mittaustarkoituksissa käytetään tästä syystä mittamuuntajia. Mitta-

muuntajia on kahta päätyyppiä: virta- ja jännitemuuntajia. Mittamuuntajien pääasiallisina tehtävinä on eristää mittaussiiri päävirtapiiristä ja muuntaa virta ja jännite mittarille sopivaan arvoon. Koska muuntajilla voidaan laajentaa mitta-alaa, voidaan mitta- ja suo-
jalaitteet standardisoida sopiviin nimellisarvoihin. Mittamuuntaja toimii myös osaltaan ylikuormitussuojana mittariin nähden. Lisäksi mittamuuntajien käyttö mahdollistaa halvemmat mittalaitteet. [5, s. 47–48.]

Muuntaja koostuu rautasydäimestä sekä ensiö- ja toisiokäämityksistä. Rakenteellinen periaatekuva on esitetty kuvassa 2. Muuntajan rautasydämen energiansiirto ensiön ja toisio-
n välillä perustuu magneettivuon muutokseen. Muuntajan ensiökäämi kytketään mitattavaan kuormaan ja toisiokäämi mittariin. [5, s. 48.]



KUVA 2. Muuntajan rakenneperiaate [5, s. 48].

3.2.1 Virtamuuntaja

Sähköenergian mittauksessa virtamuuntajan tehtävänä on ensiövirran pienentäminen, joten ensiökäämin kierrosluku on pieni ja toisiokäämin suuri. Koska virtamuuntajan toisioon on kytketty pieni-impedanssinen mittalaite, on toisiokäämi käytännössä oikosuljettu, jolloin sen jännite jää alhaiseksi, vain muutaman voltin suuriseksi. Virtamuuntajan muuntosuhde k_i on toisiokäämin kierrosluvun N_2 ja ensiökäämin kierrosluvun N_1 välinen suhde, eli $k_i=N_2/N_1$. [5, s. 51.]

Virtamuuntajan käytössä on syytä huolehtia, ettei toisio jää koskaan avoimeksi. Jos mittari jostain syystä poistetaan, on toisio aina oikosuljettava. Toisiokäämin jäädessä avoi-

meksi, magnetoi koko ensiövirta rautasydäntä, mikä kyllästyy nopeasti. Syntyvä suuri magneettivuo kasvattaa rautahäviötä, jolloin muuntaja lämpenee ja tuhoutuu. Lisäksi syntyvä magneettivuo indusoi toisioon hengenvaarallisen korkean jännitteen, johtuen toisiokäämin suuresta kierrosluvusta. Sulakkeiden ja kytkimien asentaminen toisiopiiriin on edellä mainituista syistä johtuen kiellettyä. [5, s. 51.]

Virtamuuntajan sydämen valintaan vaikuttaa sen käyttötarkoitus. Mittaustarkoitukseen käytettävän muuntajan sydämen kyllästymisen täytyy rajoittaa toisiovirtaa, toisiopiirin ollessa oikosuljettu, suurilla ensiövirroilla. [5, s. 53.]

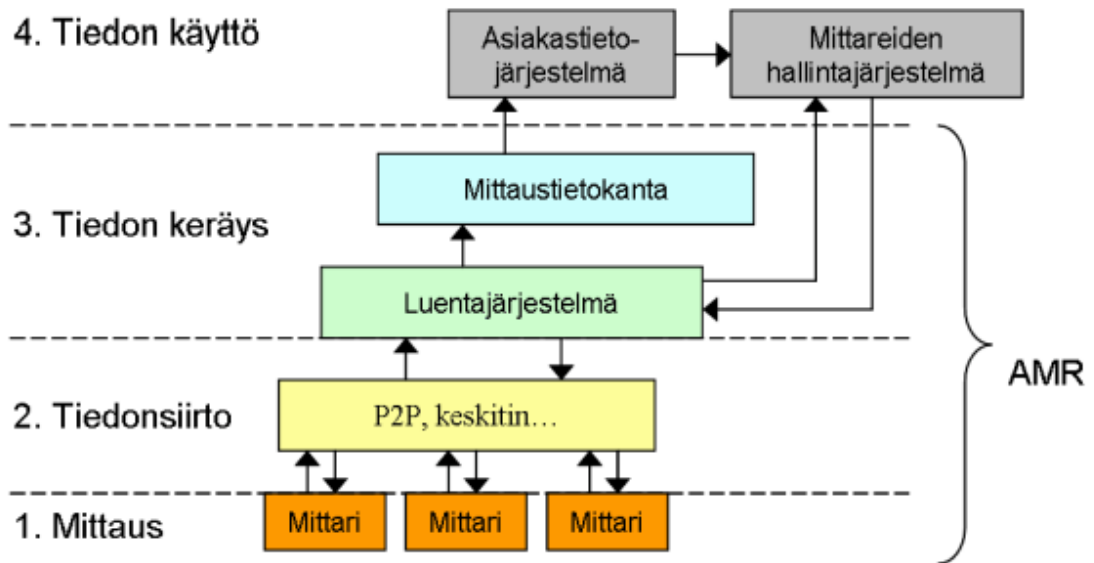
3.2.2 Jännitemuuntaja

Sähköenergian mittauksessa jännitemuuntajan tehtävänä on suurien jännitteiden muuttaminen pienemmäksi, jotta mittaus olisi mahdollista. Tästä johtuen jännitemuuntajan ensiökäämityksen johdinkierrosluku on suuri ja toisiokäämityksen johdinkierrosluku pieni. Jännitemuuntajan nimellismuuntosuhde on ensiö- ja toisiopiirien johdinkierroslukujen suhde, eli $k_u = N_1/N_2$. [5, s. 55.]

Standardien mukaan jännitemuuntajia täytyy käyttää sähköenergianmittauksissa keski-jännitetasolla. Kiinteistöjen sähköenergianmittauksissa jännitemuuntajia käytetään käytännössä keskijänniteliittyjien päämittauksissa.

3.3 Automaattinen mittarinluenta

Automaattisella mittarinluennalla tarkoitetaan järjestelmää, jossa kuluttajan energiamittari luetaan automaattisesti etäyhteyden avulla energiayhtiön tietokantaan. Termiksi on vakiintunut AMR (Automatic Meter Reading), ja se pitää sisällään muutakin kuin vain kulutuslukemien siirron. Perinteisesti asiakkaan energiamittari on luettu manuaalisesti kerran vuodessa tai asiakas on ilmoittanut itse lukemat. Automaattisen mittarinluennan avulla päästään kulutuksia seuraamaan miltei reaaliajassa. Kulutusmittareiden automaattinen etäluentajärjestelmä voidaan jakaa toiminnallisiin osiin kuvan 3 osoittamalla tavalla. [6, s. 1, 5–6.]

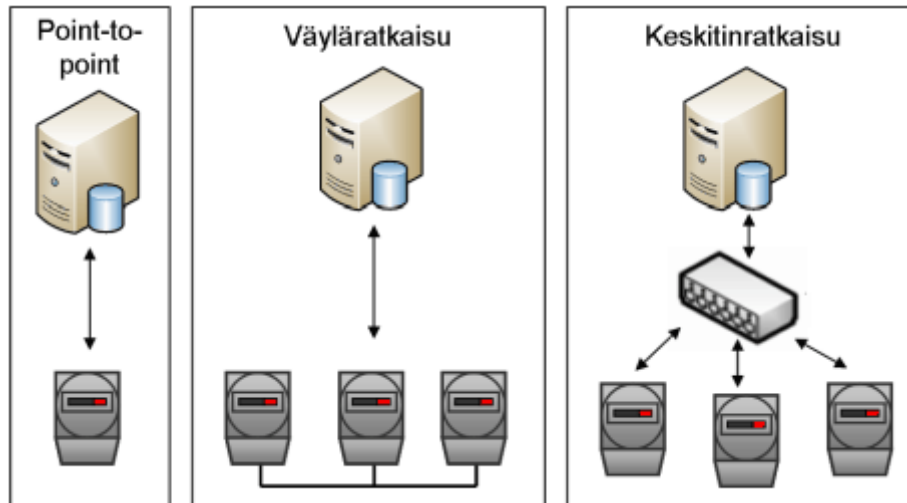


KUVA 3. AMR-järjestelmän toiminnalliset osat [6, s. 6].

AMR-järjestelmän perustana toimivat älykkäät mittarit, jotka paitsi välittävät tietoa järjestelmän ylempiin kerroksiin, myös vastaanottavat ja toteuttavat komentoja. Tiedonsiirtoon voidaan käyttää monenlaisia tekniikoita ja arkkitehtuureja. Tieto siirretään mittauksesta luentajärjestelmän kautta mittaustietokantaan ja sitä kautta käytetään hyväksi verkkoyhtiön toiminnassa. Kolme alinta tasoa muodostavat varsinaisen AMR-järjestelmän. [6, s. 5–6.]

3.3.1 AMR-järjestelmän arkkitehtuuri

AMR-järjestelmä voidaan toteuttaa monenlaisilla tekniikoilla ja arkkitehtuureilla. Tärkein valintaan vaikuttava seikka on mittarikannan tiheys. Kuvassa 4 on esitetty tavallimmat arkkitehtuurit etäluennassa.



KUVA 4. AMR-tiedonsiirron tavallisimmat arkkitehtuurit [6, s. 7].

Point-to-point-tiedonsiirrossa (vasemmalla kuvassa 4) mittari ja luentajärjestelmä kommunikoivat suoraan keskenään. Tiedonsiirtotapa sopii eritoten haja-asutusalueille, missä mittareita on harvassa. Point-to-point-tiedonsiirto on kuitenkin yleistymässä myös taajamissa. [6, s. 7.]

Väyläteknikkaan pohjautuva tiedonsiirtorakenne (keskellä kuvassa 4) sopii tilanteisiin, joissa on useita mittareita lähekkään, kuten esimerkiksi monimittarikeskukset liikekiinteistöissä. Väyläratkaisussa mittarit johdotetaan yhteen ja yksi mittari on yhteydessä luentajärjestelmään. Kaikkien mittarien tiedot luetaan tämän yhdysmittarin kautta. [6, s. 7.]

Keskitinratkaisua (oikealla kuvassa 4) käytetään usein taajamissa, missä mittareita on tiheästi. Keskitinratkaisussa pienen alueen, esimerkiksi muuntopiirin, mittarit kommunikoivat keskittimen, joka on yhteydessä luentajärjestelmään, kanssa. Mittarin ja keskittimen väliseen yhteydenpitoon käytetään yleensä jotain lyhyen kantaman menetelmää, kuten sähkö- tai radioverkkotiedonsiirtoa. Nykyiset älykkäät mittarit voivat myös toimia keskittimenä. [6, s. 7–8.]

3.3.2 Tiedonsiirtotekniikat

Automaattisen etäluennan tiedonsiirtotekniikkana voidaan käyttää esimerkiksi sähkö- tai radioverkkotekniikka, tai GSM/GPRS-tekniikkaa. Kaikki pääkaupunkiseudun verkko-yhtiöt (Helsingin Energia, Vantaan Energia ja Fortum Distribution) käyttävät etäluennan tiedonsiirrossa pääsääntöisesti GSM/GPRS-tiedonsiirtoa.

GSM/GPRS -tiedonsiirrossa käytetään hyväksi GSM-verkkoa, joka on digitaalinen soluverkko. Tiedonsiirto voidaan hoitaa kolmella tavalla: GSM-data, lyhytsanomapalvelu eli SMS ja pakettikytkentäinen radioyhteys GPRS. Jotta kaukoluenta olisi mahdollista, on mittauksen päähän asennettava GSM-modeemi ja GPRS-verkkokortti. [7, s. 58.]

GSM-dataa käytettäessä muodostetaan point-to-point-yhteys mittaustaikana GSM-modeemin ja luentajärjestelmän modeemin välille. SMS-tiedonsiirto sopii parhaiten pienille datamäärille, kuten kotitalouksien energiamittareiden tietojen lähetykseen. SMS-viestit tallennetaan mittaustietokantaan GSM-verkon välityksellä. GPRS-yhteyttä käytettäessä, muodostaa luentajärjestelmä yhteyden palveluntarjoajan palvelimelle, joka puolestaan ottaa yhteyden mittaukseen. Mittariluennat hoidetaan yleensä yöaikaan, jolloin muu verkkoliikenne on vähäistä. [7, s. 59.]

Sähköverkkotiedonsiirto eli PLC (Power Line Communications) tarkoittaa laajakaistaista tiedonsiirtoa, joka tapahtuu sähköverkossa. Tiedonsiirto perustuu sähköverkkoon moduloituihin, normaalia verkkotaajuutta korkeampiin, taajuuksiin, jotka erotellaan vastaanottopäässä suodattimilla. [7, s. 57.]

Siirrettäessä mittaustietoja radioverkon välityksellä, käytetään matalatehoisia radiolähettimeitä. Käytetyt taajuusalueet ovat yleensä lisenssivapaita. Yleensä tieto luetaan keskittimelle, josta se luetaan edelleen käyttäen muita tiedonsiirtotapoja. [7, s. 59.]

4 SÄHKÖNKÄYTTÖPAIKKOJEN MUODOSTAMINEN

Tässä luvussa käsitellään yleisiä standardeja sähkönkäyttöpaikkojen muodostamiselle, sekä käydään läpi eräiden pääkaupunkiseudulla toimivien sähköverkkoyhtiöiden ohjeistuksia pien- ja keskijännitekäyttäjien sähkönkäyttöpaikkojen muodostamiselle ja mittaroinneille. Nämä verkkoyhtiöt ovat Helsingin Energia, Vantaan Energia ja Fortum Distribution Oy. Lisäksi tutustutaan Mitox Oy:n, Helsingin Energian sähköverkon alueella, tarjoamaan Alamittaus-palveluun.

4.1 Standardit

Jakeluverkonhaltijoiden mittauskäytäntöjen yhdenmukaistamiseksi on otettu käyttöön muun muassa seuraavia SFS-standardeja:

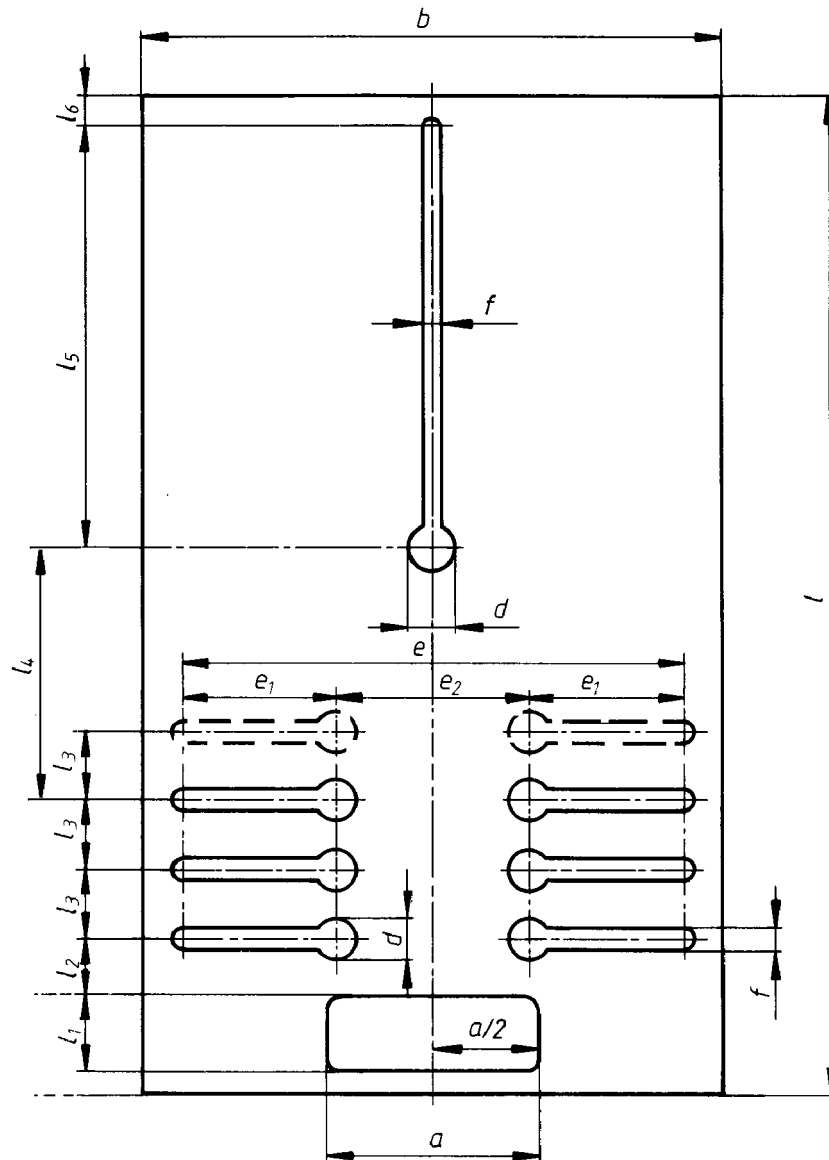
- SFS-2529 Vaihtosähköenergian mittaus (Energiamittarin alusta)
- SFS-2532 Kerrostalojen monimittarikeskukset
- SFS-2537 Vaihtosähköenergian mittaus (Mittauskytkennät)
- SFS-3381 Vaihtosähköenergian mittaus (Mittauslaitteistot)
- SFS-3382 Vaihtosähköenergian mittaus (Ohjaus- ja kaukomittauslaitteistot)
- SFS-4365 Pientalojen mittarikeskustilat ja keskusten rakenne
- SFS-5601 Sähköenergiamittauslaitteiden tilat
- SFS-5602 Pientaloalueen monimittarikeskukset

Edellä mainituista vaikuttavat liike- ja toimitilojen sähkönkäyttöpaikkojen uudistuksiin lähinnä standardit mittarialustasta (SFS-2529), vaihtosähköenergian mittauksesta (SFS-2537, -3381 ja -3382), sähköenergiamittauslaitteiden tiloista (SFS-5601) sekä, joissain kohteissa, standardi kerrostalojen monimittarikeskuksista (SFS-2532).

4.1.1 Mittarialustat

SFS-2529 standardissa on määritelty muun muassa mittarialustojen tunnuksot, merkinnt, rakennusaine, rakenne ja mitat. Standardin mukaiset mittarialustat on tarkoitettu pääasiallisesti jakokeskus käyttöön kWh- ja muiden energiamittareiden, ja niiden toimintaan liittyvien laitteiden, kiinnitykseen. [8, s. 1.]

Mittarialustoille on standardeissa määritelty kolme eri tunnusta M1, M2 ja M3, joiden mitat eroavat toisistaan. Alusta M1 on tarkoitettu esimerkiksi yksivaiheisen kWh-mittarin kiinnittämiseen. M2 ja M3 alustat on tarkoitettu kolmivaiheisten kWh-mittareiden ja niihin liittyvien toimilaitteiden, kuten verkkokäskyvastaanottimien, kiinnitykseen. Alustoille asetetut mitat on esitetty taulukossa 1 ja kuvassa 5. [8, s. 1.]



KUVA 5. Mittarialustan rakenne [4].

TAULUKKO 1. Mitat mm [4].

	l min	l_1 min	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6 min
M1	260	20	15	18	50	115	8
M2	340	30	20	25	50	165	10
M3	420	40	20	25	50	215	20
	a	b min	e	e₁	e₂	d	f
M1	55	150	130	40	50	11 +0,5/0	5,5 +0,5/0
M2	90	195	170	60	50		
M3	100	220	200	75	50		

Edellä mainituista mitoista tärkeimmät ovat lähinnä alustojen ulkomittoja käsittelevät (b ja l). Sähkömittausmuutoksia tehtäessä, saattaa ongelmaksi muodostua olemassa olevi-

en pää- tai jakokeskushuoneiden, jonne mittareita halutaan ensisijaisesti asentaa, ahtaat tilat.

4.1.2 Mittauslaitteistot

Standardissa SFS-3381 on määritelty vaatimukset vaihtosähköenergian mittaukseen käytettävien laitteistojen vaatimuksia. Näihin laitteistoihin luetaan mittarit ja mittamuuntajat, sekä mittauspiirien johdot, riviliittimet, merkinnät ja suojalaitteet. [9, s. 1.]

Vaihtosähköenergiaa voidaan mitata suorasti ja epäsuorasti. Mittaustavan määrittää mitattavan alueen ylivirtasuojan nimellisvirta. Alle 63 ampeerin nimellisvirrat mitataan suoralla mittauksella. Suoralla mittauksella tarkoitetaan mittausta, jossa jännite- ja virtatiedot otetaan suoraan mitattavan alueen syötöstä. Epäsuoraa mittausta käytetään kun ylivirtasuojan koko ylittää 63 ampeeria tai kyseessä on suurjänniteliittymän mittausta. Epäsuoralla mittauksella tarkoitetaan mittausta, jossa virta- ja/tai jännitetietoja muutetaan mittamuuntajilla. [9, s. 1.]

Suunnittelun kannalta on merkitystä käytetäänkö suoraa vai epäsuoraa mittausta, sillä varsinkin suora mittausta rajaa mittareiden sijoitusmahdollisuuksia paljon. Kun mittausmuutosta suunnitellaan, täytyy keskustiloissa ottaa huomioon suorien mittausten asettamat rajoitukset. Olemassa olevien kaapelien mitat määrittävät mihin mittarit voidaan asentaa, koska mitattavat nousujohtot täytyy kääntää kulkemaan mittareiden kautta. Käytännössä helpoin toteutustapa on asentaa nousu- tai pääkeskuksen ja mittarin väliin uusi johto ja siirtää vanha nousujohto lähtemään mittarilta. Tällöin joutuu siis suunnittelemaan mittarien sijoitusta olemassa olevien johtojen ehdoilla, sillä nousujohtojen uusiminen kokonaan on, pelkästään mittausmuutosta varten, lähtökohtaisesti liian suuri kustannus.

Taulukossa 2 on esitetty mittareiden ja mittamuuntajien tarkkuusluokkavaatimukset ja jännitejohtimien sallitut jännitehäviöt.

TAULUKKO 2. Mittarien ja mittamuuntajien tarkkuusluokat, sekä jännitejohtimien sallitut jännitehäviöt [9, s. 2].

Mittausryhmä	Mittautapa ja mitoitusteho	U_N	Pätömittari	Virtamuuntaja	Jännitemuuntaja	Jännitealenema	Pulssimäärä (Nimelliskuormalla 1 tunnin aikana)
1	Suora mittaus	< 1 kV	2	-	-	≤ 0,2 %	≥ 200
2	Virtamuuntajamittaus	< 1 kV	1	0.2S	-	≤ 0,2 %	≥ 500
3	Tehoraja < 2 MW	≥ 1 kV	1	0.2S	0.2	≤ 0,2 %	≥ 500
4	Tehoraja 2-10 MW	≥ 1 kV	0.5S	0.2S	0.2	≤ 0,1 %	≥ 1000
5	Tehoraja > 10 MW	≥ 1 kV	0.5S	0.2S	0.2	≤ 0,05 %	≥ 2000

Mittamuuntajien täytyy noudattaa jännitemuuntajien osalta standardia IEC-60186 ja virtamuuntajien osalta standardia IEC 60044-1. Mittamuuntajien tarkkuusluokat valitaan taulukon 2 mukaan. Mittamuuntajien kuormituksen täytyy säilyä välillä 0,25...1,0 kertaa nimellistaakka ja mittavarmuuskertoimen on oltava < 10. [9, s. 3.]

Suorassa mittauksessa virtajohtimet valitaan kuormitusvirran mukaan, mutta nollajohtimena käytetään poikkipinnaltaan 2,5 mm² kuparijohdinta. Epäsuorassa mittauksessa käytetään lähtökohtaisesti virtajohtimina 2,5 mm² kuparijohtimia, ellei johtimien aiheuttama kuorman lisäys tai niiden oikosulkukestoisuus edellytä suurempaa poikkipintaa. [9, s. 3.]

Jännitejohtimissa käytetään pääsääntöisesti poikkipinnaltaan 2,5 mm² kuparia, jollei johtimen aiheuttama jännitehäviö edellytä suurempia poikkipintoja. Jännitejohtimien jännitehäviörajat on esitetty taulukossa 2. Ohjaus- ja tiedonsiirtojohtimissa puolestaan on käytettävä, poikkipinta-alaltaan vähintään 0,5 mm², kuparijohtimia. [9, s. 3.]

4.1.3 Ohjaus- ja kaukomittauslaitteistot

Standardissa SFS-3382 on käsitelty vaihtosähköenergian mittauksessa käytettäviä ohjaus- ja kaukomittauslaitteita, jotka on yleensä asennettu käyttäjän luokse. Kyseiset laitteet voivat olla erillisiä tai mittariin integroituja. Standardi määrittää muun muassa tariffikellojen, ohjauslaitteiden, ohjaustoimintaisten kaukomittauslaitteiden, pulssimuuntimien ja koodaimien vaatimuksia. [10, s. 1.]

Taulukossa 3 on esitetty mittausryhmäkohtaiset keruulaitteille asetetut vaatimukset. Mittausryhmät on määritelty standardissa SFS-3381 (tässä työssä luku 4.1.2, taulukko 2),

TAULUKKO 3. Keruulaitevaatimukset mittausryhmittäin [6, s. 2].

Mittausryhmä	Ajan tarkkuus		Toiminta sähkökatko aikana		Tuntitietojen tallennuskapasiteetti (jokaista mittauskanavaa kohti)
	Suurin sallittu aikaero oikeaan aikaan	Laitteen kellon tarkkuus	Kellon varakäyntiaika	Mittaustietojen ja asetusten säilyminen	
1	± 36 s	± 2 s/vrk	7 vrk	7 vrk	14 vrk
2	± 36 s	± 2 s/vrk	7 vrk	7 vrk	14 vrk
3	± 36 s	± 2 s/vrk	7 vrk	7 vrk	7 vrk
4	± 36 s	± 2 s/vrk	7 vrk	7 vrk	7 vrk
5	± 7 s	± 1 s/vrk	7 vrk	7 vrk	7 vrk

Ohjaus- ja kaukomittauslaitteet suojaava ylivirtasuojaja on oltava sinetöitävissä. Laitteiston toimintojen väärinkäyttö on oltava estettävissä sinetöimällä. [10, s. 2.]

4.1.4 Kytkenät ja liittinten numerointi

Standardi SFS-2537 käsittelee vaihtosähköenergian mittareiden mittauskytkentöjä sekä liittimien numerointia.

Sähköenergiamittareiden rakenne esitetään, liitteessä 1 esitetyn, järjestelmän mukaan nelinumeroisella luvulla. Tämä luku ilmaisee muun muassa mittarin perusrakenteen, lisälaitteet sekä sisäisen ja ulkoisen kytkennän. Mikäli mittarille ei voi muodostaa liitteen 1 mukaisia merkintöjä, käytetään merkintään kirjainta ja enintään seitsemää numeroa sen perään. [11, s. 1.]

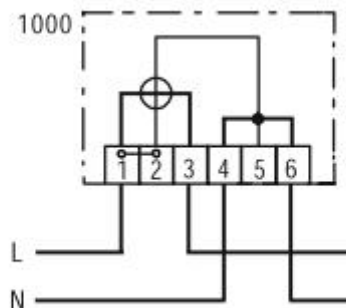
Mittarin liittimet numeroidaan taulukossa 4 esitetyllä tavalla. Numerointi kasvaa vasemmalta oikealle.

TAULUKKO 4. Mittarin liittimien numerointi [11, s. 4].

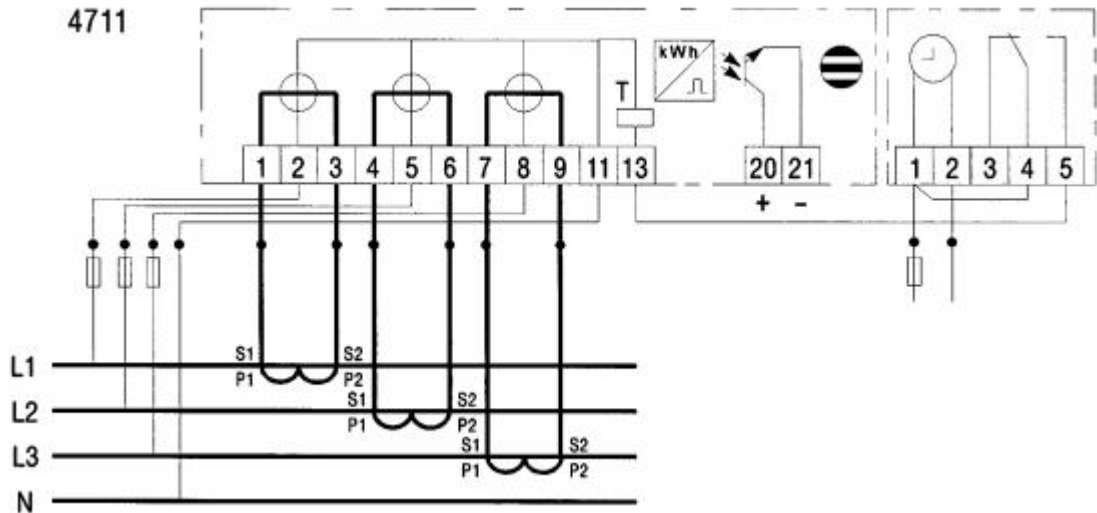
Liitinlaji	Numerot
Virta- ja jänniteliittimet	1...12
Kaksoistariffilaitteen liitin	13
Huipputehon osa-aikaisen mittauksen ohjauksen liitin	14
Lisälaitteen yhteinen liitin	15
Huipputehon mittausjakson ohjaus	16
S0-lähdöt	20,21

Jollei mittarissa ole käytössä taulukossa 4 esitettyjä, liittinten 13...16 mukaisia toimintoja, ovat liittimet vapaasti käytettävissä. Liitinnumerot 17...19 ja 22:sta eteenpäin, ovat lisäliittimiä ja ne ovat vapaasti käytettävissä. Lisäliittimien numerointi esitetään mittariin liitettävässä liitântäkaaviossa. [11, s. 4.]

Kuvissa 6 ja 7 on esitetty periaatteelliset mittauskytkennät 1- ja 3-vaiheisten sähköenergiamittareista. Kyseiset mittauskytkennät ovat esimerkkejä standardin kytkentä- ja merkintäperiaatteista. Kuvissa 6 ja 7 on käytetty taulukon 4 mukaista liittinnumerointia ja mittarin rakenne on esitetty liittimen 1 mukaisilla merkinnöillä. Kuvassa 6 on kyseessä yksivaiheinen, suora mittaus ja kuvassa 7 kolmivaiheinen, epäsuora mittaus. Mittauskytkennöissä esiintyvät piirrosmerkit selityksineen on esitetty liitteessä 2. Piirrosmerkit on tarkoitettu vain standardia SFS-2537 varten. [11, s. 4.]



KUVA 6. Yksivaiheinen pätöenergiamittari [11, s.5].



KUVA 7. Kolmivaiheinen kolmikoneistoinen pätöenergiamittari, kaksoistariffilaite, vianilmais-in, virtamuuntajaliitäntä, S0-pulssilähtö, kaksoistariffilaitteen sisäinen liitäntä [11, s.6].

Kolmivaiheisen kytkennän mittariliitinten numerointi vastaa vaihejärjestystä L1, L2, L3 vasemmalta oikealle. Virtamuuntajia suositellaan yhdistettäväksi omilla meno- ja paluujohtimillaan mittarin virtakelaan. Jos kuitenkin käytetään yhteistä paluujohtinta, tulee epäsymmetrisen kuorman aiheuttama muutos taakassa ottaa huomioon. Jos mittarissa on käytössä ulkopuolisia lisälaitteita, kuten tariffikelloja, ohjaustoimintainen kaukomittauslaite yms., tulee ne suojata ylivirralla. [11, s. 4.]

4.2 Pienjännitekäyttäjät

Tässä luvussa on tarkasteltu eräiden pääkaupunkiseudulla toimivien sähköverkon haltijoiden ohjeistuksia ja vaatimuksia sähkökäyttöpaikoille ja sähköenergianmittauksien rakentamisesta pienjännitekäyttäjille. Tarkastellut yhtiöt ovat Vantaan Energia, Helsingin Energia ja Fortum. Aikaisemmissa luvuissa esitellyt SFS-standardit mittauskytkennöille ja -laitteistoille toimivat pohjana, joita verkkoyhtiöt ovat tarkentaneet omissa ohjeistuksissaan.

Verkonhaltijan ja urakoitsijan väliset hankintavastuut ovat yhteneväiset tarkasteltujen verkkoyhtiöiden ohjeistuksissa mittareiden ja ohjauslaitteiden osalta. Sähköverkkoyhtiöt omistavat, huoltavat ja asentavat laskutuksen pohjana käytettävät mittarit ja ohjauslaitteet. Lisäksi verkkoyhtiö suorittaa kaikkien mittalaitteiden välisten johtojen kytkennän.

Urakoitsijan hankittavaksi ja asennettavaksi jäävät mittaukseen tarvittavat mittarialustat, mittarikotelot, riviliittimet, varokkeet ja johtimet. Yhtiöiden ohjeistuksissa on eroja vain mittamuuntajien hankintavastuissa. Vantaan Energia hankkii epäsuorissa mittauksissa käytettävät mittamuuntajat, mutta Helsingin Energian ja Fortumin ohjeistuksissa hankintavastuu on urakoitsijalla. [12, s.1, 17, 18.]

Mittareiden asennus on tilattava mittarointipyynnöllä sähköverkonhaltijalta kaksi viikkoa ennen haluttua käyttöönottopäivää. Tarkastellut verkkoyhtiöt käyttävät yhteneväistä yleistietolomaketta (esitetty liitteessä 3) mittarointipyynnön pohjana. Lomakkeella annetaan myös tiedot mittamuuntajien valintaa varten. Yleistietolomakkeella annetaan mittaukseen haluttavista kohteista muun muassa seuraavia tietoja:

Mittamuuntajien valintaa varten:

- osoitteet ja osoitteen tarkennukset (esim. RK1)
- käyttöpaikan etusulakkeiden koko
- mittauskohteiden huippu näennäis- ja pätöteho
- mittarien ja mittamuuntajien välisten johtimien pituus.

Mittarien asentamista ja mittauksen kytkentää varten:

- osoitteet ja tarkennukset (esim. porras)
- mittausten lukumäärä ja vaiheisuus
- mittareiden sijainti
- suorien mittausten etusulakkeiden koko ja suurin mahdollinen sulakekoko
- toivottu mittarointipäivä
- yhteyshenkilön nimi ja puhelinnumero.

Lisäksi mittarointipyyntöön tulee liittää riittävä dokumentointi, esimerkiksi nousujohtokaavio, jotta mittaroinnit voidaan luotettavasti selvittää. Ennen mittausten asennusta on jokaisella käyttöpaikalla oltava voimassaoleva sähköntoimitussopimus. [12, s. 2 – 3, 17, 18.]

Mittamuuntajien mitoittaminen tapahtuu Helsingissä ja Vantaalla verkkoyhtiön toimesta. Mitoitus perustuu verkonhaltijalle toimitettuihin tietoihin. Mittamuuntajien toisiovir-

tana käytetään 5 ampeeria ja ne tulee asentaa niin että arvokilpi on nähtävissä jännitteen ollessa kytkettynä. [13, 17.]

Fortumilla mittamuuntajien mitoituksesta on annettu tarkempia ohjeita. Toisiovirtana käytetään myös 5 ampeeria ja arvokilpi on oltava nähtävissä, kun muuntajalle on kytketty jännite. Muuntosuhde määritetään mitattavan kohteen näennäistehon perusteella. Virtamuuntajaksi valitaan nimellisarvoltaan lähimmäksi laskennallista osuva. Mitattavan virran tulee kuitenkin olla alueella 0,2...1,2 kertaa ensiön nimellisvirta. Jotta mittamuuntajan vaadittu tarkkuusluokka 0,2S, toteutuu, on mittamuuntajan toisiopuolella oltava riittävä kuormitus. Tämä kuormitus muodostuu mittarista, johtimista ja riviliittimistä ja sen on oltava suuruudeltaan vähintään 1 VA ja enintään 100 % nimellistaakasta. Toision johdotus tulee tällöin mitoittaa muuntajan taakan mukaisesti. Taulukossa 5 on esitetty yleisimpien virtamuuntajakokojen taakkoja ja yhdensuuntaisten johdotusten pituuksia. [18, s. 12–13.]

TAULUKKO 5. Yleisimpien virtamuuntajakokojen nimellistaakat ja johtopituudet [19, s. 12].

Virtamuuntajan nimellistaakka [VA]	Yhdensuuntainen johtopituus [m] min	Yhdensuuntainen johtopituus [m] max	Yleisimmät virtamuuntajakoot
1,25	2,5	3	100-150/5
1,5	2,5	4	200/5
2	2,5	5	250-300/5
2,5	2,5	7	400-500/5
5	4	14	500-800/5
7,5	5	21	1000-1500/5
10	7	28	1200-5000/5

Suorassa mittauksessa johtimen poikkipinta-ala määräytyy kuormituksen mukaan, suurin sallittu koko on kuitenkin 16 mm^2 . Alumiinikaapelia ei voi liittää mittariin, vaan tällöin täytyy käyttää vaihtoliittimiä. Tämä seikka on syytä ottaa huomioon suunnitelmassa mittausmuutosta, sillä nykyiset nousujohdot ovat poikkeuksetta alumiinisia. [14, 17, 18.]

Epäsuorissa mittauksissa Helsingin Energia ja Vantaan Energia ohjeistavat suojaamaan jännitejohtimet $3 \times 10 \text{ A}$ ylivirtasuojalla, joka sijoitetaan virtamuuntajakoteloon tai sinitöitävään keskusosaan lähelle muuntajaosaa. Vaikka standardi SFS-2537 antaakin mah-

dollisuuden käyttää virtamuuntajien paluujohtimena yhteistä johdinta, on tämä vaihtoehto kuitenkin linjattu tarkasteltujen verkkoyhtiöiden ohjeistuksessa pois. Eli kaikilta mittamuuntajilta on tuotava erilliset meno- ja paluujohtimet mittarille saakka. Johtimien poikkipinta-alana käytetään $2,5 \text{ mm}^2$, mutta johdinpituuden ylittäessä 15 metriä on käytettävistä johtimista sovittava erikseen verkkoyhtiön mittausasennuksista vastaavan tahon kanssa. [14, s. 2, 17.]

Etäluenta silmällä pitäen on kaikkiin mittari- ja pääkeskustiloihin varmistettava vähintään -85 dBm :n GSM-signaalivoimakkuus. Tarvittaessa on voitava käyttää lisäantennia. Myös mittaritilojen välisiin väyläkaapelointeihin on varauduttava, jos mittareita sijaitsee useissa tiloissa. Kaikki tähän työhön tarkastellut verkkoyhtiöt käyttävät etäluentaan GSM/GPRS-yhteyksiä ja mittareiden välisiä väyläkaapelointeja. [15, s. 4 – 5, 17, 18.]

Mittareita sisältävät tilat tulisivat olla sijoitettu niin, että sähköverkkoyhtiöllä on niihin vapaa ja esteetön pääsy. Tilojen lukitus järjestetään niin, että niihin on pääsy verkonhaltijan sarja-avaimella. [15, s. 5, 17, 18.]

Sinetöinnistä ovat kaikki tarkastellut verkkoyhtiöt antaneet yhteneväiset ohjeet. Mittauspiiristä tulisi voida sinetöidä seuraavat osat:

- mittarien kannet
- mittamuuntajien kotelot
- mittauspiirin riviliittimien kotelot
- jännitevarokkeiden ja verkkokäskyvastaanottimen sulakkeen
- kotelot tai yhtenäinen kansi
- mittalaitteiden apusähkönsyöttö sulakkeineen
- liittymän pääkytkin- ja päävarokekotelo

Sinetöitävään tilaan eikä mittauspiiriin saa kuulua tai asentaa mitään käyttäjälle kuuluvia järjestelmiä, johtimia tai laitteita. [15, s. 5, 17, 18.]

4.3 Keskijännitekäyttäjät

Keskijännitekäyttäjillä tarkoitetaan tässä tapauksessa 10 ja 20 kV:n jännitetasoilla sähköverkkoon liittyneitä sähkökäyttäjiä. Kiinteistö liitetään keskijänniteverkkoon silloin, kun tarvittavat sulakekoot nousevat niin suuriksi, että keskijänniteliittymä on teknisesti tarkoituksenmukaisempi. Vantaan Energian suurin pienjänniteliittymä on sulakekooltaan 1400 A. [16, s. 1.]

Koska liittymän rajapinta on keskijänniteliittymässä muuntamossa, ei käyttöpaikkoja voida verkkoyhtiön puolella galvaanisesti erottaa toisistaan. Tällöin ei voida muodostaa suoraan keskijännitekiinteistöön useita käyttöpaikkoja, vaan verkkoyhtiön katsantokannasta käyttöpaikkoja on vain yksi.

Keskijännitetasolla sähköverkkoon liittyneeseen kiinteistöön ei voida siis muodostaa vuokralaisten tiloihin omia käyttöpaikkoja, poikkeuksena Helsingin Energian alue, jossa on mahdollisuus Mitox Oy Alamittauspalveluun (katso luku 4.4).

4.4 Mitox Oy:n Alamittauspalvelu

Mitox Oy on vuonna 2005 perustettu yritys, jonka omistaja on Helsingin kaupunki. Mitox Oy vastaa Helsingin Energian energianmittaus- ja etäluentaratkaisujen toteuttamisesta. [19.]

Alamittauspalvelussa Mitox Oy huolehtii mittareiden luennasta ja lukematietojen välittämisestä keskitetysti. Mitox erottelee ja vähentää järjestelmässään kiinteistön alamittaukset päämittauksesta. Vähennyksen jälkeen jäljelle jäävä sähköenergian osuus muodostaa kiinteistösähkön, jolle kiinteistön edustaja tekee sähkö sopimuksen. Jotta palvelu voidaan ottaa käyttöön, täytyy kiinteistön päämittauksen osalta olla asennettuna tuntimittaus. Alamittausten suunnittelussa, toteutuksessa ja asennuksissa noudatetaan Helsingin Energian pienjännitemittauksille asettamia urakointiohjeistuksia (katso luku 4.2) ja SFS-standardeja (luku 4.1). Mittausmuutosprojektin työvaiheet ovat yhteneväiset pienjänniteliittymällä varustetun kiinteistön vastaaviin, jotka on esitetty prosessikaaviossa luvussa 5. [20, s. 2, 4–5.]

Tutkielmaa tehtäessä on Mitoxin Alamittauspalvelu Suomessa ainoa mahdollisuus muodostaa vuokralaisille omat sähkökäyttöpaikat, myös keskijännitekiinteistöihin. Alamittauspalvelu voidaan ottaa käyttöön myös pienjännitekiinteistöissä.

Jotta Alamittauspalvelu voidaan ottaa käyttöön, tehdään kiinteistön ja Mitox Oy:n välille palvelusopimus. Helsingin Energia vastaa mittareiden asennuksista syntyvistä kustannuksista. Alamittauspalvelu on hinnoiteltu seuraavasti:

- käyttöönottomaksu: 550 €/ kiinteistö
- palvelumaksu: 35 €/ kiinteistö / kk + 2 €/ alamittaus / kk.

Yllä olevissa hinnoissa ei ole otettu huomioon arvonlisäveron osuutta. [20, s. 3.]

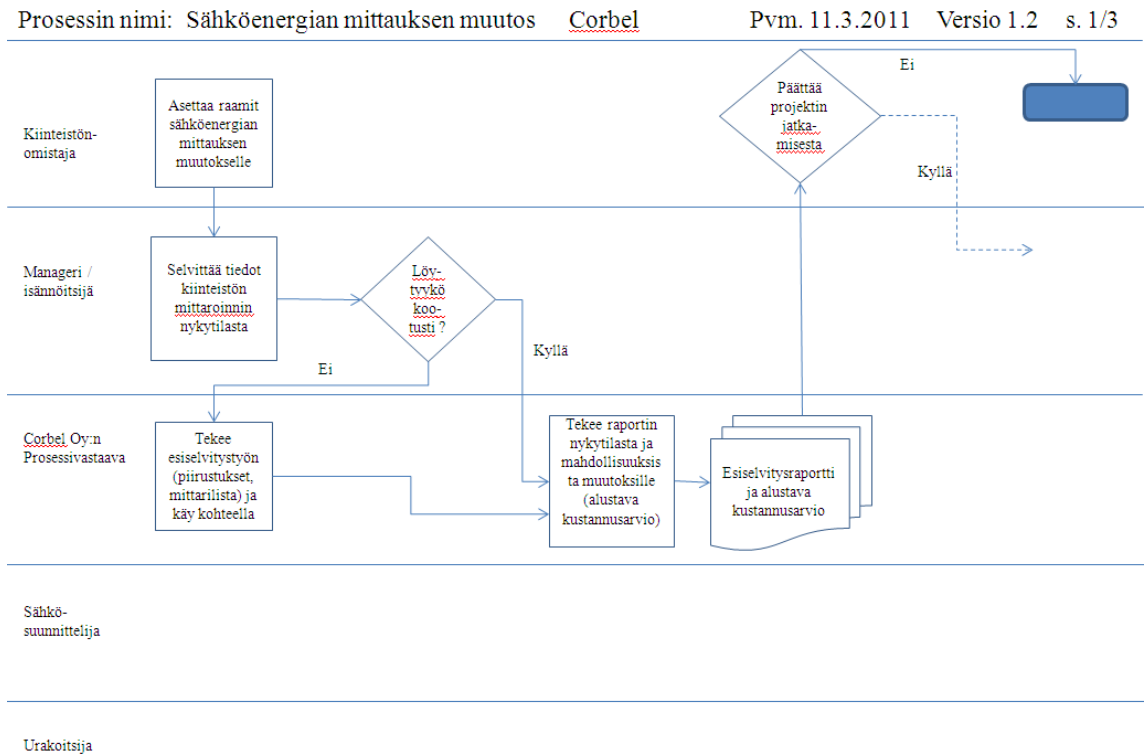
5 SÄHKÖNMITTAUSMUUTOKSEN PROSESSIKUVAUS JA - KAAVIO

Tässä luvussa kuvataan Corbel Oy:lle tehty sähkönmittausmuutoksen prosessi, sekä esitetään käytännön toteutus kolmessa eri kohteessa.

Kaavioissa ja kuvauksessa on esitetty liike- ja toimistokiinteistöjen sähkönmittausmuutosprosessi. Kaavioiden tarkoituksena on esittää prosessin eri työvaiheet sekä työnjako. Niitä apuna käyttäen saadaan aikaiseksi yhdenmukaistettu toimintamalli, jota noudattamalla säästetään aikaa ja turhaa selvitystyötä. Prosessikaavio ja -kuvaus on jaettu tässä kolmeen osaan: esiselvitys, suunnittelu ja toteutus. Kyseessä on kuitenkin yhtenäinen prosessi, joka on esitetty osissa selkeyden säilyttämiseksi.

5.1 Esiselvitys

Sähkönmittauksen muutosprosessi käynnistetään aina kiinteistönomistajan toimesta. Tavoitteena on selkeyttää kiinteistön sähkönmittaus, ja päästä ihannetilanteesta eroon työläästä ja kannattamattomasta sähkön läpilaskutuksesta. Alussa on syytä sopia kiinteistönomistajan kanssa muutosprosessin raameista, kuten taloudellisista rajoista ja toteutettavasta laajuudesta kohteessa, sekä aikatauluista. Tässä vaiheessa nimetään myös kiinteistönomistajan puolelta yhteyshenkilö, jonka kautta hoidetaan kaikki yhteydenpito suorittavan portaan ja omistajan välillä prosessin etenemiseen liittyen. Kun edellä mainitut asiat on käyty läpi ja raamit asetettu, voidaan aloittaa varsinainen operatiivinen työ prosessin eteenpäinviemiseksi. Kuvassa 8 on esitetty prosessin esiselvitysvaihe, jossa kuvataan prosessin aloitus ja kohteen muutosmahdollisuuksien selvitys ja raportointi.



KUVA 8. Sähköenergian mittauksen muutosprosessin esiselvitys-vaihe.

Prosessi käynnistetään kohdekiinteistön sähkönkulutusmittaukseen liittyvien tietojen kokoamisella. Jos kiinteistön tietoja ei ole saatavilla kootusti, esimerkiksi huoltokirjasta, täytyy prosessivastaavan selvittää riittävän kattavasti sähkönkulutuksen mittauksen lähtötilanne. Isännöitsijää ja huoltomiestä haastatteleamalla, kohdekäynnillä, sekä sähköpiirustuksia lukemalla täytyy kohteesta kerätä vähintään seuraavat tiedot:

- nykyiset mittarit
- nousujohtokaavio
- vuokralaisalueet
- vuokralaisalueiden jakokeskukset ja niiden vaikutusalueet.

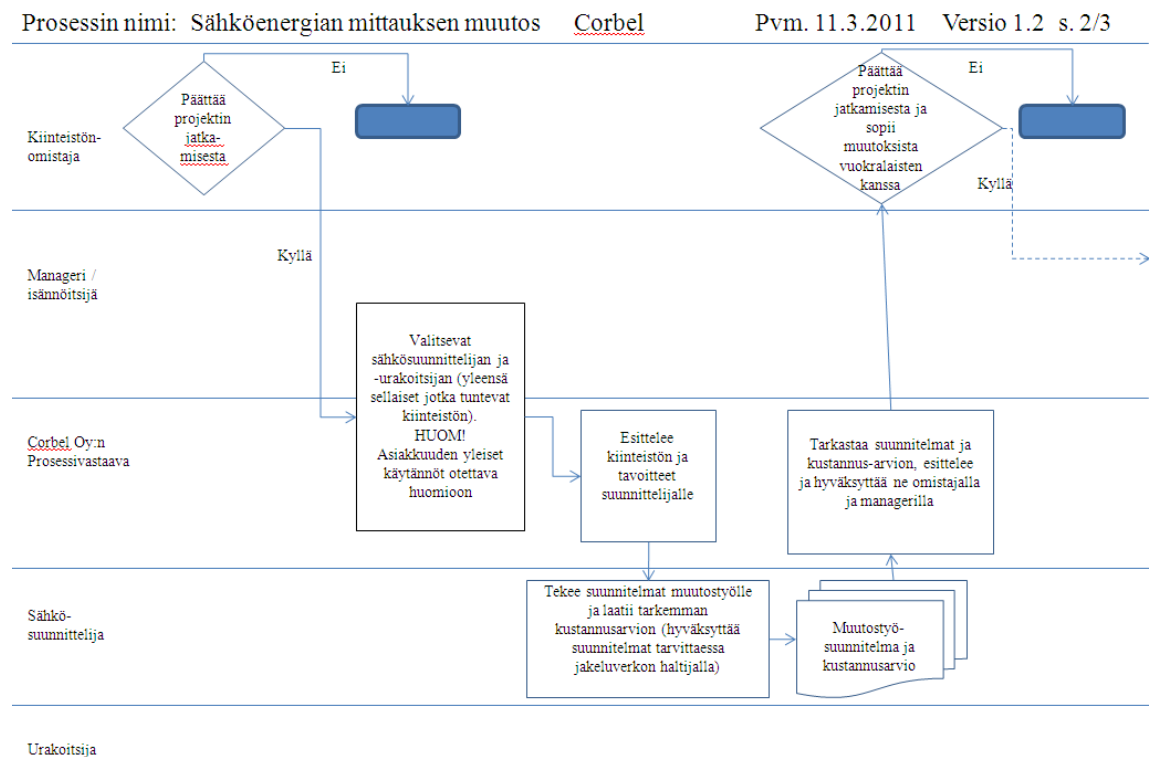
Näiden tietojen pohjalta prosessivastaava voi muodostaa käsityksen kiinteistön sähkönkulutusmittauksen tilasta ja muutosmahdollisuuksista. Mittauksen tilanne ja muutosmahdollisuudet raportoidaan kiinteistönomistajalle ja isännöitsijälle, jonka perusteella omistaja tekee päätöksen prosessin jatkamisesta.

Alustavaa kustannusarviota varten kiinteistökierröksellä kannattaa kerätä mahdollisimman paljon, muutostöitä silmällä pitäen, myös rakennus- ja sähkötekniisiä tietoja. Pää- ja

jakokeskustiloissa kannattaa jo esiselvitysvaiheessa yrittää miettiä lisättävien mittarien tilavaatimukset. Suorissa mittauksissa, 63 ampeerin tai alle etusulakkeella varustetut mittausalueet, täytyy ottaa huomioon, että mitattava nousujohto on käännettävä kulkemaan mittarin kautta. Tällöin mittarin paikkaa mietittäessä, tulee ottaa huomioon olemassa olevan nousujohdon rajallisuudet.

5.2 Suunnittelu

Esiselvitystyön jälkeen kiinteistönomistaja päättää halukkuudesta jatkaa prosessia edelleen. Päätöksen ollessa myönteinen, käynnistetään prosessin suunnitteluosuus, jonka vaiheet on esitetty kuvassa 9. Yleensä tärkein päätökseen vaikuttava seikka on muutostöiden arvioidut kustannukset.



KUVA 9. Sähköenergian mittauksen muutosprosessin suunnittelu-vaihe.

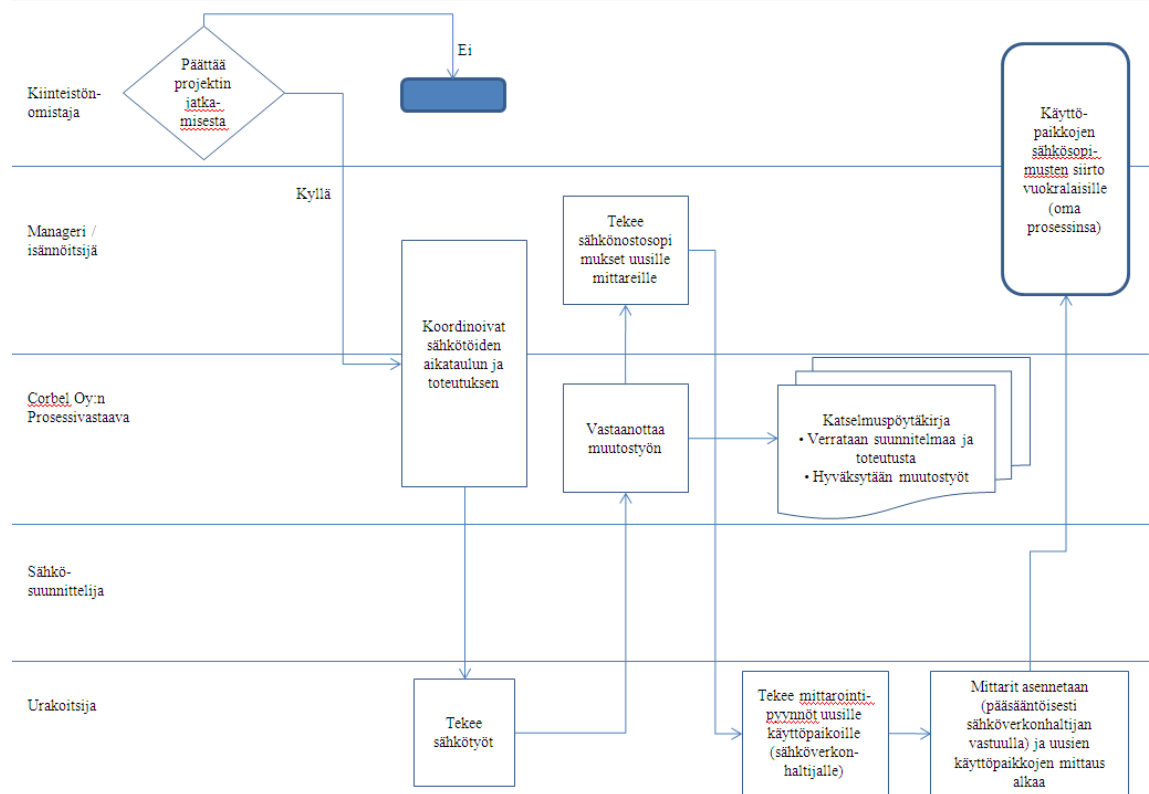
Suunnittelijaa ja urakoitsijaa valittaessa on kuitenkin otettava huomioon asiakkuuden yleiset käytännöt, kuten hankintojen ja korjausrakentamisen kilpailusrajat tai puitesopimukset, jotka voivat vaikuttavaa tekijöiden valinnoissa. Suunnittelijana, ja urakoitsi-

jana, on lähtökohtaisesti helpointa käyttää sellaista henkilöä tai yritystä, joka tuntee kiinteistön entuudestaan, yleensä siis sähkösuunnittelija, joka on suunnitellut rakennusvaiheessa kiinteistön sähkötekniikan tai, vanhempien kiinteistöjen kohdalla, suunnittelija, joka on ollut mukana saneeraus- tai tilanmuutosprojekteissa. Kun sähkösuunnittelija on valittu, käy prosessista vastaava henkilö hänen kanssaan läpi kiinteistön ja tavoitteet. Käytännössä tämä tarkoittaa kohdekäyntiä ja -kierrosta jossa käydään läpi pääkeskushuone, nousu- ja jakokeskukset, sekä mittaukseen haluttavat alueet.

Suunnittelun edetessä prosessista vastaava pitää tiiviisti yhteyttä suunnittelijaan sekä toimii linkkinä kiinteistönomistajaan ja kiinteistöpäällikköön/-manageriin. Suunnitelmat hyväksytetään sähköverkonhaltijalla, minkä jälkeen sähkösuunnittelija tai -urakoitsija tekee muutostöistä kustannusarvion. Tämä, esiselvitystyön jälkeen tehtävää tarkempi, kustannusarvio esitellään ja hyväksytetään kiinteistönomistajan edustajalla, joka tekee päätöksen prosessin jatkamisesta.

5.3 Toteutus

Sähköverkonhaltijan ja kiinteistönomistajan hyväksytyä mittausmuutossuunnitelmat, on prosessivastaavan ja kiinteistöpäällikön (voivat olla myös yksi ja sama henkilö) tehtävänä aikatauluttaa ja koordinoida sähköurakoitsijan ja vuokralaisten kanssa toteutettavat muutostyöt. Varsinkin käyttökatkojen, joita väistämättä syntyy jonkin verran, aikatauluttaminen on tärkeää hoitaa niin, että käyttäjälle, eli vuokralaiselle, syntyy mahdollisimman vähäinen haitta. Jos muutostyönkohteena olevalla kiinteistöllä on nimetty sähkönkäytönjohtaja, on häntä viimeistään tässä vaiheessa informoitava tilanteesta. Yleisesti prosessivastaavan tehtävä on tiedottaa muutostöiden kulusta vuokralaisille, kiinteistöpäällikölle/-managerille sekä, tarpeen mukaan, kiinteistönomistajalle ja sähkönkäytönjohtajalle. Lisäksi prosessivastaava hoitaa käytännönjärjestelyjä, kuten esittelee kiinteistön ja hoitaa kulkuluvat urakoitsijalle. Kuvassa 10 on esitetty mittausmuutosprosessin toteutusvaiheen tehtävät.



KUVA 10. Sähköenergian mittauksen muutosprosessin toteutusvaihe.

Kun muutostyöt on saatu päätökseen, ottaa prosessivastaava ne vastaan. Vastaanotto vaiheessa järjestetään katselmuskierros, josta kirjoitetaan katselmuspöytäkirja, millä verrataan toteutettuja muutoksia suunniteltuihin ja hyväksytään muutostyöt. Kun muutostyöt on katselmuspöytäkirjalla hyväksytty ja vastaanotettu, kiinteistöpäällikkö tekee sähköostosopimukset uusille mittareille, jonka jälkeen hän saa sähköverkonhaltijalta käyttöpaikkanumerot. Käyttöpaikkanumeroiden perusteella sähköurakoitsija voi tehdä mittarointipyyntöjä sähköverkonhaltijalle, jonka jälkeen mittarit asennetaan. Mittarien asennus tapahtuu pääsääntöisesti sähköverkonhaltijan toimesta.

Alkuun uusille mittareille tehdään sähköostosopimukset kiinteistön nimiin, jotta mihinkään tilaan ei pääse syntymään sopimuksetonta tilannetta. Kun uudet mittarit on asennettu ja niiden luenta käynnistetty, voi kiinteistöpäällikkö ja kiinteistönomistajan vuokralaissuhteista vastaava henkilö ryhtyä siirtämään sopimuksia asiakkaille. Sähkö-sopimusten siirto vuokralaisille on kuitenkin jo oma prosessinsa, jossa pääasiallisesti vastuun kantavat kiinteistöpäällikkö ja kiinteistönomistajan edustaja. Sähkömittaus prosessi katsotaan päättyväksi, kun uusien käyttöpaikkojen mittaus on alkanut.

6 CASE-KUVAUKSET

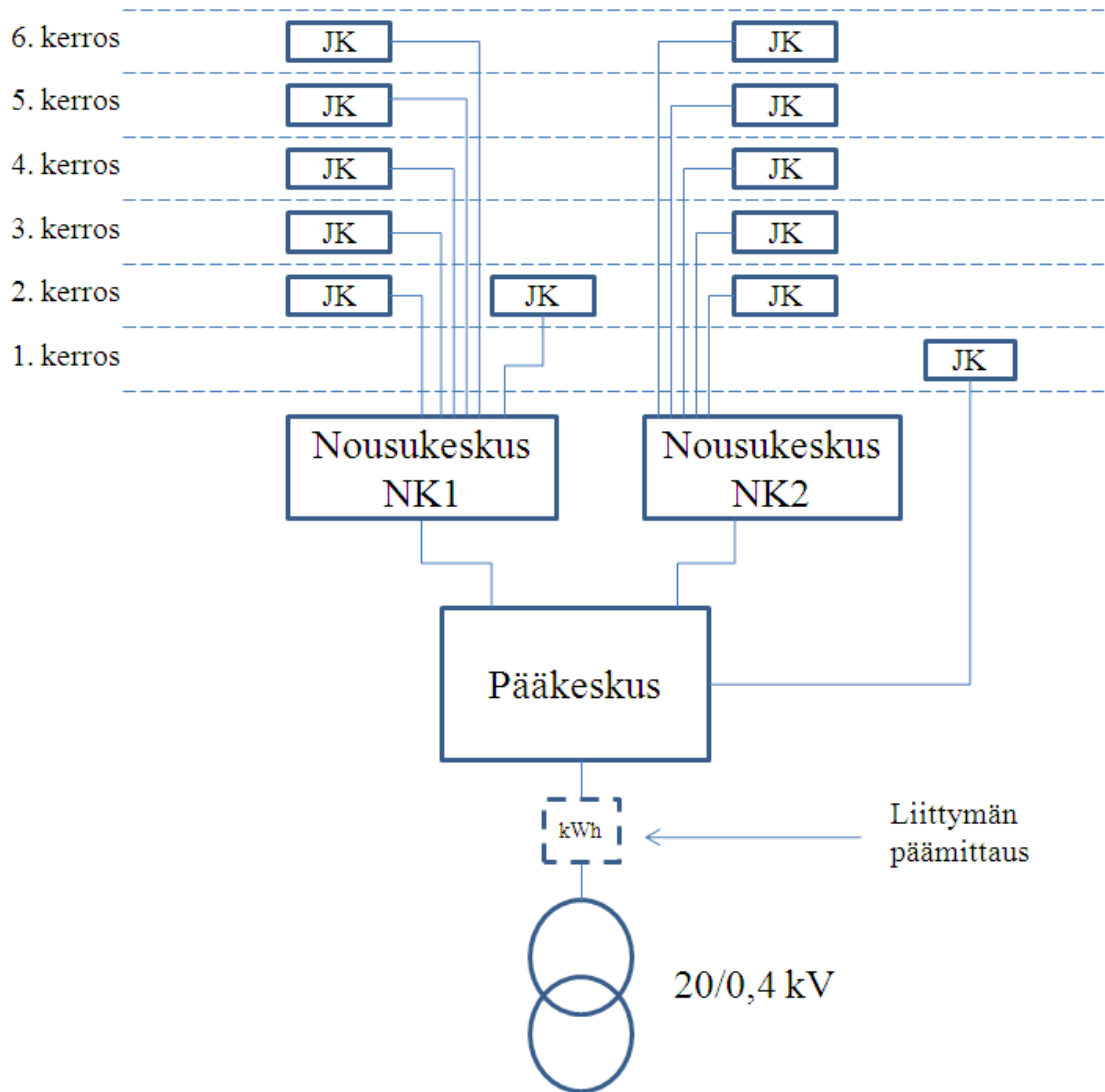
Tässä luvussa käsitellään kolmea Corbel Oy:n asiakkaalle toteutettua mittarointimuutosprosessia. Kaikki kohteet sijaitsevat pääkaupunkiseudulla.

6.1 Case 1

Case 1:ssä kuvataan Helsingin Vallilassa sijaitsevan toimistokiinteistön mittarointimuutosprosessin vaiheet. Kohdekiinteistössä on viisi toimistokerrosta, katutason aula ja lounasravintola, sekä kaksi maanalaista kellarikerrosta, jotka toimivat lähinnä pysäköintitilana. Rakennus on valmistunut vuonna 2000. Kiinteistö on liitetty Helsingin Energian sähköverkkoon keskijännitetasolla.

Kiinteistö on suunniteltu yhden toimijan tarpeita silmälläpitäen, joten sähkönkulutuksen seuranta ei toimistokerroksiin ole alun perin järjestetty. Kiinteistön ainut laskutettava sähköenergiamittari on liittymän päämittaus, joka on kiinteistön nimissä. Vuokralaisten sähkönkulutus on laskutettu arvioperusteisesti. Ainoastaan 1. kerroksen keittiökojeiden sähkönkulutus on mitattu erillisellä alamittarilla, mutta sen lukemia ei ole aktiivisesti seurattu.

Toimistokerroksien sähkönjakelu on järjestetty kahden nousukeskuksen kautta. toinen nousukeskus sijaitsee pääkeskushuoneessa, tästä eteenpäin NK1, ja toinen 1. kellarikerroksen autohallissa, tästä eteenpäin NK2. Nousukeskuksista toimistokerroksia syötetään jakokeskusten kautta, niin että yhdessä kerroksessa on kaksi jakokeskusta. Näiden jakokeskusten syötöt tulevat aina niin, toiseen keskukseen syöttö tulee NK1:ltä ja toiseen NK2:lta. Poikkeuksen muodostaa 2. kerros, jossa on kolme jakokeskusta. Lisäksi keittiön kojeita syöttävän jakokeskuksen nousujohto lähtee suoraan pääkeskukselta. Kuvassa 11 on esitetty periaatekuva kiinteistön sähkönjakelujärjestelmästä.



KUVA 11. Case 1 kiinteistön sähköjärjestelmän periaatekaavio.

Suunniteltaessa kiinteistöön sähkömittauksen muutosta, oli lähtökohtana toimistokerroksien ja keittiön saaminen mittauksen piiriin. Koska kyseessä on keskijänniteliittyjä ainoa mahdollisuus muodostaa myös sähkökäyttöpaikat vuokralaisille, on ottaa käyttöön Mitox Oy:n alamittauspalvelu.

Esiselvityksessä päädyttiin siihen, että helpoiten toteutettava ratkaisu on muodostaa kaikista toimistokerrosten jakokeskuksista oma sähkökäyttöpaikkansa. Hankaluutena kyseisessä toimintamallissa on se, että kokonaisen kerroksen vuokraavan käyttäjän on tehtävä kaksi (2. kerroksen tapauksessa kolme) sähkönostosopimusta. Vaihtoehdot olisivat toteutukseltaan niin kalliita ja teknisesti hankalia, että valittu ratkaisu on käytännössä ainoa mahdollinen. Keittiön tapauksessa päädyttiin muodostamaan keittiön kojei-

ta syöttävästä jakokeskuksesta oma käyttöpaikkansa. Kaikkea keittiön sähkönkulutusta ei saada mittauksen piiriin, sillä esimerkiksi ruokalan ja aulan valaistuksen syöttö tulee yhteisestä ryhmästä. Näin ollen jouduttaisiin mittaviin sähkötekniisiin muutostöihin, jotta koko keittiön kulutus saataisiin omaksi käyttöpaikakseen. Suunnittelussa päädyttiin lopulta siihen, että keittiön kojeiden kulutus mitataan ja muodostetaan omaksi käyttöpaikakseen. Muu keittiön kulutus sisältyy edelleen kiinteistösähköön.

NK1:ltä mittaroinnin piiriin liitettävälle lähdöille rakennetaan pääkeskushuoneeseen monimittarikeskus. Koska kaikkien NK2:n mitattavien lähtöjen etusulakkeet ovat yli 63 ampeerin sulakkeita, voidaan mittaus suorittaa epäsuorilla mittauksilla. Kun NK2:lla on varattu tilat mittamuuntajille, on mittaustietojen vieminen monimittarikeskukselle verrattain vaivatonta.

Suunnitteluvaiheessa ongelmia aiheutui NK2:n sijainnista autohallissa. NK2 on sijoitettu autohalliin lukittavaan kaappiin. NK2:sta mittaroinnin piiriin liitettävien jakokeskusten etusulakkeet ovat 63 ampeerin sulakkeita. Tällöin energialaitoksen ohjeiden mukaisesti on käytettävä suoraa mittauksia (luku 4.1.2), jolloin mitattava nousukaapeli on käännettävä kulkemaan mittarin kautta, josta kulku jatkuu mitattavaan keskukseen (periaatekuva). Toisin sanoen mittareita ei voi mittamuuntajien avulla kuljettaa muualle, vaan mittarit täytyy fyysisesti asentaa lähelle NK2:sta. Kaappiin, johon NK2 on rakennettu, ei ole varattu tilaa erilliselle monimittarikeskukselle, joten mittarien sijoittaminen samaan tilaan osoittautui mahdottomaksi. Sähköverkonhaltija (Helsingin Energia) ei myöskään hyväksynyt mittarien sijoittamista kerroksien jakokeskuksiin, vaan niiden tulee sijaita, Helsingin Energian urakointiohjeiden mukaan, sellaisessa tilassa, johon verkonhaltijalla on esteetön pääsy.

Suunnittelussa päädyttiin ratkaisuun, jossa monimittarikeskus MK2 rakennetaan autohalliin, keskuskaapin ulkopuolelle. MK2 sijoitetaan metalliseen, lukittavaan koteloon, joka suojataan liikenteeltä mekaanisella, iskukestävällä suojalla.

Keittiökojeiden mittauksessa vaihdetaan uusi mittari jo olemassa olevan mittarin paikalle. Muutostöitä ei varsinaisesti tarvitse tehdä, ainoastaan mittamuuntajat uusitaan vastaamaan verkkoyhtiön vaatimuksia.

Yhteenveto case 1:ssä tehtävistä muutoksista:

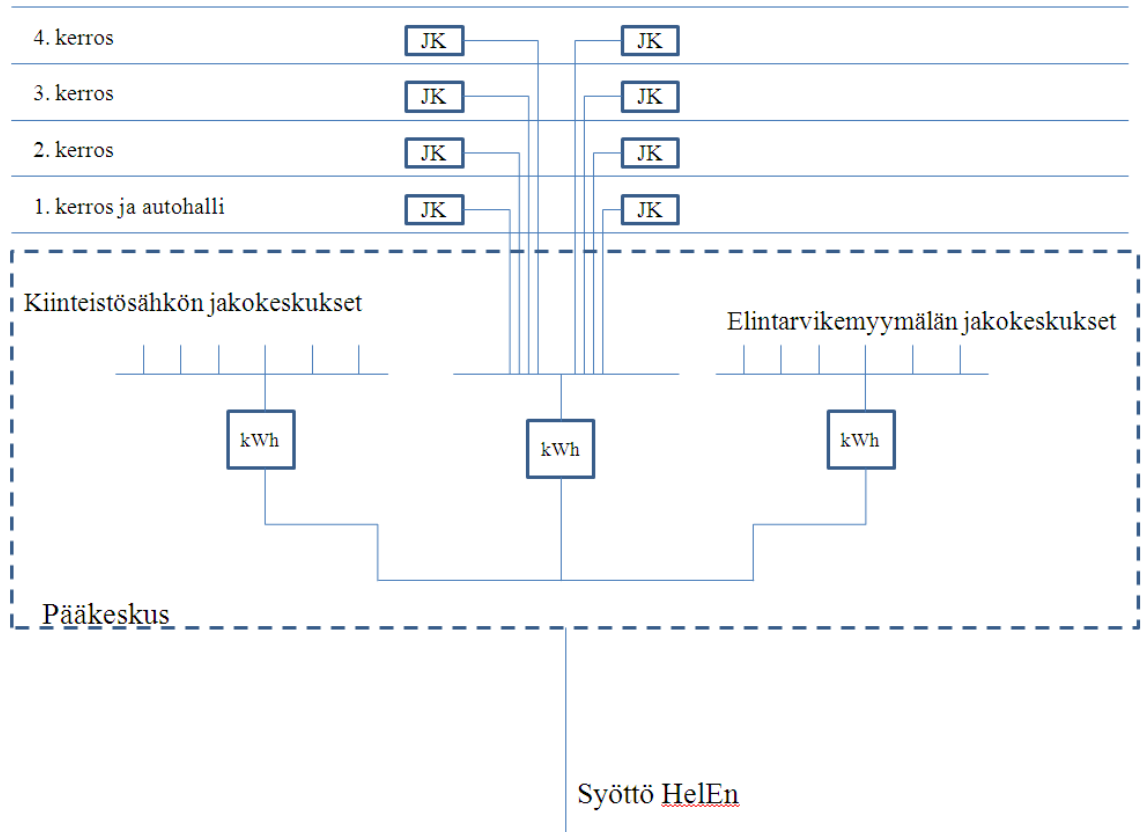
- Toimistokerroksien jakokeskukset (12 kappaletta) liitetään mittaroinnin piiriin.
- Pääkeskushuoneeseen rakennetaan monimittarikeskus MK1, johon mittarit NK1:n mittauksen piiriin liitettävälle lähdöille (epäsuorat mittaukset, 6 kappaletta).
- Autohallin seinälle rakennetaan monimittarikeskus MK2, johon mittarit NK2:n mittauksen piiriin liitettävät lähdöt (suorat mittaukset, n kappaletta).
- Keittiön kojeiden mittari asennetaan olemassa olevan paikalle, mittamuuntajat uusitaan.
- Kiinteistössä otetaan käyttöön Mitox Oy:n alamittauspalvelu.

6.2 Case 2

Case 2:ssa kuvataan Helsingin Pikku Huopalahdessa sijaitsevan liike- ja toimistokiinteistön sähkömittauksen muutosprosessin vaiheet. Kohdekiinteistössä on neljä toimistokerrosta, katutasossa toimii elintarvikemyymälä ja yksikerroksisessa eteläsiivessä on hallitilaa. Rakennus on valmistunut vuonna 1992. Kiinteistö on liitetty Helsingin Energian sähköverkkoon pienjännitetasolla.

Kiinteistö pitää sisällään kolme sähkökäyttöpaikkaa, elintarvikemyymälä, kiinteistö sähkö ja toimisto- ja autohallisiipi on mitattu omiksi käyttöpaikoikseen. Lähtökohtana muutosprosessille oli se, että toimistokerrosten ja autohallin kulutus saataisiin eriteltyä pienempiin osiin. Prosessin aloitus hetkellä toimistokerroksia oli vuokrattuna eri toimijoille, joiden sähkönkulutus laskutetaan arvioperusteisesti.

Jokaisen toimistokerroksen sähkönjakelu on järjestetty kahden jakokeskuksen kautta. Jakokeskusten nousujohdot tulevat suoraan pääkeskukselta. Kuvassa 12 on esitetty periaatekuva kiinteistön sähköverkosta. Kuvassa ei ole esitetty kiinteistö sähkömittauksen eikä elintarvikemyymälän jakokeskusten sijaintia tarkemmin, sillä niiden mittausmuuttamiselle ei ole tarvetta. Kuvassa pääkeskusta on mallinnettu sinisellä katkovivalla.



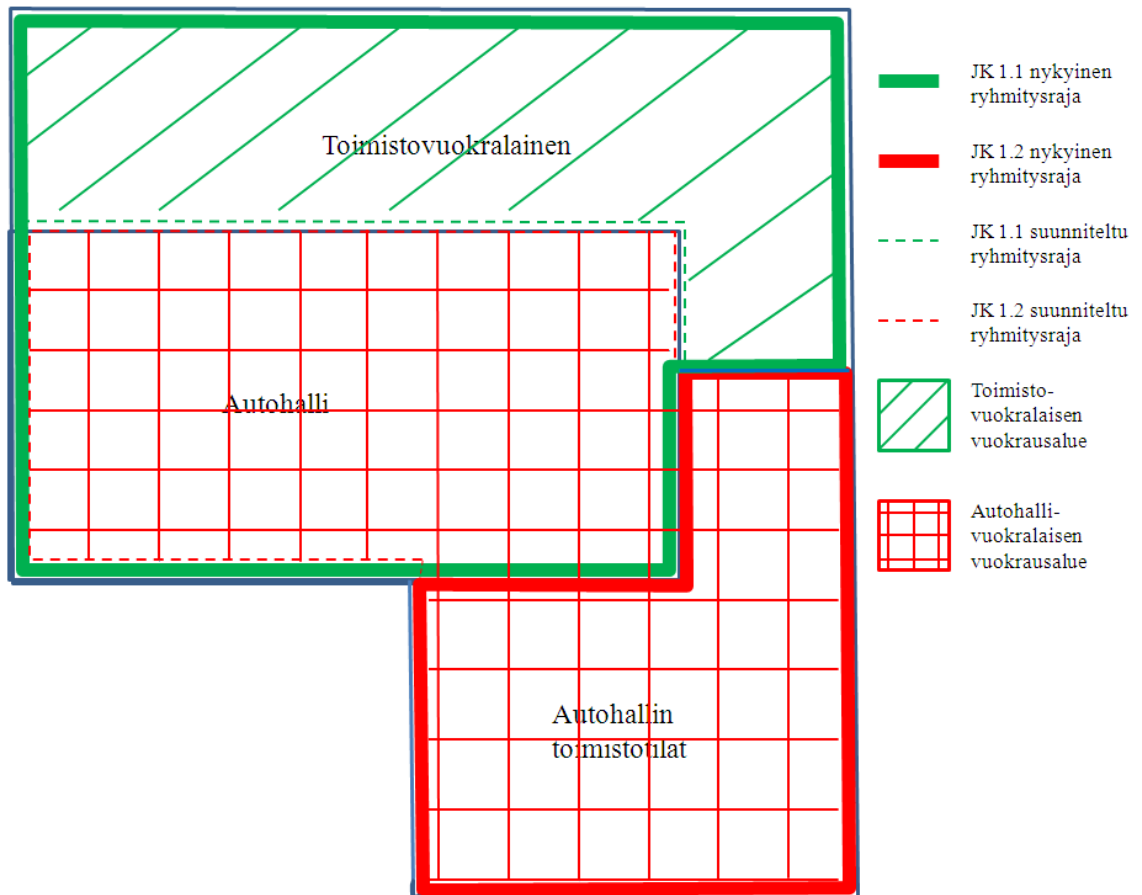
KUVA 12. Case 2 kiinteistön sähköverkon periaatekuva.

Lähtökohdaksi suunnittelulle otettiin toimistokerrosten ja autohallin kulutusmittauksen järjestäminen niin, että vuokralaiset voisivat muodostaa omat käyttöpaikkansa vuokraamilleen alueille. Käytännössä kerrokset jakautuisivat kahteen käyttöpaikkaan, koska uusia jakokeskuksia ei katsottu tarpeelliseksi ryhtyä rakentamaan.

Muutostöiden suunnittelussa päädyttiin yksinkertaisimpaan ratkaisuun, jossa vanha toimistotilojen sähkömittaus puretaan ja jokaisen jakokeskuksen sähköenergiankulutus mitataan erikseen, näin ollen jokaisen keskuksen syöttöalueesta muodostuu sähkönkäyttöpaikka. Uusille mittareille rakennetaan monimittarikeskus sähköpääkeskustiloihin.

Sähkötekniisiä muutostöitä vaatii varsinaisesti vain 1. kerros, sillä sen jakokeskusten rajat eivät vastaa vuokra-alueiden rajoja. Autohallin syötöt tulevat jakokeskuksesta, tästä eteenpäin JK1.1, joka syöttää myös kerroksen toimistovuokralaisen tiloja. Autohalliin liittyviä toimistotiloja puolestaan syötetään 1. kerroksen toisesta jakokeskuksesta, tästä eteenpäin JK1.2. Paras ratkaisu olisi siis autohallin lähtöjen siirtäminen JK1.1:stä JK1.2:teen. Tällöin kuitenkin joudutaan rakentamaan autohallisiivelle uusi keskus, sillä

JK1.2:n nykyisen etusulakkeen koko on vain 50 ampeeria, ja autohallin sähkökojeiden kuormitus on niin suuri, ettei 50 A ole riittävä sulakekoko. Kuvassa 13 on esitetty periaatteellinen kuva edellä mainittujen jakokeskusten nykyisistä ja suunnitelluista ryhmitysrajoista. On syytä huomioda, ettei kuva esitä kiinteistön todellista pohjakuvaa tai ole mitenkään mittakaavassa, vaan on täysin periaatteellinen.



KUVA 13. Case 2 kiinteistön 1. kerroksen nykyiset ryhmitysrajat ja suunniteltu muutos.

Kuvassa 10 paksut viivat kuvaavat alkuperäisiä jakokeskusten ryhmitysrajoja (vihreä JK1.1 ja punainen JK1.2), kenoviivoilla mallinnetaan käyttäjien vuokra-alueita (vihreä kenoviiva toimistovuokralaiselle ja punaisella ruudutettu autohallivuokralaiselle) sekä katkoviivoilla suunniteltuja ryhmitysrajojen muutoksia (vihreä JK 1.1:n ja punainen JK 1.2:n).

Yhteenveto case 2:n kiinteistössä tehtävistä muutoksista:

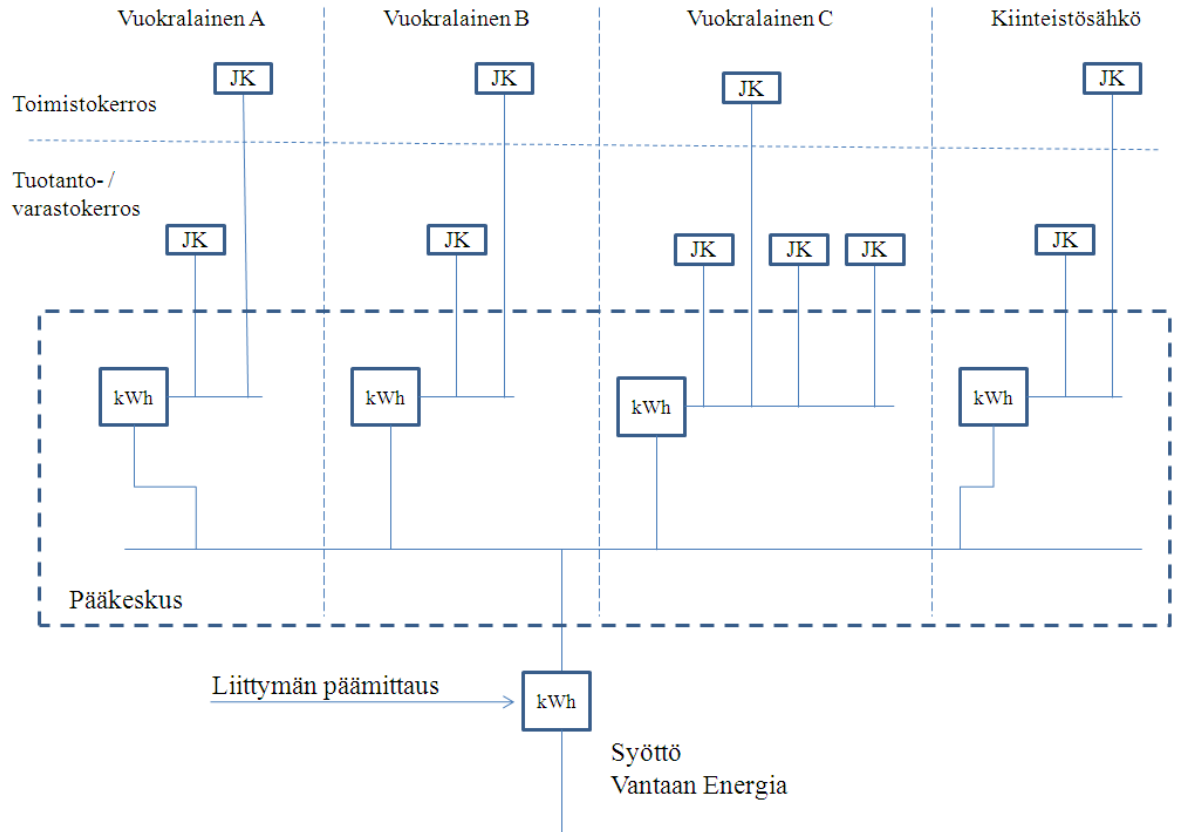
- Vanha toimistokerroksien mittaus puretaan ja jokaisen jakokeskuksen sähköenergiankulutus mitataan erikseen.
- Jokaisesta uudesta mittauksesta muodostetaan oma sähkökäyttöpaikkansa.
- Sähköpääkeskushuoneeseen rakennetaan monimittarikeskus uusille mittauksille.
- 1.kerroksen jakokeskusten ryhmitysrajat muutetaan vastaamaan vuokralaisrajoja (kts. kuva 13).
- 1. kerroksen jakokeskusmuutoksen yhteydessä rakennetaan uusi keskus vanhan JK1.2:n tilalle.

6.3 Case 3

Case 3:ssa kuvataan Vantaan Piispankylässä sijaitsevaa toimisto- ja tuotantokiinteistön mittarointimuutosprosessin vaiheet. Kohdekiinteistössä on kolme vuokrattavaa tilaa, jossa kussakin on sekä toimisto-, että tuotantotiloja. Vuokrattavat tilat ovat kaksikerroksisia. Rakennus on valmistunut vuonna 2008. Kiinteistö on liitetty Vantaan Energian sähköverkkoon pienjännitetasolla.

Kiinteistö on rakennusvaiheessa suunniteltu useammalle käyttäjälle, ja vuokralaistilojen ja kiinteistösähkön sähkökulutukset on eroteltu omille mittauksilleen. Kiinteistölle ei kuitenkaan ole muodostettu kuin yksi käyttöpaikka liittymäpisteeseen, joka kattaa koko kiinteistön kulutuksen. Vuokralaistilojen sähköenergiankulutusta seurataan kuukausitasolla ja laskutetaan kulutettujen kilowattituntien mukaan.

Kiinteistön sähköjakelu on järjestetty niin, että kolmen vuokralaistilan sähköenergiankulutukset mitataan omilla alamittareillaan, myös kiinteistösähkö on erikseen mitattu. Kiinteistö on jaettu kolmeen vuokralaislohkoon, joista yksi, tästä eteenpäin vuokralainen C, on kahta muuta suurempi. Vuokralaisen C tiloissa on pienimuotoista tuotantoa. Kuvassa 14 on esitetty kiinteistön sähköjakelun periaatekuva.



KUVA 14. Case 3 kiinteistön sähköjärjestelmän periaatekuva.

Lähtökohdaksi suunnittelussa otettiin, että nykyisistä vuokralaistila- ja kiinteistö sähkömittareista muodostetaan omat käyttöpaikkansa ja nykyinen liittymän päämittaus puretaan tarpeettomana pois. Jo esiselvitystä tehdessä kävi selväksi, ettei kiinteistössä tarvitse tehdä suuria sähkötekniisiä muutostöitä, koska käyttäjien sähkömittaukset vastaavat vuokralaisalueita ja kiinteistö sähkölle on jo oma mittauksensa.

Suunnitteluvaihe vahvisti esiselvitystyön päätelmät. Ainoa kiinteistössä vaadittava muutostyö, on rakentaa mittauksille sähköverkkoyhtiön vaatimusten, toisin sanoen standardin SFS-2529 (kts. luku 4.1.1), mukaiset mittarialustat.

Mittarialustan rakentamisen jälkeen isännöitsijä tekee uusille käyttöpaikoille sähkönsopimukset ja urakoitsija voi lähettää mittarointipyynnöt sähköverkonhaltijalle, jonka jälkeen Vantaan Energia asentaa uudet sähkömittarit ja purkaa tarpeettomaksi käyneen entisen päämittauksen pois. Kun uusien käyttöpaikkojen mittarointi on alkanut, voidaan sopimukset siirtää isännöitsijän tai vuokralaisasioista, kiinteistön omistajan puolelta, vastaavan henkilön toimesta käyttäjälle.

Yhteenveto case 3:n kiinteistössä tehtävistä muutoksista:

- Standardit täyttävän alustan rakentaminen mittauksille.

6.4 Yhteenveto kustannuksista

Jatkossa toteutettavien sähkömittaus muutosten kustannusarvioinnin tueksi voidaan, edellisissä luvuissa käsiteltyjen case-kuvausten perusteella, muodostaa keskiarvoihin perustuvat kustannukset perustettavaa käyttöpaikkaa kohti. Taulukossa 6 on eritelty tarvike- ja työkustannukset muodostettavaa käyttöpaikkaa kohti. Kustannustaulukkoa laskiessa on käytetty pohjana caseissa käytettyjen sähköurakoitsijoiden ja -suunnittelijoiden laskemia arvioita. Esiselvitykseen ja projektinjohdollisiin kustannuksiin on laskettu kohteisiin käytettyjen tuntien keskiarvo, keskiarvokustannukseen ei ole huomioitu kohdekäynneistä muodostuvia kilometrikorvauksia.

TAULUKKO 6. Tarvike- ja työkustannukset yhtä muodostettavaa käyttöpaikkaa kohti.

	Esiselvitys / Projektinjohto	Asennustyöt	Mittaus- keskukset	Mittamuuntajat + riviliittimet	Kaapelointi	Pientarvikkeet	Yhteensä
ka. kustannukset / käyttöpaikka	195,00 €	350,00 €	150,00 €	95,00 €	135,00 €	20,00 €	945,00 €

Taulukossa 6 ei ole huomioitu mahdollisesti vaadittavia suunnittelu ja rakennus- tai sähkötekniisiä töitä. Kuten Case 1:ssä NK2:lle tehtäviä läpivientejä ja MK2:lle rakennettavaa mekaanista suojausta, tai Case 2:ssa vaadittavaa uuden jakokeskuksen rakentamista. Tällaiset asiat huomioidaan aina kohdekohtaisesti ja vaadittavien toimenpiteiden mukaan. Myöskään suunnittelun ja loppudokumentoinnin osuutta ei ole laskettu, sillä käytettyjen tuntien määrää ei voi suoraan verrata lisättävien mittausten määrään.

Kaapeloinnissa on laskettu, että kaapeloitava matka on maksimissaan noin 20 metriä mittaria kohti. Eli käytännössä mittarikeskus asennetaan pää- tai nousukeskustiloihin tai

viereiseen huoneeseen. Jos kaapeloitava matka kasvaa, täytyy kaapeloinnille laskea suu-remmat kustannukset.

Mittamuuntajissa tulee ottaa huomioon kyseessä olevan sähköverkkoyhtiön käytännöt mittamuuntajien hankinnassa. Esimerkiksi Vantaan Energian alueella mittamuuntajat toimittaa verkkoyhtiö, jolloin niistä ei myöskään aiheudu välinekustannuksia rakentajalle.

Asennustöiden kustannuksia arvioitaessa on otettu huomioon, että osa töistä joudutaan tekemään normaalintyöajan ulkopuolella, joten arvioon on laskettu myös yli- ja viikonlopputyökorvauksia. Jos asennustyöt saadaan vuokralaisen kanssa sovittua normaaliin työaikaan, vähenevät vaadittava kustannukset.

Suunnittelulle ja loppudokumentoinnille voi kiinteistössä, jossa ei juuri tarvitse tehdä ylimääräisiä rakennus- tai sähkötekniisiä töitä, kuten caseissa 1 ja 2, laskea osuudeksi noin 3 000 €. Tuosta 3 000 €:sta karkeasti jaetaan 2 000 € suunnittelulle ja 1 000 € loppudokumentoinnille.

Kaavalla 1 voidaan esiselvityksessä, kun muodostettavien kustannuspaikkojen määrä on selvillä, laskea suuntaa antava, alustava kustannusarvio. Kaavassa 1 ei ole otettu huomioon ylimääräisiä rakennus- tai sähkötekniisiä, kuten läpivientien poraamista tai uusien jakokeskusten rakentamista, töitä. Kaavassa on myös oletettu, että on rakentajan vastuulla hankkia mittamuuntajat. Kaavassa 1 esitetty 3000 € lisättävä kiinteä kulu on varattu suunnittelulle, jonka suuruuteen ei lisättävien mittareiden määrä vaikuta niin suuresti.

$$(1) \quad x * n + 3000\text{€} = \textit{alustava kustannus} [\text{€}]$$

jossa $x = \sum(\textit{esiselvitys ja projektinjohto} + \textit{asennustyöt} + \textit{mittauskeskukset} + \textit{mittamuuntajat ja riviliittimet} + \textit{kaapelointi} + \textit{pientarvikkeet}), [\text{€}]$

$n = \textit{muodostettavien kustannuspaikkojen, eli mittauksen, määrä}$

Tarkasteltaessa taulukon 6 ja kaavan 1 tuloksia on otettava huomioon, että ne on tarkoitettu työkaluksi esiselvitystyö-vaiheessa tehtävälle alustavalle kustannusarviolle, jolla saadaan selville sähkönmittauksen muutostyön vaatimien kustannusten suuruusluokka.

Suunnittelijalta tai sähköurakoitsijalta tulee silti aina pyytää kustannusarvio, kun tarkemmat suunnitelmat muutoksista on tehty.

Jos muutostyötä suunnitellaan Helsingin Energian sähköverkon alueelle ja muutostyön kohdekiinteistöllä on keskijänniteliittäjä, jolloin täytyy ottaa käyttöön Mitox Oy:n Alamittauspalvelu, täytyy ottaa huomioon käyttökustannukset. Alamittauspalvelun käyttökustannukset ovat seuraavat (luvusta 4.4):

- käyttöönottomaksu: 550 €/ kiinteistö
- palvelumaksu: 35 €/ kiinteistö /kk + 2 €/ alamittaus / kk.

7 TULOKSET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda prosessikaavio ja -kuvaus sähkönmittauksen muutokselle. Prosessikuvauksen ja -kaavion päämääränä on toimia tukirakenteena tilanteessa, jossa kiinteistönomistaja haluaa päästä eroon työläästä ja kannattamattomasta sähkönkulutuksen läpilaskutuksesta, tai selkeyttää omistamansa kiinteistön sähköenergian mittausta. Muodostettu prosessikaavio ja -kuvaus on esitetty luvussa 5.

Corbel Oy:n asiakkaalle tehtiin mittausmuutoksiin, jotka on esitelty luvussa 6, perusteella maksaa yhden mittauksen lisääminen noin 945 € Hintaan ei ole laskettu mahdollisia syntyviä rakennusteknisiä kustannuksia, eikä suunnittelun osuutta. Syntyvät kustannukset voivat nousta melko korkeiksi. Koko ajan kehittyvän mittaustekniikan myötä voi kustannusrakenne muuttua kuitenkin lähivuosina hyvinkin dramaattisesti.

Yhden mittarin keskimääräinen kustannus on tärkeä tieto prosessivastaavalle. Kun kiinteistössä ryhdytään selvittämään mahdollisuuksia sähkönmittauksen muutoksille, voi prosessivastaava jo esiselvitysvaiheessa antaa suuntaa antavan ja luotettavan kustannusarvion. Näin ollen saadaan jo esiselvitysvaiheessa usein selville kannattaako mittausmuutosprosessia jatkaa edelleen.

8 POHDINTA

Kiinteistönomistajan halutessa muuttaa kiinteistönsä sähköenergianmittausta, voi Corbel Oy tarjota kokonaisvaltaisen palvelun, joka on muodostettu käytännön kokemusten perusteella. On kuitenkin muistettava, että prosessikaavio on vain yksi työkalu muutostyöstä vastaavan henkilön avuksi. Prosessivastaavan rooli koko muutostyössä on suuri ja vaaditaan laajaa perehtyneisyyttä mittaustekniikkaan ja vaadittaviin asennus- ja rakennustöihin, jotta mittausmuutoksen edellyttämät toimet tapahtuvat suunnitellusti ja ripeästi.

Nykyisissä liike- ja toimistokiinteistöissä sähkömittauksen toteutuksessa ei ole huomioitu mahdollisia vuokralaisalueiden muutoksia, joten muodostetulla muutosprosessilla on varmasti tilausta tulevaisuudessakin. Kiinteistönomistajia on kuitenkin informoitava nykytilanteesta ja pyrittävä aktiivisesti tuomaan esiin mittausmuutosta yhtenä kiinteistön kehitysmahdollisuutena. Tässä on managereilla ja asiakkaan suuntaan toimivalla yhteyshenkilöllä suuri rooli.

Case-kuvausten perusteella muodostettu yhden mittarin keskimääräinen kustannus (esitetty taulukossa 6) on prosessikaavion ja -kuvauksen ohella opinnäytetyön tärkeintä antia. Tehdessä alustavia kustannusarvioita, täytyy jokainen kiinteistö kuitenkin arvioida erillisenä kokonaisuutena, jossa mittarin lisäämisen keskimääräinen kustannus on vain yksi työkalu. Esimerkiksi olemassa olevat mittaukset voivat hyvinkin täyttää standardit ja verkkoyhtiöiden vaatimukset, jolloin välttämättä ei tarvita kovin suuria taloudellisia satsauksia mittauksen muuttamiseksi.

Sähkömittauksen muutosprosessissa on varmasti vielä kehittämistä, mutta mahdolliset epäkohdat tulevat esille, kun muutostöitä toteutetaan kiinteistöissä. Tällöin muutosprosessia voidaan kehittää yhä edelleen. Lisäksi voidaan pohtia olisiko syytä muodostaa oma prosessikaavionsa esimerkiksi uusille sähkökäyttöpaikoille tehtyjen sähkösojelmusten siirtämisestä vuokralaisille. Muodostetussa prosessikaaviossa ei myöskään ole otettu huomioon mahdollisia mittausalueselvityksiä, joita voidaan joutua tekemään jos kiinteistön jakokeskuksien vaikutusalueista ei ole täyttä selvyyttä.

LÄHTEET

1. Sähkömarkkinalaki
386/1995. FINLEX - Valtion säädöstietopankki.
Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1995/19950386>.
Viitattu 21.3.2011
2. Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta
66/2009. FINLEX - Valtion säädöstietopankki.
Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090066>. Viitattu 21.3.2011.
3. Lindeman Keijo & Sahinoja Tapio. Sähkömittaustekniikan perusteet.
Helsinki. WSOY. 2000.
4. Kärkkäinen Seppo, Koponen Pekka, Martikainen Antti & Pihala Hannu.
Sähkön pienkuluttajien etäluettavan mittaroinnin tila ja luomat mahdollisuudet.
VTT:n tutkimusraportti. 2006. Saatavilla:
<http://www.tem.fi/files/16745/Raportti-lopullinen.pdf>. Viitattu 25.3.2011.
5. Wallin Pekka. Sähkömittaustekniikan perusteet. Helsinki. Otatieto. 2001.
6. Piispanen Markus. Synergioiden saavutettavuus automaattisessa mittarinluennassa sähkö-, kaukolämpö- ja vesihuoltoyritysten välillä. Aalto yliopisto, Teknillinen korkeakoulu, Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation tiedekunta.
Diplomityö. 2010.
7. Karkkulainen Toma. Sähkömittareiden kaukoluennan kannattavuus ja käyttöönotto sähköverkkoyhtiössä.
Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto, Energia- ja ympäristötekniikan osasto.
Diplomityö. 2005.
8. SFS-2529. Vaihtosähköenergian mittaustapa. Energiamittarin alusta.
Suomen Standardisoimisliitto SFS. 2000. 4.painos.
9. SFS-3381. Vaihtosähköenergian mittaustapa. Mittauslaitteistot.
Suomen Standardisoimisliitto SFS. 2000. 3.painos.
10. SFS-3382. Vaihtosähköenergian mittaustapa. Ohjaus- ja kaukomittauslaitteistot.
Suomen Standardisoimisliitto SFS. 2000. 3. painos.
11. SFS-2537. Vaihtosähköenergian mittaustapa. Mittauskytkennät ja liitinten numerointi.
Suomen Standardisoimisliitto SFS. 2000. 3. painos.

12. Sähköliittymien suunnitteluohjeet. Toimintatavat ja hankintarajat.
Vantaan Energia. 2009. Saatavilla:
<http://www.vantaanenergia.fi/fi/Sahko/sahkoliittyma/Documents/Toimintatavat%20ja%20hankintarajat.pdf>. Viitattu: 17.3.2011.
13. Sähköliittymien suunnitteluohjeet. Mittarit, mittamuuntajat ja tariffinohjauslaitteet.
Vantaan Energia. 2009. Saatavilla:
<http://www.vantaanenergia.fi/fi/Sahko/sahkoliittyma/Documents/Mittarit,%20mittamuuntajat%20ja%20tariffiohjauslaitteet.pdf>. Viitattu: 17.3.2011.
14. Sähköliittymien suunnitteluohjeet. Mittauspiirin riviliittimet ja johdotus. Vantaan Energia. 2009. Saatavilla:
<http://www.vantaanenergia.fi/fi/Sahko/sahkoliittyma/Documents/Mittauspiirin%20riviliittimet%20ja%20johdotus.pdf>. Viitattu 17.3.2011.
15. Sähköliittymien suunnitteluohjeet. Mittalaitetilat, niiden lukitus ja sinetöinti.
Vantaan Energia. 2009. Saatavilla:
<http://www.vantaanenergia.fi/fi/Sahko/sahkoliittyma/Documents/Mittalaitetilat,%20lukitus%20ja%20sinetointi.pdf>. Viitattu 17.3.2011.
16. Sähköliittymien suunnitteluohjeet. Keskijänniteliittymät. Vantaan Energia.
Saatavilla:
http://www.vantaanenergia.fi/fi/Sahko/sahkoliittyma/Documents/Keskijänniteliittymät_3.pdf. Viitattu: 17.3.2011.
17. Helen Sähköverkko Oy:n sähköasennusten suunnittelu- ja urakointi- ohjekansio. Helsingin Energia. Voimassa 1.1.2009 alkaen.
Saatavissa: <http://www.helen.fi/urakoitsijat/urakointiohjeet/sisallys.html>.
Viitattu: 17.3.2011.
18. Fortumin yleisohjeet sähköurakoitsijalle ja -suunnittelijalle [pdf].
Fortum Oy. 16.2.2010.
Saatavissa:
<http://www.fortum.fi/fi/document.asp?path=14020;14028;14030;35987;36012;36200;36211>. Viitattu: 17.3.2011.
19. Mitox Oy:n kotisivut.
Tietoa Mitoxista.
Saatavilla: <http://www.mitox.fi/yritys.html>. Viitattu 17.3.2011.

20. Alamittauspalvelukuvaus.

Mitox Oy. 10.5.2010.

Saatavilla: <http://www.mitox.fi/pdf/alamittauspalvelukuvaus.pdf>.

Viitattu 17.3.2011.

LIITTEET

- Liite 1 Taulukko mittareiden mittauskytkentöjen SFS standardin mukaisista tunnuksista
- Liite 2 Mittauskytkennöissä esiintyvien piirrosmerkkien selitykset
- Liite 3 Yleistietolomake

Taulukko mittareiden mittauskytkentöjen SFS-standardin mukaisista tunnuksista.

Mittarin rakenne	Numero			
	1	2	3	4
Perusrakenne				
Pätoenergiamittarit				
yksivaiheinen	1			
kolmivaiheinen; kaksikoneistoinen	2			
kolmivaiheinen; kolmikoneistoinen	3			
Loisenergiamittarit				
kolmivaiheinen; kaksikoneistoinen, 60° vaihesovitus	5			
kolmivaiheinen; kolmikoneistoinen, 90° vaihesovitus	7			
Lisälaitteet				
Ilman lisälaitetta		0		
Kaksoistariffilaitte		1		
Huippulaite		2		
Kaksoistariffi- ja huippulaite		3		
Huippulaite, sähköinen huipunpalautin		4		
Kaksoistariffilaitte ja huippulaite, sähköinen huipunpalautin		5		
Pulssilähtö		6		
Pulssilähtö ja kaksoistariffilaitte		7		
Liitântä				
Suora liitântä			0	
Virtamuuntajaliitântä			1	
Virta- ja jännitemuuntajaliitântä			2	
Lisälaitteiden liitännät				
Ilman ulkopuolista liitântää				0
Kaksoistariffilaitteen ja/tai sähköisen huipunpalauttimen sisäinen liitântä				1
Kaksoistariffilaitteen ja/tai sähköisen huipunpalauttimen ulkoinen liitântä				2
Lisälaitteiden ja huipputehon mittauksen ohjauksen sisäinen liitântä, avaava kosketin				3
Lisälaitteiden ja huipputehon mittauksen ohjauksen sisäinen liitântä, oikosulkukosketin				4
Lisälaitteiden ja huipputehon mittauksen ohjauksen ulkoinen liitântä, avaava kosketin				5
Lisälaitteiden ja huipputehon mittauksen ohjauksen ulkoinen liitântä, oikosulkukosketin				6

Lähde: SFS-2537. Vaihtosähköenergian mittaus. Mittauskytkennät ja liitinten numerointi. Suomen Standardisoimisliitto SFS.

Mittauskytkennöissä esiintyvien piirrosmerkkien selitykset.

SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS
FINNISH STANDARDS ASSOCIATION SFS

SFS 2537 3

4 Piirrosmerkkiselitykset

HUOM. 1 Seuraavassa esitetyt piirrosmerkkiselitykset ovat tarkoitettut ainoastaan tämän standardin kytkentäkaavioita varten. Näiden piirrosmerkkien uusiminen on harkittavana.

Merkki	Laite tai osa	Toiminto
	Tariffin ohjain	Ohjaa mittarin energiarekistereitä. T = tariff
	Huippulaitteen ohjain	Ohjaa mekaanista huippulaitetta. M = maxim
	Huippulaite	Mittaa ja tallettaa muistiin tarkkailujakson aikana olleen korkeimman mittausjakson keskitehon. Sisäinen ajastin.
	Pulssimuunnin	Antaa pätöenergiaan verrannollisen pulssimäärän.
	Pulssimuunnin	Antaa loisenergiaan verrannollisen pulssimäärän.
	Koodain	Muuttaa laskulaitelukeman koodimuotoon kaukomittausta varten.
	Vianilmaisin	Ilmaisee mittarin tietyt virhetoinnot.
	Tariffikello	Ohjaa mittaria ja/tai kuormituksia.
	Verkkokäskyvastaanotin	Ohjaa mittaria ja/tai kuormituksia.
	Ohjauslaite	Ohjaa mittaria ja/tai kuormituksia.
	Ohjaustoimintainen kaukomittauslaite	Vastaanottaa keskuslaitteen lähettämät ohjauskäskyt ja ohjaa mittaria ja/tai kuormituksia, kerää mittaus- ja asentotiedot ja lähettää ne keskuslaitteelle.

Lähde: SFS-2537. Vaihtosähköenergian mittaus. Mittauskytkennät ja liitinten numeerointi. Suomen Standardisoimisliitto SFS.

Yleistietolomake

YLEISTIETOLOMAKE

JAKELUVERKON HALTIJA:

 FORTUM ESPOO DISTRIBUTION OY HELEN SÄHKÖVERKKO OY VANTAAN ENERGIA SÄHKÖVERKOT OY Kytkentä/mittarointipyyntö Rekisterinpito-ilmoitus Liitteet _____ kpl

KOHDE

Sähkölaitteiston haltija		
Kohteen osoite	Postinro	Postitoimipaikka
Sisäänkäsy/ytteyshenkilö		Puhelin
<input type="checkbox"/> Uudisrakennus	<input type="checkbox"/> Korjaustyö	<input type="checkbox"/> Laajennus
<input type="checkbox"/> Muu		

LIITYNTÄ- JA MITTAUS

Mittarointitoimenpide <input type="checkbox"/> uusi	<input type="checkbox"/> vaihto	<input type="checkbox"/> siirto	<input type="checkbox"/> sinetöinti	<input type="checkbox"/> Mittalaitteen poisto	<input type="checkbox"/> Muu	Mittarin numero		
Pääsulake x / A	Mittauksen etu- / noususulakkeet X / A	Liittymisjohdon tyyppi / pituus metreinä	Liittymisjohto kytketty pääkeskukseen <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei ole	Mittarin sijainti	Mittarialusta <input type="checkbox"/> Mittarille	Mittari + <input type="checkbox"/> Vko-laite	Erillinen <input type="checkbox"/> Vko-laite <input type="checkbox"/> 2-ek	Mittamuuntajat/kytkentä/lävistys
Huipputeho	Sähkölämm. Suora (kW)	Osittain varaava (kW)	Täysin varaava (kW)	LVV. (kW)	Kiuas (kW)	vuorottelu <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	Liesi. (kW)	
Toivottu mittarointipäivä	Siirto tuote			<input type="checkbox"/> 3v-mittari	kpl	<input type="checkbox"/> 1v-mittari	kpl	

SÄHKÖLAITTEISTON RAKENTAJA

Sähköurakoitsija	Puh/Fax	
Osoite	Postinro	Postitoimipaikka
Yhteyshenkilö	Puhelin/matkapuhelin	Työnumero
<input type="checkbox"/> Jatkamme sähköurakointityötä kohteen valmistumiseen asti	Päiväys	Alekirjoitus
<input type="checkbox"/> Emme jatka kohteen sähköurakointityötä		

Olen suorittanut tai suoritan kyseisen sähkölaitteiston määräysten mukaisen käyttöönottotarkastuksen ja vastaan siitä, että sähkölaitteisto on määräysten ja jakeluverkonhaltijan ohjeiden mukaisessa kunnossa ja jännitteen voi kytkeä toivottuna mittarointipäivänä.

Käyttöönottotarkastus suoritettu / suoritetaan määräysten mukaisesti ennen mittarointia /kytkentää: / / (pvm)	Tarkastuksen suorittajan allekirjoitus
	Nimen selvennys, päiväys

Ylimääräinen käynti

Mikäli kohde ei ole sovittuna / toivottuna mittarointi / kytkentäpäivänä JVH:n ohjeiden mukaisessa kunnossa, veloitetaan aiheutuneet kustannukset sähkölaitteiston rakentajalta JVH:n hinnaston mukaisesti.

Lisätietoja

--

JAKELUVERKON HALTIJAN MERKINNÄT

--

