



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Satu Juurikka

ENERGIATEHOKKUUDEN  
EDISTÄMINEN OSUUSKAUPPA KPO:N  
PRISMOISSA

Tekniikka ja liikenne

2013

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Satu Juurikka
Opinnäytetyön nimi	Energiatehokkuuden edistäminen Osuuskauppa KPO:n Prismoissa
Vuosi	2013
Kieli	suomi
Sivumäärä	43 + 6 liitettä
Ohjaaja	Riitta Niemelä

---

Työssäni perehdyn Osuuskauppa KPO:n Prismojen energiatehokkuuteen ja sen edistämiseen. Työ suoritettiin vuoden 2013 jälkipuoliskolla. Työssäni esittelen energiatehokkuutta yleisesti ja kaupan alalla, sekä lainsäädännön vaatimuksia kyseisellä sektorilla. Teoriaosuuden jälkeen perehdyn saatavilla olevien tietojen pohjalta nykytilaan ja parannusehdotuksiin myymälöissä.

Työn aluksi tarkastelin energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä yleisellä tasolla sekä kaupan alaan liittyen. Aiheeseen liittyvää lainsäädäntöä ja toimintaohjeita tarkasteltiin olennaisena osana toimintaa. Tästä siirryin varsinaisen seurantatiedon tarkasteluun.

Työn lopputuloksena on ehdotuksia yleisistä toimenpiteistä energiatehokkuuden parantamiseksi myymälöissä. Työhön käytössä olevan tiedon rajallisuuden vuoksi tarkastelu jää yleiselle tasolle, eikä toimipaikkakohtaisiin eroihin paneuduta syvällisesti. Selvää kuitenkin on, että vanhemmat toimipaikat kuluttavat selvästi enemmän energiaa kuin uusi, mikä selittyy pääosin rakennusteknisillä ratkaisulla.

---

Avainsanat	Energiatehokkuus, vähittäiskauppa, energiankulutus, toimenpiteet, seuranta
------------	--

## ABSTRACT

Author	Satu Juurikka
Title	Improving Energy Efficiency in Osuuskauppa KPO Prisma Stores
Year	2013
Language	Finnish
Pages	43 + 6 Appendices
Name of Supervisor	Riitta Niemelä

---

The thesis includes an analysis of energy efficiency in Osuuskauppa KPO's Prisma stores and suggestions for improving.

First, the energy efficiency principles and practices in general and on the retail sector were studied. The legislation related to energy efficiency was also looked into. After that the current state of energy efficiency in Prisma stores was analysed and some suggestions how to proceed based on the information available for this thesis were made.

As a result suggestions of general operations to improve the energy efficiency in the stores are presented. As the amount and quality of the information available for this thesis is limited, the results and conclusions are of general level and no deeper attention is paid for single store units.

---

Keywords	Energy efficiency, retail, energy consumption, operations, monitoring
----------	---

# SISÄLLYSLUETTELO

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	8
2 ENERGIATEHOKKUUS.....	9
2.1 Energiatehokkuuden parantaminen.....	9
2.2 Tekninen energiatehokkuuspotentiaali.....	10
2.3 Taloudellinen energiatehokkuuspotentiaali.....	10
2.4 Kustannushyöty energiansäästöprojekteissa.....	11
3 RAKENNUSTEN ENERGIATEHOKKUUS.....	12
3.1 Korjausrakentaminen.....	13
3.2 Lämmönsäätely.....	14
3.3 Jäähdytysenergian tuottaminen.....	15
3.4 Vesi.....	16
4 LAITTEISTOJEN ENERGIATEHOKKUUS.....	17
4.1 Kylmälaitteet.....	17
4.2 Valaistus.....	17
4.2.1 Valaistuksen käyttö.....	17
4.2.2 Valaistuksen suunnittelu ja hankinta.....	18
4.2.3 Valaistuksen energiakulutusseuranta.....	19
5 ENERGIATEHOKKUUDEN LAINSÄÄDÄNTÖ.....	20
5.1 Lainsäädäntö.....	21
5.2 Uudisrakennukset.....	22
5.3 Olemassa olevat rakennukset.....	22
5.4 Vähittäiskauppaa koskeva lainsäädäntö.....	24
5.5 Energiatehokkuuden laskenta.....	24

5.6 Energiatodistus.....	25
6 ENERGIANKULUTUKSEN SEURANTA .....	27
6.1 Energiatehokkuus S-ryhmässä.....	28
6.2 Energiankulutuksen seuranta S-ryhmässä.....	29
7 OSUUSKAUPPA KPO.....	30
7.1 Energiankulutus KPO:n Prismoissa .....	32
7.1.1 Vedenkulutus .....	33
7.1.2 Lämpöenergian kulutus .....	34
7.1.3 Sähkön kulutus .....	35
7.2 Kokonaisenergiankulutus KPO:n Prismoissa.....	37
8 LOPPUPÄÄTELMÄT .....	39

LÄHTEET

LIITTEET

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuvio 1.</b> Energian loppukäyttö Suomessa sektoreittain vuonna 2012.....	12
<b>Kuvio 2.</b> Kansalliseen energiatehokkuuspolitiikkaan vaikuttavat tekijät ja direktiivit.....	19
<b>Kuvio 3.</b> Sähkön kulutus kokonaisuudessaan sekä julkisella ja palvelusektorilla vuosina 2010–2012.....	27
<b>Kuvio 4.</b> KPO:n energiankulutukset vuosina 2011 ja 2012. Konsernin kokonaisenergiankulutus laski 2 % vuonna 2012 .....	29
<b>Kuvio 5.</b> Veden kokonaiskulutus kuutiometreinä vuosittain eri yksiköissä.....	33
<b>Kuvio 6.</b> Lämpöenergian kulutus megawattitunteina vuosittain eri yksiköissä ..	34
<b>Kuvio 7.</b> Sähkön kokonaiskulutus toimipaikoissa vuosittain .....	35
<b>Kuvio 8.</b> Kokonaisenergiankulutus huonepinta-alaa kohti toimipaikoissa vuosittain .....	38
<b>Taulukko 1.</b> Rakennusvuodet ja koko yksiköittäin .....	30
<b>Taulukko 2.</b> Vedenkulutus litroina rakennuksen bruttopinta-alaa kohti toimipaikoissa.....	33
<b>Taulukko 3.</b> Toimipaikkojen lämpöenergiankulutus rakennuksen bruttopinta-alaa kohti .....	35
<b>Taulukko 4.</b> Sähkön kokonaiskulutus rakennuksen bruttopinta-alaa kohti vuosittain .....	36
<b>Taulukko 5.</b> Kokonaisenergiankulutus toimipaikoissa huonepinta-alaa kohti ....	37

**LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Lämpimän käyttöveden energiankulutuksen laskentamalli.

**LIITE 2.** Rakennuksen E-luvun laskentamalli.

**LIITE 3.** Ympäristöministeriön asetus 4/13 rakennusten energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä, 3-7 §

**LIITE 4.** Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskennasta, määritelmiä

**LIITE 5.** Taulukot Osuuskauppa KPO:n Prismojen lämmön, sähkön ja vedenkulutuksesta

**LIITE 6.** Valaistuksen ja kuluttajalaitteiden vuotuisen energiankäytön laskentamalli.

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa ja selvittää nykytilannetta sekä mahdollisia muutostoimenpiteitä Osuuskauppa KPO:n neljässä Prismassa energiatehokkuuden suhteen.

Politiikan ja tavoitteiden muutokset vaikuttavat suunnitteluun ja toteutukseen. Euroopan unioni määrää suuntaviivat, joita kansallinen lainsäädäntö myötäilee joko sellaisenaan tai tiukempina. Lisäksi on tehty sopimuksia kaupan alaan liittyen energiatehokkuuden parantamisesta, energiankulutuksen vähentämisestä ja uusiutuvan energiankäytön lisäämisestä. Tavoitteisiin voidaan päästä rakennuksen energiatehokkuuteen panostamalla, laitteistovalinnoilla, tarkemmalla kulutusseurannalla sekä ohjaustekniikan avulla.

Työn toimeksiantaja on kiinnostunut energiatehokkuuden parantamisesta omalla toimialallaan. Yleiset tavoitteet ja suuntaviivat tulevat S-ryhmän kiinteistöohjaukselta ja alueosuuskaupat toteuttavat niitä omalla aikataulullaan. Toteutusaikatauluihin vaikuttavat muut hankkeet alueella sekä taloustilanne.

Osuuskauppa KPO tekee tutkimusta uusiutuvien ja ympäristöystävällisempien energialähteiden käyttöönottoon liittyen. Uusissa toimipaikoissa otetaan nykyisin mahdollisuuksien mukaan käyttöön kallioliämpö. S-ryhmä on osaomistajana Tuuliwatti Oy:ssä, joka on kasvava tuulivoimayritys. Tavoitteena on tuottaa osa S-ryhmässä käytettävästä sähköstä omatuotantona. Tuulivatin tuottaman sähköön käytön jakautuminen on kuitenkin riippuvainen tuulivoiman sijoittumisesta. Tällä hetkellä tuulipuistoja ei sijaitse KPO:n toimialueella.

Opinnäytetyötä varten luovutettujen tietojen perusteella Kokkolan, Pietarsaaren ja Vaasan toimipaikoissa on tarpeellista panostaa rakennusten energiatehokkuuteen rakennusteknisillä ratkaisulla. Ylivieskan rakennus on uusi ja kuluttaa selvästi muita vähemmän lämmitysenergiaa. Sähköön kulutus on ollut hienoisessa laskussa viime vuodet kaikissa yksiköissä. Veden kulutus vaihtelee vuosittain ja kaipaa tarkempaa tarkastelua kuin mitä tässä työssä pystytään suorittamaan.



## 2 ENERGIATEHOKKUUS

Energiatehokkuus on termi, jonka määritelmä ja sitä kuvaavat mittarit riippuvat asiayhteydestä. Yleismääritelmänä on, että energiatehokkuus käsittää kaiken tuotteen tai palvelun tiettyyn valmiusasteeseen asti käytetyn energian. Se voidaan myös määrittää laskennallisesti seuraavalla tavalla:

$$EE_t = \frac{Q_t}{E_t} \quad (1)$$

Yhtälössä  $EE_t$  on energiatehokkuus ajan suhteen,  $Q_t$  on prosessin hyötyteho ajan suhteen ja  $E_t$  prosessiin käytetty energia ajan suhteen. Aika voidaan määrittää hyvin lyhyeksi, esimerkiksi yhdeksi sekunniksi, mutta myös paljon pidemmäksi ajaksi, kuten viikoksi tai kuukaudeksi. Yhtälö kuvaa teoreettista energiatehokkuutta. Käytännössä laskutoimitus on monimutkaisempi, sillä huomioitavia tekijöitä on enemmän. (VTT 2007, 12–16)

Ihmiset eivät tarvitse energiaa itsessään, vaan laitteita ja palveluja joita energian avulla voidaan tuottaa ja käyttää. Teknologian jatkuvan kehityksen vuoksi tämän päivän tehokkain tekniikka luultavasti ei ole tehokkainta enää huomenna. Energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä on useita; fysiikan lait, materiaalien tekniset ominaisuudet, ulkoiset tekijät kuten sää ja ilmasto sekä taloudelliset tekijät. (VTT 2007, 12–17)

### 2.1 Energiatehokkuuden parantaminen

Energiatehokkuuden parantaminen tarkoittaa, että tuote tai palvelu tuotetaan pienemmällä energiantarpeella ilman että lopputuotteen hyötyarvo kasvaa tai vähenee. Vaikka yleisesti ottaen energiatehokkuus on parantunut viime vuosina ja vuosikymmeninä, on energian käyttö jatkuvassa kasvussa. Energiatehokkaita laitteita voidaan lisäksi käyttää ei-energiatehokkaasti, esimerkiksi valaistusta pitää päällä pidempiä aikoja, jolloin energiansäästöä ei synny. (VTT 2007, 20–22)

Energiatehokkuuteen johtavia toimenpiteitä:

- 1) Muutokset käytössä ja perusylläpidossa: tarpeettoman käytön välttäminen, lämmönvaihtimen puhtaanapito
- 2) Valvonta ja asetukset: valvonnan hienosäätö, parempi eristys
- 3) Investointia edellyttävät muutokset: laitteistojen ja lämmityssysteemien hankinnat (VTT 2010, 60–61)

## **2.2 Tekninen energiatehokkuuspotentiaali**

Koska osa energiasta muuntuu aina lämmöksi, aiheutuu energiahukkaa väistämättä teknisissä sovelluksissa ja laitteissa. Lämmön muodostuminen johtuu erilaisten vastusten aiheuttamasta kitkasta tai energiavuodoista. (VTT 2007, 22)

Maksimaalinen tekninen tehokkuus voidaan määritellä niin, että se ilmaisee tehokkuuden, joka on saavutettavissa käytettäessä parhaita saatavilla olevia teknisiä sovelluksia, materiaaleja ja prosesseja. On kuitenkin huomioitava että teknologia on yleensä jatkuvan kehitystyön alla, ja tästä syystä paras mahdollinen teknologia ei ole kypsä esiteltäväksi. Kun ne ovat valmiita, on yleensä joku muu jo keksinyt jotain parempaa ja tehokkaampaa. (VTT 2007, 22)

Oleellinen kehityksen hidastaja energiatehokkuuden suhteen on alueelliset ja ajasta riippuvaiset erot energian kysynnän ja tarjonnan välillä. Tämä johtaa tarpeeseen varastoida ja siirtää energiaa, mistä puolestaan aiheutuu energiahukkaa. Näistä syistä johtuen tekninen energiatehokkuus on tyypillisesti kaukana teoreettisesta tehokkuudesta. (VTT 2007, 22)

## **2.3 Taloudellinen energiatehokkuuspotentiaali**

Taloudelliselta kannalta tarkasteltuna on oleellista keskittyä tuotteen elinkaaren kustannustehokkuuteen. Taloudellinen energiatehokkuuspotentiaali voidaan määritellä suurimmaksi tekniseksi energiatehokkuudeksi joka tuotteessa voidaan hyödyntää niin, että se ekonomisesti ajateltuna on kannattavaa tuotteen elinkaaren kustannusten kannalta. Taloudellinen kannattavuus voidaan karkeasti ajatella ole-

van liiketaloudellista kannattavuutta yhden investoijan näkökulmasta tarkasteltaessa. (VTT 2007, 22–23)

Liiketaloudellinen kannattavuus lasketaan (yksityisen) investoijan näkökulmasta, ja se perustuu tekniseen ja elinkaarikustannusten ajatteluun kulujen kannalta. Mikäli energiatehokkaan laitteen hankinnan aiheuttamat säästöt energiakustannuksissa ylittävät laitteen hankinta- ja käyttökulut, on laite taloudellisesti kannattava. Usein energian käyttäjän kannalta tärkeää onkin kyky kontrolloida energiankulutusta ja näin ollen hallita energiankäytöstä aiheutuvia kustannuksia. Laiteinvestoinnit teollisuuden ja kaupan alalla voivat maksaa itsensä takaisin nopeasti ja tarjoavat etua kilpailijoihin nähden. (VTT 2007, 22–23; McLean-Conner 2009, 7)

#### **2.4 Kustannushyöty energiansäästöprojekteissa**

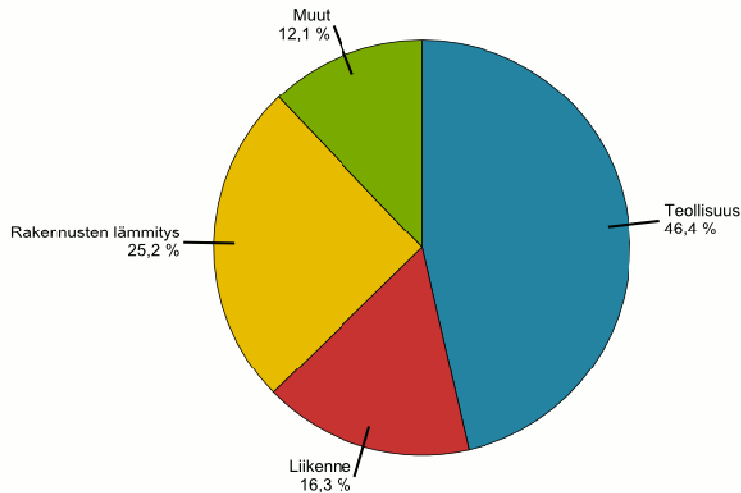
Energiatehokkaampia laitteistoja hankittaessa on investoinnin tekijä luonnollisesti kiinnostunut investoinnin kuluista ja sen suomista hyödyistä. Hankintoihin liittyvät kulut ja laskennalliset energiasäästöt voidaan jakaa kolmeen osaan: projektin aiheuttamat kustannukset (laittehankinnat, asennukset ym.), energiakustannukset (sähkö, öljy, kaasu) sekä muut kustannukset, joita aiheutuu huolloista ja käytöstä. Tarkoitus on, että investoinnin rahallinen kustannus tulee peittymään mahdollisimman lyhyessä ajassa energiankulutuksen pienenemisen aiheuttamina rahallisina säästöinä energialaskuissa. (Eastop, Croft 1990, 6–7)

### **3 RAKENNUSTEN ENERGIA TEHOKKUUS**

Energiatehokkuus on yrityksen kilpailukyvyn varmistamisessa ja päätöksenteossa strateginen asia. Rakennuksissa on tarpeen huomioida suotuisa sisäilmasto, valaistus sekä lämpimän veden saanti. Näiden kaikkien tuottamiseen ja ylläpitämiseen kuluu paljon energiaa, ja siksi onkin tärkeää huolellisesti valita energiatehokkaat ratkaisut. Pääosin systeemien valintaan vaikuttaa investoinnin hinta, saatavilla oleva teknologia, rakennuksen sijainti sekä laitteiston käyttökustannukset. (VTT 2007, 167; Energiatehokkuustoimikunta 2009, 99.)

Energian tehokkaalla käytöllä kiinteistöissä on vähintäänkin yhtä suuri rooli kuin energiansäästöä edistävillä teknisillä ratkaisuilla. Nykyisellä Suomen kiinteistö-kannalla 80–90 prosenttia kaikista päästöistä syntyy käyttövaiheessa. Toimintatapojen muutos on haastavaa, sillä käyttäjätahoja on usein enemmän kuin yksi, esimerkiksi kyseisen yrityksen omat työntekijät, vuokratilojen käyttäjät sekä huolto-yhtiöiden ja kiinteistöpalvelujen tuottajat. Palvelualoilla ja julkisen sektorin toiminnassa jopa 70 prosenttia ympäristökuormituksesta aiheutuu kiinteistöjen sähkön ja lämmön kulutuksesta ja toimitilojen rakentamisen ympäristövaikutuksista. Energiankäytön hallinnalla ja käyttötottumusten muutoksella voidaan vähentää noin 15 prosenttia kiinteistöjen energiankulutuksesta. Tämä ei välttämättä edellytä investointeja, mutta mikäli niitä tehdään, on niiden tyypillinen takaisinmaksuaika alle vuoden. (Tekes 2012, 15–16.)

### Energian loppukäyttö sektoreittain



$\Sigma=100$  TJ TWh %

Tilastokeskus / Tilastokeskus

**Kuvio 1.** Energian loppukäyttö Suomessa sektoreittain vuonna 2012.

Palvelualojen energiankulutusta seurataan melko yleisellä tasolla virallisessa tilastoinnissa, eikä jakoa julkisten ja yksityisten palvelujen välillä tehdä. Kuviossa 1 on esitetty Suomen energiankulutusta vuodelta 2012. On arvioitu, että yksityinen sektori kuluttaisi noin kaksi kolmannesta koko sektorin energiasta. Palvelusektorin energia kulutetaan sähköinä sekä rakennusten lämmityksenä. (Energiatehokkuustoimikunta 2009, 50; VTT Prosessit 2004, 62.)

### 3.1 Korjausrakentaminen

Merkittävä osa Suomen rakennuskannasta on rakennettu ajanjaksolla 1970-1990, ja on tulossa peruskorjausikänsä. Tuon aikakauden tyypillisille rakennuksille voidaan kehittää energia- ja ekotehokkuutta parantavia korjauskonsepteja ja toimenpiteohjeita. Rakentamisen painopiste on nyt siirtymässä uudisrakentamisesta rakennusten ylläpitoon ja korjausrakentamiseen. Korjaustarve syntyy rakennusten teknisestä ja laadullisesta vanhenemisesta ja kulumisesta sekä järjestelmien kehittämisen tarpeesta. Korjausten yhteydessä on lähes aina syytä parantaa rakennuksen energiatehokkuutta. Korjausrakentamisen energiatehokkuuden vähimmäisvaat

timukset ovat tulleet voimaan vuonna 2013 ja koskevat laajamittaisia, tai rakennuksen vaippaan kohdistuvia pienempiä korjauksia. Tämän lisäksi vuonna 2014 tulee voimaan RES-direktiivin mukaiset uusiutuvia energialähteitä koskevat vaatimukset. Nämä vaatimukset koskevat sekä uudisrakennuksia että peruskorjattavia kohteita. (Tekes 2012, 42–43, 53.)

Korjauksen onnistuminen edellyttää rakennuksen nykytilan tuntemista riittävän hyvin. Välttämättömät korjaustarpeet on voitava tunnistaa. Ne liittyvät yleensä vikojen syiden ja seurausten korjaukseen. Eri korjausvaihtoehtoja voidaan vertailla analysoimalla eroja eri korjausratkaisujen lopputuloksien ja nykyisen tilanteen välillä. Vanhatkin rakennukset on mahdollista korjata energiatehokkuudeltaan passiivitasoon. Keinoja passiivitasoon pääsemiseksi ovat huolellinen suunnittelu ja rakentaminen, hyvä lisäeristys ja ilmatiiviyden parantaminen, mekaaninen ilmastointi ja tehokas lämmön talteenotto, energiatehokkaat ikkunat sekä lämmitysjärjestelmän valinta. (Tekes 2012, 53–54.)

### **3.2 Lämmönsäätely**

Lämmityksen energiatehokkuuden kasvattamisella on olennaisia vaikutuksia energiankäytön kannalta. Lämmittämiseen tarvittavaa primäärienergiaa voidaan vähentää esimerkiksi rakennuksen eristyksen parantamisella, sisälämpötilan laskeamisella, lämmitystavan valinnalla ja lämmityksen hyötysuhteen parantamisella. Arvioiden mukaan lämmitysenergian tarve tulisi vähentymään tulevaisuudessa 20 %. Teknillisesti olisi mahdollisuus suurempiinkin vähennyksiin. Maltillinen arvio vuoden 2020 keskimääräisestä lämpöenergian tarpeesta liikerakennuksille on 270 kWh/m<sup>2</sup>, kun taas vuonna 2050 tarpeeksi arvioidaan enää 195 kWh/m<sup>2</sup>. Vuoden 2009 vastaava luku oli 286 kWh/m<sup>2</sup>. (Honkapuro, Jauhiainen, Partanen, Valkealahti 2009, 27, 56.)

Rakennusten sisälämpötilaa voidaan säätää rakennusmateriaalien valinnalla sekä lämmittämällä tai jäähdyttämällä sisäilmaa koneellisesti. Rakennusten lämmön hukka voidaan jakaa kahteen kategoriaan: materiaalien (seinien, lattian, ikkunoiden ja katon) kautta tapahtuva lämmön haihtuminen sekä ilmanvaihtotappiot, jolloin ilmaa vuotaa sisään tai ulos rakennuksesta. Myymälässä toistuva ovien avau-

tuminen sekä rakennusten seinästä avautuvat jätesäiliöt aiheuttavat suurimmat ilmanvaihtotappiot.

Lämmönsäätelyä kuormittavat ulkoiset lämpötilan muutokset, joita tapahtuu ympäri vuorokauden. Rakennuksen sisälämpötila vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan. Myymälässä sopiva sisälämpötila on 17–20 °C hieman osastosta riippuen. Valtaosa Suomen palvelurakennuksista lämmitetään kaukolämmöllä (65 %). Muut yleisimmät lämmitysmuodot ovat kevyt ja raskas polttoöljy sekä sähkölämmitys. (Eastop et al 1990, 247-249; Tilastokeskus 2011, 80. )

Lämmitys- ja jäähdytysenergian osalta on määrätty mitattavaksi lämmitysenergian päämitta (kaukolämpö, kaasu, öljy), maalämpö jäähdytys sekä kaukokylmän päämitta. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012 osa D3, 16)

### **3.3 Jäähdytysenergian tuottaminen**

Jäähdytysenergia voidaan tuottaa rakennuksessa käyttäen apuna kompressoreita ja lämpöpumppuja tai viileä ilma voidaan tuottaa keskitetysti ja jakaa esimerkiksi kaukojäähdytysverkoston kautta. Mikäli kylmä tuotetaan rakennuksessa, se voidaan jakaa keskitettyä keskusjäähdytysjärjestelmää pitkin. Keskusjäähdyttimiä voi olla useampia, jolloin keskusyksiköt voidaan sijoittaa eri puolille rakennusta. Jäähdytysenergian tarpeesta ja käytön yleistymisestä on erilaisia skenaarioita, mutta yhteistä näille on arviot siitä, että suurin jäähdytysenergian tarve olisi palvelurakennuksissa tulevaisuudessa jopa 75 % kokonaistarpeesta. Energiatieteiden kannalta suositeltavin menetelmä jäähdytykseen olisi kaukokylmä, mutta sen hyödyntämismahdollisuuksia rajaa riittävän asiakastiheyden tarve. (Honkapuro ym. 2009, 54–55, 59.)

Myymälöissä jäähdytysilman tuottaminen on käytössä toteutettu jäähdytyskeskuksilla, joista kylmä jaetaan kohteisiin, kuten kylmävarastoihin. Sekä lämmityksessä että jäähdytyksessä siirto aiheuttaa häviöitä.

### 3.4 Vesi

Käyttövesi (talousvesi) voidaan lämmittää rakennuksen sisäisillä järjestelmillä tai tuottaa valmiiksi lämmitettynä muualta. Tuotaessa lämmin vesi muualta tapahtuu aina lämpöhäviöitä putkistossa. Kiertojohtojen lämpöhäviöt ovat usein merkittäviä. Lämpimän käyttöveden energiankulutuksen laskenta on esitetty liitteessä 1. Käyttöveden lämmittämiseen tarvittava energia ei riipu ulkoisista tekijöistä, kuten ulkolämpötilasta. Tämän vuoksi sen osuus erotetaan lämmitysenergiankulutuksesta. (Motiva1 2012.)

Veden kulutuksen osalta on määrätty seurattavaksi käyttöveden päämittaus, lämmin käyttövesi (siirtimen / varaajan syöttöputkessa) sekä liikehuoneistojen kylmä ja lämmin vesi. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012 osa D3, 16; 2010 osa D1.)



## **4 LAITTEISTOJEN ENERGIATEHOKKUUS**

### **4.1 Kylmälaitteet**

Myymälöiden kylmälaitteet on välttämätöntä pitää jatkuvasti käynnissä elintarvikkeiden säilymisen kannalta. Kylmälaitteiden osalta mahdollisuus vaikuttaa energiatehokkuuteen tulee laitevalintojen ja lämpötilan säädön myötä. Sähkötekniisillä ratkaisulla voi vähentää energiahukkaa. Esimerkkinä voisi mainita jännitteen säätämisen korkeammaksi silloin kun mahdollista, jotta jännitettä muunneltaessa ei tulisi häviöitä. Myös muuntajan koko tulisi valita käytön mukaan sopivaksi. (Eastop et al 1990, 1990, 368.)

### **4.2 Valaistus**

Valaistuksen energiankulutukseen vaikuttaa moni seikka: lamput, valaisimet, valaisimien sijoittelu ja ohjaustekniikka. Myös huonepintojen ja valaisimien likaantuminen ja kuluminen vaikuttavat hyödyksi saatavan valon määrään. Valaistuksen energiankulutuksen vähentäminen ei tarkoita valon määrän tai laadun vähenemistä, vaan uusilla tekniikoilla voidaan määrää ja laatua jopa parantaa säästäen samalla käyttökustannuksissa. (Motiva2 2012.)

#### **4.2.1 Valaistuksen käyttö**

Kaupallisella alalla valaistus on suuri energian kuluttaja. Valaistuksen energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa korvaamalla paljon energiaa kuluttavat lamput energiatehokkaammilla valaisimilla. Myös käyttöaikoja säätämällä voidaan vaikuttaa. Täyttä valaistusta tarvitaan vain kaupan aukioloaikoina, muina aikoina valaistusta voidaan himmentää tai muuten vähentää. Valaistuksessa tulee huomioida sekä sisä- että ulkovalaistus. Valaistus tuottaa lämpöä ollessaan päällä, mikä voi kesäaikaan vaikuttaa ilmastonin kuormitukseen. Energiankulutusta voidaan valaistuksen osalta vähentää myös vaihtamalla lamput säännöllisesti, erityisesti mikäli polttimo alkaa himmetä. Himmentyminen on merkki käyttöään loppumisesta ja tehokkuuden heikentymisestä. Pöly ja lika voi alentaa valaistustasoa loisteputkissa jopa 20 %. (Motiva2 2012.) Lamppujen heijastuspinnalla voidaan vaikut-

taa valaisinten määrän ja tehokkuuden tarpeeseen. (McLean-Conner 2009, 63; Eastop et al 1990, 283, 366.)

Yllä mainittujen lisäksi käytännössä valaistuksen energiankulutusta voidaan vähentää monilla pienemmillä toimilla. Valaistuksessa voidaan käyttää valoisuusantureita tunnistamaan päivänvalon määrää. Paikoissa, joissa päivänvalo pääsee sisään, esimerkiksi tuulikaapeissa, ikkunoiden vieressä ja lastauslaitureilla, on mahdollista asentaa anturit valaistuksen säätelyä varten ja vähentää valaistusta päivänvalon aikaan. Tämä edellyttää, että näiden alueiden valaistus on ryhmitelty erikseen. Pukuhuoneissa ja taukotiloissa voidaan käyttää läsnäoloantureita, joka sammuttaa valot tilojen jäädessä tyhjiksi. Kaikki valaisimet on järkevää kytkeä kiinteistöautomaation piiriin, jotta kulutusta voidaan seurata ja ohjata. Poistumisopasteissa suositellaan käytettäväksi LED-valaistusta energian säästämiseksi, sillä opasteet ovat aina päällä. (SOK Kiinteistöohjaus 2012.)

#### **4.2.2 Valaistuksen suunnittelu ja hankinta**

Eri valaisinvaihtoehtoja harkittaessa on syytä tarkastella vaihtoehtojen järkevyyttä kyseisessä kohteessa. LED-valaisinten energiansäästö saattaa joissain tapauksissa perustua valon määrästä (lumen, lm) tinkimiseen. Myös valaistuksen vaihtolisteputkista LED-valaisimiin saattaa edellyttää muutostöitä valaisimissa, jotta valaistus vastaisi totuttua ja valo myös pystypintoihin. Kannattaa varmistua ennen hankintaa, että vertailtavissa vaihtoehtoissa valaistustaso ja valonjako ovat samat. Valaistuksen korkeus vaikuttaa oleellisesti valaistuksen tehon tarpeeseen. Mitä korkeammalle valaisin on asennettu, sitä suurempi teho tarvitaan riittävän valaistusvoimakkuuden (luksit, lx) saavuttamiseksi. Valaistusvoimakkuuden kasvattaminen yli määritellyn valaistustason ei ole hyödyllistä, sillä se ei paranna valaistuksen laatua mutta lisää sähkönkulutusta. (SOK Kiinteistöohjaus 2012.)

Hankintaa tehdessä kannattaa huomioida eri valaisinten elinkaarikustannukset pelkän hankintahinnan sijaan. Käyttökustannukset, kuten energia, huolto ja lampujen vaihto kasvavat usein suuremmiksi kuin hankintakustannukset valaisinten käyttöiän aikana. Valaisinten liitälaitteet voivat kuluttaa jopa 20 % lampun tehosta, joten myös niiden energiatehokkuuteen kannattaa kiinnittää huomiota

valintaa tehtäessä. Kaikki valaisimet hehku- ja halogeenilamppuja lukuun ottamatta tarvitsevat liitäntälaitteen virranrajoitukseen. Valotehokkuutta vertailtaessa tulee huomioida liitäntälaitteiden kuluttama sähkö sekä se, että vain osa valosta saadaan lampusta valaistavaan kohteeseen asti. (SOK Kiinteistöohjaus 2012.)

Yleisiä valaisintyyppejä myymälöissä ovat erilaiset loisteputkivalaisimet, joita korvaamaan on nousemassa LED-valaisimia. Kaikkein energiatehokkaimpia loisteputkia ovat T5-loisteputket. Tyypillisesti 49 W T5-loisteputken valovirta on 4900 lm ja valotehokkuus 100 lm/W. Valaisinten tyypilliset käyttöiät ovat: elohopealamppu 12000 h, monimetallilamppu 10000–12000 h, T8-loisteputki 12000 h, T5-loisteputki 18000 h ja pienloistelamppu 10000 h. LED-valaisinten käyttöiät voidaan ilmoittaa eri tavoin. Useimmiten ilmoitettu käyttöikä tarkoittaa, että lampun valovirta on alentunut 70 prosenttiin alkuperäisestä. Käyttötunteja valaistukselle tulee myymälässä noin 4500 ja hämäräkytkimellä ohjatussa ulkovalaistuksessa noin 4000 vuodessa. (SOK Kiinteistöohjaus 2012.)

#### **4.2.3 Valaistuksen energiakulutusseuranta**

Suomen rakentamismääräyskokoelman (2012) osassa D3 on annettu määräyksenä, että kiinteistön yleisvalaistus mitataan joko erillisestä valaistuskeskuksesta tai useammista keskuksista erillisen kisko-osan taakse sijoitettujen valaistusryhmien mittauksilla, ja näiden mittauksien tulokset summataan mittauspäätteellä. Teknisten tilojen ja ulosvuokrattavien liiketilojen vähäistä valaistuskormaa ei tarvitse mitata, mutta ne ryhmitellään niin, että tarvittaessa mittaus on helposti toteutettavissa. Sama pätee ulko- ja mainosvalaistukseen.

Ecodesign-direktiivi aiheuttaa muutoksia valaisintyypeihin. Ulkovalaistukseen mahdollisesti käytetyt elohopealamput poistuvat valikoimista keväällä 2015 ja loistelamppujen kuristimet vuonna 2017. Elohopealamppujen korvaaminen muilla vaihtoehdoilla vaatii muutoksia myös valaisinten liitäntälaitteisiin tai koko valaisimen uusimisen. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/125/EY; SOK Kiinteistöohjaus 2012.)

## 5 ENERGIATEHOKKUUDEN LAINSÄÄDÄNTÖ

Euroopan Unioni on asettanut tavoitteeksi hillitä ihmisen aiheuttamaa ilmaston lämpenemistä alle kahteen asteeseen esiteolliseen tasoon verrattuna. Vuonna 2007 tehdyssä linjanvedossa määriteltiin tavoitteiksi mm. kasvihuonekaasujen päästövähennykset 20 %, uusiutuvien energianlähteiden osuustavoite 20 % ja energiatehokkuuden parantamistavoite 20 % vuoteen 2020 mennessä. Vertailuvuotena toimii vuosi 1990. EU:ssa on julkistettu energiatehokkuuden toimintasuunnitelma (Energy Efficiency Action Plan, EEAP), jonka avulla pyritään pääsemään energiatehokkuustavoitteisiin. Suunnitelmaan on koottu keskeisiä toimenpiteitä energiatehokkuuden edistämiseksi. Toimintasuunnitelma toteutetaan EU-direktiiveillä. (Vehviläinen, Halonen, Hiltunen, Kjellman, Kumpulainen, Pursula, Vanhanen 2009, 17.)



**Kuvio 2.** Kansalliseen energiatehokkuuspolitiikkaan vaikuttavat tekijät ja direktiivit. (Vehviläinen ym 2009, 18.)

Yllä olevassa kaaviossa on esitelty kaikki suoraan tai välillisesti energiatehokkuuteen liittyvät direktiivit. Lisäksi on vapaaehtoisia energiatehokkuuden edistämissopimuksia, kuten Energy Star-ohjelma toimistolaitteille, ACEA-sopimus autojen valmistukseen, sekä useita EU:n rahoittamia tutkimushankkeita, jotka tähtäävät energiatehokkuuden edistämiseen. (Vehviläinen ym 2009, 18–19; EU Energy Star 2012.)

Myös Suomen energiapolitiikassa on linjattu, että pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian mukaan teknologioiden kehittämisessä panostetaan tutkimukseen ja kehitystoimintaan, käyttöönottoon ja kaupallistamiseen jo lähivuosina. Julkista rahoitusta suunnataan tälle sektorille entistä enemmän. Strategiassa on määritelty kiireellisimmiksi toimenpiteiksi sellaiset, jotka koskevat hitaasti uusiutuvia aloja ja rakenteita, kuten rakennuskantaa. Esimerkiksi lämmityksen CO<sub>2</sub>-päästöjen vähennystavoite aikavälillä 2005–2020 on 60 %. (Vehviläinen ym 2009, 20–24.)

## 5.1 Lainsäädäntö

*”Rakennusten energiatehokkuus: laskettu tai mitattu energiamäärä, joka tarvitaan rakennuksen tyypilliseen käyttöön liittyvän energiatarpeen täyttämiseen ja johon sisältyy muun muassa lämmitykseen, jäähdytykseen, ilmanvaihtoon, veden lämmitykseen ja valaistukseen käytetty energia.” (EPNDir 2010/31/EU.)*

Energiatehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset on tarkistettava säännöllisesti jotta ne vastaavat tekniikan kehitystä rakennusalalla. Tarkistukset on tehtävä enintään viiden vuoden välein. Energiatehokkuus tulee määrittää lasketun tai todellisen energiamäärän perusteella vuosittain kulutetusta rakennuksen tyypillisestä käyttöön liittyvästä tarpeiden täyttämisestä, ja sen on vastattava lämmitysenergiaa ja jäähdytysenergiaa, sekä lämpimän käyttöveden tarvetta. Laskennassa käytetään luokituksia rakennuksen käyttötarkoitukseen perustuen. Tukku- ja vähittäiskaupat ovat oma ryhmänsä. (EPNDir 2010/31/EU, Liite I.)

Direktiivi velvoittaa jäsenvaltiot perustamaan energiatehokkuuteen sertifiointijärjestelmän. Energiatehokkuustodistuksessa annetaan tietoja rakennuksen energiankulutuksesta ja suosituksia kustannusten optimoimiseksi. Jos yli 500 m<sup>2</sup> rakennus

on yleisön toistuvien käyntien kohteena, on energiatehokkuustodistus asetettava esille näkyvälle paikalle, jossa se on selvästi yleisön nähtävillä. Direktiivi ei kuitenkaan velvoita asettamaan näkyville todistukseen liittyviä viranomaisten suosituksia. (EPNDir 2010/31/EU.)

Rakennukset aiheuttavat 40 % Euroopan unionin kokonaisenergiankulutuksesta. Jäsenvaltioiden on hyväksyttävä kansallisella tasolla rakennusten energiatehokkuuden laskentamenetelmä, jossa otetaan huomioon erityisesti rakennusten lämpöominaisuudet (lämpökapasiteetti, eristys jne.), lämmityslaitteet ja lämpimän veden jakelu, ilmastointi, valaistus ja sisäilmasto-olosuhteet. Myös muita tekijöitä otetaan huomioon, kuten paikallinen auringonvalon määrä. Energiatehokkuuden laskentaa käsitellään lisää myöhemmin. (EPNDir 2010/31/EU.)

## **5.2 Uudisrakennukset**

Suurin osa rakennusten lämmityksen, ilmanvaihdon ja valaistuksen energiankulutukseen vaikuttavista ratkaisuista tehdään suunnittelu- tai rakentamisvaiheessa. Uusien rakennusten tulee suoraan vastata vähimmäisvaatimuksia ja ennen rakentamisen aloittamista on suoritettava toteutettavuustutkimus. Tutkimus koskee uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käyttöön perustuvien huoltojärjestelmien, lämpöpumppujen ja muiden järjestelmien asentamista. (EPNDir 2010/31/EU.)

Uudisrakennuksen E-luku ei saa liikerakennuksessa ylittää  $240 \text{ kWh/m}^2$  vuodessa. E-luvun laskentamalli on esitetty liitteessä 2. (Suomen rakentamismääräyskoelma 2012 D3, 9.)

## **5.3 Olemassa olevat rakennukset**

Olemassa olevien rakennusten osalta on määrätty, että kun rakennuksiin tehdään laajamittaisia korjauksia, rakennuksen tai sen korjatun osan energiatehokkuutta parannetaan siten, että se täyttää energiatehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset sikäli kuin ne ovat toteutettavissa. Sama määräys koskee sellaisia rakennuksen osia, jotka ovat osana rakennuksen vaippaa tai joilla on merkittävä vaikutus rakennuksen vaipan energiatehokkuuteen. Tällaisia rakennuksen osia ovat

esimerkiksi ikkunat. EU:n jäsenvaltioiden on itse määriteltävä nämä energiatehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset. Jäsenvaltioiden on myös kannustettava siihen, että kun tehdään laajamittaisia korjauksia rakennukseen, otetaan huomioon ja arvioidaan erittäin tehokkaat vaihtoehtoiset järjestelmät sikäli kuin se on mahdollista. Myös teknisten järjestelmien osalta noudatetaan näitä vähimmäisvaatimuksia, mikäli järjestelmä liittyy lämmitys-, lämminvesi- tai ilmastointijärjestelmiin. (EPNDir 2010/31/EU, 7 artikla.)

Rakennuksen energiatehokkuutta tulee parantaa korjaus- ja muutostöiden tai rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä, jos se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä koskien sekä uudisrakennuksia että rakennusten muutos- ja korjaustöitä. Nämä säännökset voivat koskea rakennuksen, sen osien tai teknisten järjestelmien energiatehokkuuden vähimmäisvaatimuksia sekä näiden laskentatapaa rakennuksessa, energialaskennan lähtötietoja, määräystenmukaisuuden osoittamista, selvityksiä, rakennuksen lämmitys- tai muita taloteknisiä järjestelmiä, energiatehokkuuden parantamista ja energiankulutuksen mittaamista ja rakennuksen käyttötarkoituksen perusteella tapahtuvaa energiatehokkuuden vaatimustasojen asettamista. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132 117 g §.)

Rakennuksen energiatehokkuuden parantamista suunniteltaessa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman 2/11 määräyksiä muutosten energialaskennassa, laskentatyökalun valinnassa sekä tulosten esittämisessä. Korjaus- ja muutostöihin ryhdyttäessä on lupaan vaadittavan suunnittelun yhteydessä esitettävä ne toimenpiteet, joilla rakennuksen energiatehokkuutta halutaan parantaa rakennusosittain, järjestelmittäin tai koko rakennuksen osalta. (Ympäristöministeriön asetus 4/13, 2 §.)

Peruskorjauksen tai uudistamisen yhteydessä on määrätty otettavaksi lämpöä talteen. Talteen otettavan määrän on vastattava vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä. Lämpöenergiantarvetta voidaan myös pienentää rakennuksen vaipan lämmöneristävyyttä ja ilmanpitävyyttä parantamalla tai vähentämällä ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemää lämpömäärää muuten kuin poistoilman lämmön talteenotolla. Lämmitysjärjestelmien hyötysuhdetta tu-

lee parantaa mahdollisuuksien mukaan. Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän sekä ilmastointijärjestelmän ominaissähkötehoille on asetettu rajoituksia, jotka on esitetty tarkemmin liitteessä 3. Vesi- ja viemärijärjestelmän uusimisessa sovelletaan uudisrakentamisen säädöksiä. (YMA 4/13, 5 §, Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012 D3, 15.)

Jos rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen tapahtuu energiankulutusta pienentämällä, on liikerakennuksissa noudatettavan energiankulutuksen taso oltava  $\leq 180 \text{ kWh/m}^2$ . Mikäli pyritään pienentämään rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa kokonaisenergiankulutusta (E-luku), on liikerakennuksille voimassa seuraava laskukaava: E-vaadittu  $\leq 0,7 \times \text{E-laskettu}$ . Vastaukseksi saadaan rakennukselle ominainen rakennusluokan mukainen kulutus. (YMA 4/13, 6-7 §.)

#### **5.4 Vähittäiskauppaa koskeva lainsäädäntö**

Vähittäiskaupan suuryksikkö on määritelty Maankäyttö- ja rakennuslaissa (jatkossa MRL) vähittäiskaupan myymäläksi, jossa on yli 2000 kerrosneliötä. (MRL 5.2.1999/132 71 a §). MRL määrää, että rakennushankkeeseen ryhtyvän on rakennuksen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla suunniteltava ja rakennettava energiatehokkaasti siten, että energiaa ja luonnonvaroja kuluu säästeliäästi. Energiatehokkuuden vähimmäisvaatimusten täyttyminen on osoitettava energiahäviöön, energiankäyttöön ja energiamuotoon perustuvilla laskelmilla. Määritettäessä rakennuksen energiamuodon kertoimia, arvioidaan jalostamattoman luonnonenergian kulutusta, uusiutuvan energian käytön edistämistä ja lämmitystapaa energiantuotannon yleisen tehokkuuden kannalta. Rakennuksessa käytettävien tuotteiden ja taloteknisten järjestelmien osalta on määrätty, että niiden säätö- ja mittausjärjestelmien on oltava sellaisia, että energiankulutus ja tehontarve rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisessa käytössä jäävät vähäiseksi ja energiankulutusta voidaan seurata. (MRL 5.2.1999/132 117 g §.)

#### **5.5 Energiatehokkuuden laskenta**

Lainsäädännön vaatima energiatehokkuuden laskenta suoritetaan koko rakennuksesta mukaan lukien rakennuksen ominaisuudet, tekniset järjestelmät ja niiden



tehokkuus. Lisäksi huomioidaan sääolot ja ilmasto, rakennuksen standardikäyttö, vedenkulutus ja valaistus. Tarkemmat ja ajankohtaisimmat ohjeet energiatehokkuuden laskentaan liittyen löytyvät voimassa olevasta rakentamismääräyskokoelmasta. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012 osa D3, 8)

## 5.6 Energiatodistus

Omistajan, tai joissain tapauksissa haltijan, tulee hankkia rakennukselle energiato-distus, mikäli rakennuksessa käytetään energiaa rakennuksen tilojen tarkoituk-senmukaista sisäilmaolojen ylläpitoa varten. Energiatodistus laaditaan koko ra-kennukselle, elleivät rakennuksen merkittävät osat poikkea käyttötarkoitukseltaan toisistaan oleellisesti. Uudisrakentamisessa energiato-distuksella osoitetaan raken-nuksen arvioitu energiatehokkuus jo rakennuslupaa haettaessa. (Laki rakennuk-sen energiato-distuksesta 50/2013, 2-5 §.)

Mikäli rakennus on yleisön toistuvien käyntien kohteena ja kooltaan yli 500 m<sup>2</sup> ja rakennukselle on laadittu energiato-distus, tulee rakennuksen energiato-distuksessa oleva energiatehokkuutta kuvaava luokitteluasteikko asettaa selvästi yleisön näh-täville. Energiato-distus on voimassa kunnes se korvataan uudella, kuitenkin enin-tään kymmenen vuotta to-distuksen laatimisesta. (Laki rakennuksen energiato-dis-tuksesta 50/2013, 7-8 §.)

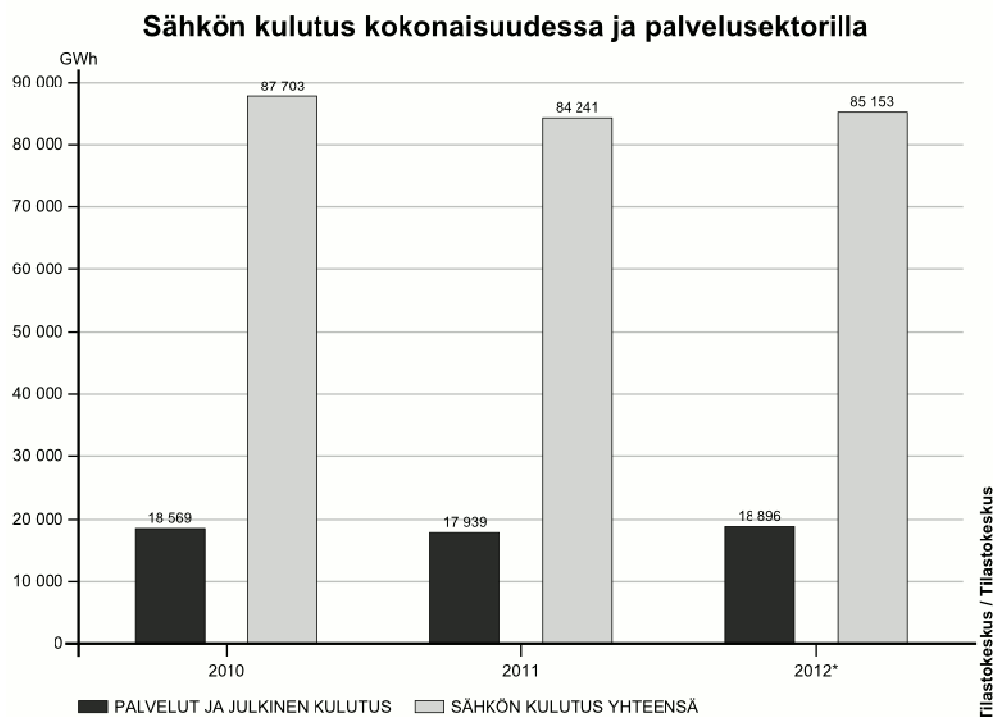
Rakennuksen energiatehokkuus ilmaistaan energiato-distuksessa rakennuksen ko-konaisenergiankulutuksen sijoittumista luokitteluasteikolle kuvaavalla tunnuksel-la. Kullakin käyttötarkoituksen mukaisella ryhmällä on oma luokitteluasteikkonsa. Energiatehokkuus lasketaan jakamalla rakennuksen laskennallinen kokonaisener-giankulutus rakennuksen pinta-alalla. To-distuksessa ilmaistaan laskennallinen ja toteutunut ostoenergiankulutus, mikäli jälkimmäinen tieto on saatavilla. Raken-nuksen kokonaisenergiankulutus määritetään painottamalla laskennallista os-toenergiankulutusta energiamuotojen kertoimilla. Kertoimet on määritetty Valtio-neuvoston asetuksessa 9/2013. Suurin kerroin on sähköllä (1,7) ja pienin raken-nuksessa käytettävillä uusiutuvilla polttoaineilla (0,5). (Laki rakennuksen energia-to-distuksesta 50/2013, 9-10 §, VNA 9/2013.)

Muilla kuin uudisrakennuksille annetaan todistuksessa suosituksia toimista, joilla voidaan parantaa kustannustehokkaasti energiatehokkuutta. Lisäksi todistuksessa voidaan antaa muita tietoja rakennuksen energia- ja ympäristöominaisuuksista. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013, 9-10 §.)

## 6 ENERGIANKULUTUKSEN SEURANTA

Yritys voi halutessaan asennuttaa useita erilaisia mittauslaitteistoja eri energiankulutussektorien valvontaan. Tavallisesti tiedot kerätään ja tallennetaan tulevaa käyttöä varten tai analysoitavaksi. Pelkkä tallennettu data energiankulutuksesta ei yksin riitä, vaan on oleellista liittää samaan yhteyteen esimerkiksi seuranta-ajan sää-tiedot. Näin voidaan päätellä, johtuvatko mahdolliset muutokset kulutuksessa sää-ilmiöistä vai esimerkiksi epäkunnossa olevista laitteista. Kerättyä tietoa analysoimalla voidaan selvittää, millä tavoin energiaa voidaan säästää tai on tähän mennessä säästetty. (Eastop et al 1990, 358–359.)

Energiankulutusta seurattaessa voidaan valita tietty yksikkö, jossa tietoja käsitellään, esimerkiksi kWh/m<sup>2</sup>, mutta Työ- ja elinkeinoministeriö suosittelee käyttämään laajuuspohjaisten lukujen sijaan toiminnallisia yksiköitä, kuten kWh/henkilö, sekä seurannan muuttamista energiamäärien sijaan kohti hiilidioksidiperusteisia mittareita. Kuviossa 3 on esitetty sähkönkulutuksen seuranta-ko-konaisuudessaan ja palvelusektorin osalta. Sähkön kulutus palvelusektorilla on pysynyt hyvin tasaisena viime vuosina.



**Kuvio 3.** Sähkön kulutus kokonaisuudessaan sekä julkisella ja palvelusektorilla vuosina 2010–2012. (Tilastokeskus 2012.)

### 6.1 Energiatehokkuus S-ryhmässä

S-ryhmän kiinteistöohjaus on antanut 8.5.2012 julkaistussa ohjeessaan tietoja ja suuntaviivoja energiaterhokkuuden toimiin ryhmän toimipaikoissa. Pohja näihin on peräisin rakennusmääräyskokoelman muutoksista, jotka astuivat voimaan heinäkuussa 2012. Uusissa määräyksissä tavoitellaan toimipaikoissa 20 % tasonkiristystä edellisiin määräyksiin verrattuna. Keinoina on mainittu esimerkiksi valaistuksen ja ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus, kylmäsiltojen ja vuotoilmanvaihdon minimointi, passiiviset aurinkosuojusratkaisut ja massoitellulla ja aukotuksella saavutettavat vaikutukset. Myös vertailulämpöhäviön ja U-arvovaatimukset (lämmönläpäisykerroin) säilyvät tarkastelussa mukana. Erityisesti uusissa kohteissa tulee kiinnittää huomiota huonekorkeuteen ja lämmitysmuodon valintaan.

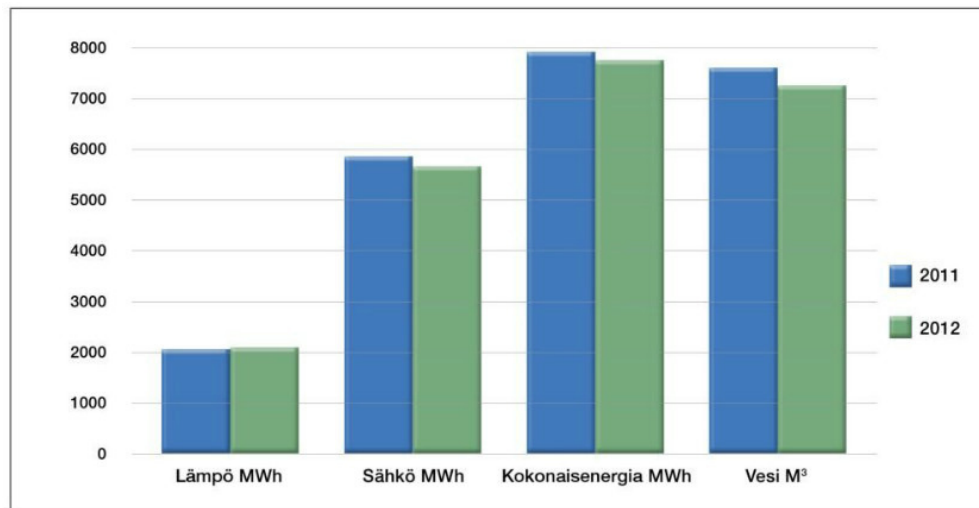
## 6.2 Energiankulutuksen seuranta S-ryhmässä

S-ryhmällä on puitesopimus energiankulutuksen seurannan toteutuksesta ja edelleenvälityksestä kulutusseurantajärjestelmään kahden palveluntuottajan kanssa. Nämä tuottajat ovat Energiakolmio Oy ja Sensire Oy. Molemmat palveluntarjoajat ovat toimittaneet ohjeet energiamittausjärjestelmän toteuttamisesta kauppapaikoissa. Mittarointi on toteutettu päämittaroinnilla lämmön, sähkön ja veden osalta automaattisella luennalla. Etäluettavalla energiamittausjärjestelmällä tuotetaan tuntitasoista mittaustietoa kiinteistön ylläpitoa varten energiatehokkuuden kehittämiseksi. Alamittauksia käytetään sekä rakentamismääräysten vaatimusten täyttämiseksi että kustannusten kohdistamiseksi vuokralaisille tai eri liiketoiminnoille sekä paljon energiaa käyttävien järjestelmien toiminnan seuraamiseksi.

Rakentamismääräysten vaatimukset koskevat sähkön päämittausta, ilmanvaihdon ja kiinteistön jäähdytystä, ilmanvaihtokoneita, maalämpöpumppuja sekä kiinteästi asetettua valaistusta ja veden kulutusta. Muut mittausluokat ovat suositeltavia käytettäväksi. Näitä ovat esimerkiksi parkkihalli, kaupan miinuskylmä ja kaupan pluskylmä. Järjestelmään on liitettävissä halutut elintarvikeomavalvonnan lämpö- ja olosuhdetiedot sekä sääennustetieto. Järjestelmän mittaustarkkuuden voi valita minuuttiluennasta tuntiluentaan ja mittaustarkkuuksia on myös erilaisia, esimerkiksi kuutioista litroiin.

## 7 OSUUSKAUPPA KPO

Osuuskauppa KPO on perustettu vuonna 1906. Se on 760 miljoonan euron vuosimyynnillään Suomen suurimpia alueosuuskauppoja. Yritys toimii Ylivieskan, Kokkolan, Pietarsaaren ja Vaasan talousalueilla. Marketkaupassa yritys on markkina- ja hintajohtaja. Lisäksi KPO harjoittaa polttoneste-, matkailu- ja ravitsemis- sekä autokauppaa. (S-kanava 2012.)



**Kuvio 4.** KPO:n energiankulutukset vuosina 2011 ja 2012. Konsernin kokonaisenergiankulutus laski 2 % vuonna 2012. (KPO:n toimintakertomus 2012, 28)

KPO:n market-toimialaan kuuluu neljä Prismaa, jotka sijaitsevat Vaasassa, Pietarsaassa, Kokkolassa ja Ylivieskassa. Kokkolan kiinteistön laajennus on suoritettu 2012–2013, joten sieltä peräisin olevat vertailutiedot ovat ajalta ennen laajennusta ja laajennuksen ollessa käynnissä. Ylivieskan kiinteistö on selvästi muita uudempi, rakennettu vuonna 2011. Muut kiinteistöt ovat vanhempia ja niihin on tehty erilaisia korjauksia, parannuksia ja laajennuksia vuosien varrella. Energiankulutustietoja koko Osuuskauppa KPO:n tasolla on esitetty kuviossa 4. Taulukossa 1 esitetyt rakennusten koot on määritelty tarkemmin liitteessä 4.

**Taulukko 1.** Rakennusvuodet ja koko yksiköittäin.

Yksikkö	Rakennusvuosi	hum <sup>2</sup>	brm <sup>2</sup>	rm <sup>3</sup>
Pietarsaari	1989	15071	16230	100188
Kokkola	1971	21748	23469	109666
Vaasa	1985	21208	22498	115999
Ylivieska	2011	17107	18351	115119

Myymälätilojen uusimisessa on kiinnitetty erityistä huomiota energian säästämiseen parantamalla lämmön talteenottoa, lisäämällä energiankulutuksen mittarointia ja säätämällä valaistusta. Myös kylmäkalusteiden energiatehokkuuteen on panostettu ottamalla käyttöön kannet ja ovet kylmäkalusteissa (kuvat 1, 2 ja 3).



**Kuva 1.** Kannellinen pakasteallas Vaasan Prismassa.



**Kuva 2.** Pakastekaappi, jossa on itsestään sulkeutuvat ovet.



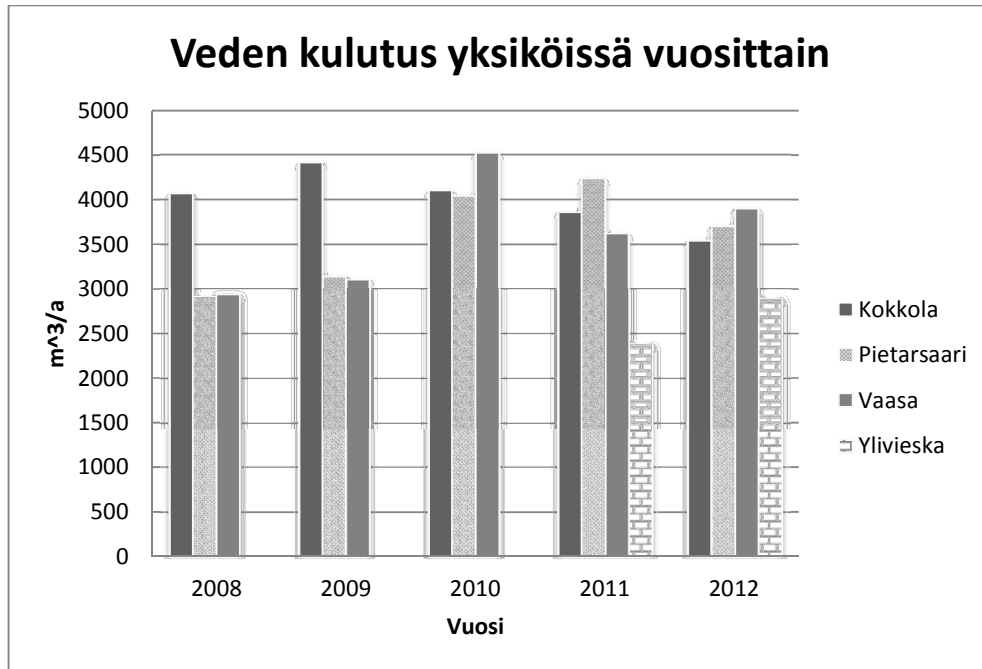
**Kuva 3.** Kylmähyllyn verho, joka vedetään yöksi hyllyn eteen vähentämään jäädytyksen energiankulutusta.

### **7.1 Energiankulutus KPO:n Prismoissa**

Prismojen energiankulutusta tarkastellessa täytyy ottaa huomioon, että annetut kulutustiedot sisältävät muutakin kuin varsinaisen myymälän oman kulutuksen. Kokkolan yksikössä kulutukseen on laskettu mukaan KPO:n pääkonttorin kulutus. Pääkonttori sijaitsee samassa rakennuksessa myymälätilojen kanssa. Kokkolassa, Pietarsaarella ja Vaasassa ABC-polttonesteautomaatit kuuluvat mukaan samaan kulutusseurantaan. Elokuussa 2012 on avattu Kokkolaan autopesuri, jonka kulutukset myös kuuluvat samaan kulutusseurantaan.



### 7.1.1 Vedenkulutus



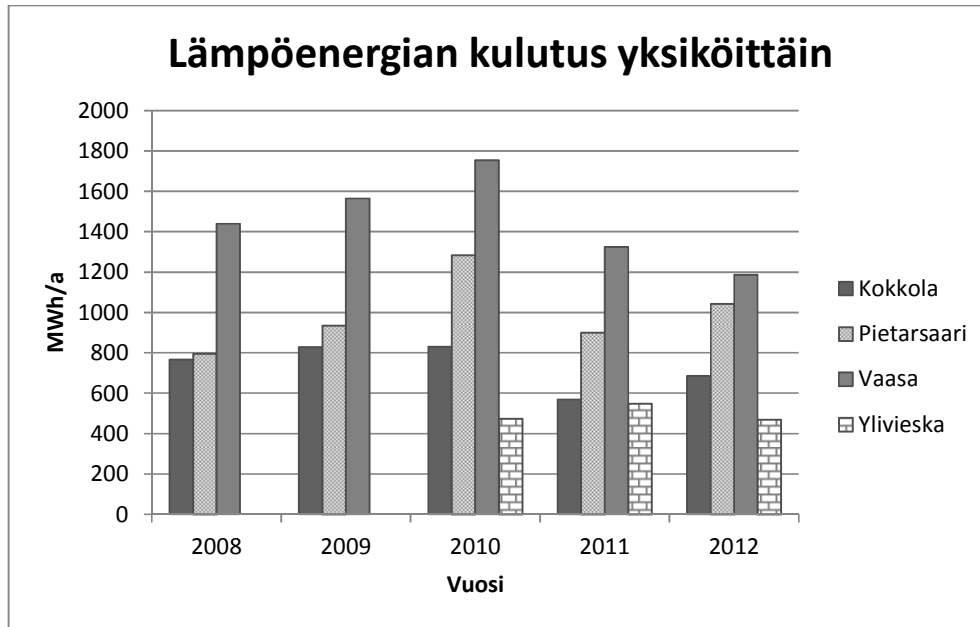
**Kuvio 5.** Veden kokonaiskulutus kuutiometreinä vuosittain eri yksiköissä.

Kuviosta 5 voidaan huomata, että veden kokonaiskulutus eri yksiköissä vaihtelee paljonkin vuosittain. Yleinen suunta on kuitenkin kulutuksen hienoinen kasvu, mikä on helpommin havaittavissa liitteessä 5 olevasta taulukosta, jossa on ilmoitettu vedenkulutuksen muutosprosentit sekä kokonaisvedenkulutus lukuarvoina. Veden kulutus ei seuraa varsinaista trendiä, vaan on riippuvainen rakennuksen käyttöön, huoltoon ja korjauksiin liittyvistä toimenpiteistä. Taulukossa 2 on veden laskennallinen kulutus litroina bruttopinta-alaa kohti.

**Taulukko 2.** Vedenkulutus litroina rakennuksen bruttopinta-alaa kohti toimipaikoissa.

<b>Vedenkulutus l/brm<sup>2</sup></b>					
	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
<b>Kokkola</b>	17,3	18,8	17,5	16,5	15,1
<b>Pietarsaari</b>	18,0	19,4	24,9	26,1	22,8
<b>Vaasa</b>	13,1	13,9	20,1	16,1	17,4
<b>Ylivieska</b>	-	-	-	13,0	15,8

### 7.1.2 Lämpöenergian kulutus



**Kuvio 6.** Lämpöenergian kulutus megawattitunteina vuosittain eri yksiköissä.

Kuviosta 6 ja taulukosta 3 käy ilmi, että Vaasassa kuluu lämpöä selvästi muita yksiköitä enemmän, vaikka kulutus onkin kääntynyt laskuun vuoden 2010 jälkeen. Alustavat tiedot kuluvalta vuodelta näyttävät, että lämpöenergian kulutus tulee olemaan samaa tasoa viime vuoden kanssa Vaasassa ja Kokkolassa, kun taas Pietarsaari ja Ylivieska alentavat kulutustaan edellisvuodesta.

Toimipaikkojen osalta lämpöenergian kulutuksessa on tarkasteluvälillä sama trendi, mikä selittyy sääolosuhteilla. Ylivieskaa ei voida tässä luotettavasti arvioida, sillä vuoden 2010 tiedot pohjautuvat vajaaseen tarkastelujaksoon (3kk), jolloin rakennusvaihe oli vielä käynnissä ja lämpöhäviöt suurempia.

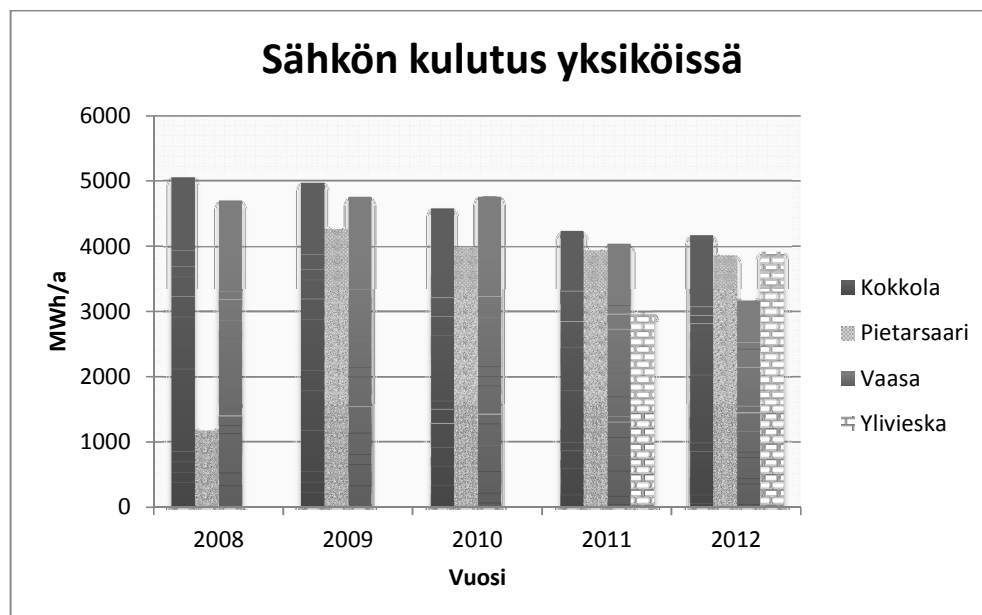
On selvästi havaittavissa, että Ylivieskan toimipaikassa on muita pienempi lämpöenergian kulutus. Tämä johtuu suurilta osin rakennusteknisistä ratkaisuista sekä laitteistovalinnoista. Sääolosuhteiltaan Ylivieska on kylmin paikkakunta talviaikaan, mikä tekee kulutussäästöstä suhteessa vielä suuremman. Liitteessä 5 olevassa taulukossa on esitetty kaikkien yksiköiden kulutustiedot muutosprosentteineen.

Vanhempien myymälöiden lämmönkulutukseen vaikuttaa rakennusten huonekorkeus. Rakennukset on tehty alun perin kokonaan tai osittain kaksikerroksista käyttöä varten. Mikäli rakennus on vain osittain kahdessa kerroksessa, jää huonekorkeutta tarpeettoman paljon yksikerroksiselle alueelle. Suuri huonekorkeus lisää lämmityksen ja jäähdytyksen kuormaa vuodenajasta riippuen. Suuri huonekorkeus asettaa suuremmat vaatimuksen myös valaistukselle, jotta valaistus riittäisi tasaisesti kaikkialle.

**Taulukko 3.** Toimipaikkojen lämpöenergiankulutus rakennuksen bruttopinta-alaa kohti.

Lämpöenergian kulutus kWh/brm <sup>2</sup>					
	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Kokkola</b>	32,7	35,3	35,4	24,2	29,2
<b>Pietarsaari</b>	49,1	57,7	79,1	55,4	64,3
<b>Vaasa</b>	64,0	69,6	78,0	58,8	52,7
<b>Ylivieska</b>	-	-	25,9	29,9	25,6

### 7.1.3 Sähkön kulutus



**Kuvio 7.** Sähkön kokonaiskulutus toimipaikoissa vuosittain.

Sähkön kokonaiskulutuksessa on ollut hienoinen laskusuunta tarkastelujakson aikana Ylivieskaa lukuun ottamatta. Vuoden 2008 tarkastelujakso Pietarsaaren toimipaikassa on vain 8 kk, eikä näin ollen sovellu mukaan kokonaistarkasteluun. Tarkemmat kulutustiedot sekä muutosprosentit on esitetty liitteessä 5. Taulukossa 4 esitetään sähkön kokonaiskulutus rakennuksen pinta-alaa kohti havainnollistamaan vuosittaista kulutustasoa.

Sähkön kulutus laskee hitaasti, vaikka sen laskemiseen on helppoa vaikuttaa laitteistovalinnoilla sekä ohjaustekniikalla. Sähkön kulutukseen vaikuttavat sääolosuhteet välillisesti, esimerkiksi kuuma kesä kuormittaa kylmälaitteita sekä ilmanvaihtojärjestelmiä.

Sähkön kulutuksessa on huomattavissa Vaasassa selvä notkahdus, -15,0 % vuonna 2011 ja -8,2 % vuonna 2012 edellisvuoteen verrattuna (kuvio 7). Syynä tähän on kylmäkalusteiden ja osittain valaistuksen uusiminen. Tämä osoittaa valintojen olleen järkeviä.

Sähkön kulutusta mittaroidaan tällä hetkellä hyvällä ajatuksella mutta puutteellisella toteutuksella. Vaasan toimipaikassa esimerkiksi jokainen vuokralainen, toimisto, S-pankki, kylmälaitteet, jätepuristin ja valaistus on mittaroitu omalla alamittarillaan. Ei kuitenkaan ole tiedossa, onko näiden mittareiden takana pelkätään mittarin nimessä mainittuja kulutuslähteitä, ja sisältyvätkö kaikki saman mittarin alle. Esimerkiksi valaistuksen suhteen ei olla varmoja, ovatko kaikki rakennuksen valaisimet saman alamittarin alla vai onko osa jäänyt kytkemättä. Toinen ongelma mittaroidun tiedon hyödyntämisessä on, että kerättyä tietoa ei tällä hetkellä voida suoraan käyttää hyödyksi seurannassa, vaan tieto pitää manuaalisesti purkaa käyttökelpoiseen muotoon.

Sähkön kokonaiskulutuksen suhteen tulee ryhtyä toimenpiteisiin, jotta toimipaikoissa voitaisiin päästä S-ryhmän säästötavoitteisiin (20 %) kokonaisenergiankulutuksessa. Vaikka tämä tarkoittaa koko Osuuskaupan säästötavoitteita, ei ilman jokaisen toimipaikan panostusta voida saavuttaa riittäviä tuloksia. Lisäksi sähkönkulutuksen vähentäminen on taloudellisesti kannattavaa.

**Taulukko 4.** Sähkön kokonaiskulutus rakennuksen bruttopinta-alaa kohti vuosittain.

<b>Sähkön kulutus kWh/brm<sup>2</sup></b>					
	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
<b>Kokkola</b>	215,7	212,0	195,4	180,8	178,1
<b>Pietarsaari</b>	72,0	263,2	246,0	243,3	238,7
<b>Vaasa</b>	209,3	211,7	211,8	180,0	141,0
<b>Ylivieska</b>	-	-	-	162,5	214,2

## 7.2 Kokonaisenergiankulutus KPO:n Prismoissa

Kokonaisenergiankulutuksen laskennassa on laskettu lämmön ja sähkönkulutus yhteen annettujen tietojen pohjalta. Energiamuotojen kertoimia ei ole käytetty, sillä kaikkien yksiköiden käytössä olevat energiamuodot eivät ole tiedossa tätä työtä tehtäessä. Pinta-alan yksikkönä on käytetty huonepinta-alaa, sillä se vastaa paremmin lämmitetyn pinta-alan määrää kuin bruttopinta-ala. Laskennan tulokset ovat nähtävissä taulukossa 5.

**Taulukko 5.** Kokonaisenergiankulutus toimipaikoissa huonepinta-alaa kohti.

<b>Kokonaisenergiankulutus kWh/hum<sup>2</sup></b>					
	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
<b>Kokkola</b>	268,0	266,9	249,1	221,2	223,8
<b>Pietarsaari</b>	130,4	345,6	350,1	321,7	326,3
<b>Vaasa</b>	289,8	298,4	307,4	253,3	205,5
<b>Ylivieska</b>	-	-	27,7	206,4	257,2

Vuoden 2010 Ylivieskan kokonaisenergiankulutus on epäluotettava, sillä tarkastelujakso on vajaa, ja saatavilla olevat tiedot käsittelivät pelkästään lämpöenergian kulutusta. Myös Pietarsaaren kulutus vuodelta 2008 on epäluotettava, sillä sähkön kulutus on vain 8 kk ajanjaksolta.

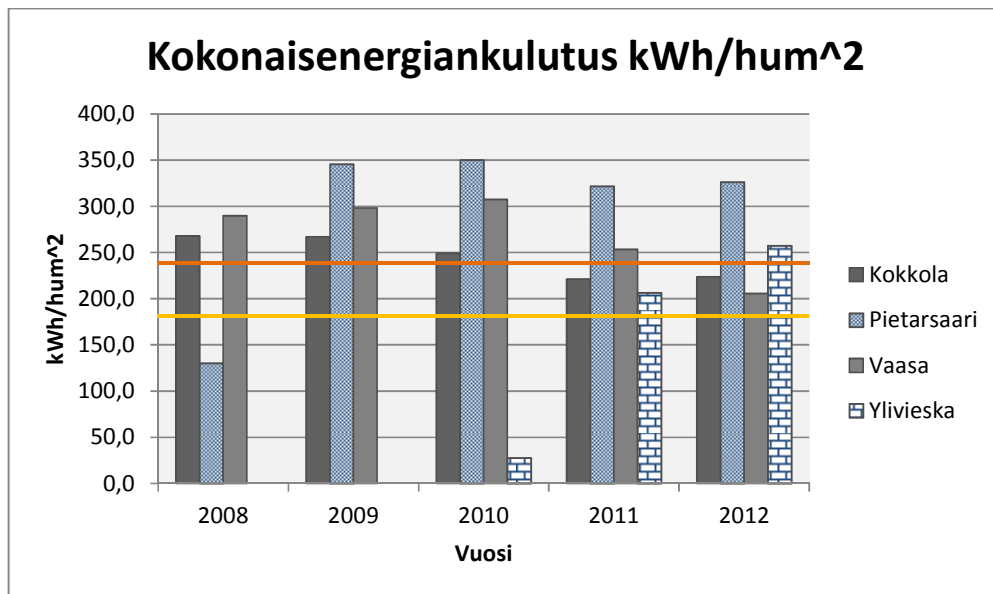
Tässä laskemaani kokonaisenergiankulutusta ei suoraan voi verrata E-luvun vaatimuksiin, sillä energiamuotojen kertoimet puuttuvat. Kertoimet vaihtelevat välillä 0,5–1,7 energialähteestä riippuen. Näin ollen ne voivat joko hieman korottaa tai alentaa E-luvun arvoa.

Uudisrakennuksen E-luku ei saa liikerakennuksessa ylittää 240 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa. Jos vanhemman rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen tapahtuu energiankulutusta pienentämällä, on liikerakennuksissa energiankulutuksen taso oltava

$\leq 180 \text{ kWh/m}^2$ . Ylivieska on sekä alittanut että ylittänyt uudisrakennuksen raja-arvon toiminta-aikanaan. Kuluvan vuoden osalta Ylivieskassa mennään näillä näkymin aivan rajan tuntumaan, mikä olisi parannus viime vuoteen.

Vanhemmissa rakennuksissa raja-arvo  $180 \text{ kWh/m}^2$  ei ole täysin pätevä, sillä kriteerit täyttäviä energiatehokkuuteen liittyviä tai rakennuksen vaippaan kohdistuvia korjaavia toimenpiteitä ei ole suoritettu raja-arvon asettamisen jälkeen. Yleisesti ottaen on epäloogista, että uudisrakennus saa olla energiatehokkuudeltaan huonompi kuin korjattu, vanhempi rakennus. Tämä ei kannusta nykyisen rakennuskannan korjausrakentamiseen vaan valitsemaan uudisrakentamisen.

Kokonaisenergiankulutus auttaa huomaamaan paremmin toimipaikkojen energiankulutuksen tilan. Pietarsaaren energiankulutus on huomattavan suuri muihin toimipaikkoihin verrattuna. Vaasassa ja Kokkolassa on viime vuosina päästy kulutuksessa lähemmäs raja-arvoa.



**Kuvio 8.** Kokonaisenergiankulutus huonepinta-alaa kohti toimipaikoissa vuosittain.

Kuviossa 8 on esitetty kokonaisenergiankulutusta vuosittain. Kuvioon on myös merkitty oranssilla uudisrakennuksen E-luvun raja-arvo ja keltaisella vanhempien korjattujen rakennusten vastaava arvo.

## 8 LOPPUPÄÄTELMÄT

Investointeja tehtäessä on hyvä miettiä niiden arvottamista. S-ryhmän kiinteistö-ohjaus ohjeistaa valitsemaan energiatehokkaamman vaihtoehdon, vaikka se olisi-kin hieman kalliimpi. Hankintoja voidaan arvottaa ympäristön kannalta kahdesta näkökulmasta: energiatehokkuusluokituksen mukaan sekä eettisenä arvona ja investoinnin takaisinmaksu kulutussäästöinä. Yrityksen kannalta muitakin vaikuttavia tekijöitä on, kuten esimerkiksi laitteiston soveltuvuus kyseiseen myymälään ja käyttötarkoitukseen. Hankinnasta aiheutuva hyöty energiankulutuksen säästönä on selvemmin havaittavissa tehtäessä keskitettyjä hankintoja.

Mittarointia parantamalla ja tarkentamalla sekä ohjausteknisillä säädöillä voidaan saavuttaa säästöjä sähkönkulutuksessa. Automaattinen ohjaus sekä hälytykset marginaalien ylittyessä ovat vaikuttaneet myös säästöihin hävikin määrässä, millä on suuri taloudellinen ja ekologinen merkitys. Mittarointia tarkentamalla ja varmentamalla oikeisiin kohteisiin voidaan todella hyötyä seurannan mahdollistamasta potentiaalista. Seuranta on keskitetty Kokkolaan ja myös säädöt tapahtuvat sieltä käsin, mikä tarjoaa keskitetyn valvonnan edut.

Rakennuksen energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa myös päivittäisillä toimilla toimipaikoissa. Henkilökunta on velvollinen ilmoittamaan havaitsemistaan puutteista ja vioista huoltohenkilökunnalle tai omalle esimiehelleen. On järkevää tarkastaa rakennus säännöllisesti ammattilaisen toimesta, jotta ongelmiin voidaan puuttua mahdollisimman nopeasti. Ennakointi on oleellista energiatehokkuuden parantamiseksi.

Vaasassa on laitteistoa uusittu keskitetysti viime vuosina. Kylmälaitteita, toimistolaitteita ja valaistusta on vaihdettu uusiin. Valinnat ovat olleet hyviä, sillä selvää säästöä sähkönkulutuksessa on saavutettu. Lämmönkulutus seurailee ulkolämpötilan muutoksia. Tähän voitaisiin vaikuttaa rakennusteknisillä ratkaisuilla. On luultavaa, että Vaasan toimipaikassa ei suuria parannuksia rakennukseen itseensä tulla kohdistamaan, ennen kuin on selvillä rakennuksen tuleva käyttötarkoitus. Maakuntakaavan hyväksymisen johdosta on luvitusprosessi uuden Prisman rakentamiselle Risön alueelle käynnistymässä. Toistaiseksi on ratkaisematta tuleeko Vaa-

sassa olemaan kaksi Prisma-myymlää vai muuttuuko nykyisen toimipaikan käyttötarkoitus muuksi.

Ylivieskan myymälä on rakennusteknisesti erittäin hyvässä tilassa eikä tule tarvitsemaan erityisiä toimenpiteitä lähivuosina normaalin kunnossapidon lisäksi. Sähkön kulutus on kasvanut hiljalleen, mutta tämän vuoden alustavien tietojen perusteella suunta olisi taittumassa hienoiseen laskuun. Ylivieska on hyvä esimerkki uuden ja vanhan rakennustekniikan aiheuttamista eroista energiankulutukseen.

Pietarsaari on rakennuksista toiseksi vanhin ja sen rakennusteknisistä paranteluista on kulunut jo useita vuosia. Kylmälaitteistoon on tehty parannuksia, mutta hitaampaan tahtiin kuin muissa yksiköissä. Pietarsaaren myymälä on alueen Prismoista pienin ja mahdollisena tulevaisuuden intressinä saattaakin olla suuremman myymälätilan hankkiminen. Tämä rajoittaa etenkin rakennusteknisten investointien todennäköisyyttä. Energiatehokkuuteen onkin syytä panostaa muilla tavoin, kuten valaistuksen huollolla ja vaihtamisella sekä ohjaustekniikkaan panostamisella. Myös mahdollisia tiivistämistoimenpiteitä on syytä tehdä, mikäli rakennuksessa havaitaan sille tarvetta.

Kokkolan toimipaikassa on suoritettu laajennus, ja uusi osa on avattu syksyllä 2013. Remontti on aiheuttanut selvän nousun sähkön kulutuksessa kuluvana vuonna, mutta muutoin kulutus on ollut toimipaikassa hitaassa laskussa. Myös vedenkulutus on ollut pysyvästi tasaisessa laskussa, toisin kuin muissa toimipaikoissa. Laajennuksen ja laitteistojen uusimisen vaikutukset kulutukseen jäävät nähtäväksi tulevaisuuteen. Kokkolan toimipaikan yhteyteen kuuluu myös KPO:n pääkonttori, jonka kulutustiedot ovat yhdessä myymälän kanssa. Lisäksi toimipaikan yhteyteen on avattu autopesuri elokuussa 2012, ja myös sen kulutus on laskettu mukaan koko toimipaikan kulutukseen. Tästä huolimatta vedenkulutus on laskenut Kokkolassa, mikä on saavutus hyvästä suunnittelusta.



## LÄHTEET

Eastop, T. D., Croft, D.R. 1990. Energy Efficiency for Engineers and Technologists. Harlow, England. Longman Scientific and Technical.

EPNDir 2010/31/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta. Viitattu 28.8.2013. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:FI:PDF>

EPNRir 2009/125/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi energiaan liittyvien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetettavien vaatimusten puitteista. Viitattu 25.11.2013. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035:FI:PDF>

EU Energy Star-verkkosivusto. Viitattu 21.9.2013. <http://www.eu-energystar.org/en/index.html>

Honkapuro, S., Jauhiainen, N., Partanen, J., Valkealahti, S. 2009. Sähkön ja kaukolämmön rooli energiatehokkuudessa ja energian säästössä. Lappeenrannan teknillinen yliopisto ja Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 14.10.2013. Raportti. [http://energia.fi/sites/default/files/sahko\\_ja\\_kaukolampo\\_energiatehokkuudessa\\_20091112\\_0.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/sahko_ja_kaukolampo_energiatehokkuudessa_20091112_0.pdf)

L 18.1.2013/50. Laki rakennuksen energiatodistuksesta. Viitattu 23.8.2013. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130050>

L 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Viitattu 21.8.2013. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

McLean-Conner, P. 2009. Energy Efficiency – Principles and Practices. Tulsa, Oklahoma, USA. PennWell Corporation.

Motiva 1. Viitattu 20.11.2013. [http://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/energian\\_kayton\\_tehostaminen/kiinteistojen\\_energianhallinta/kulutuksen\\_normitus/laskukaavat\\_lammin\\_kayttovesi](http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energian_kayton_tehostaminen/kiinteistojen_energianhallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi)

Motiva 2. Viitattu 20.11.2013. [http://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/energian\\_kayton\\_tehostaminen/valaistus](http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energian_kayton_tehostaminen/valaistus)

s-kanava. Osuuskauppa KPO:n kotisivut. Viitattu 12.11.2013. <https://www.s-kanava.fi/web/s/kpo>

SOK Kiinteistöohjaus. Valaistus: energiatehokkuusohjeet. Julkaistu 23.1.2012. Sintra (S-ryhmän intranet).

Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012 D1, Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta 2/11, Ympäristöministeriö. Viitattu 30.8.2013. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma)

Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012 D3, Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta 2/11, Ympäristöministeriö. Viitattu 30.8.2013. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma)

Suomen rakentamismääräyskokoelma D5. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2012. Viitattu 4.9.2013. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma)

Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus [verkojulkaisu]. ISSN=1799-795X. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 28.10.2013]. <http://www.tilastokeskus.fi/til/ehk/tau.html>

Tekes.12/2012. Energiatehokkaat ratkaisut: Kiinteistöjen suunnittelu, rakentaminen ja käyttö. Viitattu 2.10.2013 [http://www.tekes.fi/u/Tekes\\_Energiatehokkaat\\_ratkaisut.pdf](http://www.tekes.fi/u/Tekes_Energiatehokkaat_ratkaisut.pdf)

Tilastokeskus. 2011. Energiatilasto, vuosikirja 2010. Helsinki. Edita Prima Oy

Toimintakertomus 2012. Osuuskauppa KPO. Viitattu 12.11.2013. <http://www.digipaper.fi/osuuskauppa-kpo/111545/>

Energiatehokkuustoimikunta, Työ- ja elinkeinoministeriö. 2009. Ehdotus energiansäästön ja energiatehokkuuden toimenpiteiksi. Edita Publishing Oy.

Vehviläinen, I., Halonen, M., Hiltunen, J., Kjellman, J., Kumpulainen, A., Pursula, T. & Vanhanen, J. 2009. Energiatehokkuus kansainvälisesti. Sitran raportteja 83. Helsinki. Edita Prima Oy.

VNA. 9/2013. Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista. Viitattu 1.9.2013. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130009>

VTT Prosessit. 2004. Energia Suomessa: Tekniikka, talous ja ympäristövaikutukset. 3. painos. Helsinki. Edita Prima Oy.

VTT. 2007. Energy Use: Visions and Technology Opportunities in Finland. 1. painos. Helsinki. Edita Prima Ltd.

VTT. 2010. Energy visions 2050. 2. painos. Porvoo. Edita Publishing Ltd.

YMA. 4/13. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Viitattu 1.9.2013. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma)

YMA. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskennasta. Viitattu 1.9.2013. <http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>



**Energiatodistusta laskettaessa arvioidaan lämpimän käyttöveden energiankulutus seuraavasti:**

1. Lämpimän käyttöveden energiankulutuksena käytetään ensisijaisesti rakennuksen käyttöveden energiamittauksiin perustuvaa arvoa.
2. Mikäli lämpimän käyttöveden energiankulutusta  $Q_{lkv}$  (kWh/vuosi) ei ole mitattu erikseen, lasketaan se kulutetun lämpimän käyttöveden perusteella kaavalla  
 $Q_{lkv} = 58 \times V_{lkv}$  jossa
  - o  $V_{lkv}$  on kulutettu lämpimän käyttöveden määrä ( $m^3$ /vuosi); ja
  - o 58 on veden lämmittämiseen (lämpötilan muutos  $50\text{ °C}$ ) tarvittava energiamäärä vesikuutiota kohden, kWh/ $m^3$
3. Jos lämpimän käyttöveden määrää  $V_{lkv}$  ei ole mitattu erikseen, oletetaan sen olevan asuinrakennuksissa 40 % veden kokonaiskulutuksesta ja muissa rakennuksissa 30 % veden kokonaiskulutuksesta.
4. Mikäli veden kokonaiskulutusta ei ole mitattu, käytetään lämpimän käyttöveden määrän  $V_{lkv}$  oletusarvona asuinrakennuksissa  $0,6\text{ m}^3/\text{brm}^2$  (=  $600\text{ dm}^3/\text{brm}^2$ ) vuodessa. Muissa kuin asuinrakennuksissa voidaan käyttää oheisen taulukon mukaisia arvoja.

**Taulukko:** Lämpimän käyttöveden kulutuksen oletusarvot

Rakennustyyppi	Lämpimän veden kulutus rakennuksen bruttoalaa kohti, $V_{lkv,omin}$ ( $dm^3/\text{brm}^2/\text{vuosi}$ )
Toimistorakennus	100
Terveydenhoito	520
Päiväkoti	460
Teatteri ja kirjasto	120
Uimahalli	1 800
Opetusrakennus	180
Myymälä	65
Muut rakennukset	100

**Muussa kuin energiatodistukseen liittyvässä kulutuksen seurannassa voidaan käyttää myös seuraavia tapoja:**

1. Lämpimän käyttöveden osuus, kiertojohdon häviöt mukaan luettuna, voidaan arvioida kesä-elokuun keskimääräisen kulutuksen perusteella. Edellytyksenä on, että rakennuksen lämmitys ei ole ollut päällä. Yli kymmenen asunnon asuinrakennuksessa satunnaisten poissaolojen aiheuttamat poikkeamat ovat keskimääräisen kulutuksen kannalta yleensä pieniä.
2. Jos kulutetun lämpimän käyttöveden määrä on mitattu, voidaan sen lämmittämiseen kulutut energia laskea kaavalla 6:

$$Q = \frac{\rho \times c_p \times V \times (t_2 - t_1)}{3600}$$

**Kaavan selitteet:**

Q	veden lämmittämiseen kuluva energia (kWh)
$\rho$	veden tiheys (1 000 kg/m <sup>3</sup> )
$c_p$	veden ominaislämpökapasiteetti (4,2 kJ/kg°C)
V	vedenkulutus (m <sup>3</sup> )
$t_2$	lämmitetyn veden lämpötila, tyypillisesti 55 °C
$t_1$	lämmitettävän veden lämpötila, tyypillisesti 5...10 °C
3600	yksikkömuunnoskerroin (kJ->kWh)

Rakennuksen kokonaisenergiankulutus (E-luku) lasketaan rakennuksen ostoenergiankulutuksesta energiamuotojen kertoimia käyttäen kaavalla (2.3)

$$E = \frac{f_{\text{kaukolämpö}} Q_{\text{kaukolämpö}} + f_{\text{kaukojäähdytys}} Q_{\text{kaukojäähdytys}} + \sum_i f_{\text{polttoaine}_i} Q_{\text{polttoaine}_i} + f_{\text{sähkö}} W_{\text{sähkö}}}{A_{\text{netto}}} \quad (2.3)$$

jossa

E	rakennuksen energialuku, kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> a)
Q <sub>kaukolämpö</sub>	kaukolämmön kulutus, kWh/a
Q <sub>kaukojäähdytys</sub>	kaukojäähdytyksen kulutus, kWh/a
Q <sub>polttoaine,i</sub>	polttoaineen i sisältämän energian kulutus, kWh/a
W <sub>sähkö</sub>	sähkön kulutus, josta on vähennetty rakennuksessa käytetty omavaraissähköenergia, kWh/a
f <sub>kaukolämpö</sub>	kaukolämmön energiamuodon kerroin, -
f <sub>kaukojäähdytys</sub>	kaukojäähdytyksen energiamuodon kerroin, -
f <sub>polttoaine,i</sub>	polttoaineen i energiamuodon kerroin, -
f <sub>sähkö</sub>	sähkön energiamuodon kerroin, -
A <sub>netto</sub>	rakennuksen lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup> .

Energiamuotojen kertoimina käytetään valtioneuvoston asetuksessa 9/2013 säädettyjä energiamuotojen kertoimien lukuarvoja.

Rakennuksen energiankulutuksella (kWh/m<sup>2</sup>a) tarkoitetaan rakennuksen vuotuista lämmitykseen, sähkölaitteisiin ja jäähdytykseen yhteensä kulutettua energiamäärää, johon ei sisälly eri energiamuotojen kiinteistökohtaisen eikä kiinteistön ulkopuolisen energiantuotannon häviöitä. Rakennuksen energiakulutus lasketaan kaavalla (2.4)

$$Rak_{ek} = \frac{(Q_{\text{lämmitys,tilat}} + Q_{\text{lämmitys,iv}} + Q_{\text{lämmitys,lkv}} + Q_{jk} + W_{\text{tilat}} + W_{\text{ilmanvaihto}} + W_{\text{lkv,pumppu}} + W_{\text{jäähd,apu}} + W_{\text{kuluttajalaitteet}} + W_{\text{valaistus}}) / A_{\text{netto}}}{W_{\text{tilat}} + W_{\text{ilmanvaihto}} + W_{\text{lkv,pumppu}} + W_{\text{jäähd,apu}} + W_{\text{kuluttajalaitteet}} + W_{\text{valaistus}}} \quad (2.4)$$

jossa

Rak <sub>ek</sub>	rakennuksen energiankulutus, kWh/(m <sup>2</sup> a)
Q <sub>lämmitys, tilat</sub>	tilojen lämmityksen lämpöenergian tarve, kWh/a
Q <sub>lämmitys, iv</sub>	ilmanvaihdon lämmityksen lämpöenergian tarve, kWh/a
Q <sub>lämmitys, lkv</sub>	lämpimän käyttöveden lämpöenergian tarve, kWh/a
Q <sub>jk</sub>	jäähdytysjärjestelmällä tuotettu vuotuinen jäähdytysenergia, kWh/a
W <sub>tilat</sub>	lämmönjakojärjestelmän apulaitteiden sähköenergian kulutus, kWh/a
W <sub>ilmanvaihto</sub>	ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergian kulutus, kWh/a
W <sub>lkv,pumppu</sub>	lämpimän käyttöveden kiertopumpun sähköenergian kulutus, kWh/a
W <sub>jäähd, apu</sub>	jäähdytysjärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus, kWh/a
W <sub>kuluttajalaitteet</sub>	kuluttajalaitteiden sähköenergian kulutus, kWh/a
W <sub>valaistus</sub>	valaistuksen sähköenergian kulutus, kWh/a
A <sub>netto</sub>	rakennuksen lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup> .

### LIITE 3

Ympäristöministeriön asetus 4/13 rakennusten energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä

#### 3 § Laskentaperiaatteet

Rakennusosiin tai teknisiin järjestelmiin kohdistuvien rakennuksen energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden kokonaan tai osittain tekemättä jättämistä voidaan kompensoida tekemällä muut toteutettavat toimenpiteet vaatimusten mukainen taso ylittäen.

Hyödyksi voidaan laskea usean toisiaan lähellä olevan rakennuksen yhdessä tuottama ja käyttämä uusiutuva omavarainen energia käytön suhteessa siltä osin, kuin se käytetään energian tuottamiseen osallistuvissa rakennuksissa.

Rakennuksen pääasiallinen lämmitysjärjestelmä on mitoitettava vähintään laskennallisesti tarvittavalle täydelle lämmitysteholle. Lämmitystehoon ei tarvitse laskea lämpimän käyttöveden osuutta.

Kesäaikaisen yllä lämpenemisen estäminen passiivisilla keinoilla voidaan laskea hyödyksi, kun suunnitellaan rakennuksen energiatehokkuuden parantamista.

#### 4 § Rakennusosakohtaiset vaatimukset

Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennusosakohtaisesti, on noudatettava seuraavia vaatimuksia;

- 1) Ulkoseinä: Alkuperäinen U-arvo  $\times 0,5$ , kuitenkin enintään  $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo  $\times 0,5$ , kuitenkin  $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  tai parempi.
- 2) Yläpohja: Alkuperäinen U-arvo  $\times 0,5$ , kuitenkin enintään  $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo  $\times 0,5$ , kuitenkin  $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  tai parempi.
- 3) Alapohja: Energiatehokkuutta parannetaan mahdollisuuksien mukaan.
- 4) Uusien ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvon on oltava  $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  tai parempi.

1(2)

Vanhoja ikkunoita ja ulko-ovia korjattaessa on lämmönpitävyyttä parannettava mahdollisuuksien mukaan.

#### 5 § Teknisten järjestelmien vaatimukset

Kun rakennuksen teknisiä järjestelmiä peruskorjataan, uudistetaan tai uusitaan, on noudatettava seuraavia vaatimuksia;

- 1) Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä eli lämmön talteenoton vuosihyötysuhteen on oltava vähintään 45 %.
- 2) Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään  $2,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ .
- 3) Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään  $1,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ .
- 4) Ilmastointijärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään  $2,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ .
- 5) Lämmitysjärjestelmien hyötysuhdetta parannetaan laitteiden ja järjestelmien uusimisen yhteydessä mahdollisuuksien mukaan.
- 6) Vesi- ja/tai viemärijärjestelmien uusimiseen sovelletaan, mitä uudisrakentamisesta säädetään.

#### 6 § Energiankulutusvaatimukset rakennusluokittain

Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa energiankulutusta pienentämällä, on rakennusluokittain noudatettava seuraavia energiankulutuksen vaatimuksia:

- 1) Pien-, rivi- ja ketjutalo  $\leq 180 \text{ kWh}/\text{m}^2$
- 2) Asuinkerrostalo  $\leq 130 \text{ kWh}/\text{m}^2$
- 3) Toimisto  $\leq 145 \text{ kWh}/\text{m}^2$
- 4) Opetusrakennus  $\leq 150 \text{ kWh}/\text{m}^2$
- 5) Päiväkoti  $\leq 150 \text{ kWh}/\text{m}^2$
- 6) Liikerakennus  $\leq 180 \text{ kWh}/\text{m}^2$
- 7) Majoitusliikerakennus  $\leq 180 \text{ kWh}/\text{m}^2$

8) Muu liikuntahalli kuin jää- ja uimahalli  $\leq$   
170 kWh/m<sup>2</sup>

9) Sairaala  $\leq$  370 kWh/m<sup>2</sup>

7 §

E-luku-vaatimus rakennusluokittain

Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa kokonaisenergiankulutusta (E-luku, kWh/m<sup>2</sup>) pienentämällä, on laskettava rakennukselle ominainen rakennusluokan mukainen kulutus seuraavien kaavojen mukaisesti:

1) Pien-, rivi, ja ketjutalo: E-vaadittu  $\leq$  0,8 x E-laskettu

2) Asuinkerrostalo: E-vaadittu  $\leq$  0,85 x E-laskettu

3) Toimisto: E-vaadittu  $\leq$  0,7 x E-laskettu

4) Opetusrakennus: E-vaadittu  $\leq$  0,8 x E-laskettu

5) Päiväkoti: E-vaadittu  $\leq$  0,8 x E-laskettu

6) Liikerakennus: E-vaadittu  $\leq$  0,7 x E-laskettu

7) Majoitusliikerakennus: E-vaadittu  $\leq$  0,7 x E-laskettu

8) Muu liikuntahalli kuin jää- ja uimahalli: E-vaadittu  $\leq$  0,8 x E-laskettu

9) Sairaala: E-vaadittu  $\leq$  0,8 x E-laskettu



Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskennasta

Rakennuksen bruttopinta-ala  $\text{brm}^2$  kuvaa koko rakennuksen laajuutta. Bruttoala on rakennuksen kaikkien kerrostasojen kerrostasoalojen summa. Kerrostasoalat lasketaan bruttoalaan kokonaisina huolimatta kerrostason sijainnista tai sen sisältämien huoneiden käyttötarkoituksista. Kerrostasoala on kerrostason ala, jonka rajoina ovat kerrostasoa ympäröivien ulkoseinien ulkopinnat tai niiden ajateltu jatke ulkoseinän pinnassa olevien aukkojen ja koristeosien osalla.

Huoneala  $\text{hum}^2$  on huoneen ala, jonka rajoina ovat huonetta ympäröivien seinien pinnat tai niiden ajateltu jatke. Huoneen sisällä olevien kantavien ja muiden kiinteiden rakennusosien, kuten hormien rakennusosa-alaa ei lasketa huonealaan.

Kaappien ja muiden kiintokalusteiden ala lasketaan huonealaan.

Rakennustilavuus  $[\text{rak-m}^3]$  on tila, jota rajoittavat ulkoseinien ulkopinnat, alapohjan alapinta ja yläpohjan yläpinta. Jos rakennuksessa ei ole yläpohjaa tai yläpohja liittyy ilman ullakkoa vesikattoon, on rajoittava pinta vesikaton yläpinta suojauksineen. Jos rakennuksen alapohjan paksuutta ei tiedetä, lasketaan alapohjan paksuudeksi 200 mm alapohjan yläpinnasta.

<b>Vedenkulutus m<sup>3</sup>/a</b>									
	<b>2008</b>	<b>2009</b>		<b>2010</b>		<b>2011</b>		<b>2012</b>	
	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>muutos- %</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>muutos- %</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>muutos- %</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>muutos- %</b>
<b>Kokkola</b>	4071,1	4416,7	8,5	4104,2	-7,1	3866,2	-5,8	3543,5	-8,3
<b>Pietarsaari</b>	2914,3	3146,0	8,0	4042,5	28,5	4238,4	4,8	3707,5	-12,5
<b>Vaasa</b>	2937,0	3117,0	6,1	4525,0	45,2	3627,6	7,7	3905,4	-11,1
<b>Ylivieska</b>	-	-	-	-	-	2388,1	3,1	2894,6	2,7

<b>Lämmönkulutus MWh/a</b>									
	<b>2008</b>	<b>2009</b>		<b>2010</b>		<b>2011</b>		<b>2012</b>	
	<b>MWh</b>	<b>MWh</b>	<b>muutos- %</b>	<b>MWh</b>	<b>muutos- %</b>	<b>MWh</b>	<b>muutos- %</b>	<b>MWh</b>	<b>muutos- %</b>
<b>Kokkola</b>	766,7	828,2	8,0	830,3	0,3	569,1	-31,5	686,2	20,6
<b>Pietarsaari</b>	796,6	935,9	17,5	1284,4	37,2	899,7	-30,0	1042,8	15,9
<b>Vaasa</b>	1439,0	1565,0	8,8	1754,0	12,1	1324,0	-24,5	1186,0	-10,4
<b>Ylivieska</b>	-	-	-	474,4*	-	548,0	15,5	469,4	-14,3

\*3kk

<b>Sähkönkulutus MWh/a</b>									
	<b>2008</b>	<b>2009</b>		<b>2010</b>		<b>2011</b>		<b>2012</b>	
	<b>MWh</b>	<b>MWh</b>	<b>muutos- %</b>	<b>MWh</b>	<b>muutos- %</b>	<b>MWh</b>	<b>muutos- %</b>	<b>MWh</b>	<b>muutos- %</b>
<b>Kokkola</b>	5061,4	4976,5	-1,7	4586,1	-7,8	4242,4	-7,5	4180,8	-1,5
<b>Pietarsaari</b>	1169,0*	4272,3	265,5	3992,7	-6,5	3948,6	-1,1	3874,7	-1,9
<b>Vaasa</b>	4707,8	4763,1	1,2	4765,4	0,0	4048,8	-15,0	3171,4	-8,2
<b>Ylivieska</b>	-	-	-	-	-	2982,6	-	3930,5	31,8

\*8kk

## 4.7 Valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähkönkäyttö

### 4.7.1

Valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähkönkäyttö lasketaan kohdassa 3.3 esitetyllä tavalla.

Valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähkönkäyttö katsotaan samaksi niiden lämpökuormien kanssa. Valaistuksen ja kuluttajalaitteiden vuotuinen energiankäyttö  $W$  (kWh/m<sup>2</sup>) lasketaan:

$$W = kP \frac{\tau_d}{24} \frac{\tau_w}{7} \frac{8760}{1000}, \quad (6)$$

k	käyttöaste;
P	lämpökuorma W/m <sup>2</sup> ;
$\tau_d$	rakennuksen käyttötuntien lukumäärä vuorokaudessa h;
$\tau_w$	rakennuksen käyttöpäivien lukumäärä viikossa d.