



Veli-Juhani Möttönen & Pentti Vähä

Painotalojen energiatehokkuus

| Muutokset 1993–2010 ja tulevaisuuden
kehitystarpeet

Painotalojen energiatehokkuus

Muutokset 1993–2010 ja tulevaisuuden kehitystarpeet

Veli-Juhani Möttönen & Pentti Vähä



ISBN 978-951-38-7798-9 (nid.)

ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 978-951-38-7799-6 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Copyright © VTT 2011

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 1000, 02044 VTT

puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 1000, 02044 VTT

tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 4374

Toimitus Marika Leppilähti

Kopijyvä Oy, Kuopio 2011

Veli-Juhani Möttönen & Pentti Vähä. Painotalojen energiatehokkuus. Muutokset 1993–2010 ja tulevaisuuden kehitystarpeet [Energy efficiency changes in the Finnish printing industry 1993–2010 and sustainable development]. Espoo 2011. VTT Tiedotteita – Research Notes 2606. 51 s.

Avainsanat printing industry, eco-efficiency, energy consumption, water consumption, energy saving, CO₂ reduction

Tiivistelmä

Suomalaiset graafisen teollisuuden yritykset ovat tehneet pitkäjänteistä ja määrätietoista työtä energiankulutuksen vähentämiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi jo kauan. Hankkeessa selvitettiin vuosien 1993–2010 kulutustietojen avulla, millaisia muutoksia lämmön, sähkön ja veden kulutuksessa on tapahtunut sekä millaisia kustannus- ja ympäristövaikutuksia muutoksilla on ollut.

Haastattelujen avulla selvitettiin lisäksi, millaisia energiatehokkuutta parantavia korjaustoimenpiteitä painotaloissa on tehty saman ajanjakson aikana. Näiden tietojen avulla kartoitettiin korjaustoimenpiteitä, joilla on suuri vaikutus energiankulutukseen sekä jotka olisi mahdollista toteuttaa myös alan muissa yrityksissä.

Lisäksi hankkeessa selvitettiin ympäristövastuullisuuden ja energiatehokkuuden edistämistä kansainvälisten ympäristöluokitusjärjestelmien periaatteita noudattavan ja graafisen teollisuuden tarpeisiin soveltuvan luokitusmenettelyn avulla.

Veli-Juhani Möttönen & Pentti Vähä. Painotalojen energiatehokkuus. Muutokset 1993–2010 ja tulevaisuuden kehitystarpeet [Energy efficiency changes in the Finnish printing industry 1993–2010 and sustainable development]. Espoo 2011. VTT Tiedotteita – Research Notes 2606. 51 p.

Keywords printing industry, eco-efficiency, energy consumption, water consumption, energy saving, CO₂ reduction

Abstract

Finnish companies in the graphic industry have made lengthy and determined work to reduce energy consumption and improve energy efficiency at least for a period of twenty years. The project examined the kinds of changes to the heat, electricity and water consumption that has occurred in the period between the years 1993–2010 and what kind of cost and environmental impacts these changes have occurred in energy consumption.

Interviews were used to gather information on what kind of energy efficiency improvements have been made during the same time period. These data were used to map out corrective measures, which have a major impact on energy consumption as well as which could be implemented also in other companies.

In addition, the project examined the potential for the promotion of energy efficiency and environmental responsibility with a rating system drawn up according to and the international environmental rating systems and suitable for the needs of the graphic industry.

Alkusanat

”Painotalojen energiatehokkuuden muutokset 1990–2010 ja kestävän kehityksen kehittämistarpeet 2020-luvulle” -selvitys tehtiin Viestintäalan tutkimussäätiön, ALMA Media Oyj:n ja VTT:n rahoittamana. Projektin tavoitteena oli selvittää graafisen teollisuuden kiinteistöjen ylläpidossa ja energian kulutuksessa tapahtuneet muutokset vuosina 1993–2010 sekä niiden syyt ja vaikutukset. Tavoitteena oli löytää keinoja vastata lisääntyvien ympäristövaatimusten aiheuttamiin haasteisiin ja kehittämistarpeisiin.

Lisäksi tavoitteena oli selvittää kansainvälisten ympäristöluokitusjärjestelmien periaatteiden mukaisen luokitusmenettelyn soveltuvuus graafisen teollisuuden käyttöön. Projektissa selvitettiin luokituksen laadintaperiaatteet, sisältö sekä toteutus- ja toimintamallit.

Projektin johtoryhmään kuuluivat Jaana Villikka-Storm (puheenjohtaja) Viestintäalan tutkimussäätiöstä, Tapio Valtanen ALMA Mediasta sekä Pentti Vähä ja Veli-Juhani Möttönen VTT:stä.

Lokakuussa 2011

Teknologian tutkimuskeskus VTT, Oulu

Veli Möttönen, projektipäällikkö

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	3
Abstract	4
Alkusanat	5
1. Johdanto	7
2. Aineisto ja menetelmät	9
3. Tulokset	11
3.1 Lämpöenergia	11
3.1.1 Lämmönkulutuksen normalisointi	11
3.1.2 Lämmön kulutus ja kulutuksessa tapahtuneet muutokset	18
3.1.3 Lämpöenergian säästötoimenpiteet	21
3.1.4 CO ₂ -päästöissä tapahtuneet muutokset.....	22
3.2 Sähköenergia	23
3.2.1 Sähköenergian kulutus ja kulutuksessa tapahtuneet muutokset	23
3.2.2 Sähköenergian säästötoimenpiteet	28
3.2.3 CO ₂ -päästöissä tapahtuneet muutokset.....	29
3.3 Vesi.....	30
3.3.1 Veden säästötoimenpiteet	34
3.4 Propani	34
4. Vertailu muiden toimialojen kehitykseen	36
5. Kestävän kehityksen kehitystarpeet.....	39
5.1 Luokitusjärjestelmän rakenne.....	39
5.2 Luokitusjärjestelmän sisällön kuvaus	42
5.2.1 Johtaminen	42
5.2.2 Lämpö.....	43
5.2.3 Sähkö	44
5.2.4 Vesi.....	45
5.2.5 Jätehuolto	45
5.2.6 Liikenne	46
5.2.7 Järjestelmän testaus	47
6. Yhteenveto ja päätelmät.....	48
Lähdeluettelo	50

1. Johdanto

Euroopan parlamentti hyväksyi 17.12.2008 EU:n energia ja ilmastopakettin, jonka mukaan Euroopan unioni on sitoutunut vuoteen 2020 mennessä vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään 20 % vuoden 1990 tasosta sekä parantamaan energiatehokkuutta 20 %. Päästökaupan ulkopuolisilla sektoreilla Suomi on sitoutunut vähentämään päästöjään 16 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä (Päätös 5406/2009/EY). Rakennusten kokonaisenergiankulutus on noin 40 % Suomen kokonaisenergiankulutuksesta ja peräti 30 % kasvihuonekaasupäästöistä. Täten rakennusten energiansäästöllä ja energiatehokkuuden parantamisella on keskeinen merkitys kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. Päästötavoitteisiin pääseminen edellyttää monenlaisia kehitys- ja muutostoimia kaikilla toimialoilla.

Suomalaisissa graafisen teollisuuden yrityksissä energiankulutuksen vähentämiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi on jo pitkään tehty määrätietoista työtä. Merkittävä osa Suomen graafisen teollisuuden yrityksistä on ollut mukana Promain Oy:n ja VTT:n organisoimassa energiankäytön ja kiinteistönhallinnan benchmarking -palvelussa (Promain-palvelu), joka on ollut eri muodoissaan toiminnassa vuodesta 1994 alkaen (Väisänen & Juntunen 1995, Juntunen & Väisänen 1996, Möttönen et al. 1996). Promain-palvelun vuodesta 1993 saakka kertynyt tilastoaineisto ja käytännön kokemukset ovat olleet tämän hankkeen keskeinen lähtökohta.

Projektin ”Painotalojen energiatehokkuuden muutokset 1990–2010 ja kestävä kehityksen kehittämistarpeet 2020-luvulle” tavoitteena oli selvittää graafisen teollisuuden kiinteistöjen ylläpidossa ja energiankulutuksessa tapahtuneet muutokset 1993–2010. Lisäksi pyrittiin etsimään niiden syyt ja vaikutukset sekä löytää keinot vastata lisääntyvien vaatimusten aiheuttamiin haasteisiin ja kehittämistarpeisiin. Tavoitteena oli myös selvittää kansainvälisten ympäristöluokitusjärjestelmien periaatteiden mukaisen luokitusmenettelyn soveltuvuus graafisen teollisuuden käyttöön sekä luokituksen laadintaperiaatteet, sisältö ja toteutus- ja toimintamallit.

1. Johdanto

Keskeisinä tutkimuskysymyksinä ja selvitettävänä asioina hankesuunnitelmassa esitettiin seuraavat:

- Mitä muutoksia graafisen teollisuuden yritysten kiinteistönhallinnassa, energian kulutuksessa ja kustannuksissa sekä muissa kiinteistöjen ylläpitomenekeissä ja kustannuksissa on tapahtunut vuosien 1993–2010 välisenä aikana?
- Mitä oppeja ja kokemuksia tästä olisi siirrettävissä koko toimialalle? Millä keinoilla tietojen ja kokemusten vaihtoa yritysten kesken voitaisiin tehostaa vaarantamatta yritysten välistä kilpailua?
- Millaisia haasteita kestävä kehitys ja kiristyvät energiatehokkuusvaatimukset toimialalle aiheuttavat ja miten niihin voitaisiin varautua?

Tarkoituksena oli laatia ympäristöluokitusjärjestelmien periaatteita noudattava järjestelmä, joka ohjaa kestävän kehityksen mukaisten tavoitteiden – energiatehokkuuden parantaminen, energiansäästötoimenpiteiden valinta ja ympäristökuormituksen vähentäminen – saavuttamisessa.

2. Aineisto ja menetelmät

Tilastollisena lähdeaineistona on käytetty Promain Oy:n ja VTT:n toteuttamassa Energian käyttö ja kiinteistönhallinta -palvelussa mukana olleiden painotalojen energian (lämpö, sähkö, kaasu) ja veden kulutustietoja vuosilta 1993–2010. Promain-palvelussa on vuosien 1994–2010 välisenä aikana ollut mukana yhteensä 54 painotaloa, joista coldset-painoja oli 25, arkkipainoja 18 ja heatset-painoja 11. Yksitoista painotaloa on ollut vertailussa mukana kaikki seurantavuodet. Edellä mainittujen yhdentoista painotalon lisäksi neljätoista painotaloa on ollut mukana palvelussa yli kymmenen seurantavuoden ajan. Keskimäärin painotalot ovat olleet mukana seurannassa yksitoista vuotta. Neljästätoista painotalosta on vuosittain kulutus- ja menekkitietojen lisäksi käytettävissä energian ja veden kuukausittaiset kulutustiedot joidenkin vuosien ajalta.

Käyttöön saatu seurantatietoaineisto karsittiin siten, että mukaan otettiin vain niiden painotalojen tiedot, joilta oli käytettävissä seurantatietoja vähintään neljän vuoden ajalta. Seurantatietoaineisto on otettu käyttöön alkuperäisinä lähtötietoina eikä Promain-palvelussa laskettuina tunnuslukuina, jotta aineiston karsinta ja Promain-palvelua monipuolisempi käsittely oli mahdollista. Tämän vuoksi tuloksena saadut tunnusluvut poikkeavat jonkin verran Promain-palvelun tuottamista tunnusluvuista. Tutkimuksessa on käytetty pääosin samoja tunnuslukuja kuin Promain-palvelussa, Promain-palvelussa käytetyt energian ja veden kulutuksen tunnusluvut ovat:

- lämpöenergia: normalisoitu lämmitysenergian määrä lämmitettävää tilavuutta kohden laskettuna (kWh/m^3 , a)
- sähköenergia: sähköenergian kulutus tuotannon määrää (käytettyä paperimäärää) kohden laskettuna (kWh/tonni) ja sähköenergian kulutus lämmitettävää tilavuutta kohden laskettuna (kWh/m^3 , a)

2. Aineisto ja menetelmät

- vesi: veden kulutus tuotannon määrää (käytettyä paperimäärää) kohden laskettuna (m^3/tonni) sekä veden kulutus lämmitettävää tilavuutta kohden laskettuna ($\text{m}^3/\text{m}^3, \text{a}$)
- propaani: propaanin kulutus tuotannon määrää (käytettyä paperimäärää) kohden laskettuna (kg/tonni).

Painotalokiinteistöissä toteutettujen energian ja veden kulutukseen vaikuttavien korjaus- ja muutostöiden tiedot on ollut käytettävissä neljästä painotalosta, muista tietoja on saatu sekä Promain-palvelusta että haastattelujen yhteydessä. Haastatteluissa havaittiin, että toimenpiteiden ajoittaminen muistinvaraisesti on epävarmaa, mutta toimenpiteiden ajoittaminen muilla keinoilla ei ollut tässä hankkeessa mahdollista. Hankkeen yhteydessä on käyty keskusteluja mm. seuraavien yritysten kanssa:

- Alma Media Oyj (Tapio Valtanen)
- Sanoma Oyj (Kari Knuutila)
- Keski-Suomalainen Oyj (Pentti Keiskoski)
- Kaleva Kustannus (Jukka Hurskainen)
- Pohjois-Karjalan Kirjapaino Oyj (Lasse Miettinen).

3. Tulokset

3.1 Lämpöenergia

3.1.1 Lämmönkulutuksen normalisointi

Rakennuksen lämmönkulutusta vertailtaessa eri vuosien ja eri paikkakunnilla sijaitsevien rakennusten kesken edellyttää laskennallisia korjaustoimenpiteitä. Rakennuksen lämmönkulutus on voimakkaasti sidoksissa, useimmiten suoraan verrannollinen, ulko- ja sisälämpötilojen erotukseen. Tähän perustuen rakennuksen eri vuosina tai kuukausina toteutuneet lämmönkulutukset voidaan muuttaa keskenään vertailukelpoisiksi lämmitystarveluvun (entinen astepäiväluku) avulla normalisoimalla (kaava 1). Suomessa käytetään yleisesti lämmitystarvelukua S_{17} , joka lasketaan oletetun $+17\text{ °C}$ sisälämpötilan ja ulkolämpötilan vuorokausikeskiarvojen erotuksen perusteella. Lämmönkulutusten normalisointi mahdollistaa myös eri paikkakunnilla sijaitsevien rakennusten lämmönkulutusten keskinäisen vertailun (kaava 2).

Osa rakennuksen lämmönkulutuksesta on ulkolämpötilasta riippumatonta, kuten esimerkiksi lämpimän käyttöveden lämmitys. Tämän vuoksi tämä ns. vakio-osuus lämmönkulutuksesta tulisi jättää lämmitystarvelukukorjauksen ulkopuolelle. Hyvin harvoissa rakennuksissa mitataan erikseen esim. lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluvan energian määrää tai edes lämpimän käyttöveden kuluusta. Tämän vuoksi käytetään yleisesti vakio-osuudelle talotyyppikohtaisia arvioita. Esimerkiksi asuinkerrostalojen lämmönkulutuksesta 30 % arvioidaan olevan ulkolämpötilasta riippumatonta kuluusta, joten lämmitystarvelukukorjaus tehdään 70 %:lle kokonaiskulutuksesta. Vakio-osuudeksi arvioidaan siten 30 % lämmönkulutuksesta.

$$Q_{\text{norm}} = S_{N \text{ vpkunta}} / S_{\text{toteutunut vpkunta}} * (Q_{\text{kok}} - Q_{\text{lv}}) + Q_{\text{lv}} \quad (1)$$

3. Tulokset

Kaavassa 1

Q_{norm} = rakennuksen normitettu lämmitysenergiankulutus

$Q_{\text{-toteutunut}}$ = rakennuksen tilojen lämmittämiseen kuluva energia

Q_{kok} = rakennuksen kokonaislämmitysenergiankulutus

Q_{lv} = käyttöveden lämmittämisen vaatima energia.

$S_{N \text{ vpkunta}}$ = normaalivuoden tai -kuukauden (1971–2000)lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla

$S_{\text{toteutunut vpkunta}}$ = toteutunut lämmitystarveluku vuosi- tai kuukausitasolla vertailupaikkakunnalla.

Kaavaa 1 käytetään, kun verrataan saman rakennuksen lämmitysenergian kulu-
tusta eri ajankohtina. Kun halutaan verrata eri puolilla Suomea olevien rakennus-
ten lämmitysenergiankulutuksia, käytetään kaavaa 2.

$$Q_{\text{norm}} = k_2 * S_{N \text{ vpkunta}} / S_{\text{toteutunut vpkunta}} * (Q_{\text{kok}} - Q_{\text{lv}}) + Q_{\text{lv}} \quad (2)$$

Kaavassa 2

k_2 = paikkakuntakohtainen korjauskerroin Jyväskylään

$S_{N \text{ vpkunta}}$ = normaalivuoden tai -kuukauden (1971–2000) lämmitystarvelu-
ku vertailupaikkakunnalla

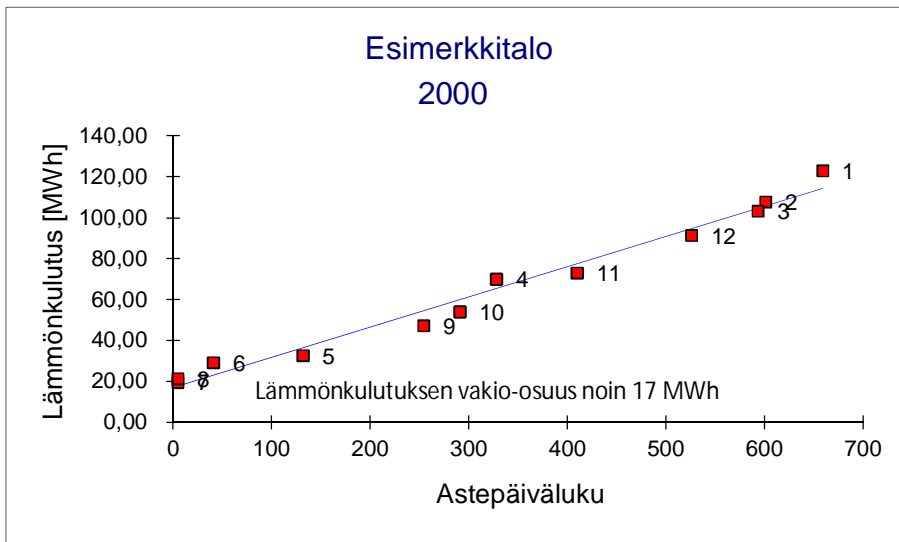
$S_{\text{toteutunut vpkunta}}$ = toteutunut lämmitystarveluku vuosi- tai kuukausitasolla
vertailupaikkakunnalla

Muut muuttujat kaavassa 2 ovat samat kuin kaavassa 1.

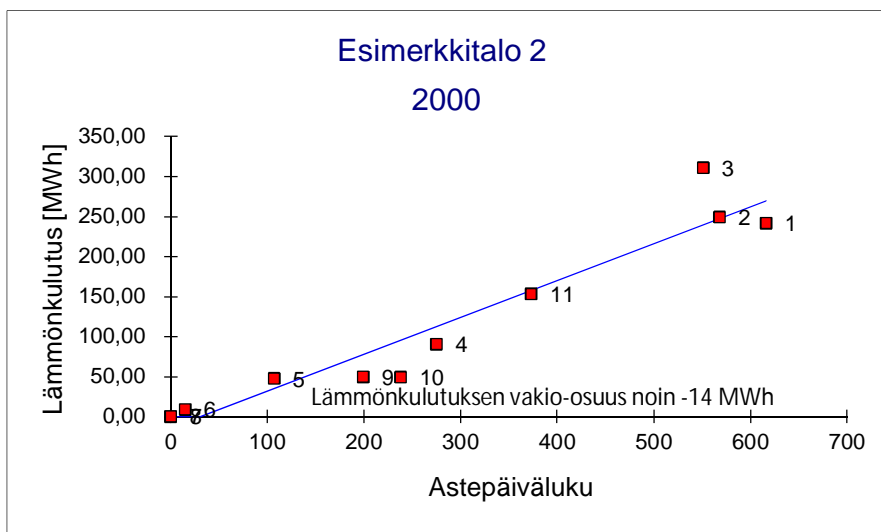
Graafisen teollisuuden Promain-palvelussa kulutuksia vertailtaessa normalisointi-
paikkakuntana käytetään kaavan 2 mukaisesti Jyväskylää ja normaalivuoden
lämmitystarvelukuina Jyväskylän vuosien 1971–2000 keskiarvoja, jotka Ilmatieteen
laitos on laskenut. Normaalivuoden lämmitystarveluku Jyväskylässä (1971–2000)
on 4945. Promain-palvelussa lämmitystarvelukukorjaus tehdään lämmönkulu-
tukselle täysimääräisesti, koska painotaloissa lämmönkulutus mitataan yleensä
vain kokonaiskulutusmittarilla eikä vakio-osuuden suuruudesta ole luotettavia
tietoja.

Niille painotaloille, jotka ovat olleet mukana lämmönkulutuksen kuukausiseu-
rannassa, on mahdollista määrittää vakio-osuuden suuruus kuukausikulutusten
perusteella (kuva 1). Lämmönkulutuksen vakio-osuus määritettiin niiden paino-

talojen osalta, joilta kuukausikulutuksen olivat käytettävissä. Vakio-osuus oli suurimmillaan hieman yli 30 % keskiarvon ollessa 12,5 % kokonaiskulutuksesta. Regressiosuoran avulla vakio-osuutta määritettäessä se voi joissakin tapauksissa olla jopa negatiivinen (kuva 2). Kun negatiiviset arvot poistettiin laskelmasta, keskiarvoksi saatiin 17,8 %.



Kuva 1. Lämmönkulutuksen vakio-osuuden määrittäminen kuukausikulutusten perusteella.



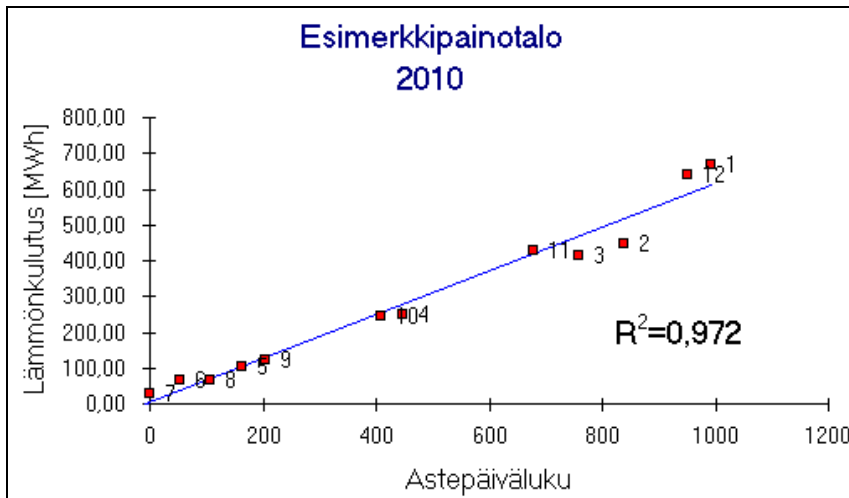
Kuva 2. Esimerkki lämmönkulutuksen vakio-osuuden määrittämisestä.

3. Tulokset

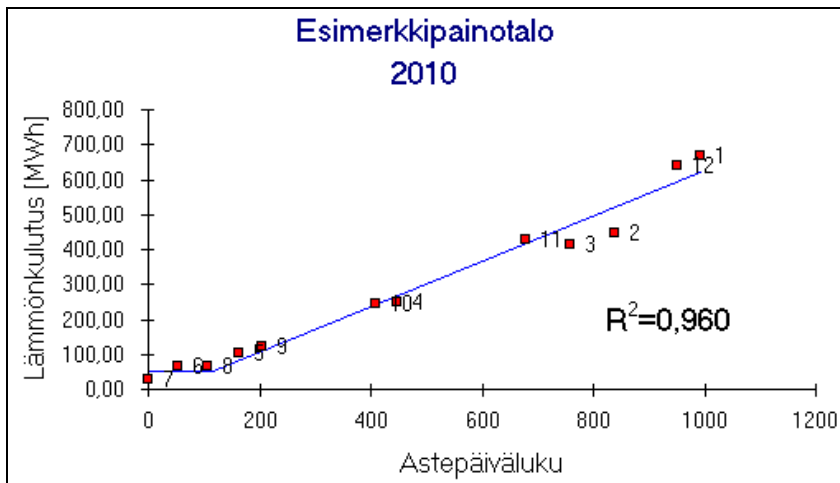
Kuukausiseurannassa mukana olevien painotalojen ominaislämmönkulutus määritettiin kahdella tavalla: sataprosenttinen lämmitystarvelukukorjaus sekä korjaus kuukausikulutusten regressiosuoran avulla. Näin oli mahdollista tarkastella eri normalisointimenetelmien aiheuttamaa eroa. Vuosikulutuksen sataprosenttisen normalisoinnin ja kuukausikulutusten regressiosuoran avulla tapahtuneen normalisoinnin, molemmat normalisoituna Jyväskylän normaalivuoteen 1971–2000, ero oli keskimäärin 1,9 % (vaihteluväli 6,1 % ... -2,0 %). Regressiosuoran avulla laskettu normalisointi tuotti vuositason hieman pienemmät kulutukset.

Kuukausiseurannassa kesäkuukaudet eli pienet lämmönkulutukset aiheuttavat usein ongelmia, varsinkin jos normalisointi tehdään täysimääräisenä (100 %), koska lämmitystarvelukujen suhteelliset muutokset eri vuosien välillä kasvavat suureksi. Tämän vuoksi kesäkuukausien (yleensä kesä–elokuu) kulutukset jätetään usein normalisoimatta. Tämän vaikutusta testattiin kaikissa niissä painotaloissa, joiden kuukausittaiset lämmönkulutukset olivat käytettävissä. Vuosikulutuksen sataprosenttisen normalisoinnin ja kesäkuukausia (kesä–elokuu) lukuun ottamatta kuukausikulutusten sataprosenttisen normalisoinnin (Jyväskylän normaalivuosi 1971–2000) ero oli keskimäärin 0,8 % (vaihteluväli 8 % ... -1,5 %). Vuosikulutusten normalisointi antoi suuremmat kulutukset.

Korrelaatiokerroimen avulla testattiin, kumpi vaihtoehto antaa paremman tarkkuuden – kaikkien 12 kuukauden avulla laskettu regressiosuora vai vaihtoehto, jossa kesäkuukausien (kesä–elokuu) kulutus sovitettiin vakioksi todellisten kulutusten perusteella, kuvat 3 ja 4.

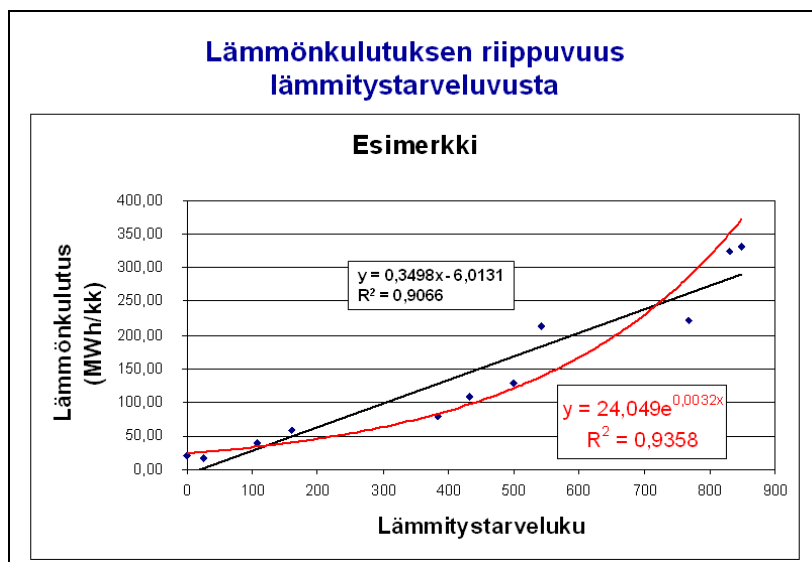


Kuva 3. Regressiosuoran sovitus, vaihtoehto 1.



Kuva 4. Regressiosuoran sovitus, vaihtoehto 2: kesäkuukaudet vakiona.

Regressiosuoran lisäksi regressiokertoimien avulla testattiin energiankulutuksen riippuvuutta lämmitystarveluvusta myös eksponenttikäyrällä. Vain yhdessä painotalossa lämmön kuukausikulutukset noudattivat kolmena seurantavuotena seitsemästä paremmin eksponenttikäyrää kuin regressiosuoraa (kuva 5). Kaikissa muissa painotaloissa lämmön kuukausikulutuksen ja lämmöntarveluvun riippuvuus oli suoraviivainen.



Kuva 5. Lämmönkulutuksen riippuvuus lämmitystarveluvusta.

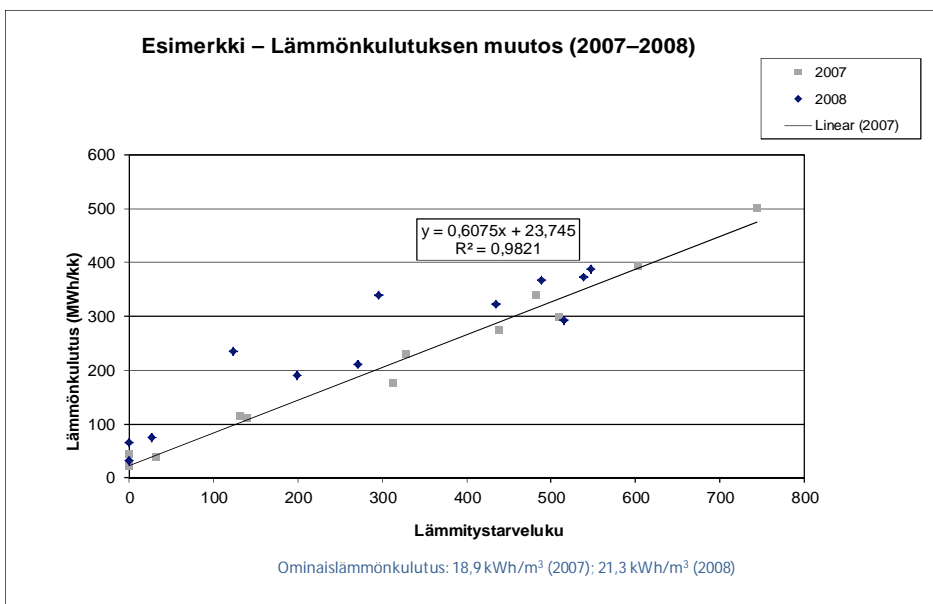
3. Tulokset

Lämmönkulutuksen vakio-osuuden riippuvuutta veden kulutuksesta ja vakio-osuuden suhdetta veden kulutukseen verrattiin niiden rakennusten osalta, joista oli käytettävissä sekä lämmön, että veden kulutuksen kuukausitiedot. Tämä vertailu osoitti, että ulkolämpötilasta riippumatonta lämmönkulutusta aiheuttavat paljon myös muut tekijät kuin veden lämmitys. Mistä muista tekijöistä tämä kulutus aiheutuu, ei tässä yhteydessä voitu selvittää.

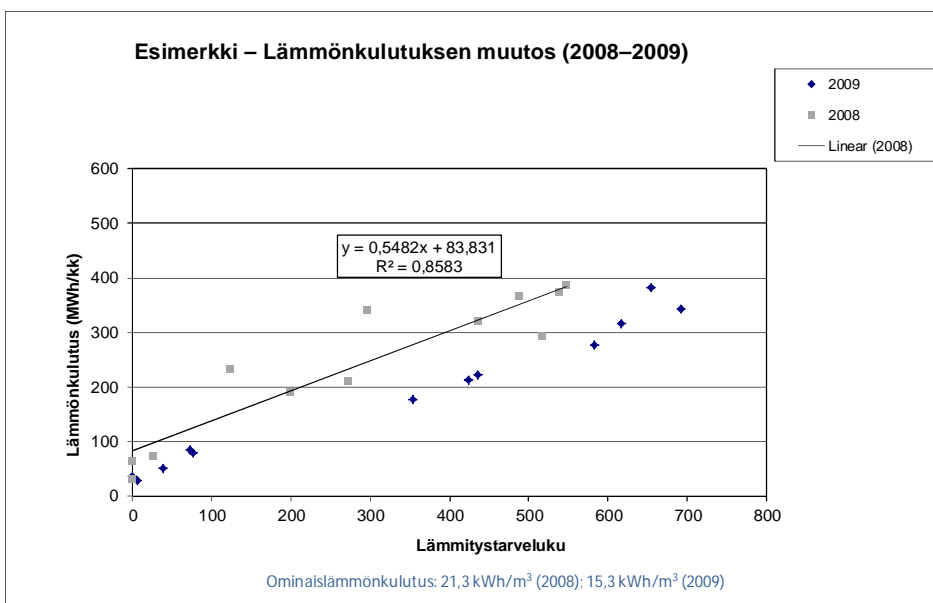
Parhaat käytännöt

Lämmön vuosikulutusten vertailussa eri vuosien ja eri rakennusten kesken voidaan käyttää sataprosenttista lämmitystarvelukukorjausta. Tarkempi vertailutulos kuitenkin saataisiin, mikäli lämmitystarvelukukorjaus tehtäisiin 85-prosenttisesti.

Lämmönkulutuksen kuukausiseuranta tulisi tehdä graafisesti esimerkiksi kuvissa 6 ja 7 esitetyllä tavalla, jolloin varsinaista lämmitystarvelukukorjausta ei tarvita eikä kesäaikana usein esiintyvää lämmitystarvelukukorjauksen aiheuttamaa voimakasta vaihtelua esiinny. Kuukausitasolla tapahtuva kulutusseuranta antaa vuosiseurantaa nopeammin ja tarkemmin tiedon kulutuksessa tapahtuvista muutoksista ja poikkeamista, mikä edesauttaa vikojen havaitsemista ja helpottaa poikkeamien syiden selvittelyä. Kulutuspoikkeamat asetettuun tavoitesuoraan nähdään välittömästi kuukausikulutustietojen saannin jälkeen. Tavoitekulutus-suorana voidaan käyttää joko teoreettisesti laskettua suoraa tai esimerkiksi edellisen vuoden toteutunutta regressiosuoraa.



Kuva 6. Esimerkki tavoitesuoran käytöstä lämmönkulutuksen seurannassa. Tavoite on määritetty edellisen vuoden kuukausikulutusten perusteella.



Kuva 7. Esimerkki tavoitesuoran käytöstä lämmönkulutuksen seurannassa.

3. Tulokset

3.1.2 Lämmön kulutus ja kulutuksessa tapahtuneet muutokset

Rakennusten lämpöenergian seurannassa yleisesti käytetty tunnusluku on toteutunut lämpöenergiankulutus rakennuksen lämmintä tilavuutta kohden laskettuna (kWh/m^3). Rakennuksen lämmönkulutukseen vaikuttavat useat eri tekijät, joista tärkeimpiä ovat rakennuksen ominaisuudet (ilmanvaihdon määrä, johtuminen, lämpimän käyttöveden lämmitys, lämmöntalteenotto jne.), rakennuksen ikä, sijainti ja säättekijät sekä rakennuksen käyttö ja ylläpito. Painotalojen ominaislämmönkulutukset vaihtelevat suuresti muun muassa edellä mainittujen tekijöiden vuoksi. Sijainnin ja sään vaikutus voidaan korjata normalisoinnin avulla, mutta muista tekijöistä johtuen ominaislämmönkulutusten vaihtelu on painotaloissa suurta.

Taulukossa 1 on esitetty keskeisiä ominaislämmönkulutuksen tunnuslukuja Promain-palvelussa mukana olleista painotaloista eri vuosilta. Koska pitkän seurantajakson aikana painoalalla on tapahtunut monenlaisia muutoksia, Promain-palvelussa mukana olleet painotalot ovat jonkin verran vaihdelleet eri vuosina. Tämän vuoksi ominaislämmönkulutuksia ja kulutuksessa tapahtuneita muutoksia tarkasteltiin eri tavoilla yksityiskohtaisemmin.

Taulukko 1. Normalisoidun ominaislämmönkulutuksen (kWh/m^3 , a) mediaaniarvot vuosina 1993 ja 2010.

	1993	2010	Ero [%]
Kaikki painotalot yhteensä (kWh/m^3 , a)	36,1	30,7	-14,9
Coldset (kWh/m^3 , a)	43,2	38,9	-10,0
Heatset (kWh/m^3 , a)	31,1	18,4	-40,7
Arkkipainot (kWh/m^3 , a)	30,2	25,0	-17,4

Ominaislämmönkulutuksessa tapahtuneet muutokset laskettiin sellaisista kohteista, joiden lämmönkulutuksen vuositiedot ovat saatavissa Promain-palvelusta vähintään neljän vuoden ajalta. Ominaislämmönkulutus oli laskenut 54 %:ssa ja noussut 46 %:ssa painotaloista. Keskimäärin ominaislämmönkulutus oli kasvanut seurantajaksolla noin 1,0 %. Yli kymmenen vuotta seurannassa mukana oleilla painotaloilla ominaislämmönkulutus oli vastaavasti laskenut 57 %:ssa ja noussut 43 %:ssa. Keskimääräinen muutos oli -0,71 %.

Kuukausiseurannasta on käytettävissä tietoja vuodesta 2000 lähtien. Kuukausiseurannassa mukana olleista painotaloista 64,3 %:ssa ominaislämmönkulutus oli laskenut 35,7 %:ssa noussut. Lämmönkulutuksen alenemisen mediaani oli -17,2 % (taulukko 2). Suurin ominaislämmönkulutuksen aleneminen oli ollut yli 68 %, ja kuudessa kohteessa lämmönkulutus oli alentunut yli 35 %.

Taulukko 2. Ominaislämmönkulutuksen (kWh/m³) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella, kaikki painotalot (muutos %).

KAIKKI PAINOTALOT	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakvartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	1,04	-3,36	-16,96	12,36
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	-0,96	-4,04	-17,05	10,73
<i>Kuukausiseurannassa mukana olevat</i>	-9,09	-8,40	-17,20	7,75

Seuranta-ajan pituudella ei näytä olevan suurta vaikutusta ominaislämmönkulutuksen muutokseen. Sen sijaan kuukausiseurannassa mukana olleiden painotalojen ominaislämmönkulutus oli alentunut huomattavasti enemmän kuin niiden, jotka eivät olleet mukana kuukausitasoisessa kulutusseurannassa. Kuukausiseuranta mahdollistaa nopeamman reagoinnin kulutuksessa tapahtuviin muutoksiin, mikä voi olla tässä yksi selittävä tekijä. Kuukausiseurannassa mukana olleissa painotaloissa todennäköisesti myös energiankulutuksen ja energiatehokkuuden merkitys koetaan tärkeämmäksi asiaksi.

Taulukoissa 3–5 sekä kuvissa 8 ja 9 on esitetty vastaavat tunnusluvut painotalotyypeittäin. Taulukoiden perusteella arkkipainojen ominaislämmönkulutus on seurannassa pitkään mukana olleilla painotaloilla kasvanut huomattavasti, kun taas heatset- ja coldset-painotaloissa pitkä seuranta-aika on alentanut ominaislämmönkulutusta. Taulukosta 4 on havaittavissa, että heatset-painotalojen ominaislämmönkulutus on alentunut lähes kaikissa painotaloissa.

Taulukko 3. Ominaislämmönkulutuksen (kWh/m³) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella, arkkipainot (muutos %).

ARKKIPAINOT	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakvartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	+11,79	+8,16	-12,25	+36,69
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	+28,85	+34,32	+8,16	+46,54

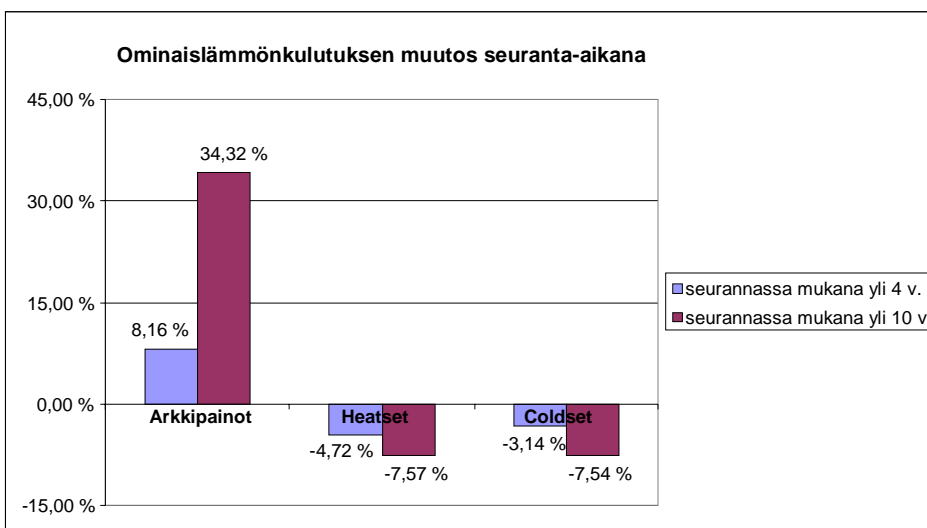
3. Tulokset

Taulukko 4. Ominaislämmönkulutuksen (kWh/m³) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella, heatset-painot (muutos %).

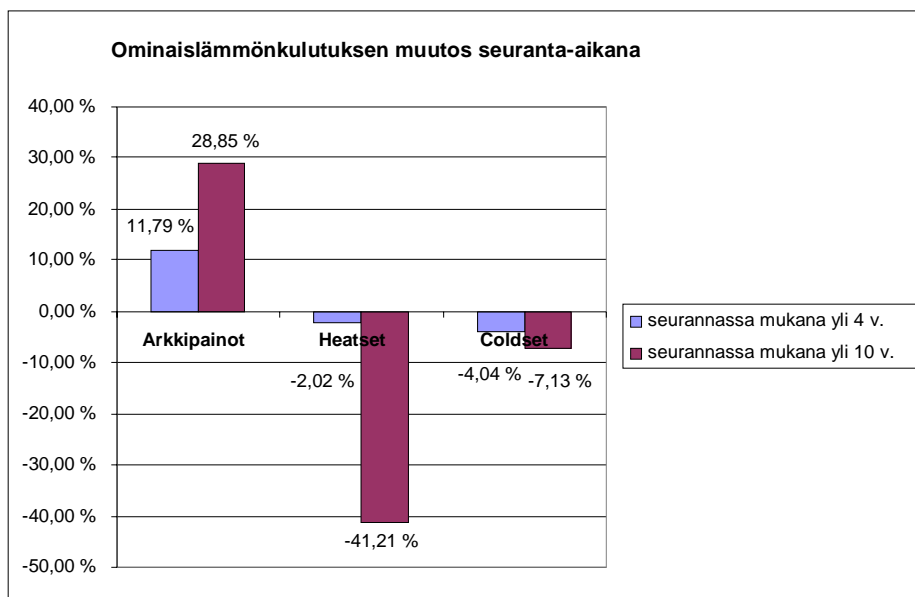
HEATSET	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakovartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	-2,02	-4,72	-15,74	-2,22
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	-41,21	-7,57	-22,31	-4,04

Taulukko 5. Ominaislämmönkulutuksen (kWh/m³) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella, coldset-painot (muutos %).

COLDSET	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakovartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 3 v.</i>	-4,04	-3,14	-17,05	+10,23
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	-7,13	-7,54	-17,22	+8,53



Kuva 8. Ominaislämmönkulutuksen muutos prosentteina seuranta-aikana erityyppisissä painotaloissa (mediaaniarvo).



Kuva 9. Ominaislämmönkulutuksen muutos prosentteina seuranta-aikana erityyppisissä painotaloissa (keskiarvo).

3.1.3 Lämpöenergian säästötoimenpiteet

Kulutushistorian analysoinnin ja keskustelujen avulla kartoitettiin syitä, joiden avulla suuret muutokset on saatu aikaan. Lisäksi käytiin läpi painotalojen kestävä kehitystä, energiansäästöä ja energiatehokkuutta käsitteleviä viimeaikaisia tutkimuksia (Anon. 2008a, 2008b, Enroth 2001, Nieminen 2011, Pihkola et al. 2010, Viluksela 2008).

Ominaislämmön alenemisen kannalta keskeisiä muutoskohteita ovat olleet

- heatset-painoissa lämmöntalteenotto painokoneiden kuivausuuneista
- ilmanvaihdon toimivuus, oikeat ilmamäärät, painesuhteet eri tilojen välillä, oikeat käyntiajat tilojen käyttöön nähden
- ilmanvaihdon lämmöntalteenottolaitteet, niiden hyötysuhde ja oikea toiminta (oikealla käytöllä ja huollolla voidaan merkittävästi vaikuttaa lämmöntalteenottolaitteista saatavaan hyötyyn)
- ilmanvaihdon/ilmastoinnin säätölaitteiden kunto ja oikea toiminta

3. Tulokset

- lastauslaitureiden oviaukkojen toiminta (ilmaverhot, liuskaovet ym.)
- rakenteiden tiiviys ja tiiviyn parantaminen
- lämmönvaihtimien sekä lämmön säätölaitteiden kunto ja oikeasta toiminnasta huolehtiminen
- lämpimän käyttöveden oikea lämpötila ja säädön toimivuus sekä tarpeettoman kulutuksen välttäminen
- energiatehokkuuden huomiointi uudis- ja korjaushankintoja tehtäessä.

Käytyjen keskustelujen pohjalta yleisenä havaintona voi todeta, että energiatehokkuuden parantaminen edellyttää määrätietoista ja systemaattista työtä. Niissä painotaloissa, joissa kiinteistöasioista vastaava henkilö on kiinnostunut tai jopa jossakin määrin innostunut energiatehokkuuden parantamisesta ja lisäksi hänelle on johdon taholta annettu mahdollisuus toteuttaa myös investointeja vaativia energiakorjauksia, tunnuslukujen paraneminen ja niiden hallinta on selvästi todettavissa.

Lämpöenergian kulutuksen alenemisen merkitystä painotaloissa yhteensä voidaan arvioida seuraavan laskelman avulla:

- keskimääräinen muutos seuranta-ajalla $-5,4 \text{ kWh/m}^3$
- arvioitu painotalojen yhteinen rakennustilavuus noin $2\,200\,000 \text{ m}^3$
- keskimääräinen lämpöenergian hinta vuonna 2010 $42,44 \text{ €/MWh}$.

Tällöin vuosittaisten säästöjen suuruus on vuositasolla noin $504\,187 \text{ €}$

3.1.4 CO₂-päästöissä tapahtuneet muutokset

Lämmönkulutuksen muutosten vaikutusta painotalojen CO₂-päästöihin voidaan arvioida seuraavan esimerkkilaskelman avulla:

- kaukolämmön yhteistuotannossa CO₂-päästöt ovat $220 \text{ kg(CO}_2\text{)/MWh}$ (Suomi et al. 2004, MOTIVA 2010)
- keskimääräinen muutos seuranta-ajalla on $-0,71 \text{ kg(CO}_2\text{)/m}^3$
- arvioitu painotalojen yhteinen rakennustilavuus on noin $2\,200\,000 \text{ m}^3$.

Tällöin CO₂-päästöjen vähennys vuodessa olisi noin $1\,500\,000 \text{ kg}$.

3.2 Sähköenergia

Tutkimushankkeissa tehtyjen mittausten perusteella alle puolet painotalojen sähköenergian kulutuksesta syntyy painotuotannossa, yhtä suuri ellei suurempi osa kuluu kiinteistö- ja toimistosähköön. Painotuotannon sähköenergian kulutuksesta painopinnan valmistuksen osuus on 2–6 %, painamisen 77–89 % ja jälkikäsittelyn 9–17 %. Jakaumat vaihtelevat painotaloittain. (Westrén-Doll et al. 1997.)

3.2.1 Sähköenergian kulutus ja kulutuksessa tapahtuneet muutokset

Painotalojen sähkönkulutukset vaihtelevat suuresti muun muassa rakennusten varustelutasosta, tuotantolaitteista ja niiden määrästä ja ominaisuuksista riippuen. Kulutuksen vaihtelu käytettyä paperimäärää kohden laskettuna voi joissakin painotaloissa olla kolmin- tai jopa viisinkertainen toisiin painotaloihin nähden.

Kulutustason lisäksi on tärkeää nähdä muutokset, joita sähköenergian kulutuksessa on tapahtunut vuosien kuluessa. Painotalojen sähköenergian kulutusseurannassa keskeisin tunnusluku on toteutunut sähköenergian kulutus tuotannon määrää (käytettyä paperimäärää) kohden laskettuna (kWh/tonni) (taulukko 6). Tämä tunnusluku on indikaattorina myös mm. Pohjolan graafisen teollisuuden ympäristökuormituksen laskentajärjestelmässä (Pohjola 2005). Toisena rinnakkaisena tunnuslukuna Promain-palvelussa käytetään sähköenergian kulutusta rakennustilavuutta kohden laskettuna (kWh/m³). Jälkimmäiselle tunnusluvun sijasta käytetään kiinteistöalalla yleisesti myös sähköenergian kulutusta rakennuksen pinta-alaa (hyötyala) kohden laskettuna (kWh/m²). Mittareiksi on esitetty myös sähköenergian kulutusta miljoonaa painettua sivua, painokoneiden bruttosylinterikierroksia (Westrén-Doll et al. 1997) sekä nettopaperikiloja (ostettu paperimäärä-makulatuuri) kohden. Esitetyt tunnusluvut kuvaisivat kenties tarkemmin tuotannon sähköenergian ominaiskulutusta, mutta tuotannon määrää tarkasti kuvaavien tietojen saanti yrityksistä, esimerkiksi yritysten keskeistä vertailua varten, on vaikeaa, koska tuotantotiedot pidetään tarkasti yrityksen sisäisinä tietoina.

Painotalojen sähköenergian, propaanin ja veden kulutuksen tunnusluvuiksi on esitetty muitakin tunnuslukuja kuin edellä mainitut käytettyä paperimäärää kohden lasketut kulutukset, esimerkiksi kulutukset painokoneen bruttosylinterikierroksia kohden ja kulutus miljoonaa sivua kohden.

3. Tulokset

Taulukko 6. Sähköenergian kulutuksen (kWh/t) mediaaniarvot vuonna 1993 ja 2010.

	1993	2010	Ero [%]
Kaikki painotalot (kWh/tonni)	688	438	-36,3
Coldset-painot (kWh/tonni)	711	422	-40,6
Heatset-painot (kWh/tonni)	532	417	-21,6
Arkkipainot (kWh/tonni)	885	1480*	+67,2

* lukema vuodelta 2008

Sähköenergian ominaiskulutus on alentunut vuosien 1993–2010 välillä erittäin merkittävästi lukuun ottamatta arkkipainoja. Arkkipainojen lukema on vuodelta 2008, koska vuonna 2010 seurannassa oli mukana vain muutama arkkipaino.

Kun tarkastellaan niitä painotaloja, jotka ovat olleet seurannassa mukana yli 4 vuotta ja yli 10 vuotta, saadaan taulukoiden 7–10 sekä kuvien 10 ja 11 mukaiset muutokset. Taulukon 6 tiedoissa ovat mukana myös sellaisten painotalojen tiedot, jotka ovat olleet seurannassa alle neljä vuotta.

Taulukko 7. Sähköenergian kulutuksen (kWh/t) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella, kaikki painotalot (muutos %).

<i>KAIKKI PAINOTALOT</i>	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakvartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	-10,48	-14,28	-25,98	+5,05
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	-10,91	-14,45	-36,80	+7,26
<i>Kuukausiseurannassa mukana olevat</i>	-6,71	-14,60	-23,90	11,20

Taulukko 8. Sähköenergian kulutuksen (kWh/t) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella, arkkipainot (muutos %).

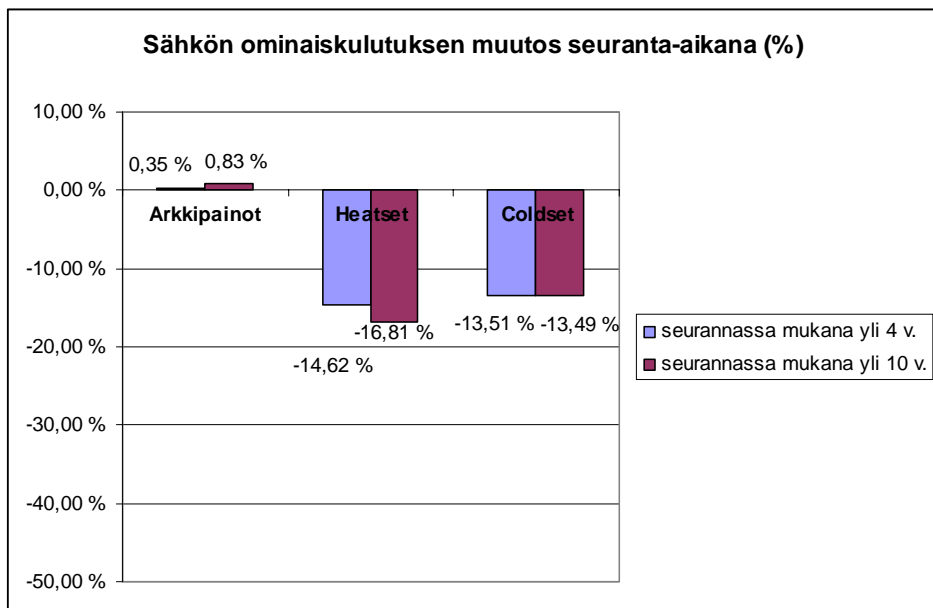
<i>ARKKIPAINOT</i>	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakvartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	-2,16	+0,35	-22,74	+11,29
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	+3,45	+0,83	-11,61	+11,36

Taulukko 9. Sähköenergian kulutuksen (kWh/t) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella, heatset-painot (muutos %).

<i>HEATSET</i>	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakovartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	-18,81	-14,62	-20,20	-6,37
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	-37,90	-16,81	-29,25	-14,45

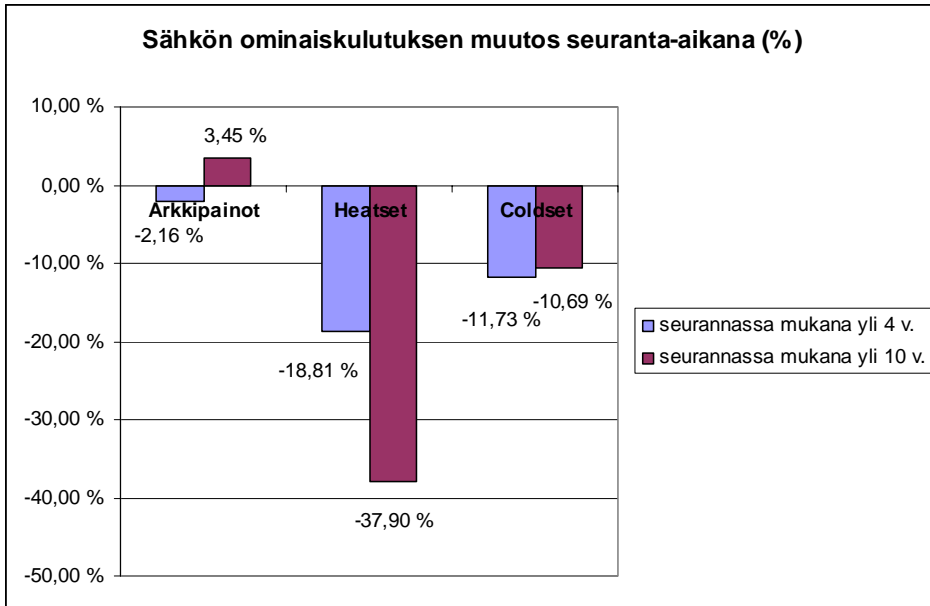
Taulukko 10. Sähköenergian kulutuksen (kWh/t) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella, coldset-painot (muutos %).

<i>COLDSET</i>	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakovartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	-11,73	-13,51	-33,86	+5,06
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	-10,69	-13,49	-38,68	+11,33



Kuva 10. Sähkön ominaiskulutuksen muutos prosentteina seuranta-aikana erityyppisissä painotaloissa (mediaaniarvo).

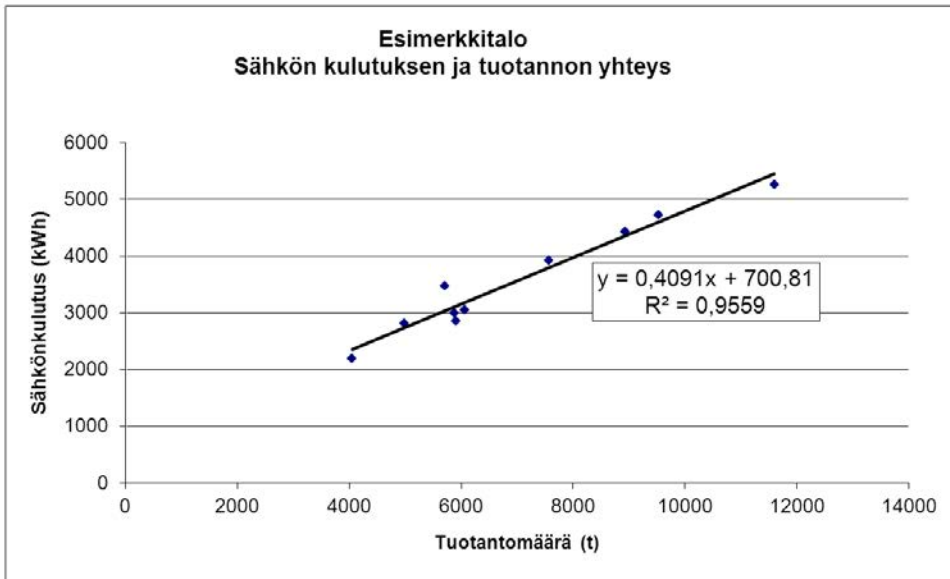
3. Tulokset



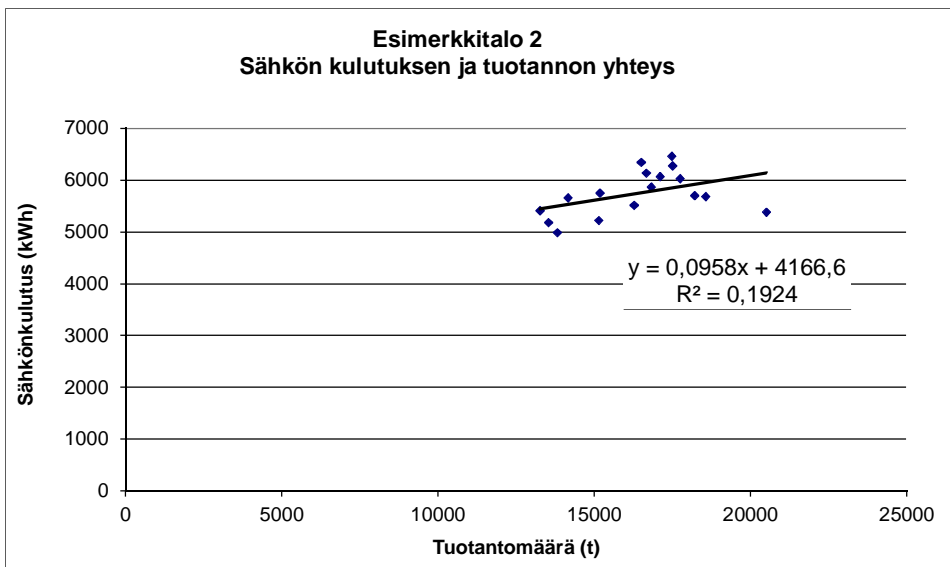
Kuva 11. Sähkön ominaiskulutuksen muutos prosentteina seuranta-aikana erityyppisissä painotaloissa (keskiarvo).

Useissa painotaloissa on tapahtunut merkittäviä muutoksia tuotantomäärissä vuosien 1993–2010 aikana. Sähköenergian kulutuksen ja tuotantomäärän (käytetyn paperin määrän) välinen riippuvuus selvitettiin kaikissa vähintään neljä vuotta seurannassa mukana olleissa painotaloissa. Koska tuotantotiedot olivat käytettävissä vain vuositasolla, vertailu on tehty vuositason tiedoilla, vaikka sähköenergian kulutustiedot olisivat olleetkin käytettävissä kuukaunitasolla.

Joissakin painotaloissa sähkön kulutuksen ja tuotantomäärän välillä oli erittäin korkea korrelaatio, mutta useimmissa riippuvuus oli hyvin heikko (kuvat 12 ja 13).



Kuva 12. Sähkön kulutuksen ja tuotannon riippuvuus, esimerkki 1.



Kuva 13. Sähkön kulutuksen ja tuotannon riippuvuus, esimerkki 2.

3. Tulokset

Parhaat käytännöt

Painotalojen sähköenergian kulutusta on seurattu erittäin harvoin päämittarin lisäksi alamittausten avulla. Joissakin painotaloissa alamittauksille on varattu sähkökeskuksessa mittausmahdollisuus, joissakin kohteissa on jopa asennettu alamittareita valmiiksi, mutta niitä ei juuri ole hyödynnetty seurannassa. Sähköenergian kulutuksen tarkentamiseksi, eri toimenpiteiden vaikutuksen mittaamiseksi sekä kulutusmuutosten syiden selvittämisen helpottamiseksi sähkön alamittauksia tulisi lisätä huomattavasti nykyisestä. Olisi tärkeää pystyä seuraamaan erikseen mm. tuotantoprosessien ja talotekniikan sähkönkulutukset. Kulutusmittareiden hinnat ovat laskeneet sellaiselle tasolle, että lisämittareiden hankinta on mahdollista ja järkevää varsinkin siksi, että sähkön hinta kohoaa. Painotaloissa sähköasennukset on usein toteutettu siten, että alamittausten asentaminen ei vaadi suuria kaapelointikustannuksia.

3.2.2 Sähköenergian säästötoimenpiteet

Kulutushistorian analysoinnin ja keskustelujen avulla kartoitettiin syitä, joiden avulla suuret muutokset on saatu aikaan. Lisäksi käytiin läpi painotalojen kestävä kehitystä, energiansäästöä ja energiatehokkuutta käsitteleviä viimeaikaisia tutkimuksia (Anon. 2008a, 2008b, Enroth 2001, Nieminen 2011, Pihkola et al. 2010, Viluksela 2008). Sähköenergian kulutuksen alenemisen kannalta keskeisiä muutoskohteita ovat olleet seuraavat:

- Taajuusmuuntajien käyttö suurten puhaltimien, pumppujen, paineilma-kompressoreiden jne. yhteydessä. Taajuusmuuttajat ovat investointi, jonka takaisinmaksuaika saattaa joissakin tapauksissa olla alle vuosi ja useimmiten muutama vuosi.
- Vapaaajähdytyksen käyttö ja käytön lisääminen.
- Energiatehokkaiden valaisimien ja lamppujen käyttö, luonnonvalon hyödyntäminen.
- Paineilmajärjestelmän oikea mitoitus, käyttö ja vuotojen korjaus.
- Autolämmityspaikkojen ohjaus käyttötarpeen mukaisesti.
- Valaistuksen ohjaus käyttötarpeen mukaisesti, keskitetty ohjaus, läsnäolokyt-kimet jne.

- Kojoiden ja laitteiden tarpeenmukainen käyttö; koskee myös tuotantolaitteita.
- Loistehon kompensointilaitteiden riittävyys ja kunto.
- Energiatohokkuudenhuomointi uudis- ja korjaushankintoja tehtäessä.

Sähköenergian kulutuksen alenemisen merkitystä painotaloissa yhteensä voidaan arvioida seuraavan laskelman avulla:

- keskimääräinen muutos seuranta-ajalla -266 kWh/tonni paperia
- arvioitu painotalojen käyttämä paperimäärä vuodessa 350 000 tonnia
- keskimääräinen sähköenergian hinta 65,67 €/MWh vuonna 2010.

Tällöin säästöjen suuruus on vuositasolla noin 6 113 500 €

3.2.3 CO₂-päästöissä tapahtuneet muutokset

Sähköenergian kulutuksen muutosten vaikutusta painotalojen CO₂-päästöihin tulisi laskea todellisen päästökertoimen avulla, esim. vesivoima 0 kg(CO₂)/MWh, mutta oheisissa laskelmissa on käytetty eri lähteistä saatuja Suomen keskimääräisiä kertoimia:

- lähtöoletus 274 kg(CO₂)/MWh, mikä on koko sähkön tuotannon ominaispäästön keskiarvo 2000–2006 (Kurnitski 2009a, 2009b)
- keskimääräinen muutos seuranta-ajalla -73 kg(CO₂)/tonni paperia (yli kymmenen vuotta seurannassa mukana olleiden painotalojen muutoksen painotettu keskiarvo)
- arvioitu painotalojen käyttämä paperimäärä vuodessa 350 000 tonnia.

Tällöin CO₂-päästöjen vähennys vuodessa olisi noin 25 550 000 kg.

Tilanne muuttuu erittäin merkittävästi, jos lähtöolettamusta muutetaan marginaaliperusteiseen kertoimeen 700 kg(CO₂)/MWh (MOTIVA 2003):

- keskimääräinen muutos seuranta-ajalla -187 kg(CO₂)/tonni paperia (yli kymmenen vuotta seurannassa mukana olleiden painotalojen muutoksen painotettu keskiarvo)
- arvioitu painotalojen käyttämä paperimäärä vuodessa 350 000 tonnia.

Tällöin CO₂-päästöjen vähennys olisi noin 65 450 000 kg vuodessa.

3. Tulokset

3.3 Vesi

Painotalojen veden kulutukset käytettyä paperimäärää kohden ovat alentuneet vuodesta 1993 yli 70 % muissa kuin arkkipainoissa, joissa kulutus on alentunut noin 7,3 % (taulukko 11). Taulukon 11 tiedoissa ovat mukana myös sellaisten painotalojen tiedot, jotka ovat olleet seurannassa alle neljä vuotta.

Taulukko 11. Veden kulutuksen (litraa/tonni) mediaaniarvot vuonna 1993 ja 2010.

	1993	2010	Ero [%]
Kaikki painotalot (l/tonni)	2195	590	-73,12
Coldset-painot (l/tonni)	2544	582	-77,12
Heatset-painot (litraa/tonni)	1867	503	-73,06
Arkkipainot (litraa/tonni)	2404	2229	-7,28

Kun tarkastellaan niitä painotaloja, jotka ovat olleet seurannassa mukana yli 4 vuotta ja yli 10 vuotta, saadaan taulukoiden 12–15 sekä kuvien 14 ja 15 mukaiset muutokset.

Taulukko 12. Veden kulutuksen (l/t) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella, kaikki painot (muutos %).

KAIKKI PAINOTALOT	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakvartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	-31,28	-37,10	-61,52	-7,55
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	-36,70	-37,16	-73,33	-18,54
<i>Kuukausiseurannassa mukana olevat</i>	-40,65	-41,30	-73,30	-24,30

Taulukko 13. Veden kulutuksen (l/t) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella, arkkipainot (muutos %).

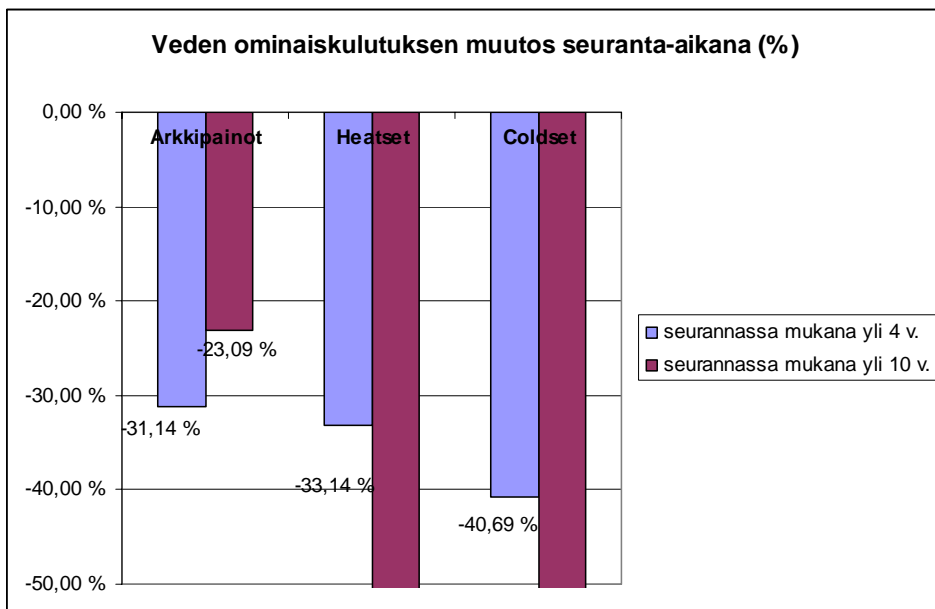
ARKKIPAINOT	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakvartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	-17,47	-31,14	-41,51	-2,81
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	-11,40	-23,09	-34,80	+0,44

Taulukko 14. Veden kulutuksen (l/t) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella, heatset-painot (muutos %).

HEATSET	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakovartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	-38,28	-33,14	-73,50	-7,55
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	-56,54	-55,98	-74,30	-26,71

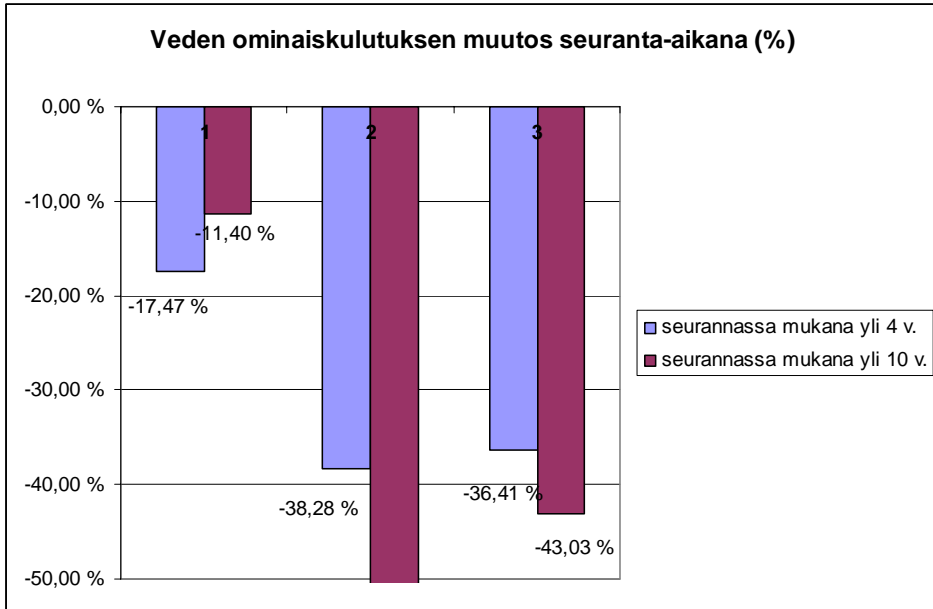
Taulukko 15. Veden kulutuksen (l/t) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella, coldset-painot (muutos %).

COLDSET	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakovartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	-36,41	-40,69	-66,16	-12,77
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	-43,03	-52,53	-75,85	-27,46



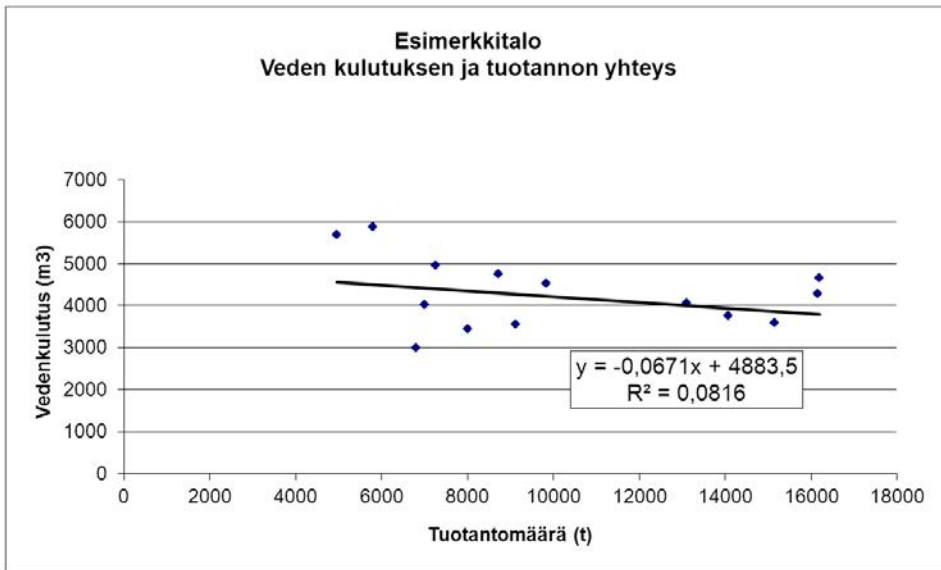
Kuva 14. Veden ominaiskulutuksen muutos prosentteina seuranta-aikana erityyppisissä painotaloissa (mediaaniarvo).

3. Tulokset

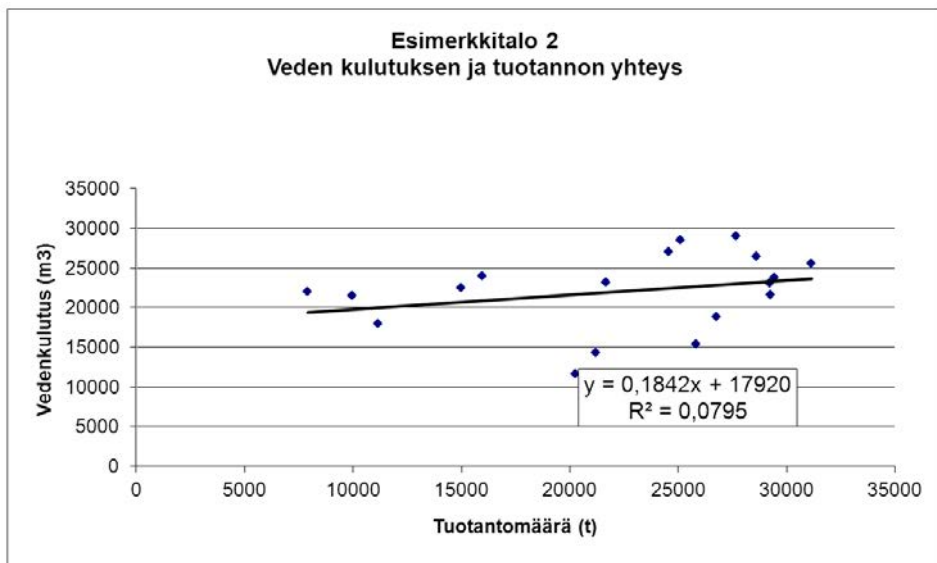


Kuva 15. Veden ominaiskulutuksen muutos (%) seuranta-aikana erityyppisissä painotaloissa (keskiarvo) (1 = arkkipainot, 2 = heatset-painot ja 3 = coldset-painot).

Painotalojen vedenkulutukset tuotettua tonnia kohden (käytettyä paperimäärää kohden) laskettuna (litraa/tonni) ovat alentuneet todella merkittävästi vuosien 1993–2010 välisenä aikana. Veden kulutuksen ja tuotantomäärän (käytetyn paperin määrän) välistä riippuvuutta selvitettiin kaikkien vähintään neljä vuotta seurannassa mukana olleiden painotalojen osalta. Koska tuotantotiedot olivat käytettävissä vain vuositasolla, vertailu on tehty vuositason tiedoilla, vaikka veden kulutustiedot olisivat olleetkin käytettävissä kuukausitasolla. Veden kulutuksen voimakkaasta alenemisesta johtuen veden kulutuksen ja tuotantomäärän korrelaatio on kaikkien painotalojen osalta heikko (kuvat 16 ja 17).



Kuva 16. Veden kulutuksen ja tuotantomäärän riippuvuus, esimerkki 1.



Kuva 17. Veden kulutuksen ja tuotantomäärän riippuvuus, esimerkki 2.

3. Tulokset

3.3.1 Veden säästötoimenpiteet

Veden kulutuksen alenemiseen ovat vaikuttaneet ensisijaisesti tuotantoprosessissa ja tilojen kostutuksessa tapahtuneet muutokset. Edellisten lisäksi käytöstä ovat lähes poistuneet paljon vettä kuluttavat kehityskojeet ja paikalliset vesilauhdutteiset jäähdytyskojeet.

Veden kulutuksen säästöjen vaikutusta painotaloissa yhteensä voidaan arvioida seuraavan laskelman avulla:

- keskimääräinen veden kulutuksen muutos seuranta-ajalla -1 605 litraa / tonni paperia
- arvioitu painotalojen käyttämä paperimäärä vuodessa 350 000 tonnia
- keskimääräinen veden hinta 2,6 €/vesi-m³ vuonna 2010.

Tällöin vuosittaisten säästöjen suuruus on noin 1 460 000 €

3.4 Propani

Propaania käytetään heatset-painotaloissa pääasiassa painovärien kuivatukseen. Seuraavissa taulukoissa ja kuvissa on esitetty heatset-painotalojen propanin (taulukko 16, kuvat 18 ja 19) sekä propanin ja sähköenergian yhdistetty kulumuutos (taulukko 17, kuvat 18 ja 19).

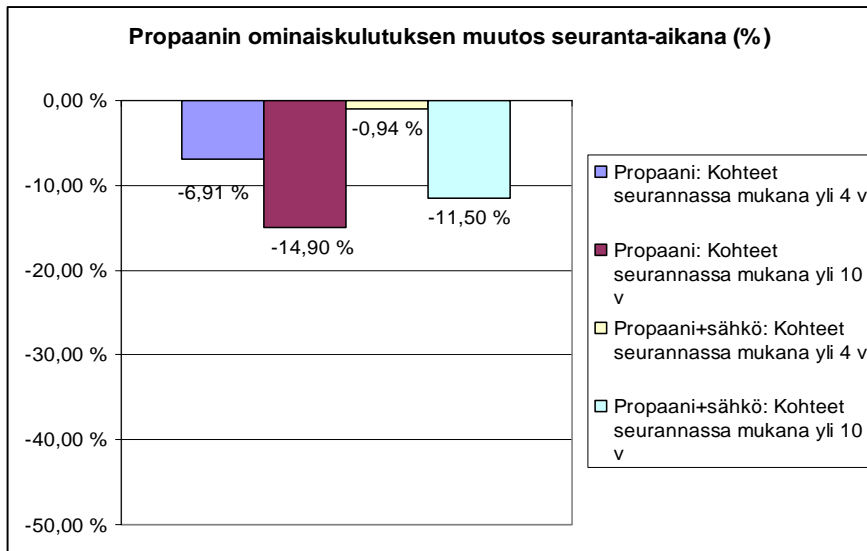
Taulukko 16. Propanin kulutuksen (kWh/t) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella heatset-painotaloissa (muutos-%).

HEATSET	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakovartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	+6,77	-6,91	-29,69	+46,45
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	-27,71	-14,90	-35,10	+2,75

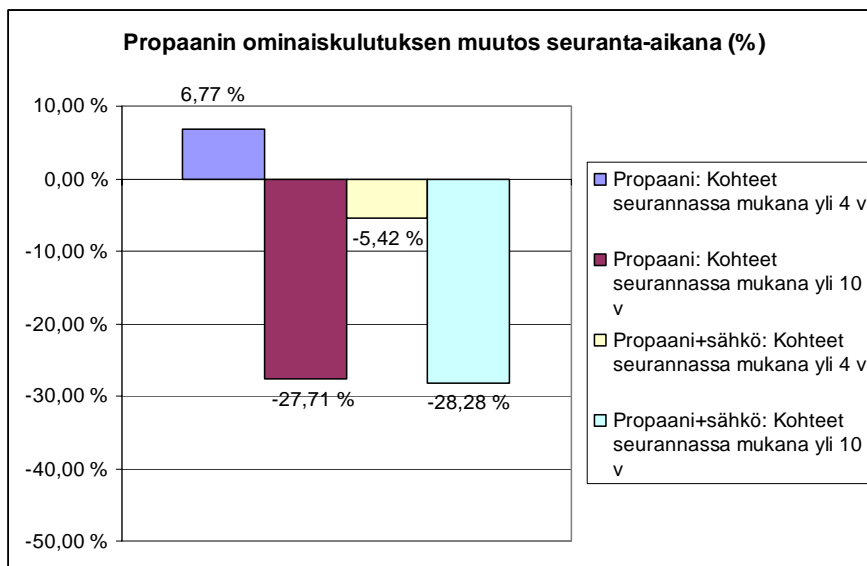
Taulukko 17. Propanin ja sähköns yhteiskulutuksen (kWh/t) muutoksen vertailu seuranta-ajan perusteella heatset-painotaloissa (muutos-%).

HEATSET	<i>keskiarvo</i>	<i>mediaani</i>	<i>yläkvartiili</i>	<i>alakovartiili</i>
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 4 v.</i>	-5,42	-0,94	-15,71	+8,88
<i>Kohteet seurannassa mukana yli 10 v.</i>	-28,28	-11,50	-20,06	+1,84

Edellä olevien taulukoiden perusteella seuranta-ajan pituudella näyttää olevan selkeä vaikutus säästöprosentteihin.



Kuva 18. Propanin ominaiskulutuksen muutos (%) seuranta-aikana erityyppisissä painotaloissa (mediaaniarvo).

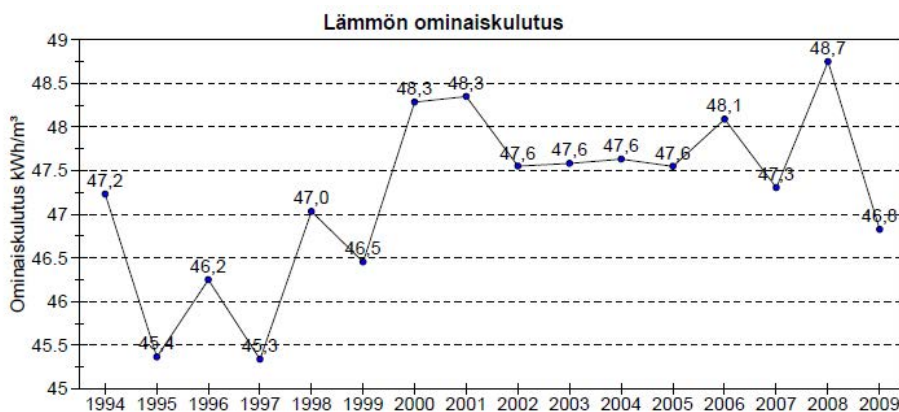


Kuva 19. Propanin ominaiskulutuksen muutos (%) seuranta-aikana erityyppisissä painotaloissa (keskiarvo).

4. Vertailu muiden toimialojen kehitykseen

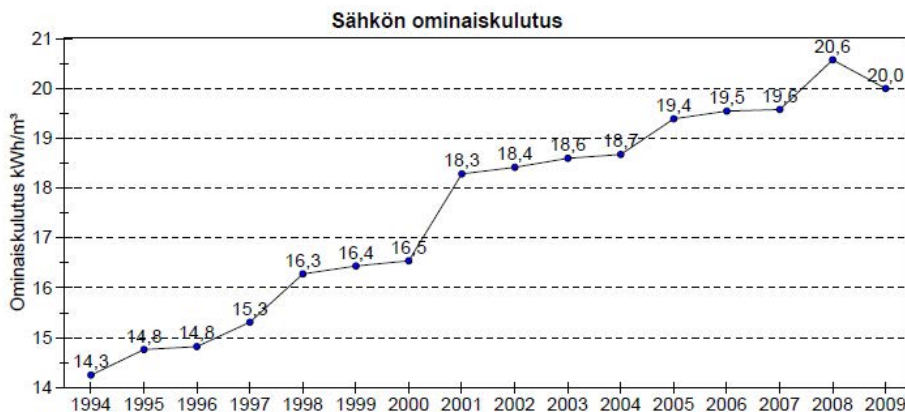
Hankkeessa oli tarkoitus löytää jokin graafisen teollisuuden alan kanssa verrannollinen toimiala, jonka kanssa kulutusmuutoksia voitaisiin verrata. Verrannollisilta tai yleensäkin muilta teollisuuden toimialoilta ei vertailutietoja onnistuttu saamaan. Julkisista lähteistä on saatavissa joitakin tietoja energiankulutuksesta niiltä toimialoilta, jotka ovat liittyneet energiansäästö- tai energiatehokkuussovimukseen, mutta kulutustrendejä niiltäkään aloilta ei ole käytettävissä.

Kuntaliitto on pitänyt tilastoa kaupunkien omistamien rakennusten energiankulutuksesta vuodesta 1982 alkaen (Ruokojoki 2010). Painotalojen suora vertailu kaupunkien rakennusmassaan ei ole järkevää, mutta kulutustrendit antavat kuitenkin jonkinlaisen näkemyksen suuren rakennuskannan yleisestä energiankulutuskehityksestä. Kuvista 20 ja 21 on nähtävissä, että ominaiskulutus on kasvussa sekä lämpö- että sähköenergian osalta. Lämmönkulutuksen normalisointi on tehty julkisten rakennusten osalta 80-prosenttisesti. Normalisointi on tehty Jyväskylään käyttäen normaalivuotta 1961–1990.



Kuva 20. Julkisten rakennusten lämmön ominaiskulutuksien kehitys vuosina 1994–2009 (Ruokojoki 2010).

4. Vertailu muiden toimialojen kehitykseen

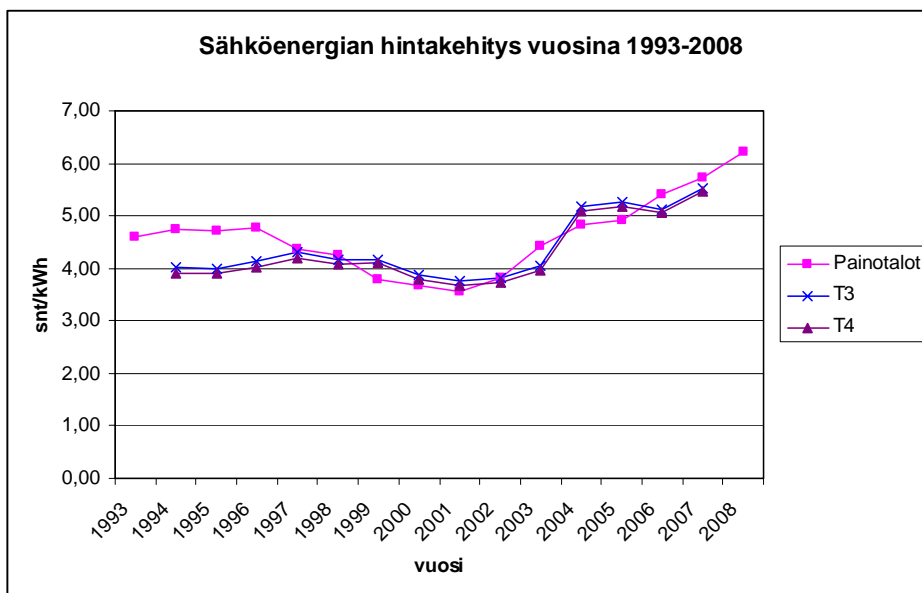


Kuva 21. Julkisten rakennusten sähköenergian ominaiskulutuksien kehitys vuosina 1994–2009 (Ruokojoki 2010).

Energian kulutustiedoista poiketen kaukolämmön ja sähköenergian hintatietoja on saatavissa vuodesta 1992 alkaen. Mielenkiinnon vuoksi painotalojen maksaman sähköenergian hintaa verrattiin Sähköenergialiitto ry:n (1.4.1997 saakka), Sähkömarkkinakeskuksen (1.9.1997–1.7.2000) ja Energiamarkkinaviraston (1.8.2000 alkaen) julkaisemiin tyyppirakennusten hintatietoihin (kuva 22). Tyyppikäyttäjänä vertailussa on käytetty seuraavia: T3 keskiuuri teollisuus, sähkön käyttö 2 000 000 kWh/vuosi, tehontarve 500 kW ja T4 keskiuuri teollisuus, sähkön käyttö 10 000 000 kWh/vuosi, tehontarve 2500 kW. Vuoteen 1996 saakka luvuista on vähennetty arvioitu hintaan sisältynyt polttoaineiden valmisteveron osuus. Vertailtavat hinnat sisältävät sähkön siirron ja sähköenergian osuudet. Hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa.

Suomen sähkömarkkinoiden vapauttaminen aloitettiin vuonna 1995, jolloin tuli voimaan uusi sähkömarkkinalaki ja sähköenergiayhtiöiden vapaa kilpailu teollisuusasiakkaista alkoi. Kilpailutuksen vaikutus näkyy painataloissa vuoden 1997 hinnoissa.

4. Vertailu muiden toimialojen kehitykseen



Kuva 22. Sähkön hintakehitys vuosina 1993–2008.

5. Kestävän kehityksen kehitystarpeet

Hankkeen yhtenä tavoitteena oli kehittää graafisen teollisuuden käyttöön soveltuva kansainvälisten ympäristöluokitusjärjestelmien periaatteita noudattavan luokitus- tai pisteytysjärjestelmä, joka helpottaisi graafisen teollisuuden yritysten tietä kohti kestävän kehityksen päämääriä ja madaltaisi kynnystä ottaa seuraavia kehitysaskelaita.

Luokitusjärjestelmän sisältöä ja periaatteita laadittaessa tutustuttiin alan keskeisiin standardeihin (ISO 140001), kotimaisiin ja kansainvälisiin ympäristöluokitusjärjestelmiin (mm. Promise, LEED, BREEAM, GBC, IPC) sekä laajalti muuhun (graafisen) teollisuuden energiankulutusta ja -säästämahdollisuuksia käsittelevään kirjallisuuteen. (mm. Hyytiä 2007, Hyytiä & Elväs 2009, Heikkilä et al. 2008, Anon. 2008a, Anon 2008b) Keskeisimpänä tietolähteenä olivat kuitenkin ne graafisen teollisuuden yritysten energia- ja ympäristöasioista vastaavat henkilöt, jotka käytyjen keskustelujen yhteydessä antoivat omat kokemuksensa ja näkemyksensä kehitystyön pohjaksi. Luokitusjärjestelmän rakenteesta ja sisällöstä vastaavat kuitenkin tekijät, joten kehittämisen kannalta tarpeellinen kritiikki ja kehittämistarpeet tulee osoittaa heille.

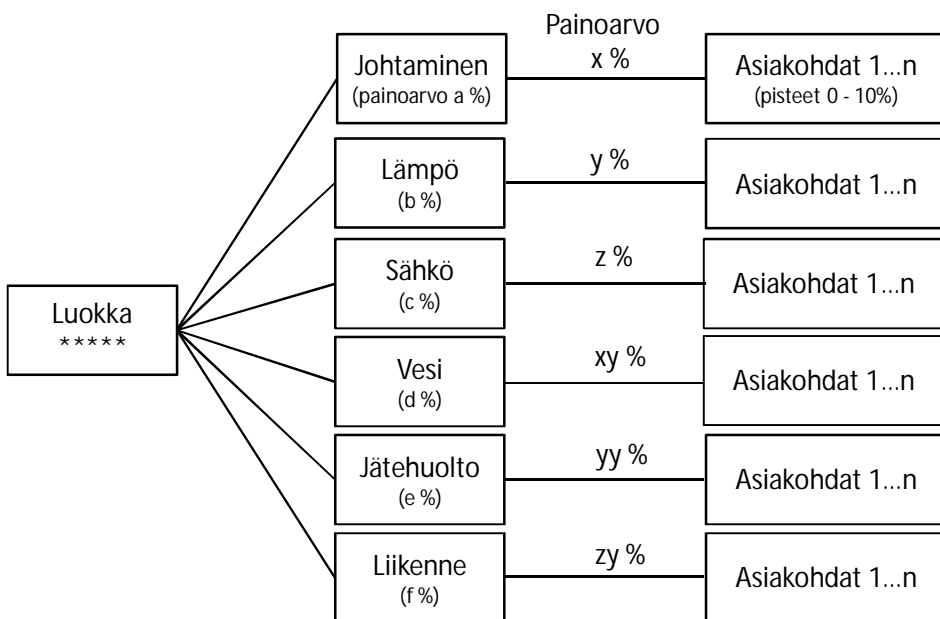
5.1 Luokitusjärjestelmän rakenne

Laadittu luokitusjärjestelmä perustuu kuvassa 23 esitettyyn perusrakenteeseen. Pääluokiksi valikoituivat Johtaminen, Lämpö, Sähkö, Vesi ja jätevesi, Jätehuolto sekä Liikenne. Nämä ovat pääasiakokonaisuuksia, joiden mukaan painotalojen kestävän kehityksen mukaisuutta voidaan vertailla. Yrityksen strategian ja johtamisen avulla voidaan parhaiten ja laajimmin vaikuttaa yrityksen ympäristöpolitiikkaan ja yleensäkin ympäristöasioihin suhtautumiseen. Lämpö- ja sähköenergia ovat keskeisessä asemassa ympäristökuormitusta laskettaessa, joten näiden merkitys on suuri. Veden merkitys ympäristön kuormituksessa on pieni. Jäte-

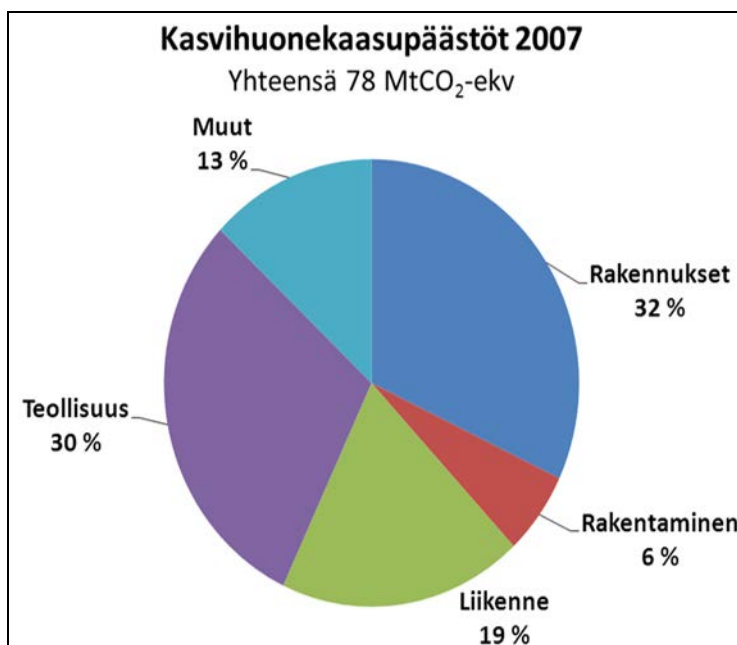
5. Kestävän kehityksen kehitystarpeet

huollon tai kenties paremmin kuvaavan termin, ympäristöhuollon, vaikutus on myös merkittävä. Painotalojen jätehuollosta Promain-palvelussa on vain vähän tietoja, sillä esimerkiksi jätteiden määrää on selvitetty vain parin vuoden osalta, koska näiden asioiden mittaaminen on koettu vaikeaksi. Käytyjen keskustelujen perusteella kierrätyksen osuus on kasvanut erittäin paljon ja kaatopaikalle menevän sekajätteen määrä pienentynyt merkittävästi viimeisen kymmenen vuoden aikana.

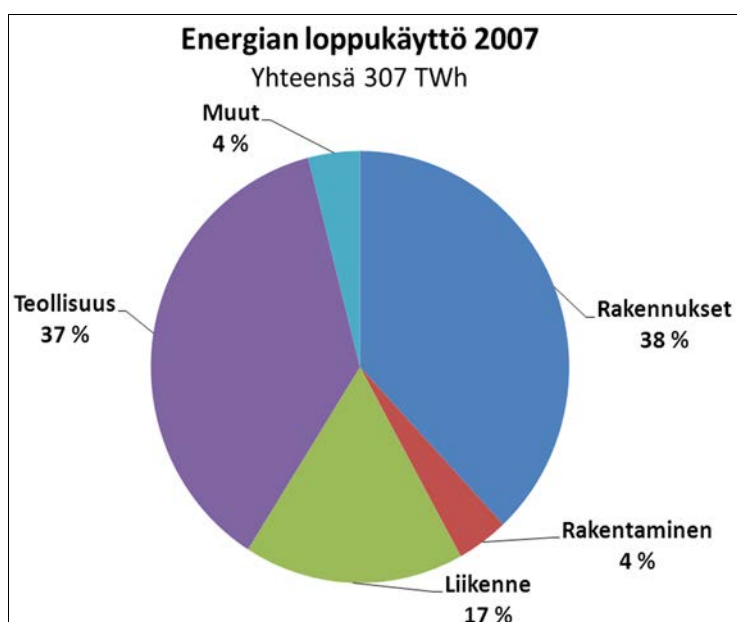
Suomessa liikenteen osuus kasvihuonekaasupäästöistä on 19 %, rakennusten ja rakentamisen 38 % ja teollisuuden 30 %. Vastaavasti energian loppukäytöstä liikenteen osuus on 17 % (kuvat 24 ja 25). (Vehviläinen et al. 2010.) Painotaloissa liikennettä aiheuttavat kuljetukset sekä henkilökunnan matkustus. Jotkin painotalot ovat jo selvittäneet näiden mittaamista ja raportointia.



Kuva 23. Luokitusjärjestelmän perusrakenne.



Kuva 24. Suomen kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain vuonna 2007 (Vehviläinen et al. 2010).



Kuva 25. Suomen energian loppukäyttö sektoreittain vuonna 2007 (Vehviläinen et al. 2010).

5. Kestävän kehityksen kehitystarpeet

Keskusteluissa saatujen kommenttien perusteella pääluokille annettiin painoarvot, jotka on esitetty taulukossa 18.

Taulukko 18. Päätekijöiden painoarvot.

Päätekijät	Painoarvo (%)
Johtaminen	25
Lämpö	15
Sähkö	30
Vesi	15
Jätehuolto	10
Liikenne	5
<i>Yhteensä</i>	<i>100</i>

5.2 Luokitusjärjestelmän sisällön kuvaus

5.2.1 Johtaminen

Johtaminen-osiossa kartoitetaan johdon asennetta ja sitoutumista ympäristöasioihin mm. yrityksen käytössä olevan ympäristöhallintajärjestelmän ja -raportoinnin sekä energiatehokkuussopimuksen avulla seuraavien esimerkkien mukaisesti:

- Yhteiskuntavastuu- ja ympäristöraportointi, esim. Gr.-raportointiohjeistusta käyttäen
 - Yritys laatii vuosittain toiminnastaan ympäristövastuuraportin täysin GRI-suositusta noudattaen.
 - Yritys laatii vuosittain toiminnastaan ympäristövastuuraportin pääosin GRI-suositusta noudattaen.
 - Yritys laatii vuosittain toiminnastaan ympäristövastuuraportin, joka noudattaa vain osittain GRI-suositusta.
 - Yritys ei laadi ympäristövastuuraportointia.
- Ympäristöjärjestelmä (ISO 14 001, EMAS, Joutsenmerkki)
 - Painotalolla on käytössä sertifioitu ympäristöjärjestelmä.

- Painotalolle on laadittu ympäristöjärjestelmä, mutta sitä ei ole auditoitu.
 - Painotalolle ollaan laatimassa ympäristöjärjestelmää.
 - Painotalolla ei ole käytössä eikä tekeillä ympäristöjärjestelmää.
- Energiatehokkuussopimus (MOTIVA)
- Painotalo on liittynyt energiatehokkuussopimukseen.
 - Painotalo ei ole liittynyt energiatehokkuussopimukseen.

5.2.2 Lämpö

Lämpö-osiossa kartoitetaan painotalon lämpöenergian ominaiskulutusta, lämpöenergian kulutuksen mittaamista sekä toteutettuja energiansäästötoimenpiteitä seuraavien esimerkkien mukaisesti:

- Normalisoidun lämpöenergian kulutuksen taso suhteessa muihin painotaloihin ($\text{kWh}/\text{r}\cdot\text{m}^3$, a)
- Painotalon kulutus on vähintään 25 % pienempi kuin keskimääräinen kulutus.
 - Painotalon kulutus on 10–25 % pienempi kuin keskimääräinen kulutus.
 - Painotalon kulutus on samaa tasoa kuin painotalojen keskimääräinen kulutus.
 - Painotalon kulutus on 10–25 % suurempi kuin keskimääräinen kulutus.
 - Painotalon kulutus on yli 25 % suurempi kuin keskimääräinen kulutus.
- Lämpöenergian kulutuksen mittaaminen ja seuranta
- Painotalon lämmönkulutus mitataan ja päämittauksen lisäksi seurataan vähintään kahta eri osakulutusta (esim. eri lämmitysvyöhykkeet, ilmanvaihto, lämmin käyttövesi).

5. Kestävän kehityksen kehitystarpeet

- Painotalon lämmönkulutus mitataan ja päämittauksen lisäksi seurataan yhtä osakulutusta (esim. lämmitysvyöhyke, ilmanvaihto, lämmin käyttövesi).
 - Lämmönkulutusta mitataan ja seurataan kuukausitasolla ainoastaan päämittarista.
 - Lämmönkulutusta mitataan ja seurataan vuositasolla päämittarista.
 - Lämmönkulutusta ei seurata.
- Toteutetut lämmitykseen liittyvät energiansäästötoimenpiteet
- Painotalossa on tehty kaikki energiakatselmuksessa esitetyt alle 5 vuoden takaisinmaksuajan säästötoimenpiteet.
 - Painotalossa on tehty kaikki energiakatselmuksessa esitetyt alle kolmen vuoden takaisinmaksuajan säästötoimenpiteet.
 - Painotalossa on tehty osa alle kolmen vuoden takaisinmaksuajan säästötoimenpiteistä.
 - Painotalossa on tehty energiakatselmuksessa esitetyt alle vuoden takaisinmaksuajan säästötoimenpiteet.
 - Painotalossa ei ole tehty esitettyjä energiansäästötoimenpiteitä.

5.2.3 Sähkö

Sähkö-osiossa kartoitetaan painotalon sähköenergian ominaiskulutusta, sähköenergian kulutusmittauksia sekä toteutettuja energiansäästötoimenpiteitä seuraavien esimerkkien mukaisesti:

- Painotalon sähköenergian kulutuksen taso suhteessa painotalojen kulutukseen (kWh/r-m³, a)
- Painotalon sähköenergian kulutuksen taso suhteessa painotalojen kulutukseen (kWh/tuotantotonni, a)
- Paineilmajärjestelmän energiatehokkuus
 - Paineilmajärjestelmälle on tehty MOTIVAn ohjeiden mukainen energia-analyysi (energiataloudellinen toiminnan tarkastus) alle kolme vuotta sitten.
 - Paineilmajärjestelmälle on tehty energiatiloudellinen tarkastus 3–5 vuotta sitten.
 - Paineilmajärjestelmälle on tehty energiatiloudellinen tarkastus yli 5 vuotta sitten.
 - Paineilmajärjestelmälle ei ole tehty energia-analyysiä.

5.2.4 Vesi

Vesi-osio on toteutettu samankaltaisesti Lämpö- ja Sähkö-osioiden kanssa.

5.2.5 Jätehuolto

Jätehuollon (ympäristöhuollon) osiossa kartoitetaan jätehuollon suunnitelmallisuutta sekä jätelajikkeiden määrää suhteessa muihin painotalojen tunnuslukujen avulla. On huomattava, että näitä tunnuslukuja ei tällä hetkellä ole saatavissa painotaloista.

- Jätehuoltosuunnitelma
 - Painotalolle on laadittu jätehuoltosuunnitelma ja sitä pidetään systemaattisesti ajan tasalla (päivitys vähintään vuosittain).
 - Painotalolle on laadittu jätehuoltosuunnitelma ja sitä pidetään yllä satunnaisesti.
 - Painotalolle on laadittu jätehuoltosuunnitelma mutta ajantasaisuudesta ei ole huolehdittu.
 - Painotalolle ei ole laadittu jätehuoltosuunnitelmaa.

5. Kestävän kehityksen kehitystarpeet

- Makulatuurin määrä käytettyä paperimäärää kohden
 - Makulatuurin määrä on vähintään 25 % pienempi kuin keskimäärin.
 - Makulatuurin määrä on vähintään 10–25 % pienempi kuin keskimäärin.
 - Makulatuurin määrä on samaa tasoa kuin painotaloissa keskimäärin.
 - Makulatuurin määrä on 10–25 % suurempi kuin keskimäärin.
 - Makulatuurin määrä on yli 25 % suurempi kuin keskimäärin.

5.2.6 Liikenne

Liikenne-osiossa kartoitetaan jakelun ja kuljetusten sekä henkilökunnan työhön liittyvän liikkumisen aiheuttamia CO₂-päästöjä sekä yrityksen luomia kannustimia vähäpäästöiselle työmatkaliikunnalle seuraavien esimerkkien mukaisesti:

- CO₂-päästöjen määrä painotuotteiden jakelussa ja kuljetuksissa (kg CO₂/ km)
 - CO₂-päästöjen määrä painotuotteiden jakelussa ja kuljetuksissa on vähintään 25 % pienempi kuin keskimäärin.
 - CO₂-päästöjen määrä painotuotteiden jakelussa ja kuljetuksissa on 10–25 % pienempi kuin keskimäärin.
 - CO₂-päästöjen määrä painotuotteiden jakelussa ja kuljetuksissa on samaa tasoa kuin painotaloissa keskimäärin.
 - CO₂-päästöjen määrä painotuotteiden jakelussa ja kuljetuksissa on 10–25 % suurempi kuin keskimäärin.
 - CO₂-päästöjen määrä painotuotteiden jakelussa ja kuljetuksissa on yli 25 % suurempi kuin keskimäärin.
- Kannustimien käyttö henkilökunnan työmatkaliikunnalle
 - Painotalolla on käytössä vähintään kaksi erilaista kannustinta henkilökunnan työmatkaliikunnalle.
 - Painotalolla on käytössä yksi kannustin.

- Painotalo ei ole käytössä kannustimia henkilökunnan työmatkaliikkumiseen.

5.2.7 Järjestelmän testaus

Järjestelmää luotaessa haastateltiin vain joitakin henkilöitä. Näkemys järjestelmän tarpeellisuudesta vaihteli suuresti. Niissä painotaloissa, joissa asioiden koetaan olevan hyvin, järjestelmästä saatava hyöty nähdään pieneksi. Tällä hetkellä useissa painotaloissa on menossa ympäristöhallintaan liittyviä kehityshankkeita (mm. ympäristöhallintajärjestelmän ja Joutsenmerkin käyttöönotto).

Testauksessa saatiin muutamia hyviä kommentteja. Esimerkiksi energiankulutuksen tasoja verrattaessa prosentuaalisen vertailun (esim. 25 % pienempi kuin keskimäärin) sijaan käytössä voisi olla myös selkeät lukuarvot, esim. lämmönkulutuksen osalta kWh/m³. Samoin painoprosessien energiatehokkuuteen voisi kiinnittää enemmän huomiota.

Järjestelmän laajempi käyttöönotto edellyttää hankkeessa tehtyä laajempaa testaamista suurehkoissa määrässä painotaloja, jotta Liikenne ja Jätehuolto-osioihin saataisiin hankittua varsinkin uusien tunnuslukujen, vertailuarvot, samoin kuin pää- ja alataason painoarvoille saataisiin käytännössä testatut painoarvot.

Luokitusjärjestelmän tavoitteena oli luoda niin helppokäyttöinen ja selkeä järjestelmä, että sen käyttö voisi tapahtua täysin omatoimisesti. hankkeessa toteutettu järjestelmä on laadittu MS Excel -taulukkolaskentaohjelmalla, jonka käyttö on kaikille tuttu. Suurin ongelma järjestelmän omatoimisessa käytössä on vielä tarvittavien taustatietojen puutteellisuus mm. Liikenne-osiossa. Käytännössä vastaavien järjestelmien käyttö jää rajalliseksi ilman jotakin aktiivista toimijaa, joka auttaa tarvittavien tietojen hankkimisessa ja järjestelmän pitämisessä ajan tasalla.

6. Yhteenveto ja päätelmät

Projektin tavoitteena oli selvittää graafisen teollisuuden kiinteistöjen ylläpidossa ja energiankulutuksessa tapahtuneita muutoksia vuosina 1993–2010. Lisäksi etsittiin muutosten syitä ja vaikutuksia sekä keinoja vastata lisääntyvien vaatimusten aiheuttamiin haasteisiin ja kehittämistarpeisiin.

Suomalaisissa graafisen teollisuuden yrityksissä on tehty määrätietoista työtä energiatehokkuuden parantamiseksi. Heatset- ja coldset-painoissa on saavutettu huomattavia säästöjä, varsinkin sähkön ja veden osalta. Arkkipainojen kohdalla tilanne ei ole yhtä hyvä. Joidenkin yritysten saavuttamat tulokset ovat erittäin merkittäviä, jopa uskomattoman hyviä, mikä osoittaa, että graafisessa teollisuudessa on vielä paljon energiansäästöpotentiaalia jäljellä.

Tutkimuksen osatavoitteena oli selvittää yksittäisiä toimenpiteitä, joiden avulla merkittävimmät energiansäästöt on saavutettu, jotta tieto ja kokemukset voitaisiin helposti siirtää myös niihin yrityksiin, jotka ovat vielä energiatehokkuuden parantamisen alkutaipaleella. Tehtyjä energiansäästötoimenpiteitä saatiinkin kerätyksi useista yrityksistä. Nämä toimenpiteet on koottu tähän julkaisuun. Yksittäisten toimenpiteiden energiansäästövaikutusta ei kuitenkaan onnistuttu selvittämään halutulla tarkkuudella. Tämä siitä syystä, että pääsääntöisesti energian ja veden kulutuksia seurataan vain ostomittareiden perusteella. Alamittauksia esimerkiksi tuotantoprosessien tai yksittäisten kulutuskohteiden kulutuksen seuraamiseksi ei ole asennettu tai kulutuksia ei tällä tarkkuudella seurata. Tämä vaikeuttaa monin tavoin muuttuvassa ympäristössä säästöjen tarkkaa kohdentamista. Lisäksi energiansäästötoimenpiteiden tarkka ajoittaminen muistinvaraisesti on vaikeaa eikä tässä hankkeessa ollut mahdollisuutta tarkempaan selvittämiseen. Joistakin yksittäisistä kohteista näitä tietoja kuitenkin saatiin.

Merkittävämpänä havaintona voidaan todeta, että energiatehokkuuden parantaminen edellyttää yrityksen johdolta ja energia- ja ympäristöasioista vastaavilta henkilöiltä pitkäjänteisyyttä ja määrätietoista toimintaa, etenemistä pienin harkituin

askelin. Käyttö- ja kunnossapitotoiminnalla on erittäin suuri vaikutus energiategohokkuuteen. Suuret kertamuutokset onnistuvat kuitenkin yleensä vain investointeja vaativien peruskorjausten avulla. Niissä yrityksissä, joissa energian- ja vedenkulutuksen säästöt olivat suurimmat vuosien 1993–2010 aikana, tuli korostetusti esille johdon voimakas tuki energiategohokkuustyötä kohtaan.

Projektin toisena tavoitteena oli selvittää kansainvälisten ympäristöluokitusjärjestelmien (LEED, BREEAM, ym.) periaatteita noudattavan ja graafisen teollisuuden tarpeisiin soveltuvan luokitusmenettelyn käyttökelpoisuus, laadintaperiaatteet ja keskeinen sisältö sekä vaihtoehtoiset toteutus- ja toimintamallit. Luokitusjärjestelmä laadittiin yrityksiltä saatujen palautteiden ja kokemusten pohjalta. Pääluokiksi valikoituivat Johtaminen, Lämpö, Sähkö, Vesi ja jätevesi, Jätehuolto sekä Liikenne. Nämä ovat pääasiakokonaisuuksia, joiden mukaan painotalojen kestävä kehityksen tasoa mukaisuutta voidaan vertailla. Yrityksistä ei vielä saa helposti tietoja esimerkiksi liikenteestä ja kuljetuksista, ja tietojen kerääminen edellyttäisikin yrityksiltä lisätyötä. Laaditun järjestelmän (mm. pisteytysten) loppuun saattaminen vaatii vielä lisätestaamista useammissa yrityksissä, kuin hankkeen yhteydessä oli mahdollista tehdä.

Useissa graafisen teollisuuden yrityksissä on tällä hetkellä menossa tai valmisteilla hankkeita ympäristöjärjestelmien laatimiseksi tai ympäristömerkkien vaatimusten täyttämiseksi. Rajallisten resurssien puitteissa kiinnostusta uuden luokitusmenettelyn käyttöönottoon ei laajalti tällä hetkellä kuitenkaan ole.

Lähdeluettelo

- Anon. 2008a. Energy Efficiency. Optimisation for Web Offset Printers. Weblines special report No 4. PrintCity GmbH+Co, 2008.
- Anon. 2008b. Sustainability, Energy & Environment. Frequently asked questions ... and some answers. PrintCity special report. PrintCity GmbH+Co, 2008.
- Enroth, M. 2001. Tools for Eco-efficiency in the Printing Industry. Licentiate Thesis, Royal Institute of Technology, Department of Numerical Analysis and Computer Science, Media Technology and Graphic Arts. KTH, Stockholm 2001.
- Heikkilä, I., Huumo, M., Siitonen, S., Seitsalo, P. & Hyytiä, H. 2008. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT). Teollisuuden energiatehokkuus. Suomen ympäristö 51. Suomen ympäristökeskus, Helsinki, 2008.
- Hyytiä, H. Teollisuuden energiansäästösopimuksen vuosiraportti 2007. Motiva Oy, 2008.
- Hyytiä, H. & Elväs, S. Energiatehokkuussopimukset 2008. Muoviteollisuuden toimenpideohjelman vuosiraportti. Motiva 2009.
- Juntunen, K. & Väisänen, E. 1996. A program for making the use of energy and building maintenance more effective in the Finnish graphic industry. User-Oriented Cost Effective Management, Maintenance and Modernization of Building Facilities, CIB W70 Helsinki'96 Symposium. Helsinki, 2.–4.9.1996. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL, Helsinki, 1996.
- Kurnitski, J. 2009a. Rakennusten energiatehokkuus ja päästöt. TKK, Rakennusfoorumi 3.3.2009.
- Kurnitski, J. 2009b. Rakennusten energiatehokkuus 2012 – päästöohjaus? TKK, Rakennusfoorumi 1.4.2009.
- Motiva 2003. Energiakatselmuksissa säästötoimenpiteiden laskennassa käytettävät CO₂-kertoimet. Ohje. Motiva Oy, 2003.
- Motiva 2010. Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat. Motiva Oy, 19.4.2010.
- Möttönen, V.-J., Niskala, M., Pakonen, E. & Kauppinen, T. 1996. Experiences in the energy audits of industrial buildings – the printing industry as an example. User-Oriented Cost Effective Management, Maintenance and Modernization of Building Facilities, CIB W70 Helsinki'96 Symposium. Helsinki, 2.–4.9.1996. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL, Helsinki, 1996.

- Nieminen, S. 2011. Säästöpotentiaalin selvittäminen hetaset-offset –aikakauslehtitehtaan energian- ja vedenkulutuksessa. Diplomityö, Aalto-yliopisto, Kemian tekniikan korkeakoulu, Puunjalostustekniikan tutkinto-ohjelma. Espoo 2011.
- Pihkola, H., Nors, M., Kujanpää, M., Helin, T., Kariniemi, M., Pajula, T., Dahlbo, H. & Koskela, S. 2010. Carbon footprint and environmental impacts of print products from cradle to grave. Results from the LEADER project (Part 1). VTT Tiedotteita – Research Notes 2560. Espoo, 2010. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2560.pdf>.
- Pohjola, T. 2005. Applications of an Environmental Modelling System in the Graphics Industry and Road Haulage Services'. Teoksessa: Bennett, M., Rikhardson, P. & Schaltegger, S. (toim.). Implementing environmental management accounting: Status and challenges, Springer, Dordrecht, the Netherlands, 2005.
- Ruokojoki, J. Kuntien omien rakennusten lämmön, sähkön ja veden kulutus v. 2009. Suomen Kuntaliitto, 2010.
- Suomi, U., Hietaniemi, J. & Hellgren M. 2004. Yksittäisen kohteen CO₂-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO₂-päästökertoimet. Motiva, 2004.
- Westrén-Doll, J., Innanen, J. & Väisänen, T. 1997. Teollisuuden energiategokkuusindeksi: Graafinen teollisuus. Motivan julkaisuja 2/97.
- Viluksela, P. 2008. Environmental sustainability in the Finnish printing and publishing industry. Thesis of the degree of Licentiate of Science in Technology. EVTEK University of Applied Sciences, Series A, 2008:2.
- Väisänen, E. & Juntunen, K. 1995. Energiankäytön tehostaminen ja kiinteistöjen ylläpitokustannusten alentaminen, sanomalehtipainot ja graafinen teollisuus. Sanomalehtien Liitto, Helsinki, 1995.
- Vehviläinen I. Pesola, A., Heljo, J., Vihola, J., Jääskeläinen, S., Kalenoja, H., Lahti, P., Mäkelä K. & Ristimäki M. 2010. Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt. Sitran selvityksiä 39, Helsinki 2010. http://era17.fi/wp-content/uploads/2010/10/sitran_selvityksia_39.pdf.

Tekijä(t) Veli-Juhani Möttönen & Pentti Vähä		
Nimeke Painotalojen energiatehokkuus Muutokset 1993–2010 ja tulevaisuuden kehitystarpeet		
Tiivistelmä Suomalaiset graafisen teollisuuden yritykset ovat tehneet pitkäjänteistä ja määrätietoista työtä energian kulutuksen vähentämiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi jo kauan. Hankkeessa selvitettiin vuosien 1993–2010 kulutustietojen avulla, millaisia muutoksia lämmön, sähkön ja veden kulutuksessa on tapahtunut sekä millaisia kustannus- ja ympäristövaikutuksia muutoksilla on ollut. Haastattelujen avulla selvitettiin lisäksi, millaisia energiatehokkuutta parantavia korjaustoimenpiteitä painotaloissa on tehty saman ajanjakson aikana. Näiden tietojen avulla kartoitettiin korjaustoimenpiteitä, joilla on suuri vaikutus energiankulutukseen sekä jotka olisi mahdollista toteuttaa myös alan muissa yrityksissä. Lisäksi hankkeessa selvitettiin ympäristövastuullisuuden ja energiatehokkuuden edistämistä kansainvälisten ympäristöluokitusjärjestelmien periaatteita noudattavan ja graafisen teollisuuden tarpeisiin soveltuvan luokitusmenettelyn avulla.		
ISBN 978-951-38-7798-9 (nid.) 978-951-38-7799-6 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (nid.) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Projektinumero
Julkaisu-aika Joulukuu 2011	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 51 s.
Projektin nimi		Toimeksiantaja(t)
Avainsanat printing industry, eco-efficiency, energy consumption, water consumption, energy saving, CO ₂ reduction		Julkaisija VTT PL 1000, 02044 VTT Puh. 020 722 4404 Faksi 020 722 4374

Author(s) Veli-Juhani Möttönen & Pentti Vähä		
Title Energy efficiency changes in the Finnish printing industry 1993–2010 and sustainable development		
Abstract <p>Finnish companies in the graphic industry have made lengthy and determined work to reduce the consumption of energy and energy efficiency improvement at least for a period of twenty years. The project examined the kinds of changes to the heat, electricity and water consumption has occurred in the period between the years 1993–2010 and what kind of cost and environmental impacts the changes in energy consumption have.</p> <p>Through interviews it was gathered what kind of energy efficiency improvements were made during the same time period. Using this information, an inventory of such measures, which have a large impact on energy consumption, and that it would be possible to take in other companies of the printing sector, were made.</p> <p>In addition, the project examined the potential for the promotion of energy efficiency and environmental responsibility with a rating system drawn up according to the international environmental rating systems and to the needs of the graphic industry.</p>		
ISBN 978-951-38-7798-9 (soft back ed.) 978-951-38-7799-6 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Series title and ISSN VTT Research Notes 1235-0605 (soft back ed.) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Project number
Date December 2011	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 51 p.
Name of project		Commissioned by
Keywords printing industry, eco-efficiency, energy consumption, water consumption, energy saving, CO ₂ reduction		Publisher VTT Technical Research Centre of Finland P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 20 722 4404 Fax +358 20 722 4374

VTT Tiedotteita – Research Notes

- 2593 Mika Nieminen, Ville Valovirta & Antti Pelkonen. Systemiset innovaatiot ja sosiotekninen muutos. Kirjallisuuskatsaus. 2011. 80 s.
- 2594 Katri Valkokari, Tapio Koivisto, Raimo Hyötyläinen, Maarit Heikkinen, Magnus Simons, Maaria Nuutinen, Tiina Apilo & Juha Oksanen. Management of future innovative firms and networks. 2011. 179 p.
- 2595 Martti Flyktman, Janne Kärki, Markus Hurskainen, Satu Helynen & Kai Sipilä. Kivihiilen korvaaminen biomassoilla yhteistuotannon pölypolttokattiloissa. 2011. 65 s. + liitt. 33 s.
- 2596 Aki-Petteri Leinonen. Identity management for web-enabled smart card platform. 2011. 64 p. + app. 2 p.
- 2597 Markku Kiviniemi, Kristiina Sulankivi, Kalle Kähkönen, Tarja Mäkelä & Maija-Leena Merivirta. BIM-based Safety Management and Communication for Building Construction. 2011. 123 p.
- 2598 Heidi Korhonen, Tiina Valjakka & Tiina Apilo. Asiakasymmärrys teollisuuden palveluliiketoiminnassa. Tavoitteena ostava asiakas. 2011. 111 s.
- 2599 Riikka Juvonen, Vertti Virkajärvi, Outi Priha & Arja Laitila. Microbiological spoilage and safety risks in non-beer beverages produced in a brewery environment. 2011. 107 p. + app. 3 p.
- 2600 Juha Luoma. Keski-Euroopan olosuhteisiin suunniteltujen kitkarenkaiden yleisyys Suomessa. 2011. 16 s.
- 2601 Timo Malm, Matti Vuori, Jari Rauhamäki, Timo Vepsäläinen, Johannes Koskinen, Jari Seppälä, Heikki Virtanen, Marita Hietikko & Mika Katara. Safety-critical software in machinery applications. 2011. 111 p. + app. 10 p.
- 2602 Kari Rönkä. FACESS, Flexible autonomous cost efficient energy source and storage. Deliverable 7.13. Final report. 2011. 64 p. + app. 4 p.
- 2603 Ristö Öörni, Marita Hietikko, Kimmo Kauvo, Ali Lattunen & Ari Virtanen. Autossa toimiva junavaroitussjärjestelmä. Kokeilu Hanko–Hyvinkää-rataosalla. 2011. 106 s. + liitt. 30 s.
- 2604 Nils-Olof Nylund, Kimmo Erkkilä, Matti Ahtiainen, Timo Murtonen, Pirjo Saikkonen, Arno Amberla & Hannu Aatola. Optimized usage of NExBTL renewable diesel fuel. OPTIBIO. 2011. 167 p. + app. 5 p.
- 2605 Tomi J. Lindroos, Aira Hast, Tommi Ekholm & Ilkka Savolainen. Arvio ei-päästökauppasektorin päästövähennyskeinoista ja kustannuksista Suomessa. 2011. 67 s. + liitt. 9 s.
- 2606 Veli-Juhani Möttönen & Pentti Vähä. Painotalojen energiatehokkuus. Muutokset 1993–2010 ja tulevaisuuden kehitystarpeet. 2011. 51 s.