

KANDIDAATINTYÖ

TAPIO KETTUNEN 2007

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

Energia- ja ympäristötekniikan osasto

ENERGIANSÄÄSTÄMINEN JULKISISSA TOIMISTORAKENNUKSISSA

Työn tarkastaja: Professori Risto Tarjanne

Työn ohjaaja: Yliassistentti Aija Kivistö

Lappeenrannassa 30.4.2007

Tapio Kettunen

Snellmaninkatu 17 A 5

70100 Kuopio

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	4
1.1	Työn tausta.....	4
1.2	Tavoitteet ja rajaus.....	4
1.3	Työn sisältö.....	5
2	Julkisten toimistorakennusten energiankulutus	6
2.1	Sähkön kulutus.....	6
2.1.2	Työasemat	7
2.1.3	Kopiokoneet, tulostimet ja faksit	10
2.1.4	Lämmitys-, jäähdytys- ja ilmanvaihtolaitteet	11
2.1.5	Valaistus.....	11
2.2	Lämmitysenergian kulutus.....	12
2.3	Veden kulutus	15
3	Kulutusseurannan menetelmät	15
3.1	Energiakatselmukset ja energiansäästöselvitykset.....	16
3.2	Seurantalaitteistot- ja ohjelmistot	17
4	Energiansäästösopimukset	18
5	Tiedotus, neuvonta ja koulutus	19
6	Energiansäästöinvestoinnit	20
6.1	ESCO-toiminta.....	20
6.2	Investointien kannattavuus.....	21
6.3	Energiansäästämisen huomioiminen hankinnoissa.....	22
6.3.1	Energiansäästöohjelmat	22
6.3.2	Energiamerkinnot ja -standardit.....	23

7 Johtopäätökset..... 25

LÄHTEET..... 27

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

CO ₂	hiilidioksidi
CRT	Cathode Ray Tube
EPA	US Environmental Protection Agency
ESCO	Energy Service Company
KTM	Kauppa- ja teollisuusministeriö
LCD	Liquid Crystal Display
RKM	rakentamismääräyskokoelma
TCO	Tjänstemännens Centralorganisation
TFT	Thin Film Transistor
VTT	Valtion teknillinen tutkimuskeskus

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Vuonna 1997 hyväksytyn Suomen energiastrategian mukaan energian käyttöä tulisi tehostaa siten, että energian kulutuksen kasvu pystyttäisiin pysäyttämään 10-15 vuoden kuluessa. Lisäksi Suomi on ratifioinut vuonna 2002 Euroopan unionin jäsenmaiden kanssa Kioton pöytäkirjan, jossa velvoitetaan sopimukseen liittyneitä maita alentamaan kasvihuonekaasupäästöjä yhteensä 5,2% vuoden 1990 tasosta vuosina 2008-2012. Ilmastonmuutosta nopeuttavista hiilidioksidipäästöistä 80% aiheutuu Suomessa energian tuotannosta ja kulutuksesta. Teollisuuden lisäksi julkisten rakennusten energiankulutus muodostaa merkittävän osan Suomen energiakulutuksesta. Julkisen sektorin ja palvelusektorin sähkönkulutus on nelinkertaistunut 30 vuodessa.

Kuntien tekemien energia- ja ilmastosopimusten määrä on kasvanut erityisesti 2000-luvulla. Syynä tähän on ollut kuntien halukkuus parantaa energiatehokkuutta, vähentää ympäristövaikutuksia ja saavuttaa taloudellisia hyötyjä energiansäästämisellä. Julkisten rakennusten energiankulutustietoja ja keinoja energian säästämiseen on raportoitu kuntien energiakatselmusten yhteydessä, mutta pelkästään toimistorakennusten osalta tietoa on saatavilla vähän.

1.2 Tavoitteet ja rajaus

Tässä kandidaatintyössä on selvitetty kuntien julkisten toimistorakennusten energiansäästämistä ja siitä saavia hyötyjä. Kunnilla on useita mahdollisuuksia energiankulutuksen seuraamiseen ja sitä kautta energiansäästämiseen. Energiansäästämiseen on tärkeää pyrkiä kaikissa kunnan rakennuksissa niiden koko elinkaaren ajan.

Suunnitteluvaiheessa voidaan vaikuttaa rakennusten energiatehokkuuteen, mutta energiankulutus on suurinta käyttövaiheessa. Tässä työssä energiankulutusta ja – säästämistä on käsitelty vain toimistorakennusten käyttövaiheen osalta.

1.3 Työn sisältö

Tämä kandidaatintyö on jaettu seitsemään lukuun. Työn alussa on käsitelty julkisten toimistorakennusten sähkön, lämmön ja veden kulutusta, sekä energiansäästömahdollisuuksia. Luvuissa kolme ja neljä on esitelty kulutusseurannan menetelmiä, sekä kuntien tekemiä energiakatselmuksia. Tiedotuksen, koulutuksen ja energiansäästöinvestointien hyödyntämistä energiankulutuksen pienentämisessä on käsitelty luvuissa viisi ja kuusi. Luku seitsemän sisältää työn johtopäätökset.

2 Julkisten toimistorakennusten energiankulutus

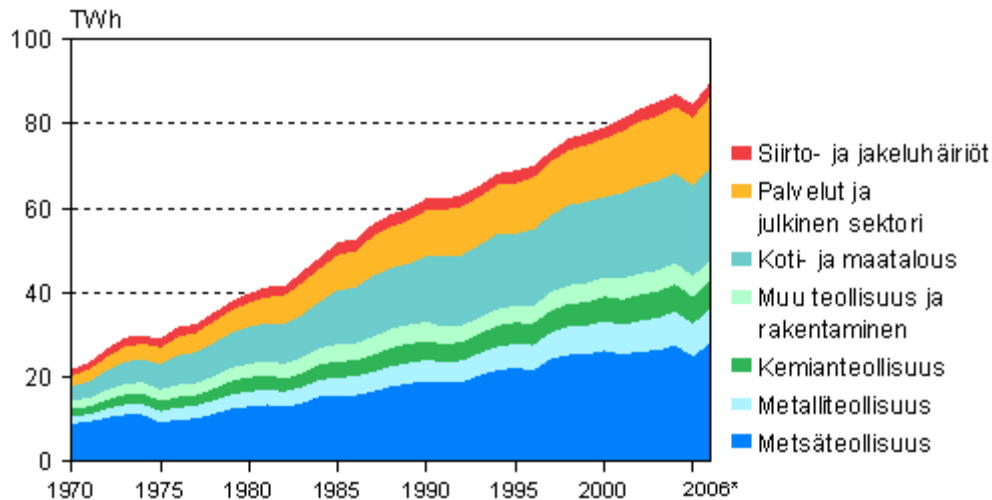
Julkisilla toimistorakennuksilla tarkoitetaan valtion ja kuntien omistuksessa olevia toimistorakennuksia. Toimistorakennuksien osuus kuntien ja kuntayhtymien rakennuskannasta on 7% (Ruokojoki 2006b). Toimistorakennukset poikkeavat energian käytöltään asuinrakennuksista monin tavoin. Toimistorakennuksien käyttö keskittyy päiviäikaan ja sähköä kuluttava laitekanta poikkeaa asuinrakennuksista.

Joidenkin kuntien omistamien toimistorakennusten energiankulutusta on seurattu 1980-luvulta alkaen, mutta energiansäästöön on kiinnitetty erityistä huomiota vasta 1990-luvulta lähtien. Toimistorakennusten energiankulutuksesta noin neljäsosa aiheutuu jäädytyksestä ja ilmanvaihdosta. Valaistuksen osuus on noin 25%, lämmityksen 15% ja tietokoneiden ja oheislaitteiden 15% kokonaiskulutuksesta. Tässä työssä energiankulutus on jaettu sähkön, lämmön ja veden kulutukseen.

2.1 Sähkön kulutus

Vuonna 2005 sähkön kokonaiskulutus oli Suomessa 84 797 GWh, josta palveluiden ja julkisen sektorin osuus oli 19%, 16 224 GWh. Ennusteiden mukaan sähkönkulutus kasvaa vuoteen 2015 mennessä 100 TWh:iin. Edelliseen vuoteen verrattuna palveluiden ja julkisen sektorin sähkönkulutus kasvoi 3% vuonna 2005. (Tilastokeskus 2006a)

Kuvassa 1 on esitetty sähkönkulutus sektoreittain vuosien 1970 ja 2006 välisenä aikana. Viimeisen 30 vuoden aikana julkisen sektorin ja palvelusektorin sähkönkulutus on kasvanut nelinkertaisesti, joka johtuu lähinnä rakennuskannan kasvamisesta ja tietokoneiden sekä niiden oheislaitteiden yleistymisestä. Yksittäisen toimistorakennuksen sähkön kulutuksen jakaantuminen riippuu rakennuksen iästä, käytöstä ja laitekannasta.



Kuva 1. Sähkönkulutus sektoreittain 1970–2006, * vuoden 2006 tiedot ovat ennakkollisia. (Tilastokeskus 2006b)

Julkisten toimistorakennusten osuus palvelusektorin sähkön kulutuksesta on merkittävä, sillä toimistorakennuksissa on paljon sähköä kuluttavia laitteita. Tällaisia laitteita ovat tietokoneet, kopiokoneet sekä ilmastointi- ja lämmityslaitteet. Vuonna 2000 toimistoissa henkilökohtaiset laitteet, eli tietokoneet, palvelimet, kopiokoneet ja tulostimet, kuluttivat sähköä 719 000 MWh (Korhonen 2002).

2.1.2 Työasemat

Tietokoneiden yleistymisen seurauksena niiden osuus toimistojen energiankulutuksesta on kasvanut. Keskusyksiköiden suorituskyky on kasvanut nopeasti. Uudet tehokkaammat prosessorit ja muut komponentit kuluttavat enemmän sähköä ja siksi sähkönsäästökeinojen merkitys kasvaa tulevaisuudessa. Keskusyksiköiden sähkönkulutusta voidaan pienentää liittämällä useita näyttöjä yhteen keskusyksikköön. Yhteisten keskusyksiköiden ja verkkopäätteiden hyödyntäminen on tällä hetkellä kuitenkin vähäistä.

Energiankulutukseltaan parhaita vaihtoehtoja toimistokäyttöön ovat kannettavat tietokoneet. Pienemmän näytön vuoksi niiden käytettävyys esimerkiksi suunnittelutyössä

ei kuitenkaan yllä perinteisten näyttöjen tasolle. Suorituskyvyltään kannettavat tietokoneet ovat nykyään lähellä pöytäkoneita ja tulevaisuudessa suorituskyky tulee kasvamaan entisestään. Joissakin toimistoissa kannettavaa tietokonetta käytetään keskusyksikkönä, joka liitetään telakointiasemaan. Telakointiasemaan voidaan liittää erillinen näyttö ja näppäimistö, jolloin käytettävyys paranee. Telakointiasema mahdollistaa kannettavien tietokoneiden monipuolisemman käytön ja tehostaa näin energiankäyttöä.

Näytöistä uudet litteäpaneeliset LCD- ja TFT-näytöt kuluttavat sähköä huomattavasti vähemmän kuin samankokoiset vanhat CRT-putkinäytöt. Viime vuosina LCD-näyttöjen hinnat ovat laskeneet ja siten niitä on hankittu yhä enemmän myös toimistoihin. LCD-näyttöjen hyviä puolia ovat myös näytön tarkkuus ja litteä muoto. Näyttöjen koon ja tarkkuuden kasvaminen lisää kuitenkin sähkönkulutusta LCD- ja TFT-tekniikassa.

Energiatehokkuus tulisi huomioida valitsemalla käyttötarkoitukseen sopiva näyttö. Esimerkiksi piirto- ja suunnittelutyössä vaaditaan näytöltä parempaa tarkkuutta kuin kirjoitustyössä. (Motiva 2006a) Useissa laitteissa sähkönkulutusta voidaan vähentää tehonsäästöautomaatiikalla. Tehonsäästöautomaatiikan avulla laite kytkeytyy pois päältä tai siirtyy niin sanottuun lepotilaan silloin kun sitä ei käytetä. Tavallisesti laitteiden ohjelmiston asetuksista voidaan säätää automaatiikkaa käyttäjän ja käytön mukaan sopivaksi. Automaatiikan tehokas käyttäminen edellyttää toimistohenkilökunnan kouluttamista. Näytönsäästäjiksi kutsuttujen tilojen käyttäminen tietokoneiden näytöissä ei vähennä energiankulutusta, sillä näytönsäästäjien tarkoituksena on säästää näyttöä värien kiinnipalamiselta, joka on yleistä vanhoissa CRT-näytöissä.

Taulukoissa 1 ja 2 on verrattu erilaisten työasema- ja näyttötyyppien sähkönkulutuksen eroja. Käyttötilojen energiankulutus on moninkertainen virransäästötiloihin verrattuna.

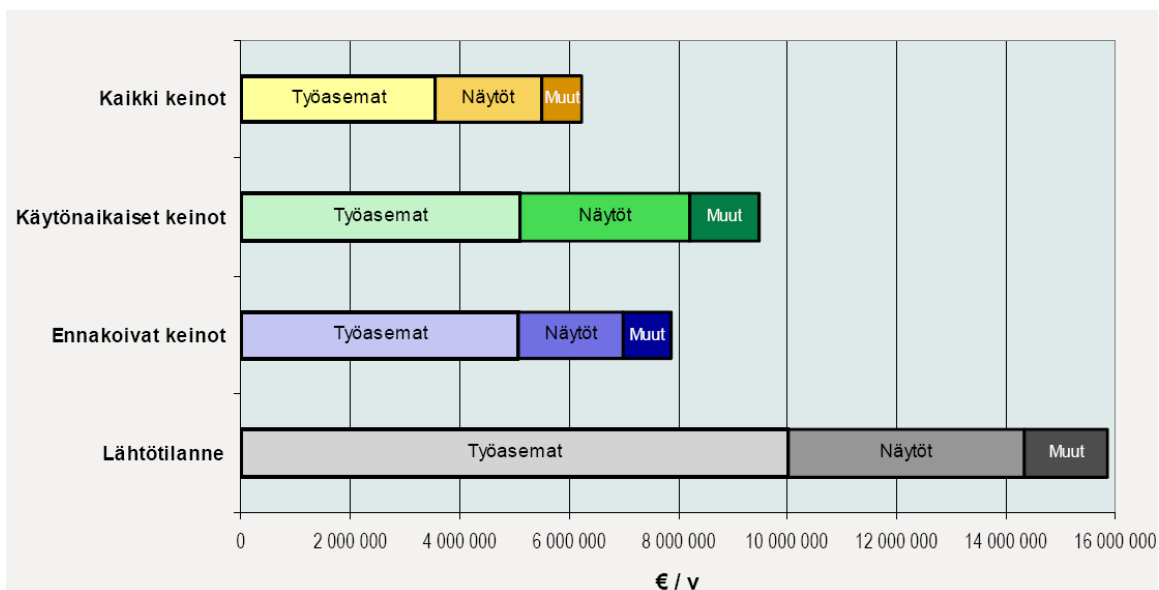
Taulukko 1. Työasematyyppien keskimääräisiä kulutuslukuja toimistokäytössä. (Motiva 2006c)

Työasematyyppi	Päällä	Valmiustila	Lepotila	Pois päältä
Perustyöasema	75 W	40 W	4 W	4 W
Tehotyöasema	100 W	50 W	6 W	6 W
Kannettava	30 W	10 W	1 W	1 W

Taulukko 2. Näyttötyyppien keskimääräisiä kulutuslukuja toimistokäytössä. (Motiva 2006c)

Näyttötyyppi	Päällä ja käytössä	Lepotila	Pois päältä
CRT-putkinäyttö	80 W	4 W	4 W
LCD-näyttö	30 W	2 W	2 W

Motivan vuonna 2006 tekemässä työasemaympäristön sähkönsäästökeinojen selvityksessä arvioitiin kuntien ja valtion virastojen ja laitosten työasemaympäristöjen yhteenlasketun sähkönkulutuksen sähkönsäästöpotentiaaliksi noin 10 miljoonaa euroa vuodessa. (Motiva 2006c) Kuvassa 2 on esitetty selvityksessä arvioidut sähkönkäyttökustannukset erilaisilla energiansäästökeinoilla.

**Kuva 2.** Työasemaympäristön sähkönkäyttökustannukset. (Motiva 2006c)

2.1.3 Kopiokoneet, tulostimet ja faksit

Myös kopiokoneissa voidaan muuttaa energiansäästöasetuksia, mutta ne vaihtelevat konemerkeittäin. Yleisimmät toimintatilat, joita kopiokoneissa on, ovat toimintatila, jokin energiansäästötila ja off-tila. Toimintavalmiudessa laite on valmis kopioimaan ja tässä tilassa se kuluttaa eniten sähköä, keskimäärin yli 200 W. Jos energiansäästötilassa oleva kopiokone kytketään toimintatilaan, aika jonka jälkeen sillä voidaan kopioida, vaihtelee puolesta minuutista muutaman minuuttiin. Energiansäästötilassa olevan laitteen sähkönkulutus on kuitenkin yli 50% pienempi valmiustilaan verrattuna (Kokkarinen 2005).

Off-tilalla tarkoitetaan yleensä tilaa, johon laite sammuttaa itsensä, kun tietty aika käytön lopettamisesta on kulunut. Kuten tietokoneiden näytöt, myös kopiokoneet kuluttavat sähköä off-tilassa, jos ne on kytketty sähköverkkoon. Kopiokoneet kuluttavat sähköä off-tilassa noin 4-5 W. (Kokkarinen 2005) Ongelma eri energiansäästötilojen käytössä on se, että odotusaika kopiokoneen käynnistymiseksi valmiustilaan voi olla liian pitkä ja tämän vuoksi energiansäästötiloja ei haluta käyttää laitteissa kesken työpäivän.

Tulostimia on yleensä toimistoissa kopiokoneita enemmän. Yksittäisen tulostimen sähkönkulutus on pienempi kuin kopiokoneen, mutta tulostimia käytetään useammin. Sähkönkulutuksen kannalta tulostimissakin tulisi hyödyntää niiden virransäästöominaisuuksia. Tulevaisuudessa toimistoissa tulee yleistymään monitoimilaitteiden käyttö, joissa on sekä kopiointi- että tulostustoiminto. Merkistä ja mallista riippuen monitoimilaitteita voidaan käyttää myös faksina ja liittää tietoliikenneverkkoon. Sähkönsäästöä syntyy, kun kolmen laitteen sijasta tarvitaan vain yksi laite. Monitoimilaitteiden käyttö tulee lisääntymään aluksi varsinkin pienissä toimistoissa, joissa tulostimien, kopiokoneiden ja faksien käyttö on vähäisempää.

2.1.4 Lämmitys-, jäähdytys- ja ilmanvaihtolaitteet

Ilmanvaihtoa tarvitaan tuomaan raikasta ilmaa työskentelytiloihin, jotta huoneilma olisi tarpeeksi laadukasta. Koneellisessa ilmanvaihdossa sähköä kuluttavat lähinnä puhaltimet. Esimerkiksi ilmastoinnin jäähdytyslaitteistojen osuus sähkönkulutuksesta on vain muutama prosentti, koska jäähdytyslaitteiden vuotuinen käyttöaika on pieni. (Anttila 1990) Suurin osa jäähdytyksessä kuluva sähköenergiasta kuluu kompressoreissa ja jäähdytysnesteen pumppauksessa. Tulevaisuudessa jäähdytyslaitteiden sähkönkulutus tulee kasvamaan, mikäli ilmastonmuutos nostaa vuotuista keskilämpötilaa. Samalla lämmityksen tarve ja energiankulutus vähenevät.

Ilmanvaihtolaitteiden sähkönkulutukseen voidaan vaikuttaa rakennusvaiheessa laitevalinnoilla ja käyttövaiheessa käyttämällä laitteita energiatehokkaasti. Toimistorakennusten sähkösäästöissä lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän ohjauksella on suuri merkitys, koska ilmanvaihtoa voidaan pienentää silloin, kun tiloja ei käytetä esimerkiksi viikonloppuisin. Säätyjärjestelmien käyttöä on käsitelty tarkemmin luvussa 2.2.1.

2.1.5 Valaistus

Toimistorakennuksissa tarvitaan tehokasta valaistusta työhuoneissa, joissa luetaan ja kirjoitetaan paljon. Vuonna 2000 toimistokiinteistöjen valaistukseen kului sähköä noin 890 GWh. Valaistuksen sähkönkulutus on muiden sähkölaitteiden sähkönkulutusta suurempi ja valaistuksen osuus kokonaissähkönkäytöstä on rakennustyypistä riippuen 30–50% (Norvasuo 1999).

Toimistojen valaistuksessa tulee huomioida niiden käyttötarkoitus eli valaistuksen tulee olla riittävää tehtävään työhön, mutta se ei saa aiheuttaa heijastuksia tai häikäisyä. Näin ollen oikeanlaisten valaistuslaitteiden käyttö ja niiden suuntaus on tärkeää. Ohjaus- ja säätyjärjestelmien avulla valaistukseen kuluva sähkön käyttöä voidaan pienentää helposti, jos järjestelmiä osataan käyttää oikein (Norvasuo 1999). Valaistuksen

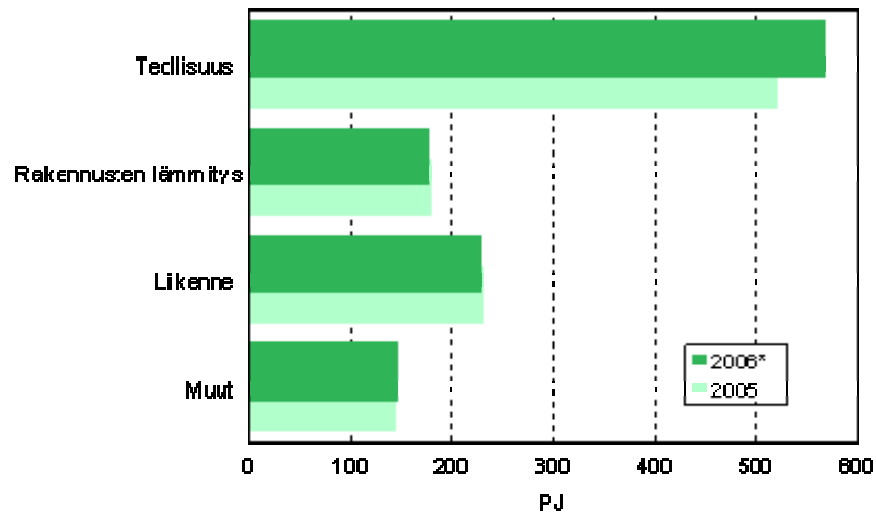
energiatehokas käyttö edellyttää usein käyttäjien opastusta valaistuksen säätämiseen. Kokoushuoneiden ja muiden yhteisten tilojen käytössä on erityisen tärkeää, että valot sammutetaan kun tiloja ei käytetä.

Tehokkaimpia valaistuksen säätöjärjestelmiä ovat liiketunnistimet ja laitteet, jotka säätävät valon voimakkuutta ikkunoista tulevan luonnonvalon voimakkuuden mukaan. Säätölaitteistojen yleistyminen on kuitenkin hidasta, koska laiteinvestointeja tehdään usein vain peruskorjausten yhteydessä.

Viime vuosikymmeninä toimistovalaistuksessa on siirrytty hehkulamppuista loistelamppuihin, jotka ovat toimistokäytössä sähkönkulutukseltaan huomattavasti energiatehokkaampia. Loistelamppujen etuna on niiden hyvä valontuotto tehoon nähden, sekä pitkä elinikä hehku- ja halogeenilamppuihin verrattuna. Halogeenivalaisimia käytetään nykyään lähinnä kohde- ja koristevalaisimina yleisvalon lisänä.

2.2 Lämmitysenergian kulutus

Lämmönkulutus on toimistorakennuksissa suurin energiankäytön kohde. Lämmitettävää tilaa on rakennuksissa paljon ja Suomen ilmasto-olosuhteet lisäävät lämmityksen tarvetta etenkin talvisin. Kuvassa 3 on esitetty energian loppukäyttö sektoreittain vuosina 2005–2006. Rakennusten lämmitykseen kuluu noin 170 PJ energiaa, joka on 20% vuosittaisesta energiankulutuksesta.



Kuva 3. Energian loppukäyttö sektoreittain 2005–2006, * vuoden 2006 tiedot ovat ennakkollisia. (Tilastokeskus 2006c)

Vertailtaessa eri rakennusten lämmitysenergian kulutusta tulisi ottaa huomioon erilaiset laskentatavat. Eurooppalaiset EN-standardit EN 832 ja prEN 13790 koskevat rakennusten lämmitysenergian kulutuksen laskentaa (Kalema 2006). Edellä mainitut standardit sisältävät kymmeniä yksityiskohtaisempia standardeja, joissa käsitellään tarkemmin rakennuksen eri osien energiankulutuksen laskentaa.

2.2.1 Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmät

Energiankulutusta voidaan vähentää käyttämällä integroituja LI-järjestelmiä, joissa lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät on yhdistetty. Näin järjestelmät eivät toimi samanaikaisesti ja päästään edullisempaan kokonaisratkaisuun. Lisäksi jaksottaisella lämmityksellä pystytään vähentämään lämpöenergiankulutusta huomattavasti, koska suurin osa toimistorakennuksien käytöstä ajoittuu päiväaikaan. Näin lämmitys voidaan keskeyttää kokonaan tai laskea pattereissa kulkevan veden lämpötilaa ilta- ja yöaikoina ja viikonloppuisin. Pattereissa kulkevan veden lämpötilaa säädetään säätöjärjestelmien avulla, joita on asennettu myös vanhoihin toimistorakennuksiin energiakustannusten pienentämiseksi (Seppänen 2001).

Sisäilman lämpötilan vaikutus rakennuksen energiankulutukseen on suurempi kuin yleensä ajatellaan. Lämpötilaa ei kuitenkaan voida laskea liian alhaiseksi terveydellisyys- ja viihtyisyyden säilyttämiseksi. Toimistohuoneiden sisäilman optimaalista lämpötilaa on vaikeaa määrittää yksiselitteisesti henkilökohtaisten tottumusten vuoksi. Toimistotiloissa energiataloudellisesti tehokkainta olisi se, että huoneiden lämpötiloja voitaisiin säätää yksilöllisesti, mutta eri huoneiden lämpötilaerot eivät saisi kasvaa liian suuriksi. Yksittäisissä huoneissa voidaan käyttää paikallislämmitystä, jolloin rakennuksen keskilämpötilaa voidaan laskea ja tällä tavalla vähentää lämmitysenergian kulutusta.

Säätöjärjestelmillä ohjataan myös jaksottaista ilmanvaihtoa rakennuksen käytön mukaisesti. Oikein säädetyllä ilmanvaihdolla voidaan pienentää sähkön ja lämmön kulutusta ilman, että huoneilman laatu laskee.

Ilmanvaihdon lämmönkulutus riippuu suoraan käyttöajasta, ilman tilavuusvirrasta ja lämpötilaerosta. Ilmanvaihdon tarvetta voidaan vähentää pienentämällä toimistojen epäpuhtauspäästöjä, mutta suurempia säästöjä saavutetaan kiinnittämällä huomiota käyttöaikaan. Lämpötilaeroon voidaan vaikuttaa käyttämällä lämmöntalteenottojärjestelmiä, joita vanhoissa toimistorakennuksissa on vielä melko vähän. (Seppänen 2001) Vuonna 2003 julkaistun ilmanvaihtoa koskevan rakentamismääräyskokoelman (RKM/D2) mukaan lämmöntalteenottojärjestelmä tulee liittää kaikkiin koneellisiin ilmanvaihtojärjestelmiin. Kosteus- ja homevaurioiden yleistymisen vuoksi ilmanvaihtoa on jouduttu lisäämään monissa kohteissa. Tämä lisää sekä lämmön että sähkön kulutusta. (Ruokojoki 2006b)

Toimistorakennuksissa suuri ikkunapinta-ala aiheuttaa sen, että aurinkoenergian vaikutus sisäilman lämpötilaan vaihtelee paljon. Tästä johtuen ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmän säätäminen on haasteellista. Ikkunoiden vaikutukseen rakennusten energiankulutuksessa voidaan parhaiten vaikuttaa suunnittelu- ja rakennusvaiheen aikana. (Seppänen 2001)

2.3 Veden kulutus

Veden kulutus lisää energiankulutusta, koska vettä joudutaan lämmittämään ja siirtämään käyttökohteisiin. Veden kulutus toimistorakennuksissa on huomattavasti vähäisempää kuin asuinrakennuksissa. Tästä huolimatta energiansäästöpotentiaali on suuri toimistorakennusten veden käytössä. Toimistorakennuksissa kulutustottumusten vaikutus veden kulutukseen on pienempi kuin asuinrakennuksissa.

Toimistorakennuksissa vettä käytetään eniten wc- ja keittiötiloissa. Suurin säästöpotentiaali vanhoissa toimistorakennuksissa on vaihtaa vanhat vesikalusteet uusiin, vähemmän vettä kuluttaviin laitteisiin, ja säätää verkoston painetaso käyttötarkoituksen mukaan sopivaksi. Lisäksi vesikalusteiden säännöllisellä huollolla voidaan varmistaa, että vettä ei kulu turhaan vuotojen tai väärin säädettyjen laitteiden vuoksi.

Hanoissa on siirrytty vanhoista kaksiotehanoista yksiotehanoihin ja edelleen elektronisiin hanoihin. Yksiotehanoissa voidaan paremmin säätää veden virtaamaa, kuin kaksiotehanoissa (Aho 1996). Uusilla elektronisilla hanoilla voidaan saavuttaa veden kulutuksessa 50% säästöjä normaaleihin hanoihin verrattuna. Lisäksi niiden käyttäminen on hygieenisempää. Verkoston painetasoon voidaan vaikuttaa vakio paineventtiileillä, jolloin pystytään ehkäisemään myös liian korkeasta paineesta aiheutuvia ääniä ja putkistojen kulumista.

3 Kulutusseurannan menetelmät

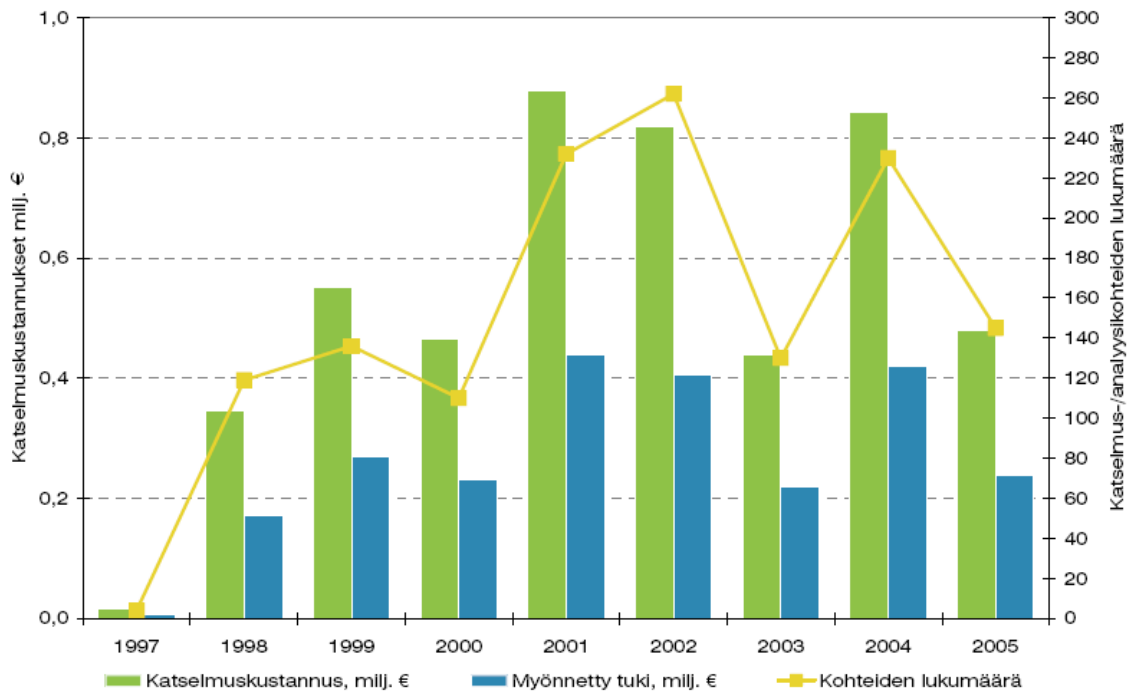
Energiansäästötavoitteiden saavuttamiseksi toimistorakennusten energiankulutusta tulee mitata riittävän väliajoin ja seurata riittävän pitkällä aikavälillä. Kulutusseurannan avulla saadaan ajankohtaista tietoa rakennuksen energiankulutuksesta ja sen poikkeavuuksista. Poikkeamien havaitseminen on tärkeää, jotta voidaan välttää turhat energiakustannukset, jotka johtuvat viallisista laitteista tai vääristä käyttötavoista.

3.1 Energiakatselmukset ja energiansäästöselvitykset

Käyttövaiheen energiankäytön tehostamiseksi toimistorakennuksissa tulee aluksi selvittää lähtötilanne energiakatselmusten ja -analyysien avulla. Tällöin havaitaan energiansäästöpotentiaali, eli mahdollisuudet energian säästämiseen. Energiakatselmuksen tarkoituksena on selvittää kohteen energiankulutus ja -käyttö, jonka jälkeen tehdään suunnitelma energiankäytön tehostamiseksi.

Kauppa- ja teollisuusministeriö antaa kunnille katselmus- ja investointitukea, mutta vaatii vuosittaista raportointia katselmusten tuloksista. Ensimmäisen sopimuskauden katselmustuki oli kunnille 50% ja investointitukea nostettiin vuonna 2002 10%:sta 20%:iin. Tulevaisuudessa tukien uskotaan kasvavan varsinkin kuntasektorilla. (Heikkilä 2005)

Vuosien 1996 ja 2003 välisenä aikana katselmustukia on maksettu yhteensä 9,1 milj. euroa. Tuet vahvistetaan vuosittain. (Heikkilä 2005) Tällä hetkellä yli puolet kuntien rakennuskannasta on energiakatselmoitu. Kuvassa 4 on esitetty säästösopimuskaudella tehtyjen katselmusten kohteiden lukumäärät, aiheutuneet kustannukset ja kauppa- ja teollisuusministeriön myöntämät tuet.



Kuva 4. Kuntasektorin säästösopimuskaudella 1997–2005 tekemien katselmusten kustannukset, KTM:n myöntämät energiakatselmustuet sekä katselmuskohteiden lukumäärät. (Ruokojoki 2006a)

Kunnissa katselmusten tekemistä varten tehdään suunnitelma, jossa valitaan katselmuskohteet ja katselmusten tekijät. Katselmoijien valinnan yhteydessä sovitaan työnjaosta tilaajan ja katselmoijan kesken, avustushakemusten tekemisestä ja loppuraportoinnista. Katselmustoiminta voidaan jakaa useisiin eri hankkeisiin jos katselmoitavia kohteita on paljon tai rakennustyypit poikkeavat toisistaan. Energiakatselmusten tekeminen käsittää myös käyttökunnan opastamisen laitteiden ja järjestelmien käyttöön. Samalla energiakatselmuksia ohjataan käyttäjiä säännölliseen rakennusten energiankäytön tehokkuuden seurantaan.

3.2 Seurantalaitteistot- ja ohjelmistot

Edellytyksenä laadukkaalle energianhallinnalle on seurantalaitteistojen ja ohjelmistojen käyttö. Kiinteistöjen omat seurantalaitteistot ovat yleensä liitetty LI-säätöjärjestelmiin. Näistä säätölaitteistoista voidaan saada tietoa lämmitys- ja jäähdytyslämpötiloista, sekä rakennuksen kaukolämmön ja sähkön kulutuksesta. Rakennuksen omaan

seurantalaitteistoon voidaan kytkeä tarvittaessa myös ulkopuolisen tahon laitteisto, josta voidaan kerätä tietoa paikan päällä tai lähettää sitä rakennuksen ulkopuolelle tietoverkkojen avulla. (Ahonen 2001)

Seurantalaitteiden ja -ohjelmistojen tuotekehitys on lisääntynyt energianhallintapalveluiden kysynnän kasvaessa. Erilaisia ohjelmistoja on ollut saatavilla 1980-luvulta lähtien. Kuntien omien rakennuksien energiankulutuksen vertailu on helpottunut huomattavasti, kun käyttöön on otettu kulutusarvojen kaukoluku ja tietojen automaattinen käsittely. (Ahonen 2001) Tulevaisuudessa tietoja kerätään yhä enemmän tietokantoihin, joita asiakkaat voivat selata Internetistä. Kulutustietojen selaaminen ja saavutettujen säästöjen havaitseminen motivoivat kuluttajaa seuraamaan käyttötottumuksiaan.

4 Energiansäästösopimukset

Vapaaehtoiseen energiansäästösopimukseen liittyneet kunnat, yritykset ja yhteisöt sitoutuvat tehostamaan energiankäyttöään energiakatselmusten ja -analyysien avulla. Katselmusten ja analyysien tarkoituksena on selvittää lähtötilanne ja energiansäästöpotentiaali. Ensimmäinen sopimusmenettely käynnistyi vuonna 1997 ja päättyi vuonna 2005. Tämä sopimusmenettely kattoi noin 60% Suomen energiankäytöstä. Energiansäästösopimusten toisena osapuolena on kauppa- ja teollisuusministeriö, joka vastaa energiasopimusten tekemisestä kuntien ja kuntayhtymien, teollisuuden, energia-alan sekä kiinteistö- ja rakennusalan kanssa. Sopimukseen kirjataan tavoitteet katselmuskohteiden määrästä. Suomessa ensimmäisten energiansäästösopimusten piiriin kuului 58% kuntien rakennuskannasta. (Heikkilä 2005), (Motiva 2006b)

Tehtyjen energiansäästösopimuksien avulla on pystytty tehostamaan energiankäyttöä lähes kaikilla sektoreilla. Eniten säästöä on syntynyt teollisuudessa, mutta myös muilla aloilla on saavutettu merkittäviä kokonaissäästöjä. Vuosien 1997 ja 2005 välisenä aikana suoritettujen sopimusmenettelyjen energiakustannusten säästöksi on arvioitu 92 miljoonaa

euroa vuodessa. Lisäksi syntyneitä hiilidioksidipäästöjä on pystytty alentamaan 1,3 miljoonaa CO₂-tonnia vuodessa. Laskennassa on käytetty päästökerrointa 200kg CO₂/MWh. (Heikkilä 2005)

Sopimusten kokonaisvaikutusta energiankäytön tehostamiseen on haastavaa arvioida, koska investointien ja muiden säästötoimenpiteiden vaikutuksien raportointia ei ole edellytetty kaikissa sopimuksissa. Vuonna 2005 tehdyn energiansäästösopimusten kokonaisarvioinnin mukaan sopimusten tekeminen on ollut kannattavaa erityisesti suurissa kunnissa. Energiatehokkuusajattelun levittämiseksi pienempiin kuntiin tulisi tulevaisuudessa tehdä sitovuudeltaan ja velvoitteiltaan erilaisia sopimuksia. Lämpöenergian ominaiskulutuksen alentaminen ja sähkön ominaiskulutuksen kasvun pysäyttäminen eivät toteutuneet tavoitteiden mukaisesti ensimmäisellä sopimuskaudella. (Heikkilä 2005)

5 Tiedotus, neuvonta ja koulutus

Energiaa säästäviin toimenpiteisiin voidaan lukea myös tiedotus, neuvonta ja koulutus, joilla pyritään vaikuttamaan kulutustottumuksiin ja käyttöteknisiin seikkoihin. Motivoitaessa käyttäjiä tehokkaaseen energiankulutukseen, energiansäästämisestä puhuminen voi aiheuttaa negatiivisia mielikuvia. Säästäminen voi monen mielestä tarkoittaa viihtyvyyden laskemista tai muiden olojen huononemista. Tämän vuoksi energiansäästökoulutuksissa puhutaan usein turhan energiankulutuksen välttämisestä ja energiatehokkuuden lisäämisestä (Asikainen 2006). Toimistokiinteistöissä henkilökunnan lisääntynyt tietoisuus energiankulutuksesta lisää mielenkiintoa henkilökohtaiseen kulutuksen tarkkailuun sekä kokonaisenergiankulutuksen pienentämiseen.

Motivoinnissa energiankulutuksen vähentämiseen voidaan käyttää apuna vaikutusmahdollisuuksien havainnollistamista. Hyvä esimerkki tästä havainnollistamisesta on asuintalojen lämmitys, jossa jokainen 21 °C :n ylittävä aste lisää lämmityskustannuksia 5%. (Aho 1996) Näin asukkaat tiedostavat ainakin yhden

konkreettisen keinon vaikuttaa lämmitysenergian käyttöön ja sitä kautta energiakustannuksiin.

Toimistoissa sisäinen tiedottaminen toimistohenkilökunnalle on erityisen tärkeää motivaation ylläpitämiseksi. Kulutusseurannan tuloksien esittäminen koko henkilökunnalle auttaa jokaista työntekijää havaitsemaan kulutustottumusten vaikutuksen energiankulutukseen. Samalla kiinteistöjen hoitajat voivat antaa palautetta tietyn ajanjakson energiankulutuksen kehittymisestä. Myös henkilökunnan vastapalaute ja aloitteet voivat auttaa kehittämään niin koulutuksia kuin ohjeistuksiaikin. Monissa kunnissa aloitetoimintaan on kannustettu palkitsemalla henkilökuntaa parhaiten energiaa säästävien aloitteiden keksimisestä.

6 Energiansäästöinvestoinnit

Kuntien energiankäytön tehostamiseksi joudutaan tekemään energiansäästöinvestointeja, mikäli muut säästötoimet eivät riitä vähentämään energian kulutusta asetettujen tavoitteiden tasolle. Kauppa- ja teollisuusministeriö on myöntänyt tukia energiakatselmusten lisäksi myös energiansäästöinvestointeihin. Vuosina 1996–2003 investointitukia on maksettu yhteensä 7 miljoonaa euroa (Heikkilä 2005). Investointien rahoittamista ja toteuttamista varten on kehitetty ESCO-liiketoimintaa, jota myös kunnat hyödyntävät investoinneissaan. Energiansäästöinvestointien kannattavuutta arvioidaan eri keinoilla tapauskohtaisesti.

6.1 ESCO-toiminta

ESCO-yrityksien (Energy Service Company) tarjoamien palveluiden käyttäminen on otettu mukaan Suomen kansalliseen energiansäästöohjelmaan energiankäytön tehostamiseksi. ESCO-toiminnassa ulkopuolinen asiantuntija rahoittaa ja toteuttaa asiakkaana olevan kunnan tai yrityksen haluamat energiansäästöselytykset ja

-investoinnit. Ulkopuolisesta palvelusta ja tehdyistä energiansäästöinvestoinneista aiheutuvat kustannukset korvataan niillä säästöillä, jotka syntyvät alentuneista energiakustannuksista. ESCO-palveluiden tarjoaman rahoituksen vuoksi osa kuntien investointimäärärahoista voidaan vapauttaa muuhun käyttöön, jolloin muiden korjaushankkeiden toteuttaminen nopeutuu. (Ruokojoki 2006a)

Tyypillisiä toimistorakennuksien ESCO-toiminnalla rahoitettavia kohteita ovat lämmitys-, jäähdytys- ja ilmanvaihtojärjestelmät. Tulevaisuudessa ESCO-palveluiden käyttäminen kunnissa tulee lisääntymään, mikäli ne havaitaan riittävän tehokkaiksi ja taloudellisiksi keinoiksi energiansäästöinvestointien toteuttamiseen.

6.2 Investointien kannattavuus

Energiansäästöinvestointien taloudellisuutta arvioitaessa otetaan huomioon investointien elinkaarikustannukset. Toimistorakennuksissa tehtävien energiansäästöinvestointien kannattavuutta arvioidaan takaisinmaksuajalla ja investoinnista saatavilla kustannussäästöillä.

Toimistorakennuksissa taloudellinen takaisinmaksuaika riippuu investointikohteesta. Ilmastointi- ja lämmityslaitteinvestoinneilla takaisinmaksuaika vaihtelee kolmen ja kymmenen vuoden välillä, kun taas pienempien laitehankintojen taloudellisena takaisinmaksuaikana pidetään noin kolmea vuotta. Nykyään tietokoneiden ja oheislaitteiden kehittyminen on nopeaa, minkä vuoksi taloudellinen takaisinmaksuaika on varsin lyhyt.

Energiansäästöinvestoinnin taloudellisuutta voidaan arvioida, kun tiedetään vuotuinen energiankulutus ennen investointia ja sen jälkeen, tehdyn investoinnin suuruus, investoinnin aiheuttamat kustannuslisät ja saavutetut kustannussäästöt. Investointi on taloudellisesti kannattava, jos kokonaiskustannukset ovat pienemmät kuin kokonaiskustannukset ilman investointia. (Aho 1996)

Investointien kannattavuutta arvioitaessa tulee kiinnittää huomiota suorien säästövaikutusten lisäksi välillisiin vaikutuksiin. Toimistorakennuksissa hyvä esimerkki on lämmöntalteenottojärjestelmä, joka vähentää lämmitysenergiankulutusta, mutta lisää samalla puhaltimien sähkönkulutusta.

6.3 Energiansäästämisen huomioiminen hankinnoissa

Toimistorakennusten ja koko julkisen sektorin hankinnoissa ja niiden tarjouspyynnöissä tulee kiinnittää huomiota energiansäästämiseen. Energiatehokkaiden ja ympäristöystävällisten tuotteiden ja palveluiden saatavuus kasvaa niiden kysynnän mukaan. Siksi juuri julkisen sektorin esimerkillisellä toiminnalla voi olla myönteinen vaikutus myös yksityisen sektorin ja muiden kuluttajien toimintaan hankinnoissa. Hankintojen helpottamiseksi on kehitetty suosituksia, energiansäästöohjelmia, energiamerkintöjä ja -standardeja.

Kauppa- ja teollisuusministeriö on antanut suosituksia energiätehokkuuden huomioonottamisesta julkisissa hankinnoissa. Suositukset ovat osa kansallisen energiansäästöohjelman toteuttamista.

6.3.1 Energiansäästöohjelmat

Energiansäästöohjelmien tarkoituksena on edistää energian tehokasta käyttöä. Suomessa kansallinen energiansäästöohjelma kuuluu energia- ja ilmastostrategiaan. Vuonna 2002 päivitetty kansallinen energiansäästöohjelma vuosiksi 2003–2006 asettaa tavoitteiksi energiansäästösopimusten kehittämisen ja energiätehokkaan teknologian kaupallistamisen. Julkisen sektorin energiansäästöohjelmissa kannustetaan energiätehokkaiden ja ympäristöystävällisten tuotteiden hankkimiseen ja käyttämiseen. Hankintojen lisäksi ohjelmiin voidaan sisällyttää esimerkiksi säästökampanjoiden pitäminen.

6.3.2 Energiamerkinnyt ja -standardit

Energiatehokkaiden laitteiden hankkimisen helpottamiseksi on kehitetty erilaisia standardeja ja merkintöjä sähkölaitteille. Yleisimpiä toimistolaitteita koskevia standardeja ja merkintöjä ovat Energy Star, TCO ja erilaiset ympäristömerkinnät.

Energy Star on alun perin Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviraston (EPA, US Environmental Protection Agency) kehittämä energiansäästöohjelma, jolla pyritään edistämään energiatehokkaiden toimistolaitteiden käyttöä ja niiden merkitsemistä Energy Star –merkinnällä. Merkki on esitetty kuvassa 5. Vuonna 1992 julkistettu ohjelma on otettu käyttöön myöhemmin myös Euroopassa, kun Euroopan unionin neuvosto hyväksyi EU:n Energy Star -ohjelman 12.4.2003. Nykyään Energy Star -merkintä on yleisin energiatehokkaan laitteen standardi ja sillä merkitään useita eri tuoteryhmiä, kuten tulostimia, kopiokoneita ja ilmastointilaitteita. (EPA 2003)



Kuva 5. Energy Star –merkki.

Ruotsalaisen toimihenkilöammattijärjestön TCO:n omistaman TCO Development yhtiön kehittämä TCO-merkintä on toinen paljon käytetty energiamerkintä toimistolaitteissa. Merkinnän sertifikaateissa on kiinnitetty huomiota sähkönkulutuksen lisäksi myös laitteen käytön ergonomiaan. TCO-merkin saaneiden laitteiden virransäästövaatimuksilta edellytetään, että ne ovat Energy Star -ohjelman mukaiset. Lisäksi TCO-merkkiä myönnettäessä kiinnitetään huomiota säteilyyn esimerkiksi näyttölaitteissa. Kuvassa 6 on esitetty yleisimmät toimistolaitteiden TCO-merkinnät.



Kuva 6. Yleisimmät toimistolaitteita koskevat TCO-merkinnät.

Ympäristö- ja energiamerkkien tarkoituksena on ohjata kuluttajaa valitsemaan energiaa ja ympäristöä säästävämpiä tuotteita. Suomessa on käytössä kaksi virallista ympäristömerkkiä. Pohjoismainen ympäristömerkki ja Euroopan ympäristömerkki ovat molemmat käytössä myös toimistolaitteissa, ja niillä merkitään energiansäästöominaisuuksiltaan tehokkaita laitteita. Pohjoismaisella ympäristömerkillä merkitään kopiokoneita, tulostimia, fakseja ja monitoimilaitteita, kun taas Euroopan ympäristömerkillä toimistolaitteista vain henkilökohtaiseen käyttöön tarkoitettuja tietokoneita.

Yleensä ympäristömerkillä merkityiltä laitteilta vaaditaan alhaista energian kulutusta joko tuotteen valmistuksen tai käytön aikana. (Nissinen 2004) Kuvassa 7 on esitetty molemmat Suomessa käytetyt ympäristömerkit.



Kuva 7. EU:n ympäristömerkki ja Pohjoismainen ympäristömerkki.

7 Johtopäätökset

Energiankulutuksen voimakas kasvu viimeisen 30 vuoden aikana julkisella sektorilla ja palvelusektorilla on johtunut toimistojen laitekannan lisääntymisestä ja tietokoneiden yleistymisestä. EU:n ja kansallisten ilmasto- ja energiastrategioiden myötä energiankäytön tehostamiseen on alettu kiinnittää huomiota yhä enemmän myös julkisella sektorilla. Kuntien halukkuus energiankäytön tehostamiseen on kasvanut, mitä ovat edesauttaneet kauppa- ja teollisuusministeriön myöntämät tuet.

Lähivuosina julkisten toimistorakennusten sähkönkulutuksen ennustetaan nousevan laitekannan kasvaessa. Jos ilmastonmuutos vaikuttaa vuotuisen keskilämpötilaan laskevasti, aiheuttaa se lämmityskustannuksien laskemisen, mutta jäähdytyskustannusten kasvamisen.

Motivan vuonna 2006 tekemässä työasemaympäristön sähkösäästökeinojen selvityksessä arvioitiin kuntien ja valtion virastojen ja laitosten toimistoympäristöjen yhteenlasketun sähkönkulutuksen sähkösäästöpotentiaaliksi noin 10 miljoonaa euroa vuodessa. Jos toimistoissa käytettävien laitteiden energiansäästöasetuksia osataan muuttaa käyttötarkoituksen mukaisesti, niiden avulla voidaan saavuttaa huomattavaa sähkösäästöä. Toimistolaitteiden sähkönkulutusta on arvioitu pystyttävän vähentämään nykyisellä säästöautomaatiikalla 35%. Tällä hetkellä automaatiikan käyttö on melko vähäistä käyttäjien erilaisten tarpeiden sekä vähäisen koulutuksen vuoksi.

Toimistorakennusten lämmitys-, jäähdytys- ja ilmanvaihtolaitteiden energiankulutukseen voidaan vaikuttaa käyttövaiheen aikana säätöautomaatiikan avulla. Kiinteistöhoitajia tulee kouluttaa rakennuskohtaisten ja toimistohenkilökuntaa huonekohtaisten säätöjärjestelmien käyttämisessä. Säännöllisellä tiedottamisella, neuvonnalla ja koulutuksella ylläpidetään rakennuksen käyttäjien energiatietoisuutta ja kiinnostusta tehokkaaseen energiankäyttöön.

Toimistorakennusten investoinneissa ja hankinnoissa pyritään kiinnittämään huomiota yhä enemmän niiden energiatehokkuuteen. Energiaa säästävien tuotteiden ja palveluiden hankkimisella saadaan vähennettyä energiakustannuksia ja sitä kautta parannettua kokonaistaloudellisuutta.

LÄHTEET

- (Aho 1996) Aho Ilari, Kosonen Risto, Hoving Patrick, Marttila Mauri, Pirinen Auli, Speeti Teo, Haajanen Jukka. Asuinkerrostalojen ja toimistorakennusten energianhallinta: Opas isännöitsijöille ja kiinteistöhoitajille. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). Espoo. 1996. Tiedotteita 1737. 52 s. ISBN 951-38-4891-4.
- (Ahonen 2001) Ahonen Mikko. Kulutusseurantaohjelmistot ja -palvelut. Keski-Suomen Energiatoimisto, Motiva Oy. Helsinki. 2001. 52 s. ISBN 952-5304-13-2.
- (Anttila 1990) Anttila Ulla. Ilmanvaihto, asukkaiden viihtyvyys ja energiansäästö. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Helsinki. 1990. Sarja D:181. 74 s. ISBN 951-47-2926-9.
- (Asikainen 2007) Asikainen Harri. LVI-tekniikko, Kuopio kaupungin tilakeskus. Kuopio. Haastattelu 16.2.2007.
- (EPA 2003) EPA. Energy Star - The Power to protect the environment through energy efficiency [verkkodokumentti]. 2003 [viitattu 3.4.2007]. Saatavissa: http://www.energystar.gov/ia/partners/downloads/energy_star_report_aug_2003.pdf
- (Heikkilä 2005) Heikkilä Ilkka, Pekkonen Juhani, Reinikainen Erja, Halme Kimmo, Lemola Tarmo. Energiansäästösopimusten kokonaisarviointi [verkkodokumentti]. Kauppa- ja

teollisuusministeriö. Helsinki. 2005 [viitattu 15.3.2007].
Saatavissa: [http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/all/3E9751EAA204BAEAC2256FBBF003EFC/ECC/\\$file/Raportti_31012005.pdf](http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/all/3E9751EAA204BAEAC2256FBBF003EFC/ECC/$file/Raportti_31012005.pdf)

(Kalema 2006)

Kalema Timo, Haapaniemi Katri, Mäkelä Hannu.
Rakennusten energialaskelmat. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Tampere. 2000. Raportti 154. 56 s.

(Kokkarinen 2005)

Kokkarinen Minna, Nissinen Ari, Loisa Lassi, Pihala Hannu ja Härkönen Heikki. Toimistolaitteiden sähkönkulutus ja energiatehokas käyttö – Suomen ympäristökeskuksessa vuonna 2003. VTT:n ja Motivan kanssa toteutetun mittaushankkeen tulokset. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 2005. 69 s. ISBN 952-11-2024-X.

(Korhonen 2002)

Korhonen Anne, Pihala Hannu, Ranne Aulis, Ahponen Veikko, Sillanpää Liisa. Kotitalouksien ja toimistotilojen laitesähkön käytön tehostaminen. Työtehoseura. Helsinki. 2002. Työtehoseuran julkaisuja 384. 158 s. ISBN 951-788-347-1.

(KTM 2002)

Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM). Kauppa- ja teollisuusministeriön suositukset julkisten hankintojen energiatehokkuudesta [verkkodokumentti]. Helsinki. 2000 [viitattu 9.4.2007]. Saatavissa: www.ktm.fi/files/13773/suosituks.pdf

- (Motiva 2006a) Motiva Oy. Työasemaympäristön sähkönsäästöohjeet [verkkodokumentti]. 2006 [viitattu 28.3.2007]. Saatavissa: <http://www.hel2.fi/esnk/energia/S%C3%A4hk%C3%B6ns%C3%A4%C3%A4st%C3%B6hjeetMOTIVA.pdf>
- (Motiva 2006b) Motiva Oy. Energian säästäminen Suomessa [verkkodokumentti]. 2006 [viitattu 2.4.2007]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/attachment/f16d4d543f99d7a59f54560a69063a0e/c97a12e7f6867f0360718c1582644850/Energiansaastaminen+Suomessa.pdf>
- (Motiva 2006c) Motiva Oy. Selvitys työasemaympäristön sähkönsäästämismahdollisuuksista [verkkodokumentti]. 2006 [viitattu 24.3.2007]. Saatavissa: <http://www.hel2.fi/esnk/energia/MOTIVANRAPORTTIATK.pdf>
- (Nissinen 2004) Nissinen Ari. Julkisten hankintojen ympäristöopas. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 2004. 82 s. ISBN 952-11-1626-9.
- (Norvasuo 1999) Norvasuo Markku. Energiatehokkaat toimistovalaistusratkaisut. Motiva Oy. Helsinki. 1999. Motivan julkaisu 2/1999. 72 s. ISBN 952-5304-01-9.
- (Ruokojoki 2006a) Ruokojoki Jorma. Kuntasektorin energia- ja ilmastopoliittisen vuosiselvityksen vuosiraportti 2005 [verkkojulkaisu]. 2006 [viitattu 24.3.2007]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/attachment/f16d4d543f99d7a59f54560a69063a0e/abaa31f743702f85c1df2e3160e30c3a/TESS_VR05.pdf

- (Ruokojoki 2006b) Ruokojoki Jorma. Kuntien omien rakennusten lämmön, sähkön ja veden kulutus v.2005 [verkkodokumentti]. Suomen Kuntaliitto. 2006 [viitattu 27.3.2007]. Saatavissa: <http://www.kunnat.net/attachment.asp?path=1;29;356;1033;26784;118232>.
- (Seppänen 2001) Seppänen Olli. Rakennusten lämmitys. 2. painos. Suomen LVI-liitto ry. Jyväskylä. 2001. 444 s. ISBN 951-98811-0-7.
- (Tilastokeskus 2006a) Tilastokeskus. Sähkönkulutus sektoreittain [verkkodokumentti]. 2006 [viitattu 15.4.2007]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/ehkh/2006/04/ehkh_2006_04_2007-03-14_tau_014.xls
- (Tilastokeskus 2006b) Tilastokeskus. Sähkönkulutus sektoreittain [verkkodokumentti]. 2006 [viitattu 16.4.2007]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/ehkh/2006/04/ehkh_2006_04_2007-03-14_kuv_013.html.
- (Tilastokeskus 2006c) Tilastokeskus. Energian loppukäyttö sektoreittain 2005-2006 [verkkodokumentti]. 2006 [viitattu 21.3.2006]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/ekul/2005/ekul_2005_2006-03-16_kat_001.html.