

Tommi Impivaara

Sähkötekniikan ja käyttötekniisten
toimenpiteiden energiatehokkuus
käyttäjälle

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Joulukuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>	<p>Opinnäytetyön päivämäärä</p> <p>29.11.2013</p>
<p>Tekijä(t)</p> <p>Tommi Impivaara</p>	<p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</p> <p>Sähkötekniikan koulutusohjelma</p>
<p>Nimeke</p> <p>Sähkötekniikan ja käyttötekniisten toimenpiteiden energiatehokkuus käyttäjälle</p>	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää millä menetelmillä ja toimenpiteillä voidaan saavuttaa uuden Energiatehokkuusdirektiivin vaatimat 20% säästöt sähköenergiakulutuksessa. Tässä tutkielmassa keskitytään vain sähköenergian säästöön.</p> <p>Työ perustuu Motivan energiatehokkuusraportteihin (Energiatehokkuussopimukset, Toimenpideohjelman vuosiraportti 2012), Motivan ja Puutuoteteollisuus ry:n tutkimukseen 2013 sekä Motivan ja Majoitus- ja Ravintola-alan ry:n tutkimukseen 2013 jotka tutkimukset on toteuttanut WIS Consulting Oy. Tässä työssä on ensisijaisesti selvitetty sähköenergian säästöpotentiaalia ja toiseksi on tutkittu mahdollisuuksia tehostaa sitä sähkölaitteilla tai sähköön käyttökäytännön toimenpitein käyttäjän toimesta.</p> <p>Työn tulos osoittaa että yli kahdenkymmenen prosentin säästöt sähköenergiassa ovat mahdollisia tutkituilla toimialoilla. Noin kolmannes niistä on saavutettavissa käyttökäytännön toimenpitein jotka eivät tarvitse suuria investointeja.</p> <p>Suomen teollisuus on hyvin energiatehokasta mutta se voi silti saavuttaa paremman kilpailukyvyn tekeillä systemaattista energiatehokkuustyötä. Sen täytyy vain katsoa koko kuvaa, käyttää uusia menetelmiä ja johtaa energiatehokkuutta.</p>	
<p>Energiatehokkuus, sähkötekniikka, käyttötekniiset toimenpiteet, uusi energiatehokkuusdirektiivi EED,</p>	
<p>Sivumäärä</p> <p>38</p>	<p>Kieli</p> <p>Suomi</p>
<p>URN</p>	
<p>Huomautus (huomautukset liitteistä)</p>	
<p>Ohjaavan opettajan nimi</p> <p>Arto Kohvakka</p>	<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja</p> <p>WIS Consulting Oy</p>

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 29.11.2013	
Author(s) Tommi Impivaara		Degree programme and option Electrical Engineering	
Name of the bachelor's thesis Electricity technology and usage operation's to energy efficiency by end-user			
Abstract <p>The aim of the thesis was to find out which are those methods and act's that will be done to achieve 20% energy saves that new Energy Efficiency Directive is claim. This study has focus only to electricity savings.</p> <p>The work base to the energy efficiency reports of Motiva (year 2012, Results of Energy Efficiency Agreements), Motiva and the research of Construction product industry (PTT) and Motiva and the research of Finnish Hospitality Association, which has been produced by WIS Consulting Oy. The primary focus of this thesis has been the potential energy saving findings of electricity and the secondary focus in possibilities of improvements related to electricity equipment's and consumption of electricity by end -user</p> <p>The results of this thesis demonstrating, that more than twenty percent of electricity saving is possible in researched sectors. About one third of those can do by usage activities without big investments.</p> <p>Finnish industry is already very energy efficient, but it still can get more competitive by doing systematic energy efficiency work. It only has to look whole picture, use new methods and manage energy efficiency systematically.</p>			
Subject headings, (keywords) Energy efficiency, Electricity technology, Usage operation's, New Energy efficiency directive			
Pages 38	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Arto Kohvakka		Bachelor's thesis assigned by WIS Consulting Oy	

SISÄLLYSLUETTELO:

1 JOHDANTO	1
2 ENERGIANKULUTUS	2
2.1 Teollisuus	2
2.2 Rakennukset	3
2.3 Julkinen sektori	3
2.4 Palveluala	4
2.5 Maatalous	4
2.6 Kotitaloudet	4
3 ENERGIATEHOKKUUS	4
3.1 Uusi Energiatehokkuusdirektiivi	5
3.2 NEEAP - kansallinen energiaterhokkuussuunnitelma	5
3.3 Kilpailukyky	6
3.4 Sähkövoimatekniikka	7
3.5 Loppukäyttäjät	7
3.6 Energiaterhokkuuden kehittämisen lähestymisen näkökulmat	8
4 SÄHKÖTEKNIikka JA KÄYTTÖTEKNiset TOIMENPITEET	8
4.1 Sähkösuunnittelun energiaterhokkuus	9
4.2 Sähkölaitteiden energiaterhokkuus	10
4.2.1 Moottorit	10
4.2.2 Taajuusmuuttajat	11
4.2.3 Muuntamot	11
4.2.4 Valaistus	11
4.2.5 Loisteho ja yliaallot	12
4.2.6 Paineilma ja kompressorit	12
4.2.7 Muut lupaukset	13
4.3 Kotitalouksien energiaterhokkuus	13
4.4 Käyttöteknisten toimenpiteiden energiaterhokkuus	13
4.5 Kunnossapidon energiaterhokkuus	14
5 KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT	14
5.1 Motivan energiaterhokkuuskatselmus	15
5.2 Tilastollinen lähestyminen	15

5.3 Energiatohokkuuskartoitukset.....	16
5.4 Kannattavuuslaskenta	16
5.5 Käsitteet ja laskentakaavat	16
6 ENERGIA TEHOKKUUSMENETELMÄT	17
6.1 Energiakatselmukset	18
6.2 Laittoimittajien energiatohokkuus.....	19
6.3 Tilastollinen vertailu	19
6.4 Energiatohokkuuskartoitus	20
6.5 Loppukäyttäjien mahdollisuudet.....	21
7 LOPPUKÄYTTÄJIEN ENERGIA TEHOKKUUDEN PARANTAMINEN	22
7.1 Energiatohokkuustoimenpiteet ja –potentiaali.....	22
7.1.1 Motiva:n energiatohokkuuskatselmusten tulokset.....	23
7.1.2 Tilastollisen menetelmän tulokset.....	25
7.1.3 Energiatohokkuuskartoituksen tulokset	27
7.2 Teollisuuden toimenpiteet.....	28
7.3 Rakennukset	29
7.4 Palveluala, majoitus- ja ravitsemusala.....	29
7.5 Kotitaloudet	30
7.6 Energiatohokkuuden kannattavuus.....	33
8 YHTEENVETO.....	35
LÄHTEET	36

1 JOHDANTO

Energiatehokkuus on nousemassa yhä merkittävämpään rooliin yritysten kustannusten ja laitetoimittajien kilpailukyvyn sekä ympäristönsuojelun kannalta. Yhä useammat yritykset hakevat toiminnan kustannusten säästöjä energiatehokkuutta parantavista toimintatavoista ja laiteinvestoinneista. Laitetoimittajat ovat jo joitakin vuosi pyrkineet omissa tuotteissaan tuomaan esille niiden energiatehokkuutta sekä luoneet niiden markkinoinnin avaamiseen eritasoisia energiatehokkuuspalveluita. Yrityspalveluita tarjoavat suunnittelutoimistot, sähköenergian myyjät jne. ovat myös havainneet näiden palveluiden tuovan asiakkailleen lisäarvoa sekä edistävän pääliiketoimintojensa myyntiä. European Union (EU) on omalta osaltaan ohjannut energian säästämistä energiapalveludirektiivin (ESD) ja ”CHP-direktiivin” sekä muutamalla kohdalla julkisia hankintoja koskevasta direktiivistä. Uusi Energiatehokkuusdirektiivi (EED) perustuu 20/20/20 tavoitteisiin ja astui voimaan 4.12.2012.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää sähkötekniisten laitteiden energiatehokkuuden kehitystä ja niiden tuomia mahdollisuuksia energiatehokkuuden parantamiseen käyttötekniisinä ja laiteratkaisuina eri loppukäyttäjär ryhmien kannalta. Työssä pyritään myös arvioimaan sähkötekniisten laitteiden käyttötekniistentoimenpiteiden ja laiteratkaisuiden tuomia todellisia energiansäästöjä sekä niiden kannattavuutta takaisinmaksuaikoina eri loppukäyttäjille.

Loppukäyttäjät tarvitsevat lämpö- ja sähköenergiaa lämmitykseen, tuotantoprosesseihin sekä laitteille sekä polttoaineina liikkumiseen, lämmittämiseen jne. Tässä työssä keskitytään loppukäyttäjien sähköenergian käytön tehostamiseen sekä sen kannattavuuden arviointiin.

Tutkimusmateriaalina on käytetty sähkölaitteiden valmistajien antamia tietoja sekä niihin liittyviä tutkimuksia energiatehokkuuden paranemisesta. Energiansäästömahdollisuuksia ja sähkötekniisten laitteiden avulla tehtävää energiatehokkuuden parantamista on tutkittu WIS Consulting Oy:n Motivalle ja Puutuoteteollisuus ry:lle toteuttamien energiatehokkuuskartoitusten sekä Motivalle ja Majoitus- ja ravitsemusala ry:lle tehdyn energiatehokkuusvertailun perusteella.

2 ENERGIANKULUTUS

Suomen energian kokonaiskulutus oli n. 400 TWh ja loppukäyttäjien kulutus n. 310 TWh vuonna 2010. Pitkälä aikavälillä energiankulutus on ollut kasvussa, vaikka se laski selvästi vuosina 2008 ja 2009 talouden taantuman ja 2008 olleen leudon talven takia. Kokonaiskulutus on kasvanut vuodesta 1990 yhteensä 74,6 TWh eli n. 18 % vuoteen 2010. Loppukulutus 57,7 TWh eli 20 % samana aikana. /2./

Taulukossa 1 on kuvattu eri sektoreiden kulutusta suhteellisesti.

Taulukko 1, Sektorien suhteellinen energiankulutus /2/

SEKTORI	2000	2002	2004	2006	2008	2010*
Teollisuus	52,3	50,7	50,5	50,5	48,8	45,2
Liikenne	15,6	15,4	15,8	15,8	16,5	16,6
Rakennusten lämmitys	19,7	21,3	21,1	20,9	21,0	24,6
Muut	12,4	12,6	12,6	12,7	13,7	13,5
Loppukäyttö yht. (2000 = 100)	100	104	105	107	103	104

2.1 Teollisuus

Teollisuuden energian loppukäyttö oli 125 TWh vuonna 2009. Sen osuus on ollut laskeva ennen kaikkea menossa olevan rakennemuutoksen takia, joka on sulkenut useita energiavaltaisia massa- ja paperintuotantolaitoksia. Vuoden 2009 loppukulutus oli peräti 23% alhaisempi kuin talouskriisiä edeltävinä vuosina. Talouden elpymisen myötä sen kulutus olikin vuonna 2010 jo 12% edellistä vuotta suurempi, eli 140TWh.

Toimialoittain tarkasteltuna vuonna 2009 suurimmat teollisuuden energiakäyttäjät olivat massa- ja paperiteollisuus (48 %), metallien jalostus (13,4 %), öljynjalostus (10,4 %) ja kemianteollisuus (8,5 %). Teollisuuden sähkönkulutus oli 37 TWh vuonna 2009. /2./

Energiavaltaisen teollisuuden Motivan sopimukseen on liittynyt 38 yritystä, joilla on Suomessa 133 toimipistettä, ja niiden energian kulutus oli vuonna 2012 yhteensä 117 TWh josta sähköenergiaa 30 TWh ja lämpöenergiaa ja polttoaineita 87 TWh /4./
Muun teollisuuden energian kulutus on n. 20 TWh, joista sähkön kulutus n. 10 TWh.

2.2 Rakennukset

Rakennukset ovat merkittävä energian kuluttaja, ja vuonna 2010 niiden energian loppukäyttö jakautuu lämmityssähköön (12 %), kaukolämpöön (29 %), öljyyn ja maakaasuun (14 %), puuhun ja pellettiin (12 %) sekä huoneisto- ja kiinteistösähköön (noin 33 %). Rakennusten lämmitys ja rakennuksissa käytetty huoneisto- ja kiinteistösähkö (yhteensä noin 120 TWh) kattavat noin 38 % ja rakennustarvikkeiden valmistus ja rakentaminen noin 4 % koko Suomen energian loppukäytöstä. /2./

2.3 Julkinen sektori

Valtiovallinnon käytössä olevat kiinteistöt ja tievalaistus käyttivät vuonna 2010 yhteensä n. 2,3 TWh, joista n. 70 % kiinteistöistä omistavan Senaattikiinteistöiden osuus oli lämmön kulutuksessa 928 GWh ja sähkön kulutuksessa 628 GWh. Jaksolla 2006–2010 lämmön ominaiskulutus pienentyi 8 % ja sähkön ominaiskulutus 3 %. Kuntien ja kuntayhtymien energiankäyttö on n. 11–12 TWh, josta rakennusten osuus on noin 88 % ja muun kulutuksen osuus noin 12 %. Muusta kuin rakennusten energiankäytöstä katu- ja ulkovalaistuksen osuus on lähes puolet ja vesihuollon osuus reilu kolmannes. /2./

2.4 Palveluala

Palvelualan energian kulutus on n. 12 % kokonaiskulutuksesta ja on vuosittain n. 35TWh tasolla ja kasvanut 33% vuodesta 1995 lähtien. Sähkön kulutus on n. 18 TWh ja se on kasvanut n. 3 % vuosittain 1990 lähtien. Kasvua selittää palvelualan lähes kaksinkertaistuminen ko. aikana. /2./

2.5 Maatalous

Maatilojen vuosittainen energiankulutus on noin 12 TWh, joka jakautuu työkonepolttoaineisiin (33 %), lämmityspolttoaineisiin (28 %), viljankuivaamoiden polttoaineisiin (17 %) ja sähköön (22 %) /2/.

2.6 Kotitaloudet

Kotitaloussektorin energiankulutus oli noin 64 TWh, joka oli Suomen koko energian loppukäytöstä n. 22 % vuonna 2009. Kotitaloussektorin sähkönkulutus oli noin 22 TWh vuonna 2009 sisältäen kotitaloussähkön, lämmityssähkön, loma-asuntojen sähkönkulutuksen ja kiinteistösähkön. Noin puolet energiankäytöstä kuluu lämmitykseen, neljännes käyttöveden lämmitykseen ja neljännes laitesähköön ja valaistukseen.

Vuoteen 1995 verrattuna energiankulutus on kasvanut 25 % . /2./

3 ENERGIATEHOKKUUS

Energiansäästö nousi merkittävästi esille 70-luvun öljykriisissä ja sen aikainen sisäasiainministeriö antoi lain energiansäästötoimenpiteistä. Vaikka laki tuolloin koskikin julkista kulutusta, niin siitä lähtien varsinkin teollisuudessa on tehty toimenpiteitä energiatehokkuuden parantamiseksi. Toimenpiteillä pyrittiin merkittäviin energiankulutuksen alentamiseen ja oivallettiin sen merkitys myös yritysten kilpailukyvyille. Nykyinen työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) otti energian säästämisen aktiivisen ohjaamisen 80-luvulla ja 90-luvun puolivälissä kansallista energiatehokkuutta hoitamaan perustettiin Motiva. Nyt energiatehokkuutta valvomaan ollaan perustamassa uutta virasto TEM:n alaisuuteen.

Kansainvälisesti energiatehokkuutta ohjaa EU:n 4.12.2012 voimaan tullut uusi energiatehokkuusdirektiivi jonka perusteella pyritään 1,5 % vuosittaiseen energian käytön vähenemiseen joka merkitsee 20 % energiansäästöä vuosina 2014 - 2020. Energiansäästötavoite on yksi EU:n 20/20/20 tavoitteista, joista kaksi muuta ovat kasvihuonekaasujen vähentämistavoite ja uusiutuvan energian lisäämistavoite. /1./

Kansallisen toimeenpanon tulee olla valmis 5.6.2014, jolloin alkavat Suomen kansallisen energiatehokkuussuunnitelman NEEAP-3 mukaiset toimenpiteet.

Energia on kuitenkin merkittävä kustannustekijä useimmille talouden toimijoille, joten siinä säästäminen parantaa kustannuskilpailukykyä. Mikäli energian käytön tehostamistoimenpiteet tehdään myös kannattavasti, niin niillä on myös tulosta parantava vaikutus.

3.1 Uusi Energiatehokkuusdirektiivi

Uusi Energiatehokkuusdirektiivi korvaa energiapalveludirektiivin (ESD) ja ”CHP-direktiivin” sekä muutaman kohdan julkisia hankintoja koskevasta direktiivistä /1/.

Uusi EED sisältää ohjeelliset kansalliset energiatehokkuustavoitteet vuodelle 2020 (Artikla 3) mutta samalla sitovat valtion keskushallinnon peruskorjaus/energiansäästö tavoite 2014–2020 (Artikla 5) ja sitovan kansallisen kumulatiivisen energiansäästön tavoite jaksolle 2014–2020 (Artikla 7).

Valtion keskushallinnon on peruskorjattava vuosittain 3 % valtion keskushallinnon rakennuksista tai saavutettava vastaava säästö muilla toimilla, joista on toimitettava suunnitelmat vaikutusarvioineen komissiolle.

Kansallinen energiansäästö tavoite on saavuttaa 1,5 % uusia säästöjä joka vuosi (1,5 – 3,0 – 4,5...10,5), jolloin kumulatiivisesti vuosina 2014–2020 saavutettavien säästöjen tulisi olla 20 %. Tämä tarkoittaa vuosittaisen säästö tavoitteen kasvamista aikaisemmasta 10,5 n.42 TWh:n vuoden 2020 lopussa.

Uusi EED velvoittaa kaikkia toimijoita, mutta suunnitelma Artikla 7 toimeenpanosta (5.12.2013 – myöhästyy) määrittelee tarkemmin toimenpiteet ja mahdolliset sanktiot./1./

3.2 NEEAP - kansallinen energiatehokkuussuunnitelma

Suomen toinen energiatehokkuus suunnitelma (NEEAP-2) oli tehty ja esitelty komissiolle vuonna 2007 energiapalveludirektiivin (2006/32/EY) mukaisesti. ”Ensimmäisessä toimintasuunnitelmassa oli veloitteena asettaa vuodelle 2016 ohjeellinen energiansäästön tavoite siten, että se on energiamääränä 9 % ESD:n soveltamisalaan kuuluvasta Suomen energian loppukulutuksesta. ESD:n ulkopuolella ovat päästökauppalaan soveltamisalaan kuuluvat toimipaikat, lentoliikenne ja merenkulku. Säästötavoitteen laskennassa tuli käyttää vuosien 2001–2005 energian loppukulutuksen keskiarvoa. Näin laskettuna Suomen ohjeellinen energian-säästötavoite vuodelle 2016 on 17,8 TWh ja vuoden 2010 välitavoite 5,9 TWh”. /2./

Tulosten toteutumista voidaan arvioida Motivan Energiatehokkuussopimukset, tulokset 2011 perusteella. Sen mukaan vuosina 2008 - 2011 toteutettujen toimien vuotuiset vaikutukset vuoden 2011 lopussa ovat yhteensä n. 5,5 TWh, joista lämpöenergian ja polttoaineiden säästö 3,5 TWh sekä sähkönsäästö 2 TWh /3/. Energiatehokkuussopimuksilla on siis saavutettu neljässä vuodessa n.1,5 % vuositason säästö Suomen energian kokonaiskulutuksesta (400TWh). Säästöt perustuvat loppukäyttäjien omiin arvioihin toimenpiteiden vaikutuksesta eivätkä mitattuun tietoon.

3.3 Kilpailukyky

Kansallinen ja yritysten kilpailukyky riippuu tuotteiden yleisen kysynnän lisäksi niiden ominaisuuksista sekä hinnasta kilpailijoihin nähden.

Tuotteiden hintaa vaikuttaa usein merkittävästi tuotannon kustannukset, jolloin myös energiakuluilla on merkitystä. Energiavaltaisilla aloilla tämä on havaittu, ja siellä on pyritty tekemään määrätietoista työtä energiatehokkuuden parantamisessa. Samalla tavalla muullekin tuotannolliselle teollisuudelle ja palveluita tuottaville kiinteistöjä tarvitseville toimijoille sekä maataloudelle ja kotitalouksille syntyy energian käytöstä yhä kasvavia kustannuksia.

Nykyisin yhä useammin ostopäätökseen vaikuttavat tuotteen tai palvelun sisäisten ominaisuuksien lisäksi siihen liitetty mielikuvat, jolloin laadun ja ympäristöystävälli-

syyden lisäksi arvioidaan sen energiatehokkuutta. Tämä kehitys näkyy teollisuuden lisäksi myös esimerkiksi matkailussa, jossa varsinkin Aasiassa useat toimijat ovat hankkineet energiatehokkuusstandardin ISO 50001 mukaisen sertifikaatin. Suomessa useat yritykset ovat myös hankkimassa tai harkitsevat ko. sertifikaattia.

Yritysten, toimijoiden, maatalouden ja kotitalouksien kannalta energian säästön tuloksena säästyvät rahat ovat käytettävissä muihin kohteisiin tai säästettävissä myöhempää käyttöä varten.

3.4 Sähkövoimatekniikka

Loppujättäjien kannalta sähkötekniisten tuotteiden energiatehokkuus on merkittävässä roolissa energian säästövelvoitteiden täyttämässä. Vaikka toimenpiteet ovat tähän asti painottuneet lämpöenergiaan ja polttoaineisiin, niin sähköenergian tuottaminen esimerkiksi kotitalouksissa on hankalampaa ja usein hyötysuhteeltaan vielä heikompaa kuin vastaavat sovellutukset lämmöntuotannossa. Tästä hyvinä esimerkkeinä ovat tuuli- ja aurinkovoima, joiden takaisinmaksuajat ovat huomattavasti pidempiä kuin ilmalämpöpumppujen. On myös huomattava toisaalta että lämpöenergian säästöt ovat tähän mennessä korostuneet, koska energiatehokkuustyötä on tehty etupäässä energiavaltaisessa teollisuudessa, jossa lämpöenergian osuus on n. 75 % kaikesta energiasta.

Taajuusmuuttajakäytöt ja energiatehokkaat moottorit, valaistukset ja kodinkoneet edustavat laitevalmistajien pyrkimystä täyttää energiansäästötarpeet. Niiden käytettävyys vaihtelee voimakkaasti eri loppukäyttäjille ennen kaikkea johtuen erilaisesta takaisinmaksuaikavaatimuksesta.

3.5 Loppukäyttäjät

Motivan Energiatehokkuusraportin mukaan vuosina 2008 - 2011 (neljänä vuonna) yhteensä saavutetut vuositason säästöt ovat 1,5% yhteensä ja niistä syntyi 67 % teollisuudessa, 27 % energiantuotannossa ja 6 % muilla aloilla. Tämän 5,5 TWh vuositason säästön saavuttamiseksi oli raportoitu tehdyn investointeja 330 M€, joista 31 % teollisuudessa, 53 % energiantuotannossa, 11 % kunta-alalla ja 5 % muilla sopimusaloilla.

Näiden investointien takaisinmaksuajaksi voidaan arvioida n. 1,5 v, kun käytetään teollisuuden ja energiantuotannon maksamia lämpöenergian hintaa 30€/MWh ja sähköenergian hintaa 55€/MWh. (Teollisuuden energian todellisia hintoja ei julkaista joten käytetyt arvot ovat arvioita, jotka perustuvat investointilaskelmiin) /2./

Tässä lopputyössä keskitytään teollisuuteen, rakennuksiin, palvelualoilla esim. käytetään Majoitus- ja ravintolatoimintaa, koska se tarvitsee kiinteistöjä sekä kotitalouksia.

3.6 Energiatehokkuuden kehittämisen lähestymisen näkökulmat

Energiatehokkuuden tarvetta voidaan arvioida esimerkiksi EU:n direktiivien, maailmaa pelastavasta tai yrityksen kannattavuuden näkökulmasta.

Valitut näkökulmat ohjaavat energiatehokkuustoimintaa ja saavutettavia toimenpiteitä. Maailmaa pelastava näkökulma pyrkii tekemään kaiken, mikä on omalla mukavuusalueella eikä pyri tarkastelemaan toimien tehokkuutta, kannattavuutta tai edes lopputuloksia. Mutta toki tuottaa yksittäisiä tuloksia.

Direktiivit pakottavat tai velvoittavat toimenpiteisiin. Mitä yksityiskohtaisempia ohjeet ovat, sen pakottavimpia myös, mutta samalla niiden sopimattomuusalue yleensä kasvaa ja yhä suuremmasta osasta tulee tehottomia tai ainakin kannattamattomia. Pakolliset tavoitteet ohjaavat kannattavaan ja tehokkaaseen toimintaan. Mutta ilman lopputulosten todellista mittaamista ja sanktioita voivat johtaa näennäisraportointiin, jolloin tulokset näyttävät kyllä hyviltä, mutta oikeasti tuloksia ei saavuteta. Yritysten kannattavuusajattelu tuottaa varmasti tehokkuutta ja kannattavia lopputuloksia, mutta ei välttämättä riittäviä energiatehokkuuden tavoitteiden kannalta.

Tässä työssä ei oteta enempää kantaa oikeaan näkökulmaan, mutta tarkastellaan löydettyä energiansäästöpotentiaalia ja niiden toteuttamisen kannattavuutta.

4 SÄHKÖTEKNIikka JA KÄYTTÖTEKNiset TOIMENPITEET

Tarkastellessa koko sähköenergian tuotannon, siirron, jakelun ja loppukäytön energiatehokkuuksia mahdollisuudet energiatehokkuuden parantamiseen löytyvät sähköener-

giantuotannosta ja loppukäytöstä. Suomessa siirtoverkon häviöt ovat olleet vuonna 2004 yhteensä 1,29% ja jakeluverkon häviöt 2,19 % ja laskeneet noin puoleen 70-luvun tasoista, joten niiden pienentäminen ei tuo tarvittavia säästöjä. 1 kV jänniteporras vaikuttaa erityisesti sähkön laatuun pienentäen vikakeskeytyksiä ja 400 V pienjännitejohtimen korvaaminen 1 kV johtimella parantaa hyötysuhdetta. Mutta suurempi tarve on korvata sillä vikaherkkiä 20 kV avojohtoja, jolloin verkon kokonaishyötysuhde huononee. Tasavirtajakelu parantaisi jonkin verran hyötysuhteita, mutta sen kaupalliset sovellutukset vaatisivat myös loppukäyttäjien laitteiden muuttumista tasavirralla toimiviksi. /5./

Energiantuotannossa on ennustettu voitavan päästä nykyisestä Suomessa olevasta n. 40 % hyötysuhteesta jopa yli 50 %:n. Sähkön tuotannossa polttokennohybrideillä, joissa korkealämpötilapolttokenno yhdistetään kaasuturbiiniin, polttomoottoriin tai toiseen polttokennoon, arvioidaan pääsevän yli 70 % sähköntuotannon hyötysuhteeseen. Laitosten tehot ovat kuitenkin pieniä. /7./

Tässä työssä keskitytään loppukäyttäjien sähköenergian säätömahdollisuuksien tutkimiseen, koska uusi EED velvoittaa kaikkia loppukäyttäjiä vähentämään energiankulutusta 1,5% vuosittain vuosien 2014 - 2020 ajan.

4.1 Sähkösuunnittelun energiatehokkuus

Sähkön käytön energiatehokkuus alkaa sähkösuunnittelusta, jossa tulisi huomioida sähköturvallisuusmääräysten mukaisuuden lisäksi laitteiden ja käyttöteknistentoimenpiteiden vaikutus energiatehokkuuteen. Rakennusmääräyksillä pyritään vaikuttamaan myös energiatehokkuuteen, mutta paljon suurempi merkitys on hankkeen ideoinnissa ja uusimpien energiatehokkuusmenetelmien tuntemisessa. /6./

Uusissa kohteissa tulisikin olla valmiutta käyttää energiatehokkuusosaajia jo suunnittelun alkuvaiheessa. Muutosten tekeminen suunnittelun ja toteutuksen alettua kallistuu huomattavasti ja muodostaa yleensä merkittävän esteen energiatehokkuuden huomiointiin.

Olemassa olevissa rakennuksissa ongelma kertaantuu ja usein olemassa oleva sähköistys aiheuttaa esim. käyttötekniisten toimenpiteiden muuttamisen takaisinmaksuajaltaan omistajien mielestä kannattamattomaksi.

Sähkösuunnittelussa energiatehokkuutta voidaan edistää elinkaariajattelulla, jossa huomioidaan tilojen ja toimintojen muutostarpeiden todennäköisyys sekä ratkaisuisissa otetaan huomioon niiden helpottaminen teknisillä ratkaisulla.

4.2 Sähkölaitteiden energiatehokkuus

Sähkötekniisten laitteiden energiatehokkuutta voidaan parantaa laitteiden hyötysuhdetta parantamalla ja ehkäisemällä häiriöt.

4.2.1 Moottorit

Sähkötekniisten laitteiden hyötysuhteiden parantamisesta ovat oiva esimerkki kolmi-vaihemoottorit. Ne ovat edelleen merkittävin energiansäästömahdollisuus teollisuudessa. Ohessa on vertailu moottorien vaihdosta.

Taulukko 2. Vanhan moottorin (EFF2 on nykyisin IE1) vaihto uuteen (EFF1 on nykyisin IE2) /13/.

	EFF3	EFF2	EFF1
Teho [kW]	5,5	5,5	5,5
Hyötysuhde [%]	80	86	89,4
Käyntiaika [h/a]	8000	8000	8000
Häviöt [kWh/a]	8800	6160	4664

(Huom. nykyisin käytetään uutta IEX energiatehokkuusmerkintää)

Taulukosta selviää, että vanhan moottorin korvaaminen IE2- luokituksen omaavalla moottorilla pienentää vuotuista häviöenergiaa 47 %. Tämä on merkittävä säästömahdollisuus koska osassa teollisuutta niiden osuus sähkönkäytöstä on jopa 70%.

Uudemmissa IE3-luokan moottoreissa päästään jopa 94,8% hyötysuhteeseen ja vielä paremman hyötysuhteen IE4-luokan moottorit ovat tulossa.

4.2.2 Taajuusmuuntajat

Taajuusmuuttajilla moottoreiden pyörimisnopeutta voidaan säätää energiatehokkaasti ja saavuttaa energiasäästöjä verrattuna muihin nopeuden säätötapoihin. ABB:n mukaan voidaan säästö voi olla jopa 70 % energiankulutuksessa. Säästö on saavutettavissa kohteissa, joissa pyörimisnopeutta pitää pystyä muuttamaan, näistä hyviä esimerkkejä ovat tuuletuspuhaltimet ja nesteenpumput.

Laitevalmistajat tarjoavat hiukan eritasoisia säästölaskureita, mutta niillä pystyy saamaan yleiskuvan säästöjen suuruudesta.

4.2.3 Muuntamot

Suuremmissa sähkönkulutusasteissa, kuten kiinteistöissä ja teollisuudessa, on omat muuntamot. Muuntajissa esiintyy kuormitushäviötä ja tyhjäkäyntihäviötä.

Tyypillisesti muuntajien käyttöikä on kolmenkymmen vuoden luokkaa, joten niiden uusiminen pelkästään energiatehokkuussyistä on hyvin harvinaista.

Kuormitushäviöt muuttuvat kuormituksen mukaan ja ne ovat laskettavissa kun tunnetaan valmistajan ilmoittamat nimelliskuormitushäviö ja nimellisteho.

Tyhjäkäyntihäviöt aiheutuvat magneettivuon vaihtelusta, jonka johdosta muuntajan sydämessä syntyy pyörrevirta- ja hystereesihäviöitä. Yhdysvalloissa 1989 tehdyn laskelman mukaan jakeluverkon häviöistä yli puolet voi koostua muuntajahäviöistä (Lakervi 2008, Grainger 1989)./5./

4.2.4 Valaistus

Valaistus vie teollisuudessa n. 20 % sähkön kulutuksesta. EU:n EcoDesing- asetus poistaa käytöstä teollisuuden ja ulkoalueiden sekä teiden valaistuksissa paljon käytettyjä valaisimia. Osa suurpainenatriumlampuista ja monimetallilampuista poistuu myynnistä jo vuonna 2014. Vuonna 2015 poistuu myynnistä elohopealamput sekä niitä korvanneet suurpainenatriumlamput.

Teollisuuden, ulkoalueiden ja tievalaistukseen jäävät vaihtoehtoiksi suurpainenatriumlamput (100-150ml/W), monimetallilamput (75-125ml/W), induktiolamput (55-75lm/W) sekä LED-valaistus. Tällä hetkellä LED-lamppujen arvioidaan olevan kannattavin vaihtoehto n. vuonna 2015, mutta useissa kohteissa niillä päästään jo nykyään alle kolmen (3) vuoden takaisinmaksuaikoihin./11./

4.2.5 Loisteho ja yliaallot

Suomen sähkön siirto- ja jakeluverkoissa loisteho on saatu pudotettua erittäin alhaiseksi. Tehdasalueiden ja kiinteistöjen sisällä varsinkin teollisuuden oman voimalan jälkeisessä jakelussa loistehoja kuitenkin esiintyy. Tyypillisesti loistehoa tuottavat moottorit, jotka ovat n. 35 % teollisuuden sähkökäytöstä, tehoelektroniikka, purkauslaput ja muuntajat.

Paikallisella kompensoinnilla voidaan lisätä pätötehon siirtokykyä tai vähentää muuntajan (yli) kuormitusta ja näin pidentää sen käyttöikää. Lisäksi kompensointi pienentää jännitteen alenemaa ja myös muut häviöt pienenevät. Kompensointi on parasta toteuttaa lähellä loistehoa tuottavia laitteita. Loistehosta joutuvat maksamaan yli 63 A liittymät silloin kun se on ns. ilmaisalueen ulkopuolella. Yliaallot aiheuttavat laitteisiin häiriöitä ja ylimääräistä kuormitusta.

4.2.6 Paineilma ja kompressorit

Teollisuuden tarvitsema paineilma muodostetaan kompressoreilla. Paineilman kulutus vaihtelee joten myös kompressorin käyttöä joudutaan ohjaamaan ilmanpaineen pitämiseksi tasaisena paineilmaverkossa.

Kompressorin käytöllä on siis suuri merkitys järjestelmän energia tehokkuuteen. Paineilmaverkoston paineen suuruus vaikuttaa tarvittavaan energiaan ja nyrkkisääntönä voidaan käyttää että 1bar paineen nostaminen vaatii n. 8% lisää energiaa. Kolmas merkittävä tekijä on ilmavuodot jotka voivat olla jopa 15-20% kokonaiskulutuksesta.

4.2.7 Muut lupaukset

Markkinoilla esiintyy paljon sähkötekniisiä laitteita, joita myydään sen enempää todistamatta energiatehokkaina ja sähkönkulutusta säästävinä. Esimerkiksi vanhat sähköpatterit voi vaihtaa uusiin tarkoilla ja energiatehokkailla termostaateilla varustettuihin, jotka ovat vanhoja laitteita merkittävästi turvallisempia ja taloudellisimpia.

4.3 Kotitalouksien energiatehokkuus

Kotitaloussähkön kulutus muodostuu sähkölaitteista, kuten valaisimista, viihdeelektroniikasta, pyykinpesukoneista, sähköliesistä ja saunan kiukaista. Kuivauskaappien ja -rumpujen, kotitietokoneiden, suurten taulutelevisioiden ja digiboksien tulo on lisännyt kotien energiankulutusta merkittävästi. Kotitaloussähkön kulutuksessa ratkaisevaa on kodin varustetaso ja laitteiden käyttötottumukset.

Kotitalouksien sähkönkulutuksesta n. 50 % menee lämmitykseen ja ilmastointiin, 30 % sähkölaitteisiin ja valaistukseen sekä n. 20 % käyttöveden lämmitykseen /9/.

Kotitalouksien energian säästämistä ohjataan lisäämällä tiedottamista, edistämällä kuluttajien käyttäytymisen muutoksia sekä kuluttajien ja kuluttajajärjestöjen osallistumista älykkäiden mittarien käyttöönottoon /1/.

4.4 Käyttötekniset toimenpiteiden energiatehokkuus

Toimijoiden ja kuluttajien käyttöteknisillä toimenpiteillä on suuri merkitys energian kulutukseen, vaikka perinteisesti onkin pyritty vaikuttamaan enemmän teknisiin ratkaisuihin ja niiden energiatehokkuuteen.

Sähkötekniisten laitteiden päällä olo, käyttöaika ja käyttöteho aiheuttavat sähkönkulutusta. Sähkölaitteiden oikea-aikaisella ja määrällisellä ohjaamisella voidaan vaikuttaa merkittävästi energian kulutukseen.

Säädöt vaikuttavat oikeiden asetusarvojen lisäksi energiankulutukseen. Nykyiset yksikkösäätimien ja automaatiojärjestelmien automaattiviritysparametrien käyttö lisääntyy ja samalla virittämisen osaaminen vähenee voimakkaasti. Suurin osa Suomessa käytössä olevista säätimistä on kuitenkin viritetty väärin tai puutteellisesti. (Lähde 10)

Ohjausten ja säätöjen toteuttaminen vähänkään monimutkaisemmissa ympäristöissä vaatii käyttötoimenpiteiden automatisoimista ja siihen sopivia järjestelmiä ja laitteita.

4.5 Kunnossapidon energiatehokkuus

Kunnossapidon toimilla on merkittävä vaikutus energiatehokkuuteen. Sen toiminta vaikuttaa laitteiden energiatehokkuuden lisäksi niiden käytettävyyteen ja näin energian turhaan käyttöön tuotantokatkosten aikana.

5 KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT

Nykyisillä käytössä olevilla energiatehokkuusmenetelmillä on päästy 1,5 % vuositason energiansästöön neljässä vuodessa /3/, kun tuleva tavoite on 1,5 % vuositason säästöt vuosittain /1/.

Vuosille 2014 - 2020 asetettu 20 % energiansäästövelvoite ei kategorisesti kohdistu sinällään sähköenergiaan vaan energian kokonaiskulutukseen. Työssä on pyritty selvittämään, mikä osuus energian säästöistä voidaan tehdä nykyisin tiedossa olevan sähkötekniikan avulla loppukäyttäjillä.

Nykyinen energiansäästövauhti ei ole riittävä, joten ensin on selvitetty johtuuko nykyinen saavutettu energiansäästö taso käytössä olevista energiatehokkuusmenetelmistä, energian säästökohteiden ehtymisestä vai energiatehokkuuden parantamisen kannattamattomuudesta.

Energiansäästöpotentiaalien kartoittamiseen on käytetty Motivan toimialaraportteja. Tilastollisesti on tarkasteltu WIS Consulting Oy:n Motivalle ja Majoitus- ja ravitola-

alalle tehtyä energiatehokkuuden kyselytutkimista, josta on laskettu energiansäästöpotentiaalit.

Kenttätutkimuksiin on käytetty WIS Consulting Oy:ssä Motivalle ja Puutuoteteollisuudelle tehtyjä energiatehokkuuskartoituksia, joissa erilaisten teollisuuskohteiden energiansäästöpotentiaalia ja niiden kannattavuutta on selvitetty. Sähkötekniisten laitteiden investointien kannattavuutta teollisuuteen laskettujen kohteiden mukaan. Kotitalouksissa on arvioitu 20 % säästövelvoiteen toteuttamismahdollisuuksia ja niiden kannattavuutta olemassa olevien laitevalmistajien tietojen perusteella.

Tuloksia on arvioitu teollisuudessa, palveluissa, kiinteistöissä ja kotitalouksien sähkötekniisten laitteiden ja niiden käyttötekniisten toimintojen osalta tutkimalla löydettyjen energiansäästökohteiden potentiaalia ja kohteiden kannattavuutta.

5.1 Motivan energiatehokkuuskatselmus

Motivan energiatehokkuuskatselmukset raportoidaan Motivan raportointijärjestelmään katselmoijien toimesta ja loppukäyttäjät raportoivat vuosittain toteutetut toimenpiteet ja niiden vaikutuksen. Työssä on arvioitu näihin raportteihin perustuen energiansäästöpotentiaalia toimialoittain.

5.2 Tilastollinen lähestyminen

WIS Consulting Oy suoritti keväällä 2013 MARA:n ja Motivan energiatehokkuussopimusyrittäjille syvällisen energian käyttö tutkimuksen. Kyselyyn vastasi 27 yritystä. Tuloksissa tutkittiin ominaisvertailulukujen analysoinnilla keskimääräisiä energiansäästöpotentiaaleja sekä yksittäisten yritysten eri ominaiskulutuksia verrattiin saman tyyppisten keskiarvoon ja parhaisiin. Opinnäytetyön puitteissa olen osallistunut tutkimuksen tekemiseen sekä ominaisvertailulukujen kehittämiseen. Näistä tiedoista on kerätty tutkimusta varten tietoja ja käytetty lähtö energian säästöpotentiaalinen arvioinnin lähtökohtana arvioitaessa energiansäästöpotentiaaleja kiinteistövaltaisissa palvelutoiminnoissa.

5.3 Energiatehokkuuskartoitukset

WIS Consulting Oy suoritti keväällä 2013 PTT:n ja Motivan toimeksiannosta energiatehokkuuskartoituksen kolmeen yritykseen, jossa pyrittiin selvittämään, voidaanko energiansäästöpotentiaali löytää vertaamalla yrityksen nykyistä tilaa energiankäytössä parhaisiin tunnettuihin ja toimintoihin soveltuviin tapoihin.

Opinnäytetyön puitteissa olen osallistunut näiden kartoitusten tekemiseen ja tulosten analysointiin. Näin saatuja tuloksia on käytetty arvioitaessa energiavaltaisen teollisuuden energiansäästöpotentiaalia.

5.4 Kannattavuuslaskenta

WIS Consulting Oy on suorittanut useita energiansäästöpotentiaalnin ja kannattavuuden arviointeja tehtyjen energiakatselmusten, energia-analyysien ja energiatehokkuuskartoitusten pohjalta.

Opinnäytetyön puitteissa olen osallistunut kannattavuuslaskennan kehittämiseen sekä takaisinmaksuaikojen arviointiin. Näin saatuja tuloksia ja menetelmiä on käytetty sähkötekniikan laiteinvestointien ja käyttötekniisten toimenpiteiden kannattavuuden arviointiin.

5.5 Käsitteet ja laskentakaavat

Lyhenteet

ABB	Asea Brown Bower
EED	Energiatehokkuusdirektiivi
LVIS	Lämpö, vesi, ilmastointi, sähkö
P	, teho (W)
t	, aika (h)

Yksiköt

W	= watti
---	---------

kW	= kilowatti (1000 x W)
MW	= megawatti (1000 x kW)
GW	= gigawatti (1000 x MW)
TW	=terawatti (1000 x GW)
kWh	= P x t

Kaavat

Energiakulujen osuus liikevaihdosta = Energiakulut (€) / Liikevaihto (€) %

Kulutus suhteessa tilavuuteen = Energiankulutus (MWh) / Tilavuus (m³)

Kulutus suhteessa asiakasmäärään = Energiankulutus (MWh) / asiakasmäärä (kpl)

Käsitteet

Takaisinmaksuaika on se aika, joka tehdyltä investoinnilta vie aikaa tuottaa hyötyjä, joiden taloudellinen määrä ylittää tehdyn panostuksen.

6 ENERGIATEHOKKUUSMENETELMÄT

Energiatehokkuusmenetelmät perustuvat pitkälti Motivan energiatehokkuuskatselmuksiin ja eri toimialojen kanssa tehtyihin vapaaehtoisein energiatehokkuussopimuksiin, joihin halukkaat yritykset ja maatilat voivat liittyä. Katselmuksissa löydetty energiansäästöpotentiaalit raportoidaan katselmoijien ja tehdyt toimenpiteet toimijoiden toimesta Motivan raportointijärjestelmään. Energiatehokkuussopimuksissa on nykyään mukana myös energiatehokkuuden vienti yrityksen omaan johtamisjärjestelmään, energiatehokkuusvastuuhenkilöiden nimeäminen jne.

Yritykset ja kotitaloudet tekevät myös omatoimisesti energian säästötyötä, jota ei nykyään raportoida, joten sen määrä tulisi huomioida vertailtaessa kokonaiskulutusta ja Motivan raportteja.

Energiantehokkuutta voidaan nykyisen Motivan käsityksen mukaan lähestyä energiataseen kautta. Monissa maissa ja yrityksissä asiaa lähestytään ostamalla energiatehokkainta teknologiaa. Tässä työssä on sovellettu myös uudenlaista parhaisiin käytäntöi-

hin perustuvaa energiatehokkuuskartoitusta sekä tilastollista vertailua toisiin samantyyppisiin toimijoihin.

6.1 Energiakatselmuks

Motivan mukaiset energiatehokkuuskatselmuks kehittettiin 90-luvulla, ja ne ovat olleet virallisesti hyväksytty tapa selvittää energiansäästöpotentiaalia sekä siihen liittyviä kohteita. Kansallisessa energiatehokkuussuunnitelmassa Motivan mukaiset energiatehokkuuskatselmuks on liitetty osaksi energiatehokkuussopimuksia ja niiden toteuttamiselle annetaan nykyisin n. 40 – 50 %:n tuki TEM:n toimesta.

Katselmuksissa lähdetään energiataseesta, josta sitten lähestytään kokonaisuus huomioiden eri osia. Katselmuksia tekevät pääsääntöisesti Motivan maksullisen yhden tai kahden päivän kurssin suorittaneet. Katselmuksia tehtiin vuonna 2011 n. 370 kpl joista n. 80% kunnille. Niitä tuettiin TEM:n toimesta n. 2,6 M€ ja katselmusten hinnat vaihtelevat kohteittain ja toimialoittain voimakkaasti.

Taulukko 3, Motiva:n Energiatehokkuuskatselmusten käyttö ja keskimääräiset hinnat

Toimiala	katselmus		
	kpl	tuki / t€	ka.hinta / €
Energiavaltainen teollisuus	7	850	242,857
Elintarviketeollisuus	1	8,5	17,000
Kemian teollisuus	1	15	30,000
Teknologiateollisuus	9	87	19,333
Muoviteollisuus	1	5	10,000
Puutuoteteollisuus	6	124	41,333
yht.	25	1089,5	87,160
Energia-ala, tuotanto	3	9,6	6,400
Energia-ala, palvelut	0	0	0,000
Toimitilakiinteistöt (sop.11-12)	28	47	3,357
Majoitus- ja ravintola-ala	2	3,5	3,500
Kaupanala	29	55,3	3,814
Kunnat Rap. (v2011)	285	650	4,561

Katselmuks sopivat hyvin energiavaltaiselle teollisuudelle. Niiden avulla löydetään merkittäviä energiankulutuskohteita ja niiden säästötarpeita tuotannon ydinprosesseis-

ta ja niiden ylijäämälämmöstä. Käyttäjien mielestä ne alkavat kuitenkin jossakin vaiheessa vain päivittämään jo löydettyjä asioita eivätkä tuota uutta, joten niiden käytettävyys jatkuvasti ei ole välttämättä mielekäästä. Niillä on kuitenkin virallinen asema Suomen kansallisessa energiatehokkuussuunnitelmassa, joten niiden käyttö tulee jossakin muodossa jatkumaan. Toisaalta uusi EED vaatii kaikille käytettäviä kustannustehokkaita menetelmiä energiansäästökohteiden löytämiseen.

Katselmusten heikkoutena on niiden keskittyminen energiavaltaisiin ydinprosesseihin, hitaus ja kalleus useimmille toimijoille.

6.2 Laitetoimittajien energiatehokkuus

Laitetoimittajat käyttävät myyntiargumenttina yhä useammin energiatehokkuutta tai jopa energiansäästöä. Aina tälle lupaukselle ei kuitenkaan ole helppoa löytää suoraa tukea tuotteentiedoista, vaan haetut hyödyt on voitu johdatella välillisistä tekijöistä. Osa laitetoimijoista tuottaa myös energiatehokkuuspalveluita, joilla asiakkaalle luvataan parantaa energiatehokkuutta. Osapalveluiden hinnasta maksetaan tuotteessa, joten palvelu voi olla asiakkaalle myös kokonaan ilmainen. Näissä palveluissa lopputuloksessa keskitytään usein vain itse edustettujen laitteiden käyttöönottoon eli myymiseen. Heikkoutena on, ettei kokonaisuutta tai muita vaihtoehtoja huomioida. Lopputuloksena voi olla energiankulutuksen säästämistä, mutta se ei tapahdu kannattavimmalla tavalla.

6.3 Tilastollinen vertailu

Tilastollisessa vertailussa pyritään löytämään ominaiskulutuksia riittävän suuresta joukosta samanlaisia toimijoita. Tunnuslukujen avulla voidaan tarkastella energiansäästöpotentiaalia verrattuna joukon keskiarvoon tai esim. parhaisiin toimijoihin.

Parhaimmillaan tilastollisella vertailulla voidaan nopeasti määrittää yksittäisen toimijan suhde muihin sekä päätellä, missä ominaiskulutuksissa on parannettavan varaa.

Tilastollinen luotettavuus vaatii riittävän edustavuuden, jonka saavuttaminen on usein haasteellista. Myös toimijoiden samanlaistaminen on vaativaa, koska kaikilla toimi-

joilla on todellisuudessa poikkeavia osakokonaisuuksia, jotka vaikuttavat vertailtavuuteen.

Lisäksi on pystyttävä kehittämään riittävän syvällisiä ominaiskulutuksesta kertovia tunnuslukuja, jotta todellinen tilanne ja sen syyt ovat löydettävissä. Tällöin niiden virheherkkyys myös kasvaa.

Tilastollista menetelmää ei nykyään tueta julkisesti eikä sitä tuota mikään kaupallinen taho. Ongelmaksi koetaan toimijoiden haluttomuus maksaa ko. palvelusta.

Tilastollinen menetelmä sopiikin ominaiskulutusten vertailuun ja säästöpotentiaalinen arvioitiin, mutta sen perusteella ei voida vielä tehdä energiansäästön toimenpidesuunnitelmaa, vaan aina vaaditaan tarkempi katselmus tai kartoitus.

6.4 Energiatehokkuuskartoitus

Energiatehokkuuskartoituksella pyritään löytämään kannattavia energiasäästökohteita. Se perustuu nykytilanteen vertaamiseen parhaisiin sopiviin ja tunnettuihin käytäntöihin. Kartoitus toimii kokemuksen mukaan hyvin kiinteistötekniikan ja käyttötekniisten toimenpiteiden energiansäästökohteiden löytämiseen. Sitä voidaan käyttää myös tuotannon laitetekniikan ja käyttötekniisten toimenpiteiden (ajamisen) sekä rakennuksen lämpötiiviyden arviointiin.

Menetelmä tuottaa säästöpotentiaaliarvot, toimenpide-ehdotukset sekä takaisinmaksuarvot. Sitä on sovellettu vasta muutamiin kohteisiin Suomessa, mutta tulokset ovat lupaavia, sillä sen avulla löydetään runsaasti käyttötekniisiä toimenpiteitä, joiden investointitaso on alhainen, myös kohteista, joihin on tehty useita Motivan energiatehokkuuskartoituksia. Sen hinta vaihtelee kohteen laajuuden mukaan 2-15 t€.

Energiavaltaisessa teollisuudessa ET-kartoitus soveltuu ET-katselmuksia täydentäväksi menetelmäksi, jolla voidaan nopeasti ja kustannustehokkaasti parantaa energiatehokkuutta energiavaltaiten ydinprosessien ulkopuolella.

Rakennuksissa, palvelualalla, muussa teollisuudessa ja maataloudessa ET- kartoitus voisi toimia jopa ainoana energiasäästöpotentiaalnin löytämismenetelmänä. Energiate-

hokkuuskartoitus ei tällä hetkellä nauti julkista tukea ja sen päivittäminen vaatii jatkuvaa tutkimus- ja kehitystyötä. Lisäksi se vaatii osaan löydetystä energiansäästökoh-teista asiantuntevaa laskenta- ja selvityspalveluita.

6.5 Loppukäyttäjien mahdollisuudet

Energiatehokkuusmenetelmien käyttö riippuu pitkälti niiden hyödyllisyydestä loppu-käyttäjälle. Tällöin energiatehokkuusmenetelmien nopeus, kustannustehokkuus ja tu-losten käytettävyys ja saavutettavat hyödyt painavat vaakakupissa.

Motivan mukainen energiatehokkuuskatselmus oli tehty useisiin kohteisiin, joita on käytetty tässä lopputyössä ja ne ovat olleet 90-luvulta lähtien virallisesti hyväksytyy tapa energiansäästöpotentiaalinen etsimiseen ja arviointiin.

Laitevalmistajien lupaukset energian säästöstä houkuttavat monia, koska ne ovat no-pea tapa edetä. Monilla tunnetuilla sähkölaitteilla säästöä saavutetaankin, mutta sen kannattavuus selviää usein vasta myöhemmin, jos sitä viitsitään seurata.

Kiinteistöjen kuntokartoitukset keskittyvät seiniin, ylä- ja alapohjaan sekä oviin ja ikkunoihin. Niillä perusteella energiatehokkuuden parantaminen vaatii investointeja rakennuksiin ja johtavat yleensä pitkiin takaisinmaksuaikoihin. Niiden käyttö on pe-rusteltua rakennusteknisistä kunnonarvioimislähtökohdista.

Energiansäästöpotentiaalinen tilastollinen vertailu vaatisi julkisen tahon rahoitusta ja asiantuntevan toimijan, jolla on toimialaosaamista, jotta merkittävät ominaiskulutuk-set löydetään. Jossain vaiheessa jokin kaupallinen taho voi tuoda markkinoille vastaa-van palvelun, joka perustuu maksullisuuteen.

Energiatehokkuuskartoitus on edullinen, nopea ja kannattavia investointeja tuottava energiatehokkuusmenetelmä joka tuottaa laajalle toimijajoukolle kustannustehokkaasti energiansäästöä.

7 LOPPUKÄYTTÄJIEN ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

Loppukäyttäjät ovat uuden EED:n mukaan velvoitettuja säästämään 2010 - 2012 tasosta energiassa 1,5 % vuosittain eli yhteensä 20 % vuosina 2014 - 2020. Suomen kansallinen energiatehokkuussuunnitelma julkaistaan 5.6.2014 ja siinä määritellään toimenpiteet, joilla direktiivin mukainen säästö saavutetaan.

Toimenpiteet tulevat painottumaan rakennusmääräyksiin sekä toimenpiteisiin energiatehokkuuden parantamiseksi mutta niihin ei ole tulossa yksittäisiä toimijoita pakottavia sanktioita. Loppukäyttäjien energiansäästö jääkin pitkälti heidän päätettäväkseen, jolloin sitä ohjaa helppous ja säästöjen kannattavuus.

Energiatehokkuuden parantaminen vaatii loppukäyttäjiltä nopeiden ja kustannustehokkaiden energiansäästökohteiden löytämistä, osaamista selvittää toimenpiteiden vaikutukset ja kykyä laskea niiden kannattavuus sekä mahdollisuutta toteuttaa toimenpiteet.

7.1 Energiatehokkuustoimenpiteet ja -potentiaali

Motiva:n energiatehokkuussopimus määrittelee varsin pitkälle Suomen virallisen linjauksen energiatehokkuustoimenpiteille. Katselmuksilla pyritään löytämään energiansäästöpotentiaali ja sen arviot raportoidaan Motivalle. Toimijat raportoivat tehdyt toimenpiteet joista tehdään vuosittain vuosiraportti josta työssä on kerätty tiedot sopimukseen osallistuvien määrästä, toimipisteistä sekä vuoden 2012 energiakuluista, saavutetuista säästöistä ja säästöpotentiaalista.

Vertailuaineistoina käytettiin puutuoteteollisuudelle tehtyjä kartoitusten sekä majoi- tus- ja ravintola-alalle tehtyä tilastollista vertailua energiansäästöpotentiaalın ja sen toimenpiteisiin jakautumisen osalta.

7.1.1 Motiva:n energiatehokkuuskatselmusten tulokset

Motivan energiatehokkuussopimusten toimenpiteiden vuosiraportointia voidaan pitää riittävänä tasona yleiseen tarkasteluun, vaikka sopimusten kattavuus vaihtelee ja kaikki sopimukseen liittyneet eivät raportointiin osallistu.

Taulukko 4, Motivan energiatehokkuussopimusten kattavuus vuonna 2012.

Toimiala	Yritykset	Toimi- paikat
	kpl	kpl
Energiavaltainen teollisuus	38	133
Elintarviketeollisuus	41	89
Kemian teollisuus	30	42
Teknolohiateollisuus	103	210
Muoviteollisuus	34	47
Puutuoteteollisuus	16	50
Energia-ala, tuotanto	37	204
Energia-ala, palvelut	95	135
Toimitilakiinteistöt(sop. 11-12)	21	796
Vuokra-asunnot (sop. 10-12)	26	216140
Mara	54	229
Kaupanala	10	701
Kunnat Rap. v2011)	56 + 12	
Maatalous	303	

Motivan energiatehokkuussopimusten toimenpiteiden vuosiraportteista voidaan päätellä että nykyisin saavutettavat energiansäästöt ovat useimmilla aloilla alle 1% vuositasoa.

Taulukko 5, Motivan vuosiraporttien mukainen energianvuosisäästö toimialoittain vuonna 2012.

Toimiala	Energian kulutus 2012			Energiasäästöt 2012		
	Yht./GWh	L/GWh	S/GWh	Yht./GWh	L/GWh	S/GWh
Energiavaltainen teollisuus	117373	87569	29805	614	463	151
Elintarviketeollisuus	3276	2362	914	33,2	32,4	0,8
Kemian teollisuus	1341	965	376	6,8	3,8	3,1
Teknologioteollisuus	2271	1330	941	24,6	17,9	6,7
Muoviteollisuus	357	246	111	7,8	7,1	0,7
Puutuoteteollisuus	2594	1950	644	9,2	8,7	0,5
Toimitilakiinteistöt (sop.11-12)	2304	1525	778	30,6	20,7	9,9
Vuokra-asunnot (sop.10-12)	2800	2514	286	47,2	41,5	5,7
Majoitus- ja ravintola-ala	674	237	259	5	2,7	2,3
Kaupanala	2351	606	1744	30,9	6,8	24
Kunnat (Rap. v2011)	6572	4764	1808	34,7	16,7	18

Taulukko 6, Motivan vuosiraporttien mukainen energianvuosisäästö prosentteina vuoden 2012 kulutuksesta toimialoittain.

Toimiala	Säästö 2012 / %		
	yht.	L	S
Energiavaltainen teollisuus	0,52 %	0,53 %	0,51 %
Elintarviketeollisuus	1,01 %	1,37 %	0,09 %
Kemian teollisuus	0,51 %	0,39 %	0,82 %
Teknologioteollisuus	1,08 %	1,35 %	0,71 %
Muoviteollisuus	2,18 %	2,89 %	0,63 %
Puutuoteteollisuus	0,35 %	0,45 %	0,08 %
Toimitilakiinteistöt (sop.11-12)	1,33 %	1,36 %	1,27 %
Vuokra-asunnot (sop.10-12)	1,69 %	1,65 %	1,99 %
Majoitus- ja ravintola-ala	0,74 %	1,14 %	0,89 %
Kaupanala	1,31 %	1,12 %	1,38 %
Kunnat (Rap. v2011)	0,53 %	0,35 %	1,00 %

Saavutetut säästöt sähkönkulutuksessa ovat teollisuudessa vaihdelleet 0,08- 0,82% vuosikulutuksesta. Rakennuksissa säästöt ovat olleet 1,27-1,99% ja palvelualoilla 0,89-1,38% sekä kunnissa 1,00%.

Taulukko 7, Motivan vuosiraporttien mukainen energiansäästöpotentiaali toimialoittain vuoden 2012 lopussa.

Toimiala	Energiansäästöpot.			Säästöpot./ %		
	Yht./GWh	L/GWh	S/GWh	yht.	L	S
Energiavaltainen teollisuus	2891	2382	562	2,46 %	2,72 %	1,89 %
Elintarviketeollisuus	279,8	266,2	13,6	8,54 %	11,27 %	1,49 %
Kemian teollisuus	38,6	31	7	2,88 %	3,21 %	1,86 %
Teknologioteollisuus	100,2	74,4	25,9	4,41 %	5,59 %	2,75 %
Muoviteollisuus	13,4	8,3	1,9	3,75 %	3,37 %	1,71 %
Puutuoteteollisuus	79,6	70,3	9,2	3,07 %	3,61 %	1,43 %
Toimitilakiinteistöt(sop.11-12)	36,8	21,3	15,6	1,60 %	1,40 %	2,01 %
Majoitus- ja ravintola-ala	16,9	12,7	4,2	2,51 %	5,36 %	1,62 %
Kaupanalala	16,5	8,3	8,2	0,70 %	1,37 %	0,47 %
Kunnat (Rap.v2011)	154	110	44	2,34 %	2,31 %	2,43 %

Raportoitua sähkönsäästöpotentiaalia on teollisuudessa 1,53-2,75% vuoden 2012 kuluksesta. Toimitilakiinteistöissä sitä on 2,01%, kaupanalalla 0,47%, majoitus- ja ravintolatoiminnassa 1,62% sekä kunnissa 2,43%.

Karkeasti voidaan sanoa että sähkönsäästöpotentiaalia on yhden vuoden tarpeisiin verrattuna uuden EED:n velvoitteisiin.

7.1.2 Tilastollisen menetelmän tulokset

Vertailtaessa eri tyyppisten majoitus- ja ravintola-alan yritysten sähkönkulutusta liikevaihtoon voidaan havaita että kylpylähotellit käyttävät keskimäärin 24% enemmän sähköä kun parhaat samanlaiset toimijat. Vastaavasti ominaiskulutuksia vertailtaessa sähkönkulutus tilojen kokoon nähden on keskimäärin 34% ja asiakasmääriin nähden 36% suurempi kuin parhailla samanlaisilla toimijoilla.

Taulukko 8, Suhteutetut sähkönkulutukset hotellityypeittäin perustuen MARA:n ja Motivan teettämään tunnuslukujen vertailututkimukseen 2013.

Finland	OMINAISKULUTUKSET		
	Kulutus liikevaihdon suhteen	Kulutus tilojen koon suhteen	Kulutus asia- kasmäärien suhteen
Toimipaikan tyyppi	S-energia Lvsta / %	S-Energian kulutus kWh/m3	S- Energiakulutus (kWh/maj.vrk)
Majoitus Hotellit			
Keskiarvo samanlaiset	1,8 %	40	19
Ero parhaat	43 %	41 %	45 %
Hotelliravintolat			
Keskiarvo samanlaiset	3,4 %	54	35
Ero parhaat	76 %	73 %	41 %
Kylpylähotellit			
Keskiarvo samanlaiset	2,9 %	55	39
Ero parhaat	24 %	34 %	36 %

Majoitus- ja ravintolayrityksellä on keskimäärin huomattavasti enemmän (yli 24%) sähkönsäästöpotentiaalia kuin Motivan energiakartoituksilla on löydetty (1,62%).

7.1.3 Energiatohokkuuskartoituksen tulokset

Energiatohokkuuskartoituksella kolmeen erikokoiseen PTT:n yritykseen on löydetty 12,3% sähkönkulutuksen säästöpotentiaali.

Taulukko 9, Energiakartoituksella löydetty energiansäästöpotentiaalit erityyppisistä kohteista vuonna 2013.

Toimiala	Energian kulutus 2012 S/MWh	Energian kulutus Kiinteistöt S/MWh	Sähköenergian- sää- stö kohteet		Säästöpot. yhteensä S-energia / %	Kiinteistöjen säästöpot. S-energia / %
			S- energia /MWh	Kiinteistöt yhteensä /MWh		
Talotehdas	1 150	805	398	398	34,61 %	49,44 %
Levytehdas	44440	22000	3009	971	6,77 %	4,41 %
Saha	22960	11580	5077	2970	22,11 %	25,65 %
					12,38 %	12,62 %

Kohteista löydetty säästöpotentiaali vaihtelee niin on se pienemmilläänkin kuitenkin 6% yläpuolella. Säästöpotentiaalista n. 60% löytyi kiinteistöistä ja kiinteistötekniikasta (LVIS).

Taulukko 10, Sähköenergiesäästökohteiden jakautuminen kohteittain

Toimiala	Sähköenergiesäästö kohteet						
	Kunnossapito / MWh	Käyttötekniiset toimenpiteet /MWh	Paineilma /MWh	Muu laite / MWh	Moottorit / MWh	Taajuus- muuttajat / MWh	LED- valaistus /MWh
Talotehdas	18	116	18	0	0	0	246
Levytehdas	18	386	307	0	2080	84	134
Saha	50	760	45	0	2747	450	1025
	1 %	15 %	4 %	0 %	57 %	6 %	17 %

Energiakartoituksella löydetty sähkösäästökohteet jakautuvat laitteiden osalta pitkälti samoin kuin muissakin tutkimuksissa toimialoilla.

Moottorit ja taajuusmuuttajat omaavat suurimman yhdessä suurimman säästöpotentiaalin, mutta myös valaistuksella ja paineilmalla on merkitystä.

Käyttötekniset toimet nousevat myös merkittävydeltään LED-valaistuksen tasolle. Kiinteistöissä tuli esille suuri ero muihin tutkimuksiin. Käyttötekniisten toimenpiteiden ja kunnossapidon nousivat yhtä merkittäviksi kuin moottorikäytöt ja LED-valaistus. Tätä tukee myös vuokra-asunnoissa saavutettujen säästöjen kohteet (Kohta 7.2).

Taulukko 11, Kiinteistöjen energiansäästöpotentiaalin jakautuminen

Toimiala	Sähköenergian- säästö kohteet				
	Kunnossapito / MWh	Käyttötekniset toimenpiteet /MWh	Moottorit / MWh	Taajuusmuuttajat / MWh	LED-valaistus /MWh
Talotehdas	18	116	0	0	246
Levytehdas	18	386	42	84	134
Saha	50	760	640	450	1025
	2 %	32 %	17 %	13 %	35 %

7.2 Teollisuuden toimenpiteet

Teollisuudella on mahdollisuudet löytää 20 % energiansäästöpotentiaali käyttäen energiatehokkuuskatselmuksia ja niitä tukevia energiatehokkuuskartoituksia.

Energiatehokkuuskatselmuksissa raportoitu n. 2 % energian säästömahdollisuudet sähkössä, voidaan hyvin täydentää nopeammilla ja kustannustehokkaammilla menetelmillä, kuten energiatehokkuuskartoituksilla, jopa yli 10%:n, jolloin vaadittava säästöpotentiaali saavutetaan jos toimitaan riittävän nopeasti.

Sähkön säästössä useilla teollisuuslaitoksilla on hyödyntämättä nykyiset sähkötekniiset laitteet ja käyttötekniiset toimenpiteet. Merkittävimmät sähköenergiankulutusta pienentävät kohteet löytyvät energiatehokkaista moottoreista, taajuusmuuttajien käyttöjen lisäämisestä, valaistuksen uusimisesta sekä käyttötekniisten toimenpiteiden sekä kunnossapidon toteuttamisesta energiatehokkaasti. Myös paineilmajärjestelmällä ja säädöillä on oma merkityksensä.

Toteutusvaihtoehtoina on suunnitelmallinen eteneminen 20% säästövaatimuksen täyttämiseen tai energiatehokkuussopimusten näennäinen toteuttaminen. Yhdessä ne loi-

sivat hyvän pohjan kilpailukyvyn varmistamiseen sekä kansallisen raportoinnin ja uuden EED:n vaatimusten toteutumiseksi.

7.3 Rakennukset

Suomen 1,4 miljoonassa rakennuksessa on runsaasti energian säästöpotentiaalia joka on löydettävissä energiatehokkuuskartoituksella.

Energiatehokkuuskatselmuksissa raportoitu n. 2 % energian säästömahdollisuus sähkössä tuntuu vähäiseltä. Energiatehokkuuskartoituksilla on löydetty kiinteistöistä n. 11,5% sähköenergiansäästöpotentiaali. Rakennuksista voidaan arvioida löytyvän n. 10% sähkönsäästö mahdollisuudet yhdistämällä nykyinen potentiaali enemmän käyttökäyttöön ja kunnossapitoon sekä laitteiden energiatehokkuuteen painottuviin menetelmiin.

Vuokra-asunnoissa vuonna 2012 saavutettiin sähkön säästöä yht. 5,7 GWh/a, joka koostui valaistus 2,9 GWh/a, sähkölaitteiden ohjausmuutokset 2,4 GWh/a ja LVI-järjestelmien sähkö 0,3 GWh/a /12/.

7.4 Palveluala, majoitus- ja ravitsemusala

Majoitus- ja ravitsemusosalalla on selvästi yli 20% energiansäästöpotentiaalia.

Energiatehokkuuskatselmuksissa raportoitu n. 1,6 % energian säästömahdollisuudet sähkössä kertovat joko menetelmän toimimattomuudesta tai raportoinnin heikkoudesta. Vertailututkimusten keskimäärin yli 24% säästöpotentiaali on lähempänä oikeaa ja yhdessä paikassa toteutettu energiatehokkuuskartoituksen löytämä yli 17% säästöpotentiaali sähkökäytössä kertoo tästä.

Kiinteistöpuolen sähkönsäästöt eivät kuitenkaan ole suoraan sovellettavissa majoitus- ja ravintolatoimintaan koska sitä hallitsee merkittävässä määrin asiakkaiden tarpeet ja mieltymykset sekä kävijämäärät.

Majoitus- ja hotellialalle tulisi tehdä kartoitustyyppisiä säästöpotentiaalien löytämistä edistäviä toimenpiteitä ja tutkia niiden hyödyllisyyttä.

7.5 Kotitaloudet

Kotitalouksien, kuten muiden pienkuluttajien, energiansäästöä ohjataan verotuksella, tiedotuksella ja älykkäillä mittareilla. Tiedotusvelvollisuutta on suunniteltu sähkönmyyjille ja loppu jää sitten käyttäjien omatoimisuuden varaan.

Lämmössä 20 % säästäminen tarkoittaisi siis n. 4 c asteen lämpötilan pudotusta tai 20 % tiloista kylmäksi muuttamista tai erittäin suuria investointeja rakennuksen rakenteisiin.

Sähköenergiassa kuluttajat voivat vaikuttaa jonkin verran energiankulutukseen hankkimalla energiatehokkaampia laitteita ja muuttamalla käyttötapojaan sekä huolehtimalla laitteiden kunnosta. Säästö tulevat koostumaan monesta pienestä purosta.

Hankintojen kannattavuuksien selvittäminen on kuitenkin kuluttajille edelleen hankalaa ja perustuu pitkälti myyjien antamiin tietoihin. Laittehankintojen yhteydessä kannattavuuteen vaikuttaa energiankulutuksen lisäksi monia tekijöitä, kuten käyttöikä sekä käyttömäärät.

Valaistuksessa kuluttaja voi nykyisin arvioida lamppujen energiatehokkuuden asteikolla A-G, valovirran määrän (Lumen = lm), tehon (watti = W) sekä lampun käyttöiän tunteina. Energiansäästölamput ja LED-valaisimet edustavat A-luokkaan. Valaistuksen energiatehokkuutta voi parantaa myös lamppuja ja käyttötapoja muuttamalla. Sammuttamalla valot tyhjillään olevista tiloista ja hyödyntämällä lähestymis-, hämärä- ja kellokytkimiä valaistuksen ohjauksessa voidaan valaistuksen sähkönkulutusta vähentää.

Televisioiden ja digiboksin lisäksi kotona on monenlaisia viihdelaitteita tietokoneista kotiteattereihin ja pelikoneisiin. Iso osa sähkön kulutuksesta syntyy laitteiden valmiustilasta. Laitteet tulee sammuttaa virtakytkimestä aina, kun niitä ei käytetä. Samoin latauslaitteiden virtajohdot on irrotettava pistorasioista latauksen päätyttyä jo ihan sähköturvallisuuden vuoksi.

Uusia laitteita hankittaessa tulee huomioida, että viihde-elektroniikan laitteet eivät kuulu vielä energiamerkinnän piiriin. Laitteiden sähkönkulutuksissa on merkittäviä eroja. Esimerkiksi TV:n käytössä eri laitemerkkien välillä voi vuodessa syntyä eroa satoja kilowattitunteja, eli yhtä paljon kuin pyykinpesuun kuluu sähköä vuodessa.

Kylmäsäilytyslaitteet ovat käytössä jatkuvasti, joten ne voivat olla merkittävä osa kodin sähkönkulutuksesta, vaikka uusia erittäin tehokkaita A+ ja A++ -luokan laitteita on tarjolla. Energiamerkintä ei yksin takaa säästöä, vaan siihen vaikuttaa kylmälaitteen sijoituspaikka ja käyttö. Laitteita ei saa sijoittaa liian ahtaaseen paikkaan.

Sähköliedet

Sähköliesi ja sähköuuni ovat ruuanvalmistuksen laitteista suuritehoisimpia ja käyttöajoiltaan merkittävimpiä. Muut keittiön laitteet ovat pienitehoisempia ja laitteiden käyttöajat ovat lyhyitä, joten niiden vaikutus kodin sähkönkulutukseen on vähäinen. Liesityypit ovat myös energiankulutukseltaan erilaisia. Saman nestemäärän kuumentaminen induktiokeittolevyllä vie noin 30 % vähemmän sähköä kuin valurautalevyllä ja noin 20 % vähemmän kuin keraaminen keittotaso.

Lieden ja uunin sähkönkulutus riippuu oleellisesti käyttötavoista joissa tulisi huomioida seuraavat asiat:

- keittolevyn kokoiset astiat
- kannen käyttö
- jälkilämmön hyödyntäminen keittämisessä ja paistamisessa
- tehon säätö ajoissa pienemmälle
- esilämmityksen hyödyntäminen, ruoat jo lämpenevään uuniin

Sähköuunin lämmittäminen 200 asteeseen vie yhtä paljon sähköä, kuin pitää uunia tunnin lämpimänä tuossa lämpötilassa. Päivittäinen sähköuunin lämmittäminen lyhyt aikaista tarvetta varten ei ole energiatehokasta. Tavallisen ylä-alalämpöuunin esilämmitys 200 asteeseen vie sähköä 0,3-0,6 kWh ja kun sitä pidetään päällä tunnin ajan, se käyttää sähköä keskimäärin 0,5-0,9 kWh.

Kiertoilmauuni mahdollistaa usean pellillisen paistamisen samaan aikaan lyhentäen näin käyttöaika ja sen sähkönkulutus on alhaisempi johtuen tehokkaasta ilmankierrosta ja alhaisemmasta paistolämpötilasta. Hankintatilanteessa energiamerkin avustuksella on helpompi valita energiatehokkain vaihtoehto.

Astianpesukoneen sähkönkulutus muodostuu veden lämmityksestä sekä pesuun kuluvaan sähköä. Koneiden vedenkulutus on laskenut viime vuosina, joten myös koneiden sähkönkulutus on myös laskenut. Energiatehokasta olisi pestä vain täysiä koneellisia sekä valita pesuohjelma astioiden likaisuuden mukaan. Keskimäärin astianpesukone kuluttaa pesukerralla noin yhden kilowattitunnin.

Pyykinpesun ja -kuivauksen energiategokkuuteen vaikuttavat laitevalinnat ja pyykikästekniikka. Yleisesti ottaen pyykinpesun energiankulutusta on vaikea paljoakaan tehostaa kotona. Pyykinpuvauksessa, joka kuluttaa pesua enemmän energiaa, voi tuki säästää kun ei käytä koneellista kuivausta tai huolehtii linkouksen riittävydestä.

Sähkökiuas on teholtaan kodin ylivoimaisesti suurin sähkölaite. Saunan lämmityksessä sähkönkulutuksesta yli puolet kuluu saunan esilämmitykseen ja loput lämmön ylläpitämiseen saunomisen aikana. Aina valmiissa kiukaassa kivet pidetään aina lämpiminä jolloin esilämmitys aika on lyhyt, mutta säästöä syntyy vasta n. 4-5 viikoittaisen saunan käytön jälkeen. Sauna kannattaa lämmittää samalla kertaa koko perheelle. Kiukaan sähkönkulutukseen vaikuttaa myös saunojien määrä, saunomistottumukset, saunan koko, eristys ja pintamateriaalit. Suositeltava saunomislämpötila on 70-80 astetta, sillä 100 asteen lämpötilassa sähkönkulutus lisääntyy 20-30 prosenttia. Saunan oikein toteutettu ilmanvaihto estää myös turhaa kulutusta

Koneellinen ilmanvaihto on myös merkittävä kotitalouden energiankuluttaja kun sen kautta voi poistua noin kolmannes rakennuksen lämmittämiseen käytetystä energiasta. Uusissa taloissa vaadittava vähintään 30 % energian talteenoton vaatimuksen täyttäminen edellyttää käytännössä koneellista, lämmön talteenotolla varustettua järjestelmää.

Ilmanvaihtolaitteen säädöt vaikuttavat paljon sähkönkulutukseen ja niillä voidaan saada merkittävää säästöä laitteen energiankulutukseen esimerkiksi ilmanvaihdon pienentämällä asunnosta poissaolon ajaksi. Lämmön turhan pois tuulettamisen estämiseksi myös normaalitilassa ilmanvaihto asetusten on syytä olla suositusten mukaiset. Energiategokkainta on lämmittää kotia pääasiallisella lämmitysjärjestelmällä ja pitää tuuloilman lämmitys vain käyttöohjeiden mukaisena sekä huolta laite säännöllisesti./9./

7.6 Energiätehokkuuden kannattavuus

Käyttötekniisten toimenpiteiden toteuttaminen ei vaadi suuria investointeja. Niiden toimivuuden varmistaminen vaatii käyttäjien sitoutumista energiansäästöön tai automaatiota. Yrityksissä tuli panostaa molempiin jotta säästöt saadaan toteutumaan.

Sähkötekniiset laitteista säästöä kannattaa etsiä energiätehokkaista moottoreista ja niiden taajuusmuuttajakäyttöistä sekä LED-valaistuksesta. Uudiskohteissa ne ovat varmasti useimmiten kannattavin valinta. Olemassa olevissa kohteissa niiden käyttöönotto riippuu takaisinmaksuajoista.

WIS Consulting Oy:ssä vuonna 2013 lasketuissa yli 200 LED-valaistus kohteessa ovat takaisinmaksuajat vaihdelleet 0,8 – 28 vuoteen.

Taulukko 12, LED-valaistuksen takaisinmaksuaikoja, vuonna 2013

KOHDE	Valaistuksen kulutus /MWh	Takaisinmaksuaika / vuosi
Jalostuslaitos	38	9,4
Jalostuslaitos	180	2,4
Jalostuslaitos	36	12,7
Konttori	8	10,2
Energialaitos	60	3,8
Varastohalli	121	2,7
Varastohalli	53	4,2
Varastohalli	15	16,8
Valaisin mastot	67	2,8
Valaisin mastot	49	1,3
Valaisin mastot	34	8,4

LED valaistuksessa kannattavuuslaskennan tarve korostuu koska investoinnin takaisinmaksuaikaan vaikuttaa useat tekijät kuten ulkoiset olosuhteet, käyttötekniiset toimet, valitun tekniikan ominaisuudet jne.

Teollisuudessa käytetään edelleen runsaasti vanhoja, ja useasti korjattuja moottoreita. Niiden alun perin alhainen hyötysuhde on korjausten myötä huonontunut edelleen. Moottoreiden uusiminen vaatii kuitenkin investointia. Käyttäjät ovat vapauttaneet pääomia itselleen talousoppien mukaisesti ja myyneet moottorinsa kunnossapitoyrityksille. Niille puolestaan on erittäin kannattavaa pyörittää vanhojen moottorien kor-

jausta. Moottorin uusiminen voisi olla kuitenkin sähkölaskun maksavan käyttäjän etu. Usein pelkällä hyötysuhteen paranemisella päästään alle kolmen vuoden takaisinmaksu-aikoihin, muista hyödyistä puhumattakaan.

Taulukko 13, IE3-luokan moottorin takaisinmaksuaika verrattuna vanhaan moottoriin

Sähkön hinta	55 €/MWh	
Moottorien tehot	45	kW
Käyttöaika	4300	h
Nykyinen hyötysuhde	80,00	%
Kulutus NYT	241,9	MWh
Uusi hyötysuhde	94,80	%
Kulutus UUSI	204,1	MWh
Säästö	37,76	MWh
Säästö	2 076,86 €	vuodessa
Uuden hankintahinta	3 888,00 €	
Takaisinmaksuaika	1,9	vuosi

8 YHTEENVETO

Suomalainen teollisuus on tunnetusti energiatehokasta mutta sillä on edelleen suuret mahdollisuudet parantaa kilpailukykyään energiatehokkuuttaan parantamalla. Myös palvelualoilla ja kiinteistöissä on selkeästi potentiaalia energiatehokkuuden merkittävään parantamiseen. Kotitaloudenkin voivat jonkin verran energiankulutuksessaan säästää.

Energiatehokkuuden edistäminen vaatii kaikkien osa-alueiden systemaattista tarkastelua, myös uusien energiatehokkuusmenetelmien käyttöä ja jämäkkää energiatehokkuuden johtamista.

Energiatehokkuuden toteuttamiseen kannattavasti ei ole mitään yhtä ainuttakaan tapaa tai keinoa. Jokaiseen kohteeseen on suunniteltava oma energiatehokkuuden kehittämissuunnitelma tavoitteineen ja toimenpiteineen. Sen tulee perustua löydettyihin tehostamiskohteisiin joiden kannattavuudet ja takaisinmaksuajat on selvitetty. Hyvillä energiatehokkuuden suorituskyvyn mittaamisella voidaan tehtyjen toimenpiteiden tehokkuus varmistaa ja havaita muut mahdolliset poikkeamat. Toiminta on pitkäaikaista ja vie vuosia joten sitä tulee johtaa, kehittää ja arvioida jämäkästi.

Energiatehokkuudessa ei pidä tyytyä näennäisiin toimiin, epämääräisiin tilastokikkailuihin ja paperisopimuksiin. Todellisia tuloksia on löydettävissä noin kolmasosa käytönteknisistä toimenpiteistä. Ne eivät vaadi isoja investointeja ja tarvittaessa automaatio toki takaa niiden käytön varmimmin.

Teknisistä laitteista ja ratkaisuista löytyy vielä paljon apua hyvillä takaisinmaksuajoilla. Niiden hankinnoissa kannattaa selvittää takaisinmaksuajat ennen suunnittelun ja tarjouspyyntöjen tekemistä. Näin pystyy keskittymään erinomaisiin kohteisiin.

Korjattavissa sähkölaitteissa kannattaa tehdä samanlainen kannattavuus tarkastelu. Tällöin pystyy hankkimaan uuden laitteen särkyneen tilalle kannattavasti sekä säästämään energia- ja korjauskustannuksissa.

Energiatehokkuus tuo kilpailukykyä mutta se vaatii uudenlaista ajattelua, käytännönläheisiä toimintatapoja ja hyvää johtamista.

LÄHTEET

1. Motiva: Uusi energiatehokkuusdirektiivi (EED)- esitys Ulla Suomi 10.10.2012
2. Suomen toinen energiatehokkuuden toimenpidesuunnitelma, 27.6.2011
3. Motiva: Energiatehokkuussopimukset 2011
4. Energiatehokkuussopimukset_Energiavaltaisen_teollisuuden_ toimenpideohjelman_vuosiraportti_2012 Motiva: Kiinteistön energiatehokkaat sähkötekniset ratkaisut
5. Energiansiirtoketjun energiatehokkuus Janne Eskelinen 2008
6. Isännöintiliitto 2009, Myyruläinen 2008, Patosalmi 1996, Virta 2009
7. Hepola Jouko, Kurkela Esa. 2002. Energiantuotannon tehostaminen fossiilisiin ja uusiutuviin polttoaineisiin perustuvassa energiantuotannossa. VTT tiedotteita 2155, ESPOO
8. Energiatehokkuuden parantaminen, diplomityö, Topi Aaltonen, 2010. Energiateollisuus, Koti ja lämmitys <http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kodin-sahkolaitteet> 22.11.2013
10. PID-säädön perusteet, Oulun yliopisto, Manne Tervaskanto, 2011
11. Elohopealamput_pois_ – mitä tilalle_ ja_ millä hinnalla? Antti_Rantakallio & Anne_Ylinen, Kuntaliitto_15.3.2011
12. Energiatehokkuussopimukset – Vuokra-asuntoyhteisöjen toimenpideohjelman vuosiraportti 2012
13. Mäenpää Aki. 2006. ABB:n ratkaisuja energiatehokkuuteen. EVTESS 12.6.2006. ABB.
14. Motiva, Energiatehokkaat moottorit, koulutusmateriaali