

Energiatehokkuusinformaatio palvelurakennuksissa

Jaakko Sorri, Juhani Heljo, Ulrika Uotila ja Annu Ruusala
Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikka

Tiivistelmä

Tässä kirjoituksessa tarkastellaan eräitä haasteita, joita käytännössä liittyy toteutuvan energiatehokkuuden ohjaamiseen energiatehokkuusinformaatiota hyödyntäen palvelurakennuksissa. Esitelmässä käydään läpi energiatehokkuusinformaatiokysymyksiin liittyvää kirjallisuutta, siihen liittyvissä säädöksissä tapahtumassa olevaa kehitystä, sekä esimerkkejä nykyisistä energiatehokkuusinformaation haasteisiin liittyvistä käytännön tilanteista. Kirjoituksessa keskustellaan siitä, miten energiatehokkuusinformaatiota ja sen merkitystä voitaisiin palvelurakennuksissa kehittää.

1. Johdanto

Energiankulutus ja -tuotanto on käyttäjien kannalta luontaisesti varsin näkymätöntä etenkin sellaisissa rakennuksissa, joihin muualla tuotettu energia siirretään johtoja tai putkia pitkin sähkönä tai kaukolämpönä. Energiankulutuksen näkyväksi tekemisen esimerkiksi jonkinlaisella kulutuspalautteella on arvioitu olevan merkityksellistä ihmisten energiankulutuskäyttäytymisen kannalta [1]. Kulutuspalautetta on mahdollista antaa reaaliaikaisesti tai viiveellä, jatkuvasti näkyen tai vaikkapa harvakseltaan. Energiaan liittyvä informaatio ymmärretään tässä kirjoituksessa varsin laajasti kattaen niin tietojärjestelmien tiedot kuin vaikkapa yksittäisen tilan yksittäisen termostaatin, joka myöskin voi tehdä jotain energiatehokkuuteen liittyvää tietoa näkyväksi. Energiatehokkuusinformaatioon liittyvät myös olosuhdetiedot. Energiankulutus riippuu myös olosuhteista.

Energiatehokasta rakennusten käyttöä on valtion toimesta pyritty edistämään paitsi uudisrakentamisen ja osin korjausrakentamisenkin minimivaatimuksia ohjaavilla rakentamismääräyksillä, myös pyrkimällä vaikuttamaan rakennuksen elinkaaren aikaiseen kulutukseen: muun muassa nostamalla energian hintaa verotuksen kautta, säätämällä energiatodistuksiin liittyviä säädöksiä sekä säätämällä siitä, millaista energiankulutustietoa energiasta laskuttavan tulee asiakkaalleen välittää [2]. Viimeksi mainitut keinot saattavat palvelurakennuksissa ohjata kiinteistön omistajia tai kiinteistönhoidosta vastaavia. Loppukäyttäjät sen sijaan eivät palvelurakennuksissa yleensä näe energialaskuja. Harvemmin edes viranomaisten tai laitosten yleisön käytössä olevissa, julkisia palveluita tarjoavissa palvelurakennuksissa näkyy energiatodistuksessa annettua luokitusta esillä, vaikka energiatodistuslaki [3] sellaisenkin informointivelvoitteen sisältää.

Energiankäytön mittauksiin liittyvät määräykset ovat vuoden 2018 alusta lähtien sisällöltään joiltain osin muuttumassa nykyisin voimassa oleviin rakentamismääräyskokoelman osan D3 vaatimuksiin nähden. Tätä kirjoitettaessa vielä virallista hyväksyntää vailla olevassa luonnoksessa ympäristöministeriön asetukseksi uuden rakennuksen energiatehokkuudesta edellytetään vähintäänkin valmiutta helppoon toteutettavuuteen myös tärkeimpien kulutuskohteiden seurantamahdollisuuksien osalta:

”Rakennuksessa on oltava energiankäytön mittauksen mahdollistavat mittauslaitteet tai mittausvalmius, jotta rakennuksen energiankäyttöä voidaan seurata tärkeimpien kulutuskohteiden ja rakennuksen koko kulutuksen osalta tai tällainen seurantamahdollisuus on oltava helposti toteutettavissa.” [4]

Aiempi D3-määräys [5] edellytti helppoa selvitettävyyttä *energiamuodoittain*, mutta ei seurantamahdollisuutta *kulutuskohteittain*. Asetusluonnoksessa ei ole määritelty tarkemmin, mitä tärkeimmät kulutuskohteet ovat, eikä otettu kantaa myöskään siihen, kuinka montaa tärkeintä kulutuskohdetta asia koskee. Mittaamista ei edelleenkään edellytetä, vaan mittausvalmius riittää asetusluonnoksen vaatimusten täyttymiseen. Jotta kulutuksia pystytään myöhemmin helposti seuraamaan kulutuskohteittain, voi rakennushankkeissa olla syytä jo varsin varhaisessa vaiheessa olla kanta siihen, mitä kulutusryhmiä rakennuksessa halutaan voitavan erikseen seurata. Näin siksi, jotta asia osataan huomioida järjestelmien suunnittelussa.

2. Energiatehokkuusinformaatioon palvelurakennuksissa liittyviä haasteita ja kehittymismahdollisuuksia

Viime vuosikymmeninä on toteutettu monenlaisia tutkimuksia energiatehokkuusinformaatiosta rakennuksissa. Monet tutkimuksista on toteutettu asuinrakennuksissa. Asuinrakennuksissa ainakin taloudellisia kannusteita energiansäästöön voi olla käyttäjillä usein palvelurakennuksia enemmän – koska niissä energialaskut ovat useammin suoremmin yhteydessä loppukäyttäjien omaan talouteen kuin palvelurakennusten tapauksessa. Palvelurakennuksia koskevia tutkimuksia energiatehokkuusinformaation vaikutuksiin liittyen on julkaistu asuinrakennuksia vähemmän. Niistä julkaistuissa tutkimuksissa ovat ehkä painottuneet sellaiset kohteet, joiden tietoihin tutkijoilla on ollut muita kohteita helpompi pääsy, kun taas joidenkin muiden palvelurakennusten osalta tietoja on julkaistu vähemmän. Esimerkiksi energian kulutuskäyttäytymistä koskevissa tutkimuksissa on voinut olla korostetun paljon länsimaisia korkeakoulurakennuksia kohteina [6].

Energiatehokkuusinformaation vaikutuksia käsitelleessä katsauksessa on esitetty johtopäätöksenä, että käyttäjille tarjottu mahdollisuus verrata kulutustaan samantapaisiin toisiin käyttäjiin olisi toimiva energiainformoinnin tapa. Pelkän energiansäästöinformaation jakaminen käyttäjille, kuten koulutusten järjestäminenkin, arvioitiin huonommin tehoaviksi informointitavoiksi. [6]

Eräässä laajalti aiempaa tutkimuskirjallisuutta luodanneessa katsauksessa, jossa analysoitiin tuloksia 156 julkaistusta energiainformaatiopohjaisia energiansäästöstrategioita testanneesta kokeellisesta tutkimuksesta vuosilta 1975-2012, havaittiin näihin tutkimuksiin osallistuneiden sähkönkulutuksen alentuneen 7,4 % vertailutasoon nähden. Kun tutkijat sitten katsoivat erikseen niitä tutkimuksia, joissa oli kontrolloitu taustamuuttujia, kuten säätä tai demografisia tekijöitä ja käytetty verrokkiryhmää, he havaitsivat näiden tutkimusten tulosten poikkeavan muista. Kontrolloiduilla asetelmilla ja verrokkiryhmillä toteutettujen tutkimusten perusteella säästöjä näytti kertyneen 1,99 % ja muiden tutkimusten perusteella 9,57 %. [7]

Katsauksessa arvioitiin, että energiansäästöjä olisi saatu suhteessa enemmän aikaan yksilöllisillä auditoinneilla tai neuvonnalla kuin mitä on saavutettu vain menneen tai vertailevan datan esittämisellä. Reaaliaikaisesta palautteesta nähtiin olevan hyötyä. Joitain informoinnin muotoja arvioitiin katsauksessa jopa mahdollisesti haitallisiksi. Rahallistetun energiansäästöpalautteen arvioitiin voineen jopa hieman lisätä energian kulutusta. [7] Informointikeinot voivat tehotta eri tavoin kohderyhmästä riippuen, kun siinä on eroja, mikä ketäkin ihmistä motivoi [8].

Palvelurakennuksiin liittyy monia erityispiirteitä, kuten usein suuri loppukäyttäjien lukumäärä [9]. Palvelurakennusten kesken ja yksittäisen palvelurakennuksen sisälläkin voi olla monenlaista vaihtelua niin rakennusten luonteen, käyttötapojen kuin muidenkin ominaisuuksien suhteen. Kuva esimerkiksi opetusrakennusten energiatehokkuudesta voi vaihdella sen perusteella, millaista energiatehokkuuden indikaattoria käytetään [10].

Loppukäyttäjät eivät palvelurakennuksissa yleensä ole myöskään suoraan energialaskujen maksajia. Loppukäyttäjien taloudellinen kannuste energian säästöön voi olla siten vähäisempi kuin sellaisissa asuinrakennuksissa, joissa loppukäyttäjä voi maksaa itse omasta kulutuksestaan riippuvan suuruisen laskun ainakin sähköstään, ja osassa tapauksista myös lämmitysenergiastaan. Tilanne voi palvelurakennuksissa olla siten tietyiltä osin olla saman tyyppinen kuin taannoin tehdyssä tutkimuksessa, jossa otettiin kohderyhmäksi joukko sellaisia opiskelijoita, jotka eivät itse maksa sähkölaskujaan. Heidän kauttaan testattiin erilaisten motivoivien tekijöiden merkitystä seuraamalla kulutustietojen kehitystä mittauksin. Vain kuluttajalle itselleen annetulla energiankulutuspalautteella ei havaittu tuossa tutkimuksessa tilastollisesti merkitsevää eroa verrokkiryhmään, mutta silloin jos kulutustiedot oli tehty julkiseksi muillekin, oli päädytty jopa 20 prosentin alempaan kulutustasoon. [11]

COMBI-hankkeeseen liittyneissä opinnäytetöissä on tarkasteltu eräitä energiatehokkuusinformaatioon liittyviä ongelmia erityisesti kuntien palvelurakennuksissa ja pohdittu niihin liittyviä kehitysehdotuksia. Näiden tietoja on koottu taulukkoon 1. Ongelmia on katsottu esiintyvän sekä energiatehokkuusinformaation keräämiseen, esittämiseen, tallentamiseen että tietojen analysoimiseen, ymmärtämiseen ja tulkitsemiseen liittyen.

Taulukko 1 Eräitä COMBI-hankkeen opinnäytetöissä esiin nousseita ongelmia ja kehitysehdotuksia energiatehokkuusinformaatioon liittyen.

Ongelmia	Kehitysehdotuksia	Opinnäytetyö ja sen otsikko
Olosuhdetietojen mittausten käytännön toimivuudessa esiintyneet ongelmat. Olosuhteiden näkyväksi tekemistä ei ollut toteutettu yhdessäkään case-kohteessa	Olosuhdetietoja voisi tehdä näkyvämmiksi, olosuhdemittauksia voisi analysoida kattavammin ja analysointiin voisi olla parempia ohjelmia	Vaskikallio, S., 2017, Rakennusten sisäolosuhteiden mittaaminen ja näkyväksi tekeminen. TAMK
Mittareita ei ole yhdistetty rakennusautomaatioon	Mittarit pitäisi liittää automaatioon	Montonen, S., 2017. Sähköenergiankulutusten vertailu ja analysointi. TAMK
Mittauksia ei suoriteta kattavasti	Ylläpito-organisaatioilta tarkemmat ohjeistukset energiankulutuksien mittauksista sekä laitteiden vaatimuksista	Pekkanen, M., 2017, Lämpöenergia- ja vesimittaukset case-kohteissa. TAMK Jalli, J., 2017, Sähköenergian kulutuksenseuranta Pirkanmaan palvelurakennuksissa. TAMK
Kiinteistön käyttäjillä puutteelliset tiedot laitteiden ja järjestelmien käytöstä	Käyttäjäkoulutuksen toteutus useammassa osassa, helppolukuiset ohjeet	Kortetmäki, A., 2016, Talotekniikan toimivuus Pirkanmaan palvelurakennuksissa. TAMK
Seurantajärjestelmien ja mittausten liitoskohtiin liittyy ongelmia (jos kaikki tieto ei välity, tai jos vaikkapa esiintyy vääriä kertoimia)	Kulutustietojen automaattinen siirtäminen kulutusseurantajärjestelmään	Louhi, L., 2017, Energiankulutustietojen analysointi ja hyödyntäminen. . TAMK

Ongelmia	Kehitysehdotuksia	Opinnäytetyö ja sen otsikko
Huoltohenkilökunnan puutteelliset tiedot laitteiden ja järjestelmien toiminnasta	Käyttöönottovaiheen koulutukseen varattava enemmän aikaa	Kortetmäki, A., 2016, Talotekniikan toimivuus Pirkanmaan palvelurakennuksissa. TAMK
Tallennettavista tiedoista näkyy vain hetkellinen kulutus, ei kuukausittaista- tai vuosikulutusta	Tietojen tallentamiseen panostaminen	Montonen, S., 2017, Sähköenergiankulutusten vertailu ja analysointi. TAMK
Energiankulutuksen seuranta ei ole kattavaa, varsinkaan pieniä energiankuluttajia ei seurata	Mittausten lisääminen	Pekkanen, M., 2017, Lämpöenergia- ja vesimittaukset case-kohteissa. TAMK
Toimenpiteet mittausten tekemisen jälkeen puutteellisia	Ohjeistukset mittauksista ja vaatimuksista sekä hälytysten asettaminen olennaiseksi katsotuille tasoille	Louhi, L., 2017, Energiankulutustietojen analysointi ja hyödyntäminen. TAMK
Mistä tietää, että onko palvelurakennus energiatehokas suhteessa siihen, mikä potentiaali sillä olisi?	Energiankulutuksen esittäminen olosuhteita kohden esim. kW/ppm	Vaskikallio, S., 2017, Rakennusten sisäolosuhteiden mittaaminen ja näkyväksi tekeminen. TAMK
Standardikäytöllä energiatodistuksia varten laskettujen ja toteutuneiden kulutusten väliset erot koulu- ja päiväkotirakennuksissa	Energiatodistuksen laskelmista voisi saada paremman vertailukohdan muuttamalla laskelmista ainakin ilmastovyöhykkeen, ilmamäärät ja käyttöajat kohteen mukaisiksi.	Ruusala, A., 2016. Koulujen ja päiväkotien laskennallinen ja toteutunut energiankulutus. TTY

3. Keskustelu

Energiatehokkuusinformaation kehittämisessä keskeinen kysymys on se, miten tehokkaasti informaation avulla saadaan ihmisiä motivoitua muuttamaan toimintaansa. Erityiskysymyksenä on se, miten saadaan aikaan pitkäaikaisia vaikutuksia. Osassa energiansäästöön liittyvistä käyttäytymisvaikutusten tutkimuksista on raportoitu, että energiatehokkuusinformaatiolla aikaan saadut käyttäytymisvaikutukset voivat kutistua ajan saatossa. Energiatehokkuusinformaation pitkäaikaisvaikutuksiin liittyvää tutkimustietoa on toistaiseksi julkaistu suhteellisen vähän.

Vaikuttava informointi saa sopivassa määrin kiinnitettyä ihmisten huomioita valintoihinsa, tekee ihmisiä tietoisiksi eri vaihtoehtojen hyvistä ja huonoista seurauksista sekä kannustaa haluttuun suuntaan juuri näitä motivoivilla tavoilla. Välineitä näihin on monia: esimerkiksi palautteen antaminen sopivaan aikaan, helposti ymmärrettävien mittarien käyttö, informaation tekeminen helposti saavutettavaksi, tai vaikkapa erilaisten normien viestiminen [12], joihin ihmiset voivat sitten verrata omaa toimintaansa.

Teknisten ratkaisujen kehittyessä ja informaation keräämisen, tallentamisen ja seurannan tullessa halvemmaksi on mahdollista mitata yhä useammanlaisia asioita. Seurattavien asioiden määrän kasvaessa informaation hyödyntämisessä esteenä tietojen vaikuttavuuden kannalta ei ole välttämättä niinkään informaation puute. Tällöin on merkitystä sillä, kuvaavatko seuratut asiat sitä, mitä tavoitellaan, välittyvätkö tiedot tarpeellisiin paikkoihin ja miten informaatiotulvasta seulotaan ja koostetaan olennaista asiaa päätöksenteon tueksi. Informaation seulontaan ja vertailuun on olemassa ja myös jatkossa kehitymässä monenlaisia informaatioteknologiaan liittyviä apuvälineitä.

Käyttäjille on tarpeen luoda riittävän hyvät olosuhteet, jotta kiinteistö on käytettävissä sen varsinaiseen käyttötarkoitukseen mahdollisimman hyvin. Lämpötila, hiilidioksidipitoisuus, ilman kosteus tai vaikkapa ilman vaihtuvuuden määrä voivat vaikuttaa osaltaan käyttäjien kokemuksiin. Näitä koskevia tietoja ei yleensä kuitenkaan ole esillä kiinteistön käyttäjille, vaikka tietoja kerättäisiinkin. Nykyisin lähinnä palovaroitin hälyttää kiinteistön käyttäjällekkin näkyvällä tavalla, jos olosuhteet eivät sen seuraamien indikaattorien osalta vaikuta olevan kunnossa.

Kulutuksen seuranta ei palvelurakennuksissa välttämättä aina edellytä erillisiä mittauslaitteistoja kunkin asian seuraamiseksi. Palvelurakennuksissa on kasvavassa määrin erilaisia automaatiojärjestelmiä, jotka keräävät jo monenlaisia tietoja. Niitä tietoja voisi hyödyntää myös muihin kuin kiinteistönhoidollisiin tarkoituksiin.

Hyvin toteutetut, informatiiviset käyttöliittymät voivat sivuvaikutuksenaan edistää myös vikatilanteiden havaitsemista rakennuksissa. Esimerkiksi taloteknisten järjestelmien vikatilanteista osa voi olla mahdollista havaita vaikkapa laitteiden sähkönkulutustietojen kautta ja osa olosuhdetietojen kautta, vaikkei näitä tietoja ensisijaisesti vikojen havaitsemiseksi kerättäisikään. Silloin, kun energiatehokkuusinformaatio liittyy käyttäjien omaan viihtyvyyteen ja olosuhteisiin, informaatiolla voisi myös olettaa voivan olla enemmän merkitystä kuin informaation ollessa vain lukuja energiankulutuksesta.

Käyttäjillä vaikuttaisi olevan monessa tapauksessa ainakin jonkin verran potentiaalia vaikuttaa rakennusten energiankulutuksen määrään omalla toiminnallaan. Energiatehokkaat käyttäjät pystyvät siis tekemään rakennuksestaan energiatehokkaamman. Toisaalta kaikkia loppukäyttäjiä ei välttämättä saada käyttämään rakennuksia suunnittelijoiden toivomin tavoin, ja rakennuksia olisi syytä saada toimimaan energiatehokkaammin, ovat käyttäjät millaisia tahansa [13].

4. Yhteenveto

Energiatehokkuusinformaation kautta on mahdollista vaikuttaa energiankulutukseen. Osa informointitavoista on alkanut näyttäytyä tutkimuskirjallisuudessa toisia tehokkaampina. Katsauksessa tutkimuskirjallisuuteen arvioitiin, että energian kulutuksen vähenemisen kannalta vaikuttaisi olleen enemmän hyötyä sellaisista informointitoimenpiteistä, joissa on tuotettu yksilöllisiä auditointeja ja neuvontaa kuin mitä on saavutettu vain menneen tai vertailevan datan esittämisellä. Reaaliaikaisesta palautteesta nähtiin olevan hyötyä.

Rakentamismääräysten vaatimukset energiankäytön selvitettävyydestä ovat mahdollisesti muuttumassa. Aiemmin Suomessa on edellytetty helppoa selvitettävyyttä *energiamuodoittain*, mutta asetusluonnoksen mukaan jatkossa edellytetään seurantamahdollisuutta koko rakennuksen lisäksi *kulutuskohteittain* – tärkeimmiksi arvioitujen kulutuskohteiden osalta.

Energiatehokkuusinformaation tehokkaaseen hyödyntämiseen liittyy palvelurakennuksissa nykyisin ongelmia sekä energiatehokkuusinformaation keräämiseen, esittämiseen, tallentamiseen että tietojen analysoimiseen, ymmärtämiseen ja tulkitsemiseen liittyen. Lisäksi haasteita voi esiintyä käyttäjien motivoinnissa energiatehokkaampaan kulutuskäyttäytymiseen. Kuhunkin näistä ongelmista on kuitenkin tapoja vaikuttaa.

Kulutuksen seuranta ei aina edellytä erillisiä mittauslaitteistoja. Palvelurakennuksissa on automaatiojärjestelmiä, jotka keräävät jo runsaasti tietoja. Niitä voisi paremmin hyödyntää energiatehokkuusinformaation ja olosuhdetiedon informointiin tilojen käyttäjille.

Lähdeluettelo

- [1] Darby, S. 2001. Making it obvious: Designing feedback into energy consumption. Bertoldi (Toim.) Energy efficiency in household appliances and lighting.
- [2] Sähkömarkkinalaki, 57 §
- [3] Laki rakennusten energiatodistuksesta, 7 §
- [4] Luonnos ympäristöministeriön asetukseksi uuden rakennuksen energiatehokkuudesta, 16.2.2017
- [5] D3. Rakennusten energiatehokkuus: Määräykset ja ohjeet.
- [6] Rafsanjani, H. N.; Ahn, C. R. ja Alahmad, M. 2015. A review of approaches for sensing, understanding, and improving occupancy-related energy-use behaviors in commercial buildings. *Energies*. Vol. 8. 10996-11029.
- [7] Delmas, M. A.; Fischlein, M. ja Asensio, O. I. 2013. Information strategies and energy conservation behavior: A meta-analysis of experimental studies from 1975 to 2012. *Energy Policy*. Vol. 61. 729–739.
- [8] Frederiks, E. R.; Stenner, K.; Hobman, E. V. ja Fischle, M. 2016. Evaluating energy behavior change programs using randomized controlled trials: Best practice guidelines for policymakers. *Energy Research & Social Science*. Vol. 22. 147-164.
- [9] Karjalainen, S. 2016. Should we design buildings that are less sensitive to occupant behaviour? A simulation study of effects of behaviour and design on office energy consumption. *Energy Efficiency*. Vol. 9. 1257–1270.
- [10] Sekki, T. 2017. Evaluation of energy efficiency in educational buildings. Aalto University. Doctoral dissertations 57/2017. 123 s.
- [11] Delmas, M. A. ja Lessem, N. 2014. Saving power to conserve your reputation? The effectiveness of private versus public information. *Journal of Environmental Economics and Management*. Vol. 67. 353–370.
- [12] Yoeli, E.; Budescu, D. V.; Carrico, A. R.; Delmas, M. A.; DeShazo, J. R.; Ferraro, P. J. ja Weber, E. U. 2017. Behavioral science tools to strengthen energy & environmental policy. *Behavioral Science & Policy*, 3, 69–79.
- [13] Kosonen, H. ja Kim, A. 2017. Advancement of behavioral energy interventions in commercial buildings. *Facility*. Vol. 35. 367–382.