

Katri Parttimaa

Sähköenergian mittaustiedon hyödyntäminen erilaisissa kiinteistöissä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinööriytyö

27.5.2013

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Katri Parttimaa Sähköenergian mittaustiedon hyödyntäminen erilaisissa kiinteistöissä 30 sivua 27.5.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	ePalvelupäällikkö Kirsi Hämäläinen Laboratorioinsinööri Kristian Junno
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli kerätä yhteen Schneider Electricin eri lähteisiin pirstoutunutta materiaalia erilaisten kiinteistöjen sähköntarpeesta, sähkömittareista ja järjestelmistä sähkönkulutuksen seurantaan. Myös ulkopuolisia lähteitä käytettiin jonkin verran tukemaan Schneider Electricin materiaalia.</p> <p>Työssä esiteltiin kuusi kiinteistöä, joiden sähkönkulutus poikkeaa toisistaan huomattavasti: asuinkiinteistö, toimisto, koulu, liikekeskus, tehdas ja sairaala.</p> <p>Työssä verrattiin neljää ominaisuuksiltaan erilaista sähkömittaria, jotka täyttävät valittujen kiinteistöjen sähkönsurannan tarpeet, ja esitellään kolme järjestelmää, joiden avulla kiinteistöjen ja toimintojen sähkönkulutusta voidaan seurata ja analysoida. Työn tuloksena jokaiselle kiinteistölle ehdotettiin sähkömittareista ja järjestelmistä parhaat ratkaisut.</p>	
Avainsanat	sähkö, sähkömittari, kiinteistö

Author(s) Title Number of Pages Date	Katri Parttimaa Utilization of electrical energy measurement data in different buildings 30 pages 27 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Kirsi Hämäläinen, eService manager Kristian Junno, Laboratory Engineer
<p>The aim of this bachelor's thesis was to gather Schneider Electric's scattered knowledge of different properties' needs for electricity, meters and systems for gathering electricity consumption information. External sources were also used to complement Schneider Electric's material.</p> <p>Six properties with different electricity consumptions were introduced in the thesis: residential, office, school, retail, factory and hospital properties.</p> <p>In the thesis four different electricity meters that meet the needs of the selected properties were compared to find the best solution. Also three systems were compared to find which were the best to monitor and analyze properties' electricity consumption. As a result the best solutions in terms of electricity meters and systems was suggested for each property according to their needs.</p>	
Keywords	electricity, meter, property

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Schneider Electric	1
3	Sähkömittarointi	2
3.1	Tarpeet sähkömittaroinnille	2
3.1.1	Säästöt	2
3.1.2	Laitteet	3
3.1.3	Laskutus	4
4	Segmentit	4
4.1	Asuinkiinteistöt	4
4.2	Toimistorakennukset	5
4.3	Koulurakennukset	6
4.4	Liikekeskukset	7
4.5	Tehdasrakennukset	8
4.6	Sairaalarakennukset	10
5	Sähkömittarit	12
5.1	Yleistä sähkömittareista	12
5.2	PM3000	12
5.3	PM700	13
5.4	PM800	13
5.5	ION7650	14
6	Järjestelmät	16
6.1	Rakennusautomaatio	16
6.2	Energy Online	17
6.3	StruxureWare Power Monitoring	19
7	Ratkaisut	21
7.1	Asuinkiinteistöt	21
7.2	Toimistorakennukset	22
7.3	Koulurakennukset	23

7.4	Liikekeskukset	23
7.5	Tehdarakennukset	24
7.6	Sairaalarakennukset	24
8	Yhteenveto	25
	Lähteet	26

Lyhenteet

- HVAC *Heating, ventilation and air conditioning* (lämmitys, ilmanvaihto ja sisäilman laatu) on järjestelmä, jonka tarkoituksena on ylläpitää hyviä sisäilmaolosuhteita. Järjestelmään kuuluvat mm. ilmastointikoneet, lämmityspatterit ja suodattimet, joiden avulla vaikutetaan sisäilman laatuun.
- THD *Total Harmonic Distortion* eli harmoninen kokonaissärö ilmaisee puhtaaseen sinisignaaliin syntyneiden harmonisten kerrannaisten voimakkuutta suhteessa perustaajuisen aallon voimakkuuteen. Särö mitataan tehosuhteena.
- SPM *StruxureWare Power Monitoring* on valvontaohjelmisto, joka tarjoaa energianseuranta ja -hallintamahdollisuuden kiinteistöihin.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön aiheeksi on valittu sähköenergian mittaustiedon hyödyntäminen erilaisissa kiinteistöissä, koska energianhallintaan erikoistuneella yrityksellä Schneider Electricillä on paljon tietoa sähkömittaroinnista, mutta se on pirstoutunutta. Työn tarkoituksena on yhdistää jo olemassa olevaa tietoa yhdeksi kokonaisuudeksi.

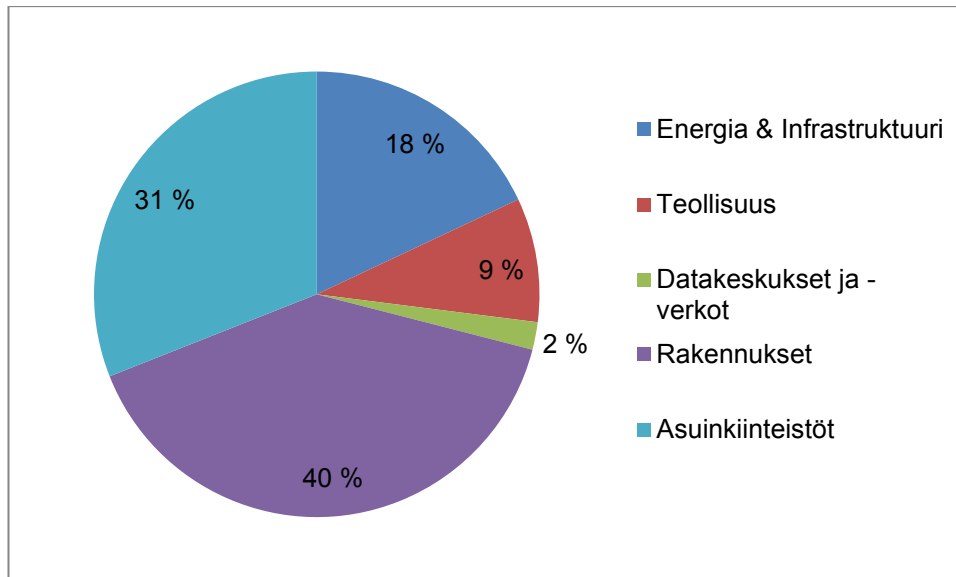
Tarkasteltaviksi on valittu kiinteistöjä, joiden sähkönkulutus ja tarpeet ovat mahdollisimman erilaisia. Segmenteiksi on valittu asuinrakennus, toimistorakennus, koulu, liikekeskus, tehdasrakennus sekä sairaala. Työssä perehdytään tarkemmin jokaisen segmentin erityistarpeisiin ja mietitään, miten sähkönkulutuksen seuranta auttaa säästämään kustannuksissa ja myös tehostamaan kiinteistön toimintaa.

Schneider Electric tarjoaa kymmeniä sähkömittareita, joista asiakkaat voivat valita omiin tarpeisiinsa sopivimman. Tässä työssä perehdytään tarkemmin neljään sähkömittariin. Valituilla sähkömittareilla voidaan täyttää segmenttien tarpeet aina perusmittauksesta erityistarpeisiin laadun ja kulutuksen mukaan. Työssä perehdytään myös kolmeen Schneider Electricin tarjoamaan sähkönkulutuksen seurantajärjestelmään.

2 Schneider Electric

Schneider Electric on energianhallinnan asiantuntija, joka toimii yli 100 maassa. Schneider Electric toimittaa kokonaisvaltaisia integroituja energianhallinta- ja turvallisuusratkaisuja eri markkinasegmenteille. Yrityksellä on maailmanlaajuisesti 140 000 työntekijää, joista noin 1000 työskentelee Suomessa 23 paikkakunnalla. [1; 2]

Schneider Electricin tärkeimmät markkinasegmentit Suomessa ovat energia & infrastruktuuri, teollisuus, IT, kiinteistöt sekä sähkö ja asuminen. Asiakkaina yrityksellä on kiinteistöala, teollisuus, datakeskukset, sähkönjakelu yritykset ja organisaatiot. Asiakkailleen yritys pyrkii tarjoamaan parhaat ratkaisut ja järjestelmät jokaisen yksilöllisiin tarpeisiin. [1]



Kuva 1. Schneider Electricin myynti loppukäyttäjittäin Suomessa v. 2008. [3]

Schneider Electricin liiketoiminta jakaantuu viiteen segmenttiin: Power & Infrastructure, IT, Industry, Lifespace ja Buildings. Tämän lopputyön aihe liittyy Buildings-segmenttiin. Buildingsin tarkoitus on tarjota kattavia energia-, turvallisuus- ja hallinointipalveluja asiakkailleen koko kiinteistön elinkaaren ajaksi. [2; 3]

3 Sähkömittarointi

Sähkömittaroinilla tarkoitetaan sähkön mittaamiseen liittyviä toimintoja kuten sähkömittareita ja -järjestelmiä, joihin mittaustiedot kerätään. Sähkömittaroinnilla seurataan mm. sähkön kulutusta ja laatua. Kiinteistöissä on vähintään yksi sähkömittari, jonka perusteella sähköyhtiö pystyy laskuttamaan käytetystä sähköstä. Kuitenkaan monissa kiinteistöissä ei riitä pelkästään sähkönkulutuksen seuranta, vaan tarkempi valvonta on tarpeellista.

3.1 Tarpeet sähkömittaroinnille

3.1.1 Säästöt

Teollisuudessa sähkön hinta on noussut 50 % vuosien 2000–2012 aikana Euroopassa. Euroopan unionin säätämien, vuoteen 2020 mennessä saavutettavien ilmastotavoitteiden aiheuttamien rajoitteiden vuoksi ennustetaan, että sähkön hinta

teollisuuskuluttajille nousee vielä lisää tulevina vuosina. Euroopan unioni soveltaa 20–20-20-tavoitetta, jonka mukaan on tavoitteena vuoteen 2020 mennessä tuottaa 20 % energiankulutuksesta uusiutuvista lähteistä, vähentää kasvihuonepäästöjä 20 % sekä vähentää energiankulutusta 20 % lisäämällä energiatehokkuutta. [4]

Suomessa on käytössä energiatehokkuussopimus, johon yritykset ja kunnat voivat vapaaehtoisesti sitoutua. Sen tarkoituksena on saada päästökaupan ulkopuolella olevia kohderyhmiä sitoutumaan energiansäästöön. Tavoitteena ovat 9 %:n säästöt vuoteen 2016 mennessä. Tavoitteet lasketaan vuosien 2001–2005 keskimääräisestä energiankulutuksesta. Sitoutumista edistää myös valtiontuki, jota myönnetään energiankatselmuksiin ja -analyysiin ja tapauskohtaisesti myös investointeihin. Hyvän mittaroinnin avulla saadaan selvitettyä toimenpiteiden tehokkuus ja pystytään raportoimaan vuosittain tuloksista. [5; 6; 7]

Yksi tärkeimmistä syistä tarkempaan sähkömittarointiin ovat säästötavoitteet. Kun aloitetaan kiinteistön toiminnan seuranta säästöjen toivossa, tarvitaan aikaisempia mittauksia mihin verrata tuloksia. Tiedolla paljonko toiminnot kuluttavat, voidaan helposti tehdä korjaavia toimenpiteitä, joilla voidaan vähentää kulutusta. Mitä pienempiin ja tarkempiin osiin mittaukset on jaettu, sitä tarkempia ja yksityiskohtaisempia säästötoimenpiteitä voidaan tehdä. Yksi mittaus kokonaiselle kiinteistölle ei ole riittävä, koska silloin kulutuksen muutoksien syitä ei pystytä paikantamaan. Kohteeseen tehtyjen säästötoimenpiteiden seuraaminen on tärkeää, jotta pystytään todentamaan toimenpiteiden tulokset. [8]

3.1.2 Laitteet

Laitesähkönkulutus jaetaan neljään pääryhmään: valaistuksen-, jäähdytyksen- ja ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutukseen sekä laiteryhmäkohtaiseen sähkönjakeluun. Näitä mittaustietoja voidaan käyttää energialuokituksen lähtötietoina, joiden avulla voidaan määritellä kiinteistön energialuokka. Tulevaisuudessa laitesähköt mittaus on edellytys alemman energiaveron saamiseksi. [9]

Mittaroinnin avulla on mahdollista löytää laitevikoja. Sähkönkulutuksen nopeista muutoksista voidaan päätellä, että jokin laite tai toiminto ei toimi tarkoituksenmukaisesti. Jakamalla mittaukset pienempiin osiin voidaan ongelma paikantaa nopeasti ja korjata vikaantunut toiminto.

3.1.3 Laskutus

Tärkeä syy tarkalle sähkömittaroinnille on myös laskutus. Liikekiinteistöissä ja toimistoissa on tärkeää, että vuokralaisia pystytään laskuttamaan oikein, asuinkiinteistöissä taas asukkaita. Laskun lisäksi vuokralaiset saattavat haluta nähdä mittauksien lukemat. Tällöin mittauksilla voidaan todistaa laskujen summat. [10]

Verkko- tai sähköyhtiön lähettämät laskut voidaan tarkistaa, kun mittaukset ovat kunnossa. Omien mittausten avulla voidaan sopia sähkösopimuksista uudestaan, jos kulutus eroaa huomattavasti ennakkoidusta kulutuksesta. Sähkömittaroinnin avulla voidaan myös todentaa sähkönlaatu. Kohteissa, joissa sähkönlaadulla on merkitystä laitteiden tai kiinteistön toimintaan, on laadun mittaus tärkeää. Jos sähköyhtiö ei toimita sopimuksessa määriteltyä laatua, voidaan sopimus tehdä uusiksi tai vaatia korvauksia. [11]

4 Segmentit

4.1 Asuinkiinteistöt

Asuinkiinteistössä käytetty sähkö jakaantuu huoneisto- ja kiinteistösähköön. Kiinteistösähköön kuuluu teknisten järjestelmien ja laitteiden kuluttama sähkö. Huoneistosähköön kuuluu asukkaiden käyttämä sähkö asunnoissaan. Asuinkiinteistöissä sähköä kuluu puhaltimiin, pumppuihin, valaistukseen, pistorasioihin, saunaan, pesulaan sekä hissiin. Sähkön kulutus riippuu täten myös kiinteistön varustetasosta. [11; 12]

Veden, lämmön ja sähkön kulutus muodostavat noin 35–45 % asuinkiinteistöjen hoitokuluista. Siksi olisikin tärkeää tietää, mihin sähköä ja energiaa käytetään ja onko kulutus kohtuullisella tasolla vai runsasta. Energiankulutuksen seuranta käytetään myös rakennuksen energialuokan määrittämiseen, jota käytetään mm. asunnon myynti- ja vuokrausilmoituksissa. [13; 14]

Kiinteistöihin tarvitaan monipuolinen sähköseuranta, jonka avulla mahdolliset viat ja väärinkäytöt huomattaisiin nopeasti ja joihin voitaisiin puuttua tehokkaasti. Sähkönkulutustietoja keräämällä voidaan aikaisempia vuosia verrata keskenään ja

analysoida, onko kulutuksissa huomattavia eroja. Tiedon avulla voidaan myös seurata, miten mahdolliset investoinnit ovat vaikuttaneet kiinteistön kulutukseen. [13]

Kiinteistön ylläpidolla ja investoinneilla voidaan vähentää kiinteistön sähkönkulutusta. Säästöjen avulla voidaan joko investoida muuhun tai pienentää vastikkeita tai vuokria, mikä lisää kiinteistön viihtyvyyttä ja arvoa. [14]

Etäluettavat sähkömittarit on otettu laajasti käyttöön vuoden 2009 annetun mittausasetuksen takia. Sen mukaan sähköyhtiöiden pitää pystyä ilmoittamaan vuoden 2013 vuoden loppuun mennessä 80 prosentille asiakkaistaan sähkönkulutustiedot tuntikohtaisella tarkkuudella. Asetuksen avulla inhimillisten virheiden määrä vähenee, seuranta on tarkempaa ja lukemat ovat vertailukelpoisia keskenään. [15]

4.2 Toimistorakennukset

Toimistorakennuksia on kaiken kokoisia, ja niiden käyttöaste vaihtelee myös huomattavasti; toimistoissa voi olla yksittäisiä huoneita tai ne voivat olla avokonttoreita. Rakennuksissa käytössä olevia muita tiloja ovat neuvottelutilat, aulat, edustustilat ja ruokalat. Myös saunatilat ovat yleisiä Suomessa. Tilojen helppo muunneltavuus on hyvin tärkeää, koska noin viiden vuoden välein vuokralainen joko haluaa uusia olemassa olevia tilojaan tai muuttaa kokonaan uusiin tiloihin. [16]

Energiansäästö toimistoissa on huomattavasti helpompi toteuttaa moniin muihin segmentteihin verrattuna, mutta sähkönmittaamisen ja energiaseurannan merkitystä se ei vähennä. Toimistojen osuus kaupallisten kiinteistöjen kulutuksesta on noin 30 %, joten niiden energiansäästöpotentiaalia ei tule vähätellä. [16]

Yritys on tilivelvollinen sijoittajilleen, joten toimiston energiatehokkuus ja mahdolliset säästöt kiinteissä kuluissa parantavat yrityksen tulosta. Ympäristöystävällisyys on hyvää mainosta asiakkaille sekä työntekijöille. Myös erilaiset määräykset pakottavat tekemään kiinteistöistä yhä energiatehokkaampia ja ympäristöystävällisempiä. [16; 17]

70 % toimiston energiankulutuksesta menee valaistukseen ja HVAC:hen (heating, ventilation and air conditioning), joten sähkön mittaus ja sen kulutuksen vähentäminen ovat huomattavia säästömahdollisuuksia. Tarvitaan yksityiskohtaista tietoa siitä, mihin

ja milloin sähköä kuluu eniten, jotta ongelmiin voidaan puuttua. Tilat tulisikin jakaa alueisiin, joita voidaan hallita ja mitata erikseen. Analysoimalla kulutusta löydetään kulutushuiput ja eniten kuluttavat kohteet. Tiedon avulla voidaan tehdä korjaavia toimenpiteitä sekä seurata niiden vaikutusta kulutukseen. [16]

Toimistotilat ovat käyttämättömiä noin 30 % ajasta, minkä takia automatisoinnilla saadaan huomattavia säästöjä aikaan käyttämällä valoja ja ilmastointia vain silloin, kun tiloissa on ihmisiä. Länsimaissa ihmiset viettävät aikaa sisällä noin 90 % päivästä, joten sisäilman laadulla on huomattava vaikutus työntekijöiden viihtyvyyteen ja terveyteen. Hyvä sisäilma vaikuttaa suoraan työn tehokkuuteen ja työntekijöiden mukavuuteen sekä vähentää sairaslomia. [17]

Energiatehokkaan toimistorakennuksen arvo on korkeampi matalien käyttökustannusten ansiosta. Matalat käyttökustannukset houkuttelevat vuokralaisia ja sijoittajia kiinteistöön. Kiinteistöt, joissa ei ole tarkkoja mittauksia, ovat usein huonommassa kunnossa ja kalliita ylläpitää, koska ongelmat jäävät huomaamatta. Huonosti hoidettujen kiinteistöjen on vaikeampaa saada vuokralaisia ja tyhjien tilojen riski kasvaa. [18; 19]

4.3 Koulurakennukset

Koulu on haastava ja monimuotoinen ympäristö ajatellen sähkömittarointia ja sen tärkeyttä koulun tehokkuuden parantamisessa. Koulut jakaantuvat usein useampaan rakennukseen, jotka voi olla rakennettu eri aikoina ja joiden toiminnot voivat olla hyvin erilaisia. [20]

Kouluissa ja yliopistoissa sähkön mittaamisen tarpeet ovat hyvin monipuoliset johtuen erilaisista opiskelun tarpeista. Kouluissa opiskellaan luokista aina erilaisiin laboratorioihin, joissa ilmavirtauksen, kosteuden ja lämpötilan pitää olla juuri oikea. Kouluissa on luokkien lisäksi ravintoloita, kirjastoja, tietokonehuoneita, liikuntasaleja, auloja ja auditorioita. [20]

Kouluilla haasteena ovat myös kutistuvat budjetit, nousevat energiakustannukset, vanhentuneet tilat ja laitteet sekä sitoutuminen kestävään kehitykseen ja energia tehokkuuteen. Koulujen ja yliopistojen välinen kilpailu pakottaa myös koulut

uusiutumaan, jotta ne saisivat houkuteltua parhaat opiskelijat, rahoittajat sekä tiedekunnat. [20]

On hyvin vaikeaa arvioida koulujen tilojen käyttöastetta, koska se vaihtelee päivittäin. Kouluissakin tyhjän tilan ylläpito on kallista, joten käyttöaste pyritään pitämään korkeana. Luokkahuoneissa ilmastointikoneiden ja valaistuksen ohjaaminen aikaohjelmilla ei ole usein energiatehokkain vaihtoehto, koska se ei huomioi, onko tiloissa ihmisiä vai ei. Hiilidioksidiantureilla ja liiketunnistimilla saadaan helposti vähennettyä koneiden käyntiaikaa ja valaistuksen päälläoloa. Esimerkiksi hiilidioksidin määrän noustessa tiloissa menee ilmastointikone isommalle, jolloin ilma vaihtuu paremmin tiloissa. Koulut voivat olla lomien aikana kiinni useita kuukausia, jolloin käyttökustannuksissa pyritään säästämään sammuttamalla ilmastointikoneita ja valaisimia. [21]

4.4 Liikekeskukset

Liikekeskus on monipuolinen ympäristö, missä asiakkaiden viihtyvyys on menestyksen tärkein tekijä. Liikekeskuksissa on paljon kauppiaita ja muita tiloja, joissa olosuhdevaatimukset voivat vaihdella huomattavasti. Liikekeskusten palvelut ovat monipuolistuneet vuosien aikana; kauppiaiden lisäksi liikekeskuksissa voi olla ravintoloita, kioskeja, erilaisia hoitoloita, elokuvateattereita sekä varastotiloja. Kaikissa näissä on erilaiset vaatimukset sisäilmalle sekä valaistukselle.

Liikekeskukset haluavat varmistaa asiakkaiden lisäksi vuokralaistensa mukavuuden. Vähentämällä huolto- ja energiankustannuksia tilojen vuokrat pysyvät kurissa ja vuokralaiset tyytyväisinä. Jokaisella vuokralaisella pitää olla oma sähkömittaus, jotta pystytään laskuttamaan kaikkia oikean kulutuksen mukaan. [22]

Hyvällä sähkömittaroinnilla liikekeskus pystyy seuraamaan kulutustaan ja löytämään paljon kuluttavat kohteet. Tiedon avulla voidaan miettiä toimenpiteitä, joilla vähennetään kulutusta ja seurataan tuloksia. Muutoksien ja huoltojen täytyy olla mahdollisimman hyvin suunniteltuja, jottei niistä aiheudu häiriötä asiakkaille tai vuokralaisille. Liikekeskukselle päivän kiinnilo maksaa noin 0,25 % koko vuosittaisesta tuloksesta, joten kiinniloa tulee välttää kaikin keinoin. [23]

Vuokralaisilla ja liikekeskuksen omistajilla on samat odotukset sisäilman ja valaistuksen suhteen. Niiden pitää olla mahdollisimman mukavia ja tehokkaita mahdollisimman pienillä kuluilla. Liikekeskuksen kannattaa ottaa erityisesti huomioon sääolosuhteet, koska ne huomioimalla voidaan tehdä huomattavia säästöjä. [23]

Kylmällä säällä liikekeskuksen sisäilma kannattaa pitää matalampana kuin esimerkiksi toimiston tai asuinkiinteistön, koska asiakkaat liikkuvat kaupassa takki päällä. Viileä sisäilma pidentää ihmisten kaupassa viettämää aikaa ja nostaa myyntiä. Päivänvalon käyttö valaistuksen sijaan on hyvä säästökohde, mutta päivänvalolla on toinenkin merkitys. Vuonna 2003 Heschong Mahone Groupin tekemän tutkimuksen mukaan päivänvalo kaupoissa voi lisätä myyntiä jopa 40 % sekä parantaa työntekijöiden viihtyvyyttä. [24]

4.5 Tehdasrakennukset

Teollisuus kuluttaa eniten energiaa maailmassa. Sen osuus energiankulutuksesta on noin 30 % ja hiilidioksidipäästöistä noin 40 %. Potentiaali energiansäästöön on huomattava, koska useat yritykset eivät ole vielä tehneet minkäänlaisia energiansäästö toimenpiteitä tai suunnitelmia. [25; 26]

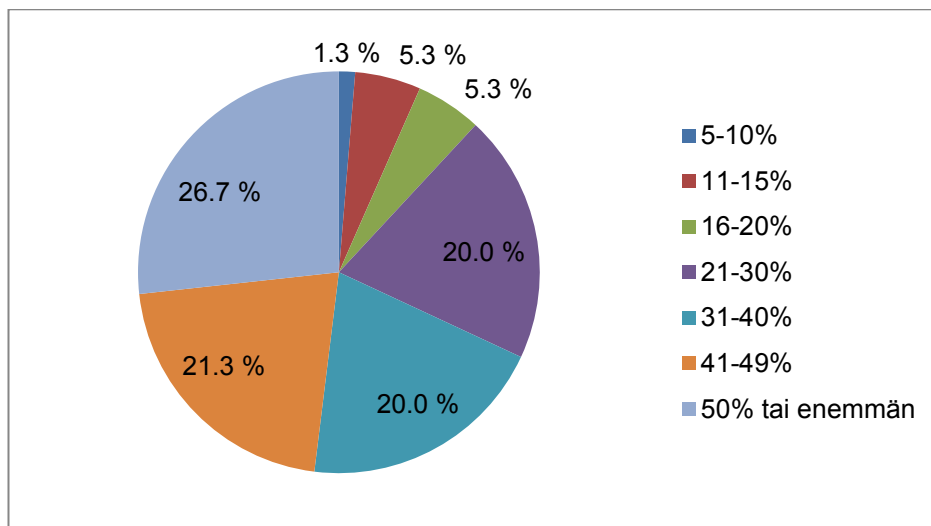
Energia on usein teollisuusyritysten suurin kulu, johon tulisi panostaa. Suurimmat energian kuluttajat ovat öljy-, kemikaali- ja paperiteollisuus. Kemikaaliteollisuudessa energiakuluihin menee noin 60 % kaikista kustannuksista, metalliteollisuudessa noin 15 % ja sementtiteollisuudessa 20–40 %. Suurilla yrityksillä voi mennä jopa satoja miljoonia euroja energiakuluihin, ja energiankulutuksen muutamankin prosentin pudotus saa aikaan merkittävät säästöt. [25; 26]

Energian hintojen nousu on tärkeimpiä syitä siihen, miksi teollisuuden kannattaisi puuttua energiankulutukseensa. Energianhinnan uskotaan nousevan seuraavien vuosikymmenten aikana huomattavasti lisääntyneen kysynnän sekä hupenevien energiavarojen takia. Yritysten on otettava huomioon myös energiansäästömahdollisuudet kuluja karsiessaan. Energiankulutuksen seurannasta ei pelkästään saa säästöjä, vaan sillä voidaan myös tehostaa tehtaan toimintaa ja löytää mahdolliset tehottomat toiminnot ja laitteet. [26]

Muita syitä tehokkaaseen seurantaan on yrityksen imago kuluttajille ja sijoittajille edelläkävijänä energiatehokkuudessa ja kestävästäkehityksestä huolehtimisessa. Tehokkuus ei pelkästään tuo säästöjä vaan myös vähentää laitoksen tuottamia päästöjä. Kuluttajat ovat entistä valveutuneempia tuotteidensa alkuperästä, eivätkä yritykset siksi voi ummistaa silmiään tältä suuntaukselta. [25]

Globaalisti toimivan yrityksen pitää ottaa huomioon eri maissa niiden omat taloudelliset ja lainsäädännölliset vaatimukset omien periaatteidensa lisäksi. Globaalien yritysten tulisi pyrkiä laajentamaan säästösuunnitelmansa kaikkiin tehtaisiinsa ympäri maailmaa eikä vain maihin, joissa on tiukimmat vaatimukset energiankulutukselle. Usein tehdäänkin pilottihanke yhteen kohteeseen, jossa energiansäästötoimenpiteiden toteutus on helppoa ja potentiaali tehdä säästöjä suuri. Hankkeen avulla löydetään toimivat ratkaisut, jotka voidaan helposti ottaa käyttöön yrityksen muissa toimipisteissä. [26]

Keskimäärin 20 % tuotannonkuluista muodostuu energiakustannuksista. Vaikka energian kulutus muodostaa suuren osan tuotannon kuluista, vain harva yritys seuraa energiankulutustaan tuotekohtaisesti. Moni yritys seuraa vain kokonaisenergian kulutustaan esimerkiksi rakennuksen tai yksittäisen siiven osalta, vaikka tärkeämpää olisi seurata kulutusta huomattavasti tarkemmin. Tällöin yritys pystyisi seuramaan, miten tuottava valmistusprosessi on ja onko tuote hinnoiteltu oikein. Tietojen perusteella voidaan tehdä korjaavia toimenpiteitä huonosti toimivan prosessin kohdalla. [26]



Kuva 2. Tuotantokulujen osuus valmistuksen energiankulutuksesta yrityksessä. [26]

Pelkästään hyvällä mittaroinnilla ja seurannalla ei säästöjä saada aikaiseksi. Tuotantoprosessien tehostamisella on suuri vaikutus säästöihin. Huonosti suunniteltua prosessia ei saada energiatehokkaaksi, vaikka sen toimintaa kuinka optimoitaisiin. Tämän takia kannattavinta on arvioida paljon kuluttavien prosessien rakenne kokonaan uudelta näkökannalta. Tuotantoprosessin uudelleen suunnittelu ei tuota yritykselle säästöjä pelkästään energiankulutuksessa. Tehokas prosessi pidentää tuotantolaitteiden käyttöikä ja säästää korjauskustannuksissa sekä nopeuttaa ja tehostaa tuotteiden valmistusta. [26]

Teollisuudessa prosessien monimutkaisuus tekee tarkasta mittaamisesta ja energiankulutuksen seuraamisesta valtavan haasteen. Ensimmäiseksi selvitetäänkin kohteen eniten kuluttavat toiminnot ja laitteet. Näiden tietojen perusteella voidaan miettiä mahdollisia investointeja ja seurannan avulla todentaa niiden vaikutus kulutukseen. Moottorit vievät noin puolet teollisuuden energiankulutuksesta, joten paikantamalla tehottomat moottorit voidaan helposti vähentää sähkönkulutusta. [25; 26]

4.6 Sairaalarakennukset

Sairaalassa on käytössä monenlaisia tiloja kuten potilashuoneita, toimistoja, leikkaussaleja ja laboratorioita. Näiden lisäksi on pesuloita, ruokaloita ja aulatiljoja. Sairaaloissa on käytössä paljon herkkiä laitteita, jotka voivat vahingoittua sähköpiikeistä. Siksi sähkön laadun seuraaminen on erityisen tärkeää sairaaloille. [27]

Sairaala on ainutlaatuinen ympäristö, jossa sähkön saatavuus ja laatu eivät vaikuta pelkästään laitoksen toimintaan vaan myös ihmishenkiin. Sähkönsaatavuuden täytyy olla taattu ja varasuunnitelmien sähkökatkosten varalta kunnossa. Sairaalan oletetaan toimivan myös vaikeissa olosuhteissa, joissa sähkön saanti on epävarmaa tai kokonaan poikki. Lyhyetkin sähkökatkokset voivat tulla kalliiksi, jos varageneraattorit eivät toimi tarkoituksenmukaisesti. [27]

Energiakustannukset sairaaloissa ovat nousseet vuodesta 1995 noin 20 %, ja kustannusten odotetaan nousevan huomattavasti vielä tulevaisuudessakin energianhinnan nousun takia. Energiankäyttö on noussut 36 % vuodesta 1995 johtuen teknologian kehitymisestä sekä potilaiden määrän kasvusta. Tämän takia

energiantehokkuus olisi sairaaloille mahdollisuus säästää kustannuksissa ja hiilidioksidipäästöissä. [27; 28]

Säästöjä on pyritty aikaisemmin saamaan uudistamalla teknologiaa, vähentämällä henkilökuntaa sekä lakkauttamalla vähän käytettyjä palveluita. Energiansäästöä ei ole vielä otettu tarpeeksi huomioon säästömahdollisuutena, koska energiakustannukset ovat vain 2-5 % sairaalan budjetista. [28]

Sairaaloissa ilmanvaihto on hyvin tärkeää. Ilman tulisi olla mahdollisimman puhdasta, jotta sairaudet eivät tarttuisi ihmisestä toiseen. Tästä syystä ilmastointikoneet pyörivät usein vuorokauden ympäri, mikä vaikeuttaa säästöjen saamista. Sairaaloissa käytettävät HEPA-suodattimet kuluttavat paljon energiaa normaaleihin suodattimiin ja puhaltimiin verrattuna. HEPA-suodattimien tarkoituksena on puhdistaa ilma bakteereista ja muista ilmassa liikkuvista hiukkasista. Leikkaussaleissa, ensiavussa sekä laboratorioissa 20–30 % ilmasta pitää vaihtua tunnin aikana, jotta ilma pysyy tarpeeksi puhtaana. Oikea paine on myös tärkeää mm. leikkaussaleissa. Leikkaussaleissa on ylipainetta, jotta ilmassa liikkuvat bakteerit eivät siirtyisi leikkaussaliin muualta sairaalasta. [29; 30]

Muita paljon sähköä kuluttavia kohteita sairaalassa ovat pesula ja keittiö. Ne kuluttavat 10–15 % kiinteistön energiasta, joten niiden kulutusseuranta on tärkeää ja mahdollinen säästöpotentiaali huomattava. Muita pakollisia kohteita ovat varageneraattorit ja muut sähköntuoton varmistamiseksi tarvittavat laitteet. Niiden ylläpito, testaus sekä käyttö kuluttavat huomattavasti enemmän sähköä verrattuna normaaleihin kiinteistöihin. [29]

Yleinen ongelma sairaaloissa ja muissa isoissa laitoksissa, joihin on mahdollisesti rakennettu uusia siipiä tai rakennuksia, on eri järjestelmien ja toimilaitteiden päällekkäinen käyttö. Järjestelmät eivät välttämättä pysty kommunikoimaan keskenään, jolloin paljon tärkeää ja hyödyllistä informaatiota voi jäädä tallentamatta ja analysoimatta. Toimintoja ja tiloja on mahdotonta tällöin vertailla keskenään tai löytää tehottomia toimintoja. Automaation keskittämällä toimilaitteet ja mittarit pystyvät kommunikoimaan tehokkaasti keskenään. Mahdolliset laajennuksetkin tulevaisuudessa ovat helpompia toteuttaa, kun käytössä on yksi järjestelmä. [27; 29]

Suurimman hyödyn sairaala saa energianhallintaratkaisulla ja investoinneilla. Säästöt vaarantuvat kuitenkin helposti, jos energiansäästötoimenpiteet ovat liian pieniä, eivätkä

halvat valmiit ratkaisut välttämättä toimi sairaalassa. Sairaaloihin tarvitaan erikseen suunnitellut ratkaisut ja toimenpiteet, jolloin kiinteistön toiminta saadaan maksimoitua mahdollisimman vähällä kulutuksella. [28; 29]

5 Sähkömittarit

5.1 Yleistä sähkömittareista

Sähkön mittaamiseen ja sähkömittareiden toimintaan vaikuttaa erilaiset säädökset, niin Suomen asettamat kuin kansainvälisetkin. Kiinteistöissä on yksi liittymäkohtainen pääsähkötulos, jonka asentaa sähkönsiirrosta vastuussa oleva energian myyjä. Muut kiinteistöissä olevat mittarit ovat jälkimitareita, joilla esimerkiksi varmistetaan energiayhtiön tuottama sähkönlaatu. [9]

5.2 PM3000

PM3000 on Schneider Electricin uusi energiamittari, joka korvaa aiemmin käytetyn PM9-mittarin. Se soveltuu hyvin perusmittaustietojen keräykseen ja THD:n eli harmonisen kokonaissärön seurantaan. Harmoninen kokonaissärö (Total Harmonic Distortion) ilmaisee puhtaaseen sinisignaaliin syntyneiden harmonisten muutosten voimakkuutta suhteessa perustajuisen aallon voimakkuuteen. PM3000 on tarkoitettu yksittäisten laitteiden, tilojen tai toimintojen mittaukseen. Se antaa mahdollisuudet perusmittauksesta aina edistyneeseen mittaukseen. PM3000-malleja on tarjolla neljä erilaista. [31; 32]



Kuva 3. PM3200 sähkömittari. [33]

PM3000:n keräämät tiedot sopivat laskujen liitteeksi sekä vuokralaislaskutukseen. Sen avulla voidaan paikantaa, kuinka paljon mikäkin toiminto, laite tai tila kuluttaa, jotta ongelmiin voidaan puuttua ajoissa. PM3000:een voidaan määritellä raja-arvoja, joiden ylitys tai alitus aiheuttaa aikaleimauksen hälytystietoihin. Tämän avulla voidaan seurata, toistuuko sama ongelma useamminkin, ja selvittää, mikä aiheuttaa hälytyksen. [31; 34]

5.3 PM700

PM700-sähkömittari tarjoaa mahdollisuuden seurata sähkönkulutusta sekä THD:tä. Tuoteperhe käsittää neljä mallia eri ominaisuuksilla. Mittari on oviasenteinen. Se on helppokäyttöinen, ja navigointi laitteen valikoissa on nopeaa. Mittarin näytössä näkyy neljä eri mittausta, mm. virta, jännite ja teho. Sähkömittarin jännitteen ja virran tarkkuusluokan on oltava 0,5 % ja tehon 1 %. [35; 36]



Kuva 4. PM750 sähkömittari. [37]

PM700 kerää ja näyttää tarkasti sähkönkulutuksen. Se sopii tilojen tarkempaan kulutuksen seurantaan, ja sen avulla löytää kiinteistön paljon kuluttavat toiminnot. PM750-mallissa on myös hälytystoiminto, johon voidaan asettaa 15 raja-arvoa. Niiden avulla voidaan reagoida kriittisten kohteiden muutoksiin tehokkaasti. [35; 38]

5.4 PM800

PM800-sarjassa on neljä ominaisuuksiltaan erilaista mallia. PM800 mittaa sähkönkulutusta sekä valvoo laatua. Mallissa on iso helppolukuinen näyttö, josta näkyy

neljä mittausta samanaikaisesti. Mittarissa on THD:n mittausta sekä hälytystoiminto kriittisiin olosuhteisiin. [35]

Mittari sopii erinomaisesti sähkölaitteiden kulutuksen etäluentaan sekä sähkön laadun analysointiin. Analysointi tarjoaa mahdollisuuden myös vian etsintään, jolloin pystytään estämään mahdollisia sähkönlaatuun liittyviä ongelmia ja laiterikkoja. PM800:ssa on mahdollisuus aaltomuotojen tallentamiseen. [35; 37]



Kuva 5. PM870 sähkömittari. [39]

PM800:aan voidaan asettaa 50 raja-arvoa, joiden muutokset aiheuttavat aikaleimauksen. Raja-arvomutokset voi halutessa hälyttää kriittisistä muutoksista ja kohteista. Hälytyshistoriatietoja voidaan analysoida myöhemmin, jotta ongelmiin löydettäisiin ratkaisu. PM850-malliin saa valittua lisämuistin, johon hälytykset ja muutokset tallentuvat. [35]

PM800-mittaukset tarjoavat mahdollisuuden kuvaajien tekoon sekä ennusteisiin. Mittariin voidaan asettaa raja-arvot, joiden ylitykset aloittavat kuvaajan piirtämisen. Kuvaajien ja ennusteiden avulla pystytään havaitsemaan kuorman tunnusomaisia piirteitä sekä hallitsemaan sähkön kustannuksia. Ne auttavat myös varmistamaan sähkönkäytön luotettavuuden ja vähentävät näin käyttö- ja huoltokustannuksia. [35]

5.5 ION7650

ION7650 on edistynyt sähkömittari ja -analysointilaitteisto, jolla voi mitata ja analysoida luotettavasti sähkön laatua. Se sopii hyvin mittamaan pääsähköverkon tai kriittisten

kuormien sähkönkulutusta sekä muutoksia sähkön laadussa. Mittari auttaa vähentämään sähkönkulutusta ja käyttökustannuksia, parantamaan sähkönlaatua ja luotettavuutta sekä optimoimaan laitteiden käyttöastetta. [35; 40]



Kuva 6. ION7650-sähköanalysaattori. [41]

ION7650 on tuotu markkinoille vuonna 2004, jonka jälkeen siihen on tehty lisäyksiä ja muutoksia markkinoiden tarpeiden mukaan. Sen tietoturvaa on parannettu mm. rajoittamalla salasanalla tehtäviä toimintoja. [42]

ION7650:n avulla pystytään simuloimaan, diagnosoimaan sekä varmistamaan energiatehokkuuden. Mittausten avulla löydetään helposti tehottomat toiminnot ja laitteet. Tämän tiedon avulla voidaan laitteiden toiminta optimoida tehokkuuden ja säästöjen saavuttamiseksi. Säästöt voidaan varmistaa mittausten avulla. [35]

Tiedot sähkön laadusta saadaan helposti kuvaajista tai taulukoista, joihin halutut laatuarvot kerätään. Tietojen avulla on helppo verrata samankaltaisia prosesseja toisiinsa tai mittauksia laatustandardeihin. Laadulle voidaan asettaa raja-arvot, joiden mukaan järjestelmä hälyttää ongelmista. Mittarilla voidaan havaita jopa 20 μ s häiriöpiikit. [35]

ION7650 on ominaisuutena myös häiriön suunnan havaitseminen. Sen avulla voidaan paikantaa, missä suunnassa häiriö on mittariin nähden, jolloin ongelman paikantaminen on helpompaa. Häiriö voi olla joko syötön eli energialaitoksen tai kuorman eli kuluttajan puolella. Tulokset tallennetaan lokiin, ja niitä voidaan analysoida myöhemmin. [40]

Mittariin voidaan asettaa jopa 65 raja-arvoa, jotka aiheuttavat aikaleimauksen tai hälytyksen muutoksesta. Kriittiset hälytykset voidaan lähettää sähköpostilla valvojan tietokoneelle, jotta niihin voidaan reagoida tehokkaasti. [35; 40]

6 Järjestelmät

6.1 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan järjestelmää, jolla säädetään, ohjataan ja valvotaan rakennuksen teknisiä laitteita ja pyritään minimoimaan kiinteistön energiankulutus, laitteiden kulumista sekä muita laitteiden aiheuttamia haittoja. Rakennusautomaatiolla pyritään saavuttamaan optimaaliset olosuhteet vaikuttamalla mm. valaistukseen, sisäilmaan sekä turvallisuuteen. [43; 44]

Rakennusautomaation tärkeimpiä tehtäviä on kerätä kiinteistön olosuhde-, kulutus- sekä käyttötietoja. Tietojen avulla voidaan pitää kiinteistön talotekniikka kunnossa ja mahdollisimman energiatehokkaana. Järjestelmä kerää mittaus- ja kulutustiedot muistiin määräväleihin, jolloin toimintojen reaaliaikainen seuranta tai historiaseuranta on helppoa. [43; 44]

Kiinteistön energiatehokkuuteen vaikuttaa eniten rakennusautomaatiojärjestelmän mahdollistama prosessien automaattinen säätö. Toiminnoille asetetaan asetusarvot, joiden mukaan järjestelmä säätää prosessia. Säädetäviä prosesseja ovat esimerkiksi huonelämpötilan säätäminen poistolämpötilan mukaan tai ilmanvaihdon tehostaminen hiilidioksidin määrän noustessa tiloissa.

Yleensä rakennusautomaatiojärjestelmällä on graafinen käyttöliittymä, josta prosessien ja laitteiden toimintaa sekä mittauksia voi seurata näyttöpäätteeltä. Pienissä kiinteistöissä, kuten asuintaloissa, joissa toimilaitteita on vähän, käyttöliittymä voidaan integroida esimerkiksi alakeskukseen, josta laitteiden parametreja ja aikaohjelmia voidaan muokata. Isoissa kiinteistöissä tulisi käyttää erillistä valvomografiikkaa, jotta kiinteistöä voidaan hallita tehokkaasti. Valvomografiikalla hahmotetaan nopeasti prosessien tila, ja muutokset prosessien tehostamiseksi voidaan tehdä välittömästi. Valvomografiikkaa tulisi olla mahdollista käyttää etäyhteydellä esimerkiksi Internetillä. [43]

Kiinteistöjen talotekniikan toimintaa valvotaan reaaliajassa. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että jonkun pitää päivystää valvomossa ympäri vuorokauden, vaan järjestelmä valvoo kiinteistön prosesseja ja laitteita automaattisesti. Kriittisiin mittauksiin asetetaan raja-arvot, joiden sisällä mittauksen tulisi pysyä. Raja-arvon ylitys aiheuttaa hälytyksen, joka kriittisyyden mukaan joko näkyy vain valvomografiikassa tai joka lähetetään eteenpäin kiinteistövalvojalle tai huoltomiehelle sähköpostilla tai tekstiviestillä. [43]

Rakennusautomaatiojärjestelmässä tulisi olla runsaasti mittauksia, jotta saadaan oikeaa tietoa kiinteistön olosuhteiden ja prosessien toiminnasta. Olosuhteiden seuranta on erityisen tärkeässä roolissa, kun prosessien toimintaa pyritään optimoimaan. Mittausten avulla saadaan kattavasti tietoa muutosten vaikutuksesta olosuhteisiin. Optimoinnilla ei ole tarkoitus vaikuttaa negatiivisesti tilojen olosuhteisiin vaan tehostaa toimintaa. [43]

Rakennusautomaatiojärjestelmään tulisi liittää myös kiinteistön sähkön-, lämmön- sekä vedenkulutusmittaukset. Kiinteistöissä, joissa on useita vuokrattavia tiloja, pitäisi jokaista tilaa seurata omalla kulutusmittarilla. Energiankulutusmittaukset luetaan usein noin tunnin välein, jotta kiinteistöt voivat laskuttaa vuokralaisiaan oikein. Myös kulutusmittauksiin voidaan asettaa raja-arvot, joiden ylitys aiheuttaa hälytyksen, esimerkiksi ilmastointikoneiden lisääntynyt kulutus. [43; 44]

Rakennusautomaatiossa on mahdollista käyttää monia erilaisia tiedonsiirto-protokollia. Käytettäväksi protokollaksi suositellaan standartoituja protokollia, jotta voidaan varmistaa rakennusautomaation sekä muiden laitteiden yhteensopivuus. Tällaisia protokollia ovat mm. TCP/IP, LonTalk ja Modbus. Tiedonsiirron voi toteuttaa langattomalla yhteydellä, kiinteällä kaapelilla tai valokaapelilla. Tiedonsiirron pitää olla riippumaton, niin ettei valvomon tai yksittäisen toimilaitteen vika saa haitata muiden yksikköjen välistä tiedonsiirtoa. [43]

6.2 Energy Online

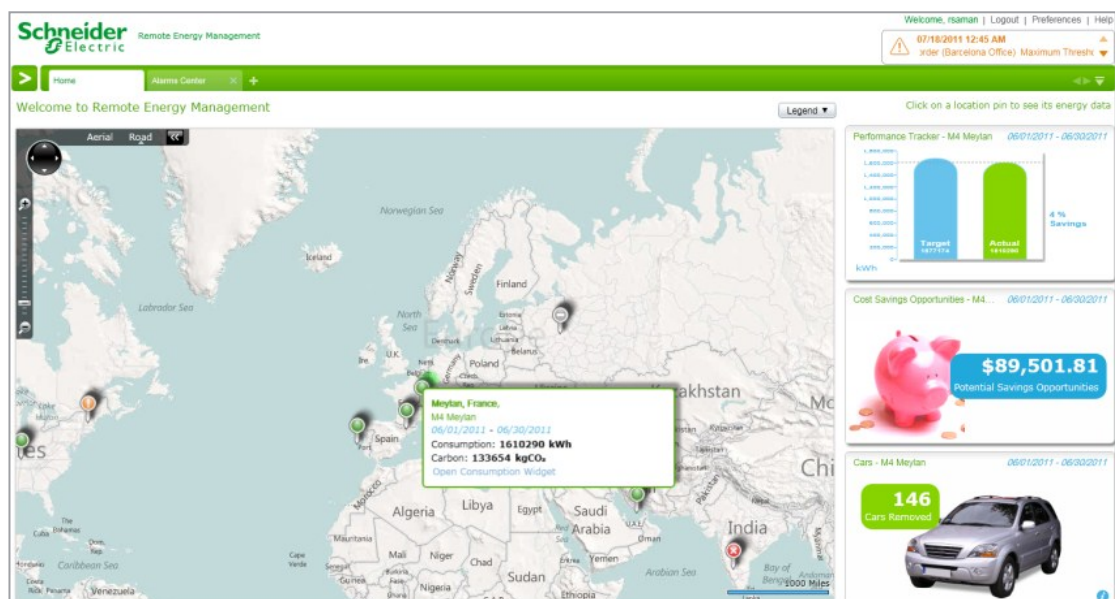
Energy OnLine -järjestelmää, aiemmalta nimeltään Simple Energy Management Solution (SEMS), kutsutaan myös pilvipalveluksi. Se on energianhallintajärjestelmä, johon kerätään halutut mittaukset, kuten lämmön-, sähkön- ja vedenkulutukset

ulkopuoliselle palvelimelle. Tällöin erillinen valvomokone ei ole pakollinen. [45; 46]

Energy OnLine on hyvä toimistoihin, asuinkiinteistöihin tai pieniin ja keskisuuriin yrityksiin. Järjestelmä on sopiva niille, joilla ei ole varaa investoida kalliisiin energianhallintajärjestelmiin tai palkata erikseen henkilöä vastaamaan kiinteistön ja toimintojen energiankulutuksesta ja -tehokkuudesta. Järjestelmä on hyvä myös käyttäjille, joita kiinnostaa pääasiassa vain kiinteistön ja toimintojen kulutukset ja vähäinen kulutuksen analysointi. [45]

Järjestelmä on kustannustehokas, koska siihen ei tarvita erillistä valvomokonetta, joten ohjelmien asennusta ja päivitystä ei tarvitse miettiä. Järjestelmä vähentää myös käyttökustannuksia, koska kulutustiedot päivittyvät automaattisesti, eikä työntekijän tarvitse erikseen käyttää aikaa mittauksen lukemiseen ja kirjaamiseen järjestelmään. [46]

Energy OnLine kerää tiedot energiankulutuksesta riippumatta siitä, miten kaukana kiinteistöt tai mittarit sijaitsevat toisistaan. Järjestelmään voidaan kerätä ympäri maailmaa sijaitsevien kiinteistöjen tiedot ja vertailla niitä keskenään. Järjestelmässä tiedot voidaan esittää haluttaessa joko yksittäisten laitteiden, vuokralaisen, tuotannon tai koko kiinteistön osalta. Mittauksen tarkkuus riippuu siitä, miten mittaukset on jaettu kiinteistössä. Tärkeimmillä toiminnoilla, laitteilla tai tiloilla pitää olla omat mittarit, jotta saadaan luotettavat mittauksiedot. Mittauksen perusteella voidaan tehdä päätelmiä kulutuksesta ja mahdollisesti kulutusta vähentäviä toimenpiteitä. [45]



Kuva 7. Energy Onlinen kartassa näkyvillä seurattujen kiinteistöjen sijainnit. [45]

Energy OnLine auttaa löytämään paljon kuluttavia toimintoja sekä parantamaan energiatehokkuutta. Tietoja keräämällä saadaan selville, kuinka paljon mikäkin toiminto kuluttaa, ja sen perusteella voidaan tehdä tavoite-arvoja, joihin pyritään. Tavoitteisiin voidaan pyrkiä isompien investointien kautta tai vain käyttötapoja muuttamalla. Tuloksena säästetään kustannuksissa ja voidaan näyttää sitoutuminen energiatehokkuuteen. Seurannan avulla voidaan toimenpiteiden tulokset varmistaa sekä esittää sijoittajille ja muille toimijoille. [45]

Järjestelmän tiedot kerätään ulkopuoliseen palvelimeen, jolloin kulutustietoihin pääsee käsiksi mistä ja milloin vain Internetin kautta. Tiedot tai ohjelmisto ei ole sidottu tiettyyn tietokoneeseen, vaan yhteyden voi ottaa salasanan turvin mistä vain nopeasti ja turvallisesti. [45]

Raporttien teko on Energy Online -järjestelmällä sujuvaa. Mittareiden ja aikajakson määrittely on helppoa ja ohjelma tekee automaattisesti raportin halutuista arvoista. Raporttien teko voidaan automatisoida: esimerkiksi jokaisen kuukauden alussa järjestelmä voi luoda raportin, joka lähetetään automaattisesti sähköpostilla halutuille henkilöille. Raportointityökalun avulla voidaan tehdä myös uutislehtisiä, joista selviää kiinteistön ym. muiden toimintojen tila. Näitä voidaan jakaa sijoittajille ja muille kiinnostuneille. Raporttien avulla voidaan myös osoittaa, että mittaussäädöksiä ja lakeja noudatetaan. [45]

6.3 StruxureWare Power Monitoring

StruxureWare Power Monitoring, lyhennettynä SPM, on valvontaohjelmisto, joka tarjoaa energiaseuranta ja -hallintaratkaisun mm. teollisuuteen, toimistoihin, liikekeskuksiin, kouluihin sekä kriittisiin ympäristöihin, kuten palvelinkeskuksiin ja sairaaloihin. SPM:llä pystyy yhdistämään isompien kokonaisuuksien, kuten yliopistokampuksen ja laitoksien toiminnot ja energiaseurannat, yhden hallintajärjestelmän alle, jolloin niiden seuranta ja käyttö on helpompaa ja tehokkaampaa. [47; 48]

SPM-ohjelmisto näyttää reaaliaikaisesti kohteen toiminnot, kuten moottorien ohjauksen, venttiilien asennon, mittaukset ym. Sen avulla on helppo ohjata niiden toimintaa ja muuttaa parametreja. Ohjelmisto myös kerää koko ajan tietoa laitteiden tilasta, muutoksista ja mahdollisista ongelmista. SPM:n avulla on helppo havaita tehottomat laitteet ja toiminnot. Tämän tiedon avulla rikkiäiset laitteet voidaan joko korjata tai muuttaa prosesseja tehokkaammiksi, jotta mahdolliset katkokset ja seisokit voidaan estää. Seuranta säästää käyttökustannuksia ja pidentää laitteiden käyttöikä. [48; 49]

SPM-järjestelmä seuraa perusmittausten, kuten sähkön, veden ja lämmön, lisäksi sähkön laatua ja ennakoi käyttöä. Sähkön laadulla on suuri merkitys laitteiden kestävyys ja käyttöikä. SPM-järjestelmä seuraa jatkuvasti sähkön laatua ja tarvittaessa lähettää hälytyksen muutoksista. Järjestelmä mittaa mm. harmonisien aaltojen muutoksia ja sähkön syöttöä. Ohjelman avulla niihin voidaan reagoida ja analysoida ongelmien syitä. [48]

Järjestelmä auttaa myös laskutuksessa. Tarkkojen yhtäjaksoisten mittausten avulla voidaan laskuttaa vuokralaisia oikein. Jatkuvan seurannan avulla voidaan mittaukset todentaa, jos vuokralainen epäilee, että kulutuksissa ja laskuissa on jotain vikaa. Tämän avulla voidaan todentaa myös sähköntoimittajan lähettämät laskut ja sähkön laatu. Seurannan avulla voidaan todistaa, jos sähköyhtiö ei ole toimittanut sopimuksessa määriteltyä laatua. Tietojen avulla voidaan saada parempi tarjous sähköhinnasta, jos kulutus poikkeaa ennakoidusta tai jos laatu on huonoa. [48; 50]

Tiedon keräys on SPM-järjestelmän tärkeimpiä toimintoja. Se kerää jatkuvasti tietoa laitteiden toiminnosta, kulutuksesta ja hälytyksistä. Mistä tahansa mittauksesta voidaan tehdä kuvaaja, jota voidaan tarkastella joko reaaliaikaisesti tai jälkikäteen graafisessa muodossa tai taulukkona. Kerätyn tiedon avulla löydetään mahdolliset kysyntähuiput ja käyttömallit, joiden avulla voidaan tehdä toimenpiteitä. Kulutuksen voi myös paikallistaa tarkemmin osastoihin, prosesseihin, vuoroihin tai laitteisiin. Jos huomataan, että jokin vuoro tai laite kuluttaa huomattavasti enemmän energiaa kuin jokin toinen, voidaan ongelma paikallistaa ja korjata. Seurannan avulla toimenpiteiden vaikutus energiankulutukseen ja tehokkuuteen voidaan todentaa ja toimivat menetelmät voidaan ottaa laajemmin käyttöön. [48; 51; 52]

Hälytystietoja kerätään jatkuvasti, ja näytöltä näkee helposti aktiiviset ja kuittaamattomat hälytykset. Hälytyksiä on helppo suodattaa laitteen nimen, hälytystilan, prioriteetin tai aikajakson mukaan. Paljon hälyttäviä kohteita voi laittaa erikoistarkkailuun, jotta ongelmiin pystytään puuttumaan. Kriittiset hälytykset voidaan siirtää eteenpäin huoltoon esimerkiksi tekstiviestillä ympäri vuorokauden näin varmistuen laitteiden ja prosessien katkeamattoman toiminnan. [47; 48; 53]

Ohjelma sisältää 16 valmiita raporttipohjaa, joita asiakas voi käyttää. Näiden lisäksi voidaan raporttipohjat tehdä asiakkaan toiveiden mukaan. Raporttien teko voi olla manuaalista, aikataulutettua tai jonkin tapahtuman tai hälytyksen aiheuttamaa raportointia. Raportit joko ilmestyvät valvomokoneen näytölle, tai ne voidaan lähettää sähköpostilla suoraan asiaan liittyville ihmisille. [48; 51]

SPM-järjestelmässä on hyvin joustava arkkitehtuuri, joka mahdollistaa helposti laajennukset ja muutokset. Järjestelmä pystyy keskustelemaan Schneider Electricin omien laitteiden sekä muiden valmistajien laitteiden kanssa, joten SPM-järjestelmän pystyy helposti ottamaan käyttöön myös vanhemmissa kiinteistöissä. [48; 50; 51]

7 Ratkaisut

7.1 Asuinkiinteistöt

Asuinkiinteistöjä on monen kokoisia, mutta suurimpaan osaan riittää sähköyhtiön seuranta, jonka mukaan kiinteistöä ja asukkaita laskutetaan. Rakennusautomaation tarjoama yksinkertainen sähkönseuranta on hyvä, jos sähköyhtiön lähettämät laskut ja kulutukset halutaan tarkastaa. Energy Online on kustannustehokas vaihtoehto, jos kulutustiedot kiinnostavat enemmän tai kiinteistön energiatehokkuutta pyritään parantamaan. Sen avulla saa etsittyä nopeasti tarvittavat tiedot jopa vuosien takaa, ja niistä saa tehtyä tarvittaessa kulutuksen koontiraportin.

Sähkönkulutusta asuinkiinteistöissä voidaan vähentää järkeistämällä ilmastoinnin käyttöajat sekä huolehtimalla, että ulkovalaistus toimii hämäräkytkimellä ja rappujen ja yleisien tilojen valot toimivat liiketunnistimilla. Saunavuorojen järkeistämällä saadaan huomattavat säästöt, jos taloyhtiössä on käytössä yhteissauna. Autolämmityspaikoissa

tulisi käyttää kytkinkelloja, jotta autoja ei pystytä lämmittämään ympäri vuorokauden. [11]

Asuinkiinteistöissä ei tarvita laadun seurantaan, koska niissä ei ole kalliita helposti rikkoutuvia laitteita. Päämittariksi riittää PM700-sähkömittari, ja asuntojen sähkönkulutuksen seurantaan sopii PM3000. Mittareiden hälytystoiminnot ovat myös turhia, koska jokainen asunto käyttää vaihtelevasti sähköä. Raja-arvoja on vaikea asettaa, koska asunnot ovat erikokoisia ja esim. kiukaan päälläpitäminen nostaa sähkönkulutusta huomattavasti.

7.2 Toimistorakennukset

Toimistorakennuksia on kaikenkokoisia. Pienten toimistojen sähkönkulutuksen seurantaan riittääkin rakennusautomaatio, mutta suurimpaan osaan Energy Onlinen tuomat palvelut ja raportointimahdollisuudet antavat sähkönseurannalle ja energiatehokkuuden kehittämiseksi huomattavasti monimuotoisemmat mahdollisuudet. Varsinkin, jos yritys pyrkii tehostamaan energiankäyttöään, on Energy Online hyvä vaihtoehto. Rakennusautomaatio ei tarjoa raportointimahdollisuutta, jonka avulla muutokset kulutuksessa voidaan nopeasti esittää ymmärrettävässä muodossa.

Oikeanlaisella työntekijöiden ja käyttäjien opastuksella voidaan toimistoissa saada aikaiseksi huomattavia säästöjä. Esimerkiksi valot ja tietokoneet tulisi sammuttaa yöksi ja ilmastoinnin asetukset säätää oikein. Kun käyttäjät huomioivat oman vaikutuksensa kulutukseen, voivat säästöt olla suurempia kuin suurien investointien tuottamat. [16]

Päämittariksi toimistorakennuksiin käy PM800 tai PM700 riippuen toimiston koosta ja toimistossa olevista laitteista. Pienessä, vähän kuluttavassa toimistorakennuksessa PM700:n tarjoamat toiminnot riittävät hyvin. Isompiin toimistorakennuksiin, joissa on mahdollisesti herkkiä välineitä käytössä, PM800 tarjoaa mahdollisuuden laadun tarkkailuun ja raja-arvojen määrittämiseen. Kiinteistössä yksittäisten tilojen ja toimintojen kulutuksen seurantaan riittää PM3000:n tarjoamat toiminnot.

7.3 Koulurakennukset

Koulurakennuksia on pienistä kyläkouluista aina suurin yliopistokampuksiin. Pienissä kouluissa voi rakennusautomaatio riittää hyvin sähkönsurantaan. Koulujen käyttökustannuksia pyritään kuitenkin jatkuvasti laskemaan, tällöin Energy Online on parempi ratkaisu. Järjestelmään voidaan kerätä esimerkiksi kaupungin kaikkien koulujen sähkönkulutukset ja niiden kulutusta voidaan helposti verrata keskenään ja näin paikallistaa vanhat ja paljon kuluttavat kohteet. Myös rikkiäisten laitteiden aiheuttamat muutokset sähkönkulutuksessa huomataan nopeammin. Isoissa yliopistoissa kulutuksen seuranta on vielä tärkeämpää. Erilaisten luokkien ja laboratorioiden kulutukset saadaan kerättyä Energy Online palveluun, josta niiden muutoksia voidaan seurata helposti.

Kouluihin pääsähkömittariksi riittää hyvin PM700. Yliopistoihin, joissa on paljon herkkiä laitteita, kannattaa päämittariksi valita PM800 sähkön laadun varmistamiseksi. PM3000 on hyvä perusmittari yksittäisten tilojen kulutuksen seurantaan.

7.4 Liikekeskukset

Liikekeskusten täytyy tarkasti seurata omaa sekä vuokralaistensa sähkönkulutusta. Tähän paras järjestelmä on Energy Online. Sen avulla voidaan jokaisen vuokralaisen kulutusta seurata ilman, että mittareita tarvitsee käydä paikan päällä lukemassa. Jokaisen vuokralaisen kulutus tallentuu, ja vuokralaisia on tietojen avulla helppo laskuttaa. Raportointitoimintojen avulla voidaan jokaiselle vuokralaiselle tarvittaessa tehdä taulukko heidän kulutuksestaan. Niiden avulla voidaan tiloja tai aikaisempien vuosien kulutusta verrata toisiinsa. Järjestelmän avulla nähdään myös helposti investointien vaikutus kulutukseen ja se, kannattaako samanlaisiin investointeihin panostaa tulevaisuudessa.

Energiatehokkuus ja -säästöt ovat liikekeskuksille haastavia, koska sähkölaitteiden määrä lisääntyy jatkuvasti. Ruokakaupoissa jäähdytykseen menee 35–50 % energiasta ja säästöjä saadaan aikaiseksi vain investoimalla energiatehokkaampiin laitteisiin. Viime vuosina kaupat ovatkin panostaneet erityisesti kannellisiin pakastimiin, joilla jäähdytykseen käytettyä energiaa saadaan vähennettyä merkittävästi. [54]

Liikekeskuksen koko ja toiminnot vaikuttavat päämittarin valintaan. PM700 riittää pieniin liikekeskuksiin, mutta PM800 tuo kuitenkin enemmän toimintoja ja mahdollisuuksia sähkön seurantaan. PM800:n hälytystoiminnot, raja-arvot ja aikaleimaus auttavat selvittämään sähkönkulutuksen huomattavan kasvun ja siihen vaikuttavat syyt. Reagointiaika ongelmien ilmentyessä on PM800:n avulla huomattavasti nopeampaa ja tehokkaampaa. Tällöin muutoksiin ehditään reagoimaan ajoissa ja laitteiden kuormitus pysyy tasaisena. Yksittäisten vuokralaisten tilojen ja toimistojen kulutuksien seurantaan riittää PM3000.

7.5 Tehdasrakennukset

Tehdasrakennusten sähkömittarointi on hieman haastavampaa, koska valmistettavia tuotteita ja prosesseja on loputtomasti erilaisia. Pienissä tehtaissa, joissa valmistusprosessit ovat yksinkertaisia, Energy Onlinen tarjoamat kulutusseurannan mahdollisuudet ovat riittävät. Sen avulla voidaan seurata tilojen, toimintojen tai yksittäisten laitteiden kulutusta ja muutokset huomataan nopeasti. Isoihin tehtaisiin, joissa on paljon toimintoja ja valmistusmäärät ovat suuret, StruxureWare Power Monitoring on parempi järjestelmä. SPM-järjestelmään ei kerätä pelkästään kulutustietoja, vaan sen avulla voidaan hallita esim. ilmastointia, valaistusta ja muita prosesseja. Sen avulla kulutukseen voidaan vaikuttaa helposti heti ongelmia ilmetessä. Sen omat hälytystoiminnot nopeuttavat reagointia ongelmiin ja vähentävät mahdollisia seisokkeja ja laitevikoja.

PM800 sopii päämittariksi pieniin tehtaisiin, joissa laadulla ei ole niin suurta merkitystä laitteiden ja tehtaan toimintaan. Isoihin tehtaisiin päämittariksi tulisi valita ION7650, joka reagoi tehokkaasti sähkön laatuongelmiin. Sen avulla myös vikojen etsiminen on tehokkaampaa, koska se pystyy mm. määrittämään, missä suunnassa vika on mittariin nähden. PM3000 on hyvä mittari perustoimintojen ja prosessien kulutuksen seurantaan.

7.6 Sairaalarakennukset

Sairaalat ovat myös haastavia ympäristöjä sähkömittarointia ajatellen. SPM-järjestelmä on ehdoton sairaalaan. Sen avulla pystytään reaaliaikaisesti valvomaan sähkönlaatua sekä hallitsemaan muita toimintoja. SPM:n avulla voidaan hallita ja testata sairaalassa

tärkeitä varageneraattoreita ja muita sähköntuoton varmistavia toimintoja. Järjestelmä seuraa koko ajan sähkön määrää ja laatua. Muutokset aiheuttavat joko hälytyksen tai käynnistävät varageneraattorit. SPM-järjestelmän avulla sairaalan toiminnot pystyy yhdistämään yhden järjestelmän alle. Sen avulla toimintojen hallinta, mittauksien seuraaminen ja raportointi on helppoa.

Sairaaloihin syötetään sähköä vähintään kahdesta lähteestä. Näin varmistetaan sähkönsaanti, jos ongelmia ilmenee toisessa lähteessä. Sairaalaan päämittari on ehdottomasti ION7650. Se valvoo sähkönlaatua joka voi aiheuttaa laiterikkoja ja vaikeuttaa sairaalan toimintaa. Sen avulla pystytään varmistamaan tasainen luotettava sähkön laatu. Tilojen ja toimintojen mittareiksi riittää PM3000, joka vain seuraa kulutusta ja muutoksia THD:ssä.

8 Yhteenveto

Insinööriyössä huomattiin, miten erilaisia valitut segmentit voivat olla sähkönkulutukseltaan ja tarpeiltaan. Lopputuloksena jokaiselle kiinteistölle valittiin niille sopivimmat sähkömittarit ja järjestelmät. Työ osoittaa että sähkönkulutuksen seuranta ja analysointi eivät ole kiinteistöissä turhaa. Seurannan avulla voidaan saada aikaiseksi merkittäviä rahallisia säästöjä, todentaa säädöksiä asettamia vaatimuksia, pidentää laitteiden käyttöikää ja nostaa kiinteistön arvoa.

Lähteet

- 1 Ydinviestit 2011: Buildings Business. 2011. Schneider Electric. Luettu 3.5.2013
- 2 Schneider Electric on globaali energianhallinnan asiantuntija. 2012. Verkkodokumentti. Schneider Electric <<http://www.schneider-electric.fi/sites/finland/fi/yritys/yrityssivu.page>> Luettu 3.5.2013.
- 3 Schneider Electricin Buildings Business –yksikkö. 2012. Schneider Electric. Luettu 3.5.2013.
- 4 Kuluryhmä energianhallinta: Energiatohokkuutta ja kustannusoptimointia hakemassa. 2013. Verkkodokumentti. Expense Reduction Analysts. <<http://expensereduction.eu/fi/blog/kuluryhm%C3%A4-energianhallinta-energiatohokkuutta-ja-kustannusoptimointia-hakemassa>> Luettu 5.3.2013.
- 5 Kansalliset energiatohokkuussopimukset. 2012. Verkkodokumentti. Energiatohokkuussopimukset. <http://www.energiatohokkuussopimukset.fi/fi/tietoa_sopimuksista/>. Päivitetty 24.2.2012. Luettu 10.4.2013.
- 6 Energiatohokkuussopimusten tavoitteet 2011. Verkkodokumentti. Energiatohokkuussopimukset. <http://www.energiatohokkuussopimukset.fi/fi/tietoa_sopimuksista/energiatohokkuussopimusten_tavoitteet/>. Päivitetty 10.1.2011. Luettu 10.4.2013.
- 7 Sopimustoiminnan kulmakivet. 2011. Verkkodokumentti. Energiatohokkuussopimukset. <http://www.energiatohokkuussopimukset.fi/fi/tietoa_sopimuksista/>. Päivitetty 10.1.2011. Luettu 10.4.2013.
- 8 Monitoring energy use: The power of information. 2011. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <http://www.solution-toolbox.schneider-electric.com//contents/downloads/1256_monitoring_energy_use.pdf>. Luettu 21.1.2013.
- 9 Sähkön jälkimittausjärjestelmän tekninen toteutus. 2012. Schneider Electric. Luettu 10.5.2013.
- 10 Lindsey, Hugh & Tobin, Terrence. 2011. Three dimensions of energy opportunities that can boost profits and asset value. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <http://www.solution-toolbox.schneider-electric.com//contents/downloads/1257_three_dimensions_of_energy_opportunities.pdf>. Luettu 21.1.2013.

- 11 Sähkönkulutus ja ostaminen. Verkkodokumentti. Taloyhtiö.net.
<<http://www.taloyhtio.net/hoku/energia/sahkonkulutus/>>. Luettu 15.4.2013.
- 12 Energiahankinnat. Verkkodokumentti. Motiva.
<http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiahankinnat>. Päivitetty 1.3.2013. Luettu 15.4.2013.
- 13 Kulutusseuranta – merkitys ja menetelmät. Verkkodokumentti. Taloyhtiö.net.
<<http://www.taloyhtio.net/hoku/energia/seuranta/>>. Luettu 15.4.2013.
- 14 Energiankulutus ja seurantatiedot. Verkkodokumentti. Motiva. <
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiankulutus_ja_seurantatiedot>. Päivitetty 13.3.2013. Luettu 15.4.2013.
- 15 Arvinen, Mikko. 2011. Etäluettavat sähkömittarit tulevat kaikkiin koteihin. Verkkodokumentti. Sähköala.fi.
<http://www.sahkoala.fi/koti/lehti/2011/suunnittelu/fi_FI/etaluettavat_sahkomittarit/seurantatiedot>. Päivitetty 7.3.2011. Luettu 15.4.2013.
- 16 Take your office building to the next level. 2008. Schneider Electric. Luettu 9.1.2013.
- 17 Why invest in high-performance green building? 2012. Schneider Electric. Luettu 9.1.2013.
- 18 Improve financial performance and occupant satisfaction. 2011. Schneider Electric. Luettu 9.1.2013.
- 19 Improve profitability and cash flow with green buildings. 2011. Schneider Electric. Luettu 9.1.2013.
- 20 Bates, Shan. 2011. Creating an efficient campus. 2011. Schneider Electric. Luettu 15.11.2012.
- 21 Building intelligence. 2009. Schneider Electric. Luettu 15.11.2012.
- 22 General specification for shopping malls. 2011. Schneider Electric. Luettu 15.1.2013.
- 23 Shopping malls: Optimized power & control solutions. 2007. Schneider Electric. Luettu 8.1.2013.
- 24 Energy management can fuel long-term profitability. Schneider Electric. Luettu 8.1.2013.
- 25 Energy management for industry. 2011. Frost & Sullivan. Luettu 16.1.2013.

- 26 Fiske, Tom & Avery, Allen. Energy management at the enterprise level. 2010. ARC. Luettu 16.1.2013.
- 27 Lawrence, Bernie & Hancock, Martin. 2010. How unreliable power affects the business value of a hospital. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <http://www.solution-toolbox.schneider-electric.com//contents/downloads/1006-hcreliablepower_a4.pdf>. Luettu 28.1.2013.
- 28 How energy efficiency ensures financial health for hospitals. 2010. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <http://www.solution-toolbox.schneider-electric.com//contents/downloads/1001-healthcare_ee_us.pdf>. Luettu 28.1.2013.
- 29 Leading techniques for energy savings in healthcare facilities. 2006. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <http://www.solution-toolbox.schneider-electric.com//contents/downloads/1004-healthcareenergy_a4.pdf>. Luettu 28.1.2013.
- 30 Puijon sairaalassa talotekniikan osuus poikkeuksellisen suuri. 2012. Verkkodokumentti. Granlund. <<http://www.granlund.fi/ajankohtaista/puijon-sairaalassa-talotekniikan-osuus-poikkeuksellisen-suuri/#main>>. Päivitetty 18.12.2012. Luettu 27.2.2013.
- 31 Power meter series PM3200. 2012. Schneider Electric. Luettu 15.3.2013.
- 32 Särö. Verkkodokumentti. SuomiSanakirja. <<http://suomisanakirja.fi/s%C3%A4r%C3%B6>>. Luettu 18.4.2013.
- 33 PM3200 series Energy meters. Schneider Electric. Luettu 15.2.2013.
- 34 Know your network health, optimize your installation. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <<http://planet.schneider-electric.com/Intranet/Search.nsf/FrameSetHP?ReadForm=&L=Us&Param=pm3000>>. Luettu 15.2.2013.
- 35 PowerLogic System - Catalogue. 2011. Schneider Electric. Luettu 11.11.2012.
- 36 PM700 series. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <<http://planet.schneider-electric.com/Intranet/Search.nsf/FrameSetHP?ReadForm=&L=Us&Param=meter>>. Luettu 19.2.2013.
- 37 PowerLogic series 700 power meters. 2007. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <<http://planet.schneider-electric.com/Intranet/Search.nsf/FrameSetHP?ReadForm=&L=Us&Param=meter>>. Luettu 19.2.2013.

- 38 PM750 Introduction – launch document. 2006. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <<http://planet.schneider-electric.com/Intranet/Search.nsf/FrameSetHP?ReadForm=&L=Us&Param=meter>>. Luettu 19.2.2013.
- 39 Power logic series 800 power meter. 2011. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <<http://planet.schneider-electric.com/Intranet/Search.nsf/FrameSetHP?ReadForm=&L=Us&Param=meter>>. Luettu 19.2.2013.
- 40 ION7550/ION7650. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <<http://planet.schneider-electric.com/Intranet/Search.nsf/FrameSetHP?ReadForm=&L=Us&Param=ION76>>. Luettu 22.2.2013.
- 41 IEC 61850 for the PowerLogic ION7550/ION7650 launching. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <<http://planet.schneider-electric.com/Intranet/Search.nsf/FrameSetHP?ReadForm=&L=Us&Param=ION7650>>. Luettu 22.2.2013.
- 42 Energy and power quality meters – Launch file. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <[http://planet.schneider-electric.com/C12575B600509127/all/67928A0CDCDF7F148525770D002DAEC3/\\$File/launch%20file_ion7x50.pdf](http://planet.schneider-electric.com/C12575B600509127/all/67928A0CDCDF7F148525770D002DAEC3/$File/launch%20file_ion7x50.pdf)>. Luettu 22.2.2013.
- 43 Sahlsten, Toivo. 2012. Rakennusten energiatehokkuusvaatimusten huomioonottaminen sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien suunnittelussa. Schneider Electric. Luettu 17.11.2012.
- 44 Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt. 2005 Verkkodokumentti. BAFF. <http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf>. Luettu 4.4.2013.
- 45 Let your energy savings work for you – Remote energy management with Energy Online. 2011. Schneider Electric. Luettu 21.2.2013.
- 46 Energy Online. 2011. Schneider Electric. Luettu 21.2.2013.
- 47 StruxureWare Power Monitoring 7.0 – Functions and characteristics. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <[http://planet.schneider-electric.com/C12575896/all/318CAD727F5EBC0E8525799D0063593C/\\$File/423e3040.pdf](http://planet.schneider-electric.com/C12575896/all/318CAD727F5EBC0E8525799D0063593C/$File/423e3040.pdf)>. Luettu 6.2.2013.
- 48 StruxureWare Power Monitoring. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <<http://planet.schneider-electric.com/Intranet/Search.nsf/FrameSetHP?ReadForm=&L=Us&Param=meter>>. Luettu 19.2.2013.

tric.com/intranet/products/iaprod.nsf/FrameSetHP?ReadForm&Count=200&L=Us&roll=37&navID=7&>. Luettu 7.2.2013.

- 49 Benefit more from your power monitoring system – Migrate to StruxureWare Power Monitoring software. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <[http://planet.schneider-electric.com/C12578CD002C0896/all/75450911C2DE766B852579AB0064B0F7/\\$File/998-6536_gma-gb.pdf](http://planet.schneider-electric.com/C12578CD002C0896/all/75450911C2DE766B852579AB0064B0F7/$File/998-6536_gma-gb.pdf)>. Luettu 6.2.2013.
- 50 Power Monitoring 7.0. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <<http://planet.schneider-electric.com/intranet/products/iaprod.nsf/FrameSetHP?ReadForm&Count=200&L=Us&roll=37&navID=7&>>>. Luettu 6.2.2013.
- 51 Unite your power network – StruxureWare Power Monitoring software. 2012. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <[http://planet.schneider-electric.com/C12578CD002C0896/all/5F0D180DE8AFD117852579AB00648754/\\$File/998-6535_gma-gb.pdf](http://planet.schneider-electric.com/C12578CD002C0896/all/5F0D180DE8AFD117852579AB00648754/$File/998-6535_gma-gb.pdf)>. Luettu 7.2.2013.
- 52 Commercial launch training – StruxureWare Power Monitoring software 7.0.1. 2012. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <<http://planet.schneider-electric.com/intranet/products/iaprod.nsf/FrameSetHP?ReadForm&Count=200&L=Us&roll=37&navID=7&>>>. Luettu 6.2.2013.
- 53 Introducing StruxureWare Power Monitoring software 7.0. 2012. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <[http://planet.schneider-electric.com/C12578CD002C0896/all/B26BA2C6C2670B53852579BB00621D88/\\$File/7en12-0262-00.pdf](http://planet.schneider-electric.com/C12578CD002C0896/all/B26BA2C6C2670B53852579BB00621D88/$File/7en12-0262-00.pdf)>. Luettu 6.2.2013.
- 54 Retail. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <<http://www.solution-toolbox.schneider-electric.com/solutions/segments-list/segments,3>>. Luettu 8.1.2013.

