

# Kiinteistökannan energiatehokkuus – avain ympäristövaikutusten hillitsemiseen





**Kiinteistökannan energiatehokkuus – avain  
ympäristövaikutusten hillitsemiseen**



Niko Pernu (toim.)

# **Kiinteistökannan energia- tehokkuus – avain ympäristö- vaikutusten hillitsemiseen**

Sarja B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset 15/2019

© Lapin ammattikorkeakoulu ja tekijät

ISBN 978-952-316-307-2 (pdf)  
ISSN 2489-2637 (verkkojulkaisu)

Lapin ammattikorkeakoulun julkaisuja  
Sarja B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset  
15/2019

Rahoittajat: Interreg Nord, Regional Council of  
Lapland, Länsstyrelsen Norrbotten, Nordland  
fylkeskommune

Kirjoittajat: Johanna Asiala, Tanja Häyrynen, Janne  
Jokinen, Tuomas Keisu, Olli Kuisma, Petri Kuisma,  
Juho Pernu, Otto Pesonen, Valteri Pirttinen, Mikko  
Rintala

Toimittaja: Niko Pernu

Kansikuva: Otto Pesonen

Taitto: Lapin AMK, viestintäyksikkö

Lapin ammattikorkeakoulu  
Jokiväylä 11 C  
96300 Rovaniemi

Puh. 020 798 6000  
[www.lapinamk.fi/julkaisut](http://www.lapinamk.fi/julkaisut)

Lapin korkeakoulukonserni



Lapin korkeakoulukonserni LUC  
on yliopiston ja ammattikorkea-  
koulun strateginen yhteenliittymä.  
Konserniin kuuluvat Lapin yliopisto  
ja Lapin ammattikorkeakoulu.  
**[www.luc.fi](http://www.luc.fi)**

# Sisällys

<b>ESIPUHE</b> . . . . .	9
Kirjallisuus . . . . .	11

Janne Jokinen

<b>KESKEISET TEEMAT RAKENNETUN YMPÄRISTÖN ENERGIA- TEHOKKUUDESSA</b> . . . . .	13
NYKYINEN ENERGIAPOLITIikka . . . . .	13
SUOMEN TOIMET ENERGIANKÄYTÖN TEHOSTAMISEKSI . . . . .	14
MUIDEN EU-MAIDEN LÄHESTYMISTAPA AIHEESEEN . . . . .	15
ARTIKKELIKOKOELMAN RAKENNE . . . . .	16
Kirjallisuus . . . . .	18

Olli Kuisma

<b>RAKENTEELLINEN ENERGIATEHOKKUUS</b> . . . . .	19
JOHDANTO . . . . .	19
MITÄ ON RAKENTEELLINEN ENERGIATEHOKKUUS? . . . . .	20
E-LUKU, TAVOITE-ENERGIANKULUTUS SEKÄ HIILIJALANJÄLKI . . . . .	21
ENERGIANKÄYTÖN TAI YLLÄPIDON KUSTANNUKSET SEKÄ TEKNINEN KEHITYS . . . . .	22
RAKENTEEN ENERGIATEHOKKUUTEEN VAIKUTTAVAT ASIAT . . . . .	22
KYLÄSILLAT . . . . .	23
ILMAPITÄVYYS . . . . .	23
TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS . . . . .	24
RAKENNUKSEN VAIPPA . . . . .	24
JOHTOPÄÄTÖKSIÄ. . . . .	26
Kirjallisuus . . . . .	27

Tuomas Keisu

<b>KESTÄVÄT HANKINTAKÄYTÄNNÖT</b> . . . . .	29
JOHDANTO . . . . .	29
HANKINTOJA OHJAAVAT SÄÄDÖKSET . . . . .	29
PERINTEISET TOTEUTUSMALLIT . . . . .	30
ENERGIATEHOKKUUSPALVELU . . . . .	31

ELINKAARIMALLI . . . . .	31
INNOVAATIOKUMPPANUUS . . . . .	32
YHTEISHANKINTA . . . . .	33
ENERGIAN OSTOSOPIMUS . . . . .	34
JOHTOPÄÄTÖKSET . . . . .	34
Kirjallisuus . . . . .	35

Juho Pernu

<b>KOHDEKOHTAINEN UUSIUTUVAN ENERGIAN TUOTANTO.</b> . . . . .	37
JOHDANTO . . . . .	37
POLTETTAVAT ENERGIANLÄHTEET . . . . .	38
AURINKO- JA TUULIENERGIA . . . . .	38
LÄMPÖPUMPPURATKAISUT . . . . .	41
Kirjallisuus . . . . .	42

Otto Pesonen

<b>KUNTIEN ENERGIATEHOKKUUSSOPIMUKSET</b> . . . . .	45
SOPIMUSTOIMINTA SUUNNANNÄYTTÄJÄNÄ. . . . .	45
KUNTIEN ENERGIATEHOKKUUSSOPIMUS 2017 - 2025 . . . . .	46
VOIKO VAPAAHTOISUUS TOIMIA? . . . . .	47
NYKYINEN SOPIMUSKAUSI . . . . .	48
Kirjallisuus . . . . .	49

Otto Pesonen

<b>KIINTEISTÖJEN ENERGIAKATSELMOINNIT</b> . . . . .	51
ENERGIAKATSELMUKSET. . . . .	51
KATSELMUKSIEN TARKOITUS . . . . .	52
KATSELMUKSIEN TULOKSET . . . . .	53
MITÄ ON HYVÄ MUISTAA, KUN TILAA ENERGIAKATSELMUKSEN? . . . . .	54
Kirjallisuus . . . . .	54

Janne Jokinen

<b>ÄLYKÄS KIINTEISTÖJOHTAMINEN</b> . . . . .	57
KIINTEISTÖNHALLINNAN KÄSITTEITÄ . . . . .	57
KIINTEISTÖJOHTAMISEN HISTORIA JA KEHITYS LYHYESTI . . . . .	58
KIINTEISTÖN TOIMINNOT . . . . .	58
ASIAKOKONAISUUKSIEN HALLINTAA . . . . .	59
MITTAA, ANALYSOI, ENNAKOI, RAPORTOI JA TIEDOTA . . . . .	61
HYÖDYNNÄ ASIAANTUNTEMUSTA JA KIRKASTA KOKONAISKUVAA . . . . .	61
Kirjallisuus . . . . .	62



Petri Kuisma ja Otto Pesonen

<b>KIINTEISTÖSÄHKÖN KÄYTTÖ</b> . . . . .	. 63
TAUSTA . . . . .	. 63
KOTITALOUSSÄHKÖN KULUTUSJAKAUMAN KUSTANNUKSET ESIMERKIN KAUTTA . . . . .	. 65
AURINKOSÄHKÖN KÄYTTÖ KIINTEISTÖSÄHKÖN TUOTTAJANA. . . . .	. 68
ÄLYKÄS SÄHKÖISTYS . . . . .	. 68
Kirjallisuus . . . . .	. 69

Juho Pernu

<b>ENERGIATEHOKAS ILMANVAIHTO</b> . . . . .	. 71
JOHDANTO . . . . .	. 71
YKSILÖLLINEN ENERGIATEHOKAS ILMANVAIHTO . . . . .	. 71
TARPEENMUKAINEN ILMANVAIHTO . . . . .	. 73
POISTOILMALÄMPÖPUMPUSSA ON POTENTIAALIA . . . . .	. 74
Kirjallisuus . . . . .	. 75

Niko Pernu

<b>TURVALLINEN JA TERVEELLINEN ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN</b> . . . . .	. 77
JOHDANTO . . . . .	. 77
KOHTI PIENEMPÄÄ HIILIJALANJÄLKEÄ . . . . .	. 77
TUOKO RAKENTEELLINEN ENERGIATEHOKKUUS SÄÄSTÖJÄ VAI SISÄILMAONGELMIA? . . . . .	. 79
YHTEENVETO . . . . .	. 80
Kirjallisuus . . . . .	. 81

Niko Pernu ja Valtteri Pirttinen

<b>ÄLYKÄS ENERGIANHALLINTA</b> . . . . .	. 83
JOHDANTO . . . . .	. 83
ÄLYKÄS RAKENNUSAUTOMAATIO . . . . .	. 84
ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT . . . . .	. 85
CASE-ESIMERKIT . . . . .	. 87
Kirjallisuus . . . . .	. 88

Niko Pernu

<b>UUSIEN LASKENNALLISTEN MENETELMIEN MAHDOLLISUUDET</b> . . . . .	. 91
JOHDANTO . . . . .	. 91
ENERGIASIMULOINTI . . . . .	. 91
MONITAVOITEOPTIMOINTI. . . . .	. 92
HIILIJALANJÄLKILASKENTA . . . . .	. 94
YHTEENVETO . . . . .	. 95
Kirjallisuus . . . . .	. 95

Janne Jokinen

<b>YKSITTÄISEN KÄYTTÄJÄN ENERGIA- JA RESURSSITEHOKKUUS</b>	. . . 97
JOHDANTO	. . . 97
PIENISTÄ PUROISTA SYNTYY SUURI VIRTAA	. . . 98
KUINKA KULUTAMME PÄIVÄTASOLLA?	. . . 98
Kirjallisuus	. . . 101
<b>LOPUKSI</b>	. . . 103
<b>LIITE 1.</b>	. . . 106
<b>KIRJOITTAJIEN ESITTELY.</b>	. . . 125

# Esipuhe

Energiatehokkuuden parantaminen on globaalisti tunnustettu tärkeäksi keinoksi hillitä ilmastonmuutosta. Talvi on Suomessa pitkä, pimeä ja kylmä, joten on luonnollista, että kiinteistöjen ylläpitämiseen menee valtavasti vuositasolla energiaa. Tämän energian tehokkaammalla ja ympäristöystävällisellä käytöllä on suuri vaikutus siihen, minkälaisen tulevaisuuden rakennamme itsellemme ja jälkipolville.

Vaikka Suomea pidetään energiatehokkuuden ja puhtaiden ratkaisujen edelläkävijänä, meillä on myös omat haasteemme. Lapin arktisella alueella etäisyydet ovat pitkiä ja alueet harvaanasuttuja. Tämä tuo omat haasteensa vähäpäästöisen elämisen toteuttamiseksi. Lapissa on kuitenkin jo pitkään tehty töitä paremman tulevaisuuden puolesta, niin tutkimusorganisaatioiden projektien kuin myös klusteritoiminnan luomien tuloksien kautta.

Arktinen älykäs maaseutuverkosto -klusteri eli Maaseutuklusteri on yksi Lapin viidestä älykkään erikoistumisen klusterista. Maaseutuklusteri kehittää Lapin maaseutua kärkiteemoinaan hajautettu uusiutuva energia sekä elintarvikkeet ja luonnon tuotteet. Klusteri pyrkii kaikin toimin kehittämään näiden alojen yrittäjyyttä. Tärkeä osa Maaseutuklusterin toimintaa on tuoda eri toimijoita yhteen samojen teemojen äärelle organisaatorajat ylittäen, jotta yhteistyössä voidaan ratkoa klusterijäsenten kohtaamia haasteita. Maaseutuklusterin alla yhteistyötä tekevät saumattomasti niin yrittäjät, rahoittajat, aluekehittäjät, oppilaitokset kuin tutkimussektorikin.

Maaseutuklusteri viestii Lapissa, muualla Suomessa sekä EU-tapaamisissa Lapin maaseudun haasteista ja menestystarinoista. Tarkoituksena on esimerkkien kautta innostaa muita toimijoita Suomessa ja muualla Euroopassa lähtemään mukaan muutokseen kohti kestävästä kehitystä. Menestystarinoita riittääkin kerrottavaksi. Lapissa on edelläkävijöitä esimerkiksi biokaasun suhteen, kuten Louen osaamiskeskus, joka yhdistää niin toisen asteen koulutuksen (Ammattiopisto Lappia) kuin paikallisen yritystoiminnan jäätelötehtaan ja lihanjalostuksen muodossa. Lisäksi Ammattiopisto Lappian Louen yksikön pihalla on pientuulivoimala, aurinkopaneeleita ja oma biokaasulaitos, johon syötteen tulevat omasta pihapiiristä. Myös Itä-Lapissa Sallan kunnan Saijan kylällä on polkaistu alulle Saijan Bioenergia Oy. Innostus yhtiön perustamiseen syntyi eri hankkeissa tehtyjen selvitysten myötä. Selvitykset ovat osoittaneet, että kylän oma biokaasulaitos on kannattava. Saijalaiset ovatkin vuosien myötä

omaksuneet asenteen, että kylän pääomapako on pysäytettävä ja otettava ohjat omiin käsiin alkaen biokaasun tuotannosta paikallisista raaka-aineista.

Maaseutuklusteri osallistuu erilaisille tiedonhakumatkoille, joilta saatu tieto rantaan klusteriviestinnän kautta maakuntaan. Yksi tällainen tiedonhakumatka tehtiin helmikuussa 2019 Itävaltaan, jossa on 70-luvusta lähtien satsattu uusiutuvaan energiaan. Tiedonhakumatkalla tutustuttiin paikallisten energiakylien ratkaisuihin, uusiutuvan energian tutkimukseen sekä itävaltalaiseen lämpöyrittäjyyteen. Maaseutuklusteri kertoo matkoista, uusiutuvan energian kuulumisista sekä monista muista tarinoista suosituksessa Biotalousuutiset-blogissa. (Biotalousuutiset 2019)

Tärkeä askel kohti kestävästä kehitystä Lapin kunnissa on siirtyminen kestäviin hankintoihin. Kun energian ja ruoan raaka-aineet tulevat läheltä ja niiden prosessoinnin vaatima työvoima säilyy alueella, vältetään pääomapaolta, jolloin pääoma jää alueelle hyödyttämään aluetaloutta muun muassa verotulojen muodossa. Samalla alueen hiilijalanjälki pienenee huomattavasti. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää tukea jo olemassa olevaa paikallista energia- ja elintarvikeyrittäjyyttä sekä innostaa uusia tekijöitä Lapin maaseudulle yrittäjiksi. Maaseutuklusteri kiertää Lapin kuntia yhdessä klusterijäsenten kanssa kertomassa kuntapäätäjille ja -virkamiehille hankintojen vaikutuksista aluetalouteen sekä erilaisista ratkaisumalleista kuntien kohtaamiin haasteisiin, jotta kunnat osaisivat jatkossakin tehdä viisaista ja kestäviä hankintoja. Esimerkiksi puuhakkeen hankinta lämpölaitokselle, voi olla sellainen, jossa aluetaloutta ei aina muisteta ottaa huomioon. Ulkomaalaisen hakkeen hankinnalla voidaan vuositasolla säästää muutamia tuhansia euroja, mutta menetykset aluetaloudellisesti ovat satojatuhansia euroja ohimenevien työpaikkojen, korjuutukien ja verotulojen myötä.

Lapin maaseutua pyritäänkin kehittämään ennakoivalla otteella kulkien kohti horisontissa siintävää tulevaisuutta. Nuoret ovat myös Lapin maaseudun toivo, ja siksi yksi Maaseutuklusterin kärkitehtävistä onkin vakuuttaa Lapissa asuvat nuoret siitä, että heillä on mahdollisuuksia työllistyä Lapissa valmistumisensa jälkeen. Tärkeää on näyttää nuorille konkreettisesti mahdollisuudet, mitä Lapin puhdas arktinen luonto tarjoaa esimerkiksi energia-, elintarvike- ja luonnontuoteyrittäjyyden saralla. Maaseutuklusteri vierailee Lapin eri asteen oppilaitoksissa innostamassa nuoria uudenlaisen maaseutuyrittäjyyteen. Lisäksi klusteri on viime aikoina ollut usean uusiutuvaan energiaan liittyvän opinnäytetyön toimeksiantajana, kun opiskelijat ovat halunneet tutkia esimerkiksi hajautetun uusiutuvan energian hyödyntämistä Lapin kunnissa. Toukokuussa 2019 julkaistiin myös Lapin energia-alan koulutusta esittelevä video (Arktinen Biotalous 2019)

Maaseutuklusterin toimijoiden kesken on myös luotu Lapin Energiakonttori. Sivustolta on tarjolla tietoa niin kuluttajille, kunnille kuin yrityksillekin mukaan lukien maatilat, joilla uusiutuvaa energiaa voidaan lähteä myös tuottamaan erilaisista sivuvirroista. Sivuston tarkoituksena on helpottaa toimijoita löytämään tietoa vaikkapa siitä, millaiseen lämmitysmuotoon on järkevintä siirtyä, jos haluaa päästä eroon öljylämmityksestä. Lapin Energiakonttorin sivuilla kootaan jatkossa tietoa myös ajankohtaisista tapahtumista, joihin kannattaa osallistua. Sivuille ollaan lisäksi ke-

räämässä Lapissa energian toimialalla vaikuttavia hankkeita, joista eri toimijat voivat saada kehittämisapua. (Lapin energiakonttori 2019)

Energiatehokkuuden parantaminen niin kiinteistöissä kuin muillakin sektoreilla kulkee käsi kädessä ilmastonmuutoksen torjunnan kanssa. Vaikka ihmisestä joskus tuntuu siltä, ettei hänen valinoillaan ole suuressa mittakaavassa merkitystä, niin pienistä puroistahan suuret joetkin saavat alkunsa. Tiedottaminen onkin yksi parhaista työkaluista edistämään energian tehokasta käyttöä.

Tässä artikkelikokoelmassa on avattu kiinteistöjen energiatehokkuuteen ja energiakulutukseen vaikuttavia osatekijöitä, joista tietoa voi jokainen tarpeensa mukaan itselleen ammentaa. Artikkeleissa käsitellään energiatehokkuuteen ja energiansäästöön tähtääviä hyviä käytäntöjä kuntaorganisaatioiden energiajohtamisesta aina kulluttajatasen arjen säästöihin. Artikkelikokoelma on tehty osana EEBAK (EnergiEffektivisering av Byggnader i Arktiska Kommuner) -hanketta, jossa tutkitaan arktisen alueen parhaita käytäntöjä rakennuksien energiatehokkuudessa. Hanke on kolmi-vuotinen Interreg Nord –rahoitteinen ja sen tarkoitus on tarjota tietoa kootusti koko Interreg Nord toiminta-alueen kunnille. Alue kattaa karkeasti Pohjois-Suomen, Pohjois-Ruotsin ja Pohjois-Norjan. EEBAK-hankkeen toteutusaika on 1.1.2017 – 31.12.2019. Hankkeen päätoimijat ovat Lapin Ammattikorkeakoulu, Luulajan Tekninen Yliopisto sekä Norut Narvik.

Johanna Asiala, Tanja Häyrynen, Otto Pesonen ja Mikko Rintala

## KIRJALLISUUS

Biotalousuutiset. 2019. Biotalousuutiset. Viitattu 22.5.2019. [www.biotalousuutiset.blogspot.fi](http://www.biotalousuutiset.blogspot.fi)

Lapin Energiakonttori. 2019. Lapin Energiakonttori. Viitattu 22.5.2019. [www.lapin-energiakonttori.fi](http://www.lapin-energiakonttori.fi)

Arktinen Biotalous. 2019. Energia-alan koulutusta Lapissa - Lapin Energiakonttori. Viitattu 22.5.2019. <https://www.youtube.com/watch?v=83kXFSiCa9g>

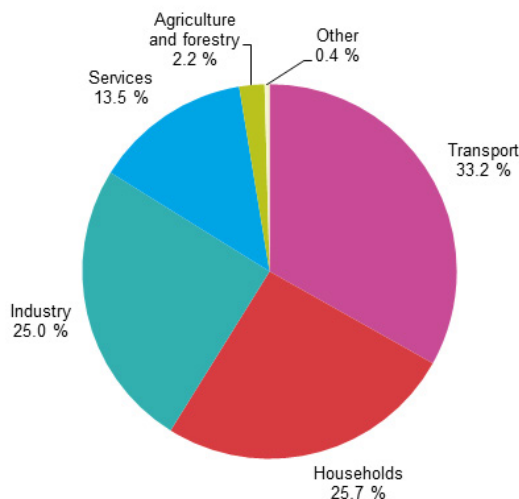


# Keskeiset teemat rakennetun ympäristön energiatehokkuudessa

## NYKYINEN ENERGIAPOLITIIKKA

Euroopan unioni on jo pitkään ohjannut jäsenmaitaan kohti tiukempia energiansäästötavoitteita. Energian loppukäytön jakautuminen (kuva 1) eri sektoreiden kesken osoittaa, että yritykset (services) ja kotitaloudet (households) kuluttavat lähes 40% kaikesta energiasta EU-28-alueella. EU-jäsenmaat ovat yhdessä sitoutuneet pienentämään energiankulutusta ja täten vähentämään päästöjä kaikilla sektoreilla.

**Final energy consumption by sector, EU-28, 2016**  
(% of total, based on tonnes of oil equivalent)



Source: Eurostat (online data code: nrg\_100a)

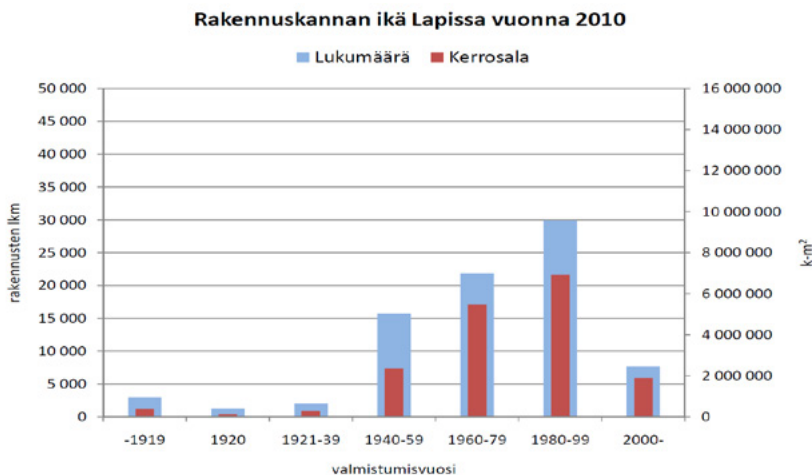
**Kuva 1** Lopullinen energiankulutus sektoreittain EU-28-alueella. (Eurostat 2016)

Tähän artikkelikokoelmaan valitut aiheet perustuvat käytännössä toimivaksi todettuihin energiansäästöratkaisuihin, niin EU-tasolla kuin Suomessa. Vertailupohjaa ratkaisuille on haettu neljästä Euroopan maasta. Keski-Euroopan maista valikoituivat Saksa, Ranska ja Iso-Britannia. Näissä maissa kotitalouksien suhteellinen kulutus on suuri verrattuna muihin jäsenmaihiin. Lisäksi vertailuun on otettu mukaan naapurimaa Ruotsi saman tyyppisen ilmasto-olosuhteen vuoksi. (Eurostat 2019)

Olemassa olevien rakennusten sekä uudiskohteiden energiansäästöratkaisut voidaan jakaa karkeasti kahteen pääalueeseen: rakennusrunkoa parantavat toimenpiteet sekä lämpö-, vesi-, ilmastointi-, sähkö- ja automaatiotekniikkaa (LVISA) parantavat toimenpiteet. Rakennuksen runkorakenteiden parannustoimenpiteet käsittävät rakennusvaipan energiatehokkuuden parantamisen esimerkiksi lisäeristämällä. LVI-SA-järjestelmien tehostaminen pitää sisällään esimerkiksi lämmitysjärjestelmän modernisoinnin tai vanhojen valaisimien vaihtamisen LED-valaisimiin.

## SUOMEN TOIMET ENERGIANKÄYTÖN TEHOSTAMISEKSI

Suomessa tyypillisimmin toteutetut remontit rivi- ja kerrostaloissa kohdistuvat vesi- ja viemärijärjestelmiin, vesikattoon sekä ikkunoihin ja oviin. Rivitaloasunnoissa toteutetaan julkisivujen energiaremontteja enemmän verrattuna kerrostalokohteisiin. (Kiinteistöliitto 2018) Suurin osa rakennuskannastamme on rakennettu huippuvuosina 1970-1989, jolloin elettiin vahvan kaupungistumisen aikaa ja rakennettiin kerrostalolähiöitä luomaan tiivis ja tehokas kaupunkirakenne. Tuolloin rakennustehokkuus ajoi energiatehokkuuden edelle ja kyseisenä ajanjaksona rakennettu rakennuskanta edustaa 40 % koko Suomen kerrosalasta. (Työterveyslaitos 2013) Alueellisesti tarkasteltuna Lapin rakennusten lukumäärä on kasvanut merkittävästi 60-90-luvuilla, kuten alla olevasta kuvasta 2 on nähtävissä.



**Kuva 2** Rakennuskannan ikäjakauma. (VTJ/VRK 4/2011)



## MUIDEN EU-MAIDEN LÄHESTYMISTAPA AIHEESEEN

Saksassa on laajat energiaministeriön ylläpitämät internetsivut, jotka antavat kuluttajalle tietoa rakennusten energiatehokkuuden parantamiseksi. Sivujen kautta voi ottaa yhteyttä kuluttajaneuvontakeskukseen, josta saa tarvittaessa tilattua esim. kuntotarkastajan tarkistamaan rakennuksen kuntoa energiatehokkuuden näkökulmasta. Lisäksi sivuilla on ”modernisointi”-työkalu, joka kerää käyttäjältä alkutietoja korjattavasta rakennuksesta ja ehdottaa soveltuvimpia parannusratkaisuja kyseiselle kiinteistölle. Lisäksi on mahdollista tilata käynnissä olevalle työmaalle energiakonsultti opastamaan energiatehokkuudessa.

Energiaremonttien käytännön ratkaisuina nettisivuilla on tarjolla mm.

- Rakennuksen ilmatiiveyden parantaminen vaihtamalla energiatehokkaammat ikkunat ja ovet
- Koneellinen ilmanvaihto lämmön talteenottojärjestelmällä
- Lämmitysjärjestelmän modernisointi
- Rakennusvaipan lisälämmöneristys
- Käyttövesiputkien eristäminen

(Federal Ministry for Economic Affairs and Energy 2019)

Kuten Saksassa, myös Ranskassa on valtion ylläpitämät internetsivut parhaiden energiakäytäntöjen kohdistamiseksi kiinteistöille. Lähestymistapa on hyvin samankaltainen, kuin Saksassa. Sivujen kautta saa yhteyden energianeuvojiin, jotka opastavat energiaremontin toteuttamisessa. Lisäksi sivuilla on hakutoiminto, jonka avulla saat paikallisen energia-ammattilaisen yhteystiedot. Energiansäästövinkeet on jaettu kolmeen osioon; jokapäiväiset energiansäästötoimenpiteet, asumismukavuuden parantaminen ja rakennusrungon energiaratkaisut.

Käytännön ratkaisuna rakennukseen voi tilata ammattilaisen arvioimaan mitkä rakennusosat tulisi remontoida. Käytännön toteutustapoja tarjotaan kätevien opaskirjojen muodossa, jotka käsittävät:

- Ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmien modernisointi
- Lisälämmöneristäminen
- Ikkunoiden ja ovien uusiminen

(Faire 2019)

Isossa-Britanniassa on energiayhdistyksen asiantuntijaorganisaation ylläpitämät internet-sivut rakennusten energiatehokkuuden parantamiseksi. Sivut ovat kattavat ja ne tarjoavat käyttäjälle laaja-alaisen tietopaketin parhaista energiansäästötoimista. Erytishuomiona voidaan mainita Iso-Britannian kansallisen tason asetus, jonka mukaan kaikissa kodeissa ja kiinteistörakennuksissa tulee olla etäluettavat älykäs kulu- tusmittari vuoteen 2020 mennessä. Rakenteellisina energiaremonttiratkaisuu- na sivustoilla on mainittu seuraavia menetelmiä:

- Päälämmitysjärjestelmän uusiminen
- Lämmityspotkien ja lämpimän käyttövesiputkien eristäminen

- Rakennusvaipan lisälämmöneristäminen
  - Ilmanvaihdon tehostaminen
- (GOV.UK 2019)

Ruotsissa on kansallisen energiajärjestön ylläpitämät internet-sivut parhaita energiansäästötoimenpiteitä varten. Sivuston vinkit ovat käytännönläheisiä ja uutta tutkimustietoa on tarjolla runsaasti. Ohjeistusta on annettu sekä uudisrakentamiseen että olemassa olevien kohteiden energiatehokkuuden parantamiseksi. Sivustoille on kerätty tietoa elinkaarimallin periaatteiden mukaisesti – ohjeistukset on kirjoitettu pidemmän aikavälin säästötavoitteita silmällä pitäen. Erityisenä huomionarvoisena asiana sivustoilta voidaan mainita kodinkoneiden vaihtaminen energiatehokkaampiin, ja samalla ympäristöystävällisempiin, malleihin. Elektroniikka on viime aikoina ottanut suuria kehitysaskelia energiankäytön tehostamisen osalta, mutta samalla esimerkiksi älytelevisioiden valmiustilan virrankulutus on kasvanut eksponentiaalisesti, koska laitteet ovat jatkuvasti yhteydessä nettiin. Sivustojen käytännön ratkaisuina on mainittu mm.

- Lämmitysjärjestelmän uusiminen suhteessa huoltosykleihin
- Lämmöneristeiden riittävään paksuuteen
- Ikkunoiden energiatehokkuuteen
- Rakennuksen kosteus- ja lämpötekniiseen toimivuuteen
- Lämminvesijärjestelmän vaihtoehtoiset hybridilämmitysratkaisut
- Kodinkoneiden energiatehokkuusluokituksen hyödyntäminen valittaessa laitteita

(Swedish Energy Agency 2019)

Kaikissa yllämainituissa EU-maissa on saatavilla valtioavusteinen rahoitusjärjestely energiaremonttien toteuttamiseksi tiettyjen ehtojen täytyessä. Kyseisten maiden nettisivuilta tietoa on runsaasti saatavilla ja aiheeseen on tehty useita eri tapoja lähestyä; jokainen löytää tapoja säästää energiaa päivittäisessä elämässään. Sivustoilla tarjotut käytännön ratkaisut ovat samassa linjassa Suomen ohjeistuksen kanssa. (Motiva 2019)

## ARTIKKELIKOKOELMAN RAKENNE

Paikalliset ilmasto-olosuhteet sekä 70-luvulla tapahtunut energian hinnan nousu ovat aikojen saatossa ohjanneet tapaamme rakentaa rakennuksia energiatehokkaamiksi. Suomessa ollaankin, osittain näistä syistä, monella rakentamisen energiatehokkuuden osa-alueella edelläkävijöitä muihin EU-maihin verrattuna. Mutta tämä ei tarkoita, etteikö myös meillä olisi parannettavaa rakentamisen suhteen. 90-luvun lopussa energiatehokkuuden tavoittelu johti kokonaisuuden hallinnan kadottamiseen ja rakentamista ohjattiin jossain määrin eristepaksuuden ehdoilla. Tämän seurauksena rakennuksia väitetyksi pilattiin rakennusfysiikan ymmärtämättömyyden kustannuksella.

Tässä artikkelikokoelmassa paneudutaan syvemmälle eri aihealueisiin ja tuodaan esille näkökulmia energiatehokkuuden parantamiseksi Suomessa. Tarkempaan tarkasteluun on valikoitunut yhteensä 12 osa-aluetta haasteiden ratkaisemiseksi:

- Rakenteellinen energiatehokkuus keskittyy rakennusvaihalle toteutettaviin toimenpiteisiin, kuten ilmatiiveyden, eristysvalintojen ja –materiaalien tarkasteluun.
- Kestävillä hankintakäytännöillä pyritään alentamaan kestävien investointipäätösten kynnystä uusien teknologioiden kehitysmahdollisuuksia yhdenaikaisesti edistään.
- Kohdekohtainen uusiutuvan energian tuotanto antaa katsauksen kiinteistöenergian tuottamiseen tontilla.
- Kuntien energiatehokkuussopimukset –artikkeli kertoo kuinka vapaaehtoinen sopimustoiminta tähtää tehokkaaseen energianhallintaan kunnallistasolla.
- Kiinteistöjen energiakatselmoinnit ovat työkaluja energiankulutuksen kokonaiskuvan muodostamiseen. Katselmoitien tarkoituksena on antaa vastaus kysymyksiin, kuten mihin energiaa käytetään kiinteistössä ja voidaanko prosessia tehostaa?
- Älykäs kiinteistöjohtaminen –artikkeli tarjoaa näkökulmia kiinteistöomaisuuden hallintaan ja työkaluja energiankäytön seurantaan.
- Kiinteistösähkön käyttö on yksi ehkä helpoimmin optimoitavista kulutussuureista. Nykyään on tarjolla useita keinoja hallittuun sähkönkulutuksen pienentämiseen suhteellisen matalalla alkuinvestoinnilla. Tämä artikkeli valottaa keinoja sähkönkäytön hallintaan.
- Energiatehokas ilmanvaihto tarjoaa ratkaisuja kiinteistön painesuhteiden järkevään hallintaan viimeisimmän tutkimustiedon valossa.
- Turvallinen ja terveellinen energiatehokkuuden parantaminen tulisi olla jokaisen hankkeen yksi perimmäisistä lähtökohdista. Artikkeli antaa näkökulmia mm. Kiinteistön energiatehokkuuden osaoptimoinnin vaikutuksista kokonaisuhyödyn kannalta.
- Älykäs energianhallinta käsittelee rakennusautomaatiolla ja käytön optimointiin kehitetyillä järjestelmillä saatavia hyötyjä kiinteistöjen energian käytössä.
- Uusien laskennallisten menetelmien mahdollisuudet antavat tietoa matemaattisten, tietokonepohjaisten tarkastelumallien kuten kiinteistöjen energiasimuloinnin ja monitavoiteoptimoinnin hyödyntämisestä olemassa olevissa rakennuksissa sekä uudiskohteissa.
- Yksittäisen käyttäjän energia- ja resurssitehokkuus –osiossa keskitytään arkipäiväisiin, yksilökohtaisiin keinoihin säästää energiaa.

Jokaisesta artikkelista on pyritty tekemään riittävän kattava ja useimmista aiheista on tehty julistetyyppiset visuaaliset infokortit (liite 1). Ideana on, että teksteihin voi paneutua syvällisemmin ja poimia lopuksi pääkohdat selkeästi jäsenneyistä infokorteista. Artikkeleita ei tarvitse lukea missään tietyssä järjestyksessä, vaan niihin voi

tutustua oman mielenkiinnon mukaan. Suosittelemme kuitenkin kaikkien aihealuiden läpikäyntiä, koska kiinteistöä tulee ajatella kokonaisuutena, mihin pyritään luomaan parhaat käyttötarkoitusta vastaavat olosuhteet.

## KIRJALLISUUS

- Eurostat. 2016. Final energy consumption by sector, EU-28. Viitattu 4.4.2019. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Final\\_energy\\_consumption\\_by\\_sector,\\_EU-28,\\_2016\\_\(%25\\_of\\_total,\\_based\\_on\\_tonnes\\_of\\_oil\\_equivalent\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption_by_sector,_EU-28,_2016_(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent).png)
- Eurostat. 2019. Final energy consumption in households. Viitattu 5.4.2019. [https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/graph.do?tab=graph&plugin=1&pcode=t2020\\_rk200&language=en&toolbox=type](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/graph.do?tab=graph&plugin=1&pcode=t2020_rk200&language=en&toolbox=type)
- Faire. 2019. Rénovation info service. Viitattu 6.4.2019. <https://www.faire.fr/>
- Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. 2019. Enhancing energy efficiency in buildings. Viitattu 5.4.2019. <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Dossier/enhancing-energy-efficiency-in-buildings.html>
- GOV.UK. 2019. Best practice guidance for the delivery of energy efficiency advice to households during smart meter installation visits. Viitattu 4.4.2019. <https://www.gov.uk/government/publications/best-practice-guidance-for-the-delivery-of-energy-efficiency-advice-to-households-during-smart-meter-installation-visits>
- Kiinteistöliitto. 2018. Korjausrakentamisbarometri - syksy 2018. Viitattu 2.4.2019. [https://www.kiinteistoliitto.fi/media/3426/korjausrakentamisbarometri\\_syksy\\_2018.pdf](https://www.kiinteistoliitto.fi/media/3426/korjausrakentamisbarometri_syksy_2018.pdf)
- Motiva. 2019. Motiva – Kestävän muutoksen muotoilija. Viitattu 5.4.2019. [www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)
- Swedish Energy Agency. 2019. Swedish Energy Agency. Viitattu 4.4.2019. <http://www.energimyndigheten.se/en/>
- Työterveyslaitos. 2013. Korjausrakentaminen Suomessa. Holmijoki, O. Viitattu 4.4.2019. [https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/114847/Korjausrakentaminen\\_Suomessa.pdf?sequence=1](https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/114847/Korjausrakentaminen_Suomessa.pdf?sequence=1)

# Rakenteellinen energia- tehokkuus

## JOHDANTO

Rakennusten rakentaminen on murrosvaiheessa koko Euroopan alueella johtuen kasvihuonekaasupäästöistä. Suomessa rakennusten tulee olla energiatehokkaita, niin energiankäytön ja –kustannusten suhteen. Suunnitteluvaiheesta alkaen rakennuksen tulee olla mahdollisimman vähän energiaa kuluttava, helposti korjattavissa oleva sekä käyttäjäystävällinen. Suomen Ympäristöministeriö on asettanut uusille rakennuksille omat määrityksensä sen suhteen, miten nykypäivän rakennukset tulee rakentaa sekä korjata.

Rakennusten energiatehokkuutta ohjataan monilla erilaisilla direktiiveillä. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) on edellyttänyt, että kaikkien julkisten rakennusten tuli olla 31.12.2018 jälkeen lähes nollaenergiarakennuksia. Vuoden 2020 päättyessä määräys kattaa kaikki uudet rakennukset, ei pelkästään julkisia rakennuksia. Vastaavasti uusiutuvan energian käytön edistämisdirektiivin (RES) mukaisesti jäsenvaltioiden on rakennussäädöksissään ja –määräyksissään tai muualla tavalla vastaavin vaikutuksin tarvittaessa edellytettävä uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian vähimmäistasoa uusissa ja perusteellisesti kunnostettavissa olemassa olleissa rakennuksissa. Edellytys astui voimaan 31.12.2014. Jäsenvaltioiden on sallittava mainittujen vähimmäistasojen saavuttaminen mm. kaukolämmöllä ja –jäähdytyksellä, joka tuotetaan käyttämällä merkittävää uusiutuvien energialähteiden määrää. Lisäksi on olemassa energiatehokkuusdirektiivi (EED), joka edellyttää yleisimmin mm. pitkän aikavälin strategiaa rakennusten energiatehokkuuden parantamiseen koskien erityisesti rakennusten peruskorjausta. EED-direktiivin edellytyksistä tulee heijastuksia myös uudisrakentamiseen. Ne voivat olla mm. julkisten hankintojen tekeminen, kun kyse on julkisen rakennuksen korjaamisesta, energiankulutuksen mittaamisesta, energiatehokkuudesta tiedottamista tai vaikka rakennusten energiakatselmuksista. Myös kaukolämmön ja –jäähdytyksen ja yhteistuotannon edistäminen vaikuttaa E-lukutasojen määrittelyyn. (Rakennusteollisuus 2019)

Rakennuksille on annettu jo omat määritelmät rakennustapansa mukaan. Tällä hetkellä olemassa olevia termejä ovat matalaenergiatalo, passiivenergiatalo sekä nollaenergia ja plusenergiatalo. Näistä mainituista termeistä nollaenergiatalo tuottaa uusiutuvaa energiaa vuositasolla vähintään saman verran kuin kuluttaa ja plusenergiatalo puolestaan tuottaa vuositasolla energiaa enemmän kuin kuluttaa.

## MITÄ ON RAKENTEELLINEN ENERGIATEHOKKUUS?

Rakenteellisella energiatehokkuudella tarkoitetaan rakennuksen ulkovaipan ratkaisujen vaikutusta energiankulutukseen ja erityisesti lämmitystarpeeseen. Energiatehokkuutta koskevien rakentamismääräysten nopea kehitys on herättänyt monenlaisia huolia mutta olemassa olevien oppaiden avulla monet rakenteellista energiatehokkuutta koskevat huolet vaikuttavat aiheettomilta. (RTT 2015)

Energiatehokkaan rakentamisen monia parhaita käytäntöjä tuottanut passiivirakentaminen perustuu lähtökohtaisesti tilojen lämmitystarpeen pienentämiseen. Rakennuksia ei pääsääntöisesti ole kannattavaa uusia pelkästään energiatehokkuuden vuoksi, jos teknistä korjaustarvetta ei muuten ole. (RTT 2015) Rakennusten korjausten yhteydessä voidaan kumminkin merkittävästi parantaa rakennuksen sisäilmastoa ja energiatehokkuutta. (Rakennusteollisuus 2017) Energiatehokkaan rakennuksen lämmitystehontarve on tyypillisesti olennaisesti tavanomaista rakennusta pienempi, vaikka lämmitystehon ero onkin pienempi kuin tilojen lämmitysenergiankulutuksen ero. (RTT 2015)

Rakennuksen korjaus- ja muutostöitä koskevat, energiatehokkuuden parantamiseen samassa yhteydessä liittyvät vaatimukset esittävät minimitason energiatehokkuuden parantamiselle. Useimmissa tapauksissa on järkevää pyrkiä minimitasoa parempaan tasoon johtaviin ratkaisuihin. (Rakennusteollisuus 2017)

Rakennuksen energiatehokkuutta parantavien keinojen priorisointia pohdittaessa on syytä kiinnittää huomiota rakennusosien suunnittelukäyttöikään. Monimutkaiset talotekniikkajärjestelmät haastavat kehittämään käyttöönoton ja ylläpidon menettelytapoja, jotta järjestelmät saadaan toimimaan keskenään yhteensopivasti ja säädöt pidettyä kohdallaan koko rakennuksen elinkaaren ajan. Kun tilojen lämmitystarve pienenee, lämmitysjärjestelmä voidaan mitoittaa pienemmäksi ja parhaassa tapauksessa yksinkertaisemmaksi. (RTT 2015)

Korjausrakentaminen ja rakenteiden lämmöneristystason parantaminen ei ole käytännössä mahdollista kaikkien rakenteiden osalta ja sen vuoksi on tärkeämpää pitää tavoitteena hyvä energiatehokkuus niissä korjauksissa, joissa tämä on mahdollista. Hyvin lämmöneristetty rakennus antaa toimivan pohjan tuleville taloteknisille järjestelmien päivityksille ja kokonaisuuden energiatehokkaalle toimivuudelle. Hyvin lämpöä pitävän rakennuksen lämmitysjärjestelmät voidaan mitoittaa aiempaa pienemmälle tehontarpeelle, mikä säästää tulevaisuudessa laitekustannuksissa ja sama pätee rakennuskohtaisen uusiutuvan energian järjestelmien mitoituksessa. Täytyy muistaa, että hyvä lämmöneristystaso ei aiheuta kosteusongelmia tai lisää niiden esiintymistä uudisrakentamisessa eikä korjausrakentamisessa, kun korjauksen suunnittelussa ja toteutuksessa otetaan huomioon olemassa oleva rakenteen lähtötilanne ja sen edellyttämät korjaukset. (Rakennusteollisuus 2017)

Suomessa on laajalti ollut esillä keskustelua siitä, että kannattaako lämmöneristysten määrää lisätä rakenteissa. Valtion Teknologian Tutkimuskeskus (VTT) ja Tampereen Teknillinen Yliopisto (TTY) ovat käyneet julkisuudessa paljon keskustelua siitä, että miten ja kuinka paljon rakennusten energiatehokkuutta koskevia määräyksiä

tulisi kiristää. TTY:n rakennusfysiikan prosessorin, Juha Vinhan mielestä EU:n asetama nollaenergiatalo tulee Suomessa kalliiksi eikä ratkaisulla päästä sitä lähelle, vaan rinnalle tulisi ottaa myös talotekniikan asiat. Lisäksi Vinha varoittaa, että liiallisella ulkovaipan eristyksellä voi olla yhtäläisyyksiä kosteusvaurioiden syntyyn. VTT:n näkökanta esimerkiksi kiristyyiin U-arvoihin on se, että lämmöneristämistason vaikutus rakenteen ulkopinnan kuivumispotentiaalin on marginaalinen. (Rakennusliitto 2017)

Haasteena korjausrakentamisessa on olemassa olevan rakennuksen tilanteen riittävän hyvä tunteminen. Tämä edellyttää mm. aiemmin tehtyjen korjausten ja muutosten sekä niiden vaikutusten kartoitusta rakennuksen toiminnan kannalta. Vasta kun mahdolliset viat ja niiden aiheuttamat vauriot tunnetaan, voidaan suunnitella niiden edellyttämä korjaus ja samalla rakenteiden energiatehokkuuden parantaminen. Joissakin tapauksissa yhteen rakennusosiin tehdyt korjaukset voivat heikentää muiden rakennusosien, järjestelmien tai jopa koko rakennuksen toimintaa. Tämän vuoksi vaikutukset rakennuksen toimintaan kokonaisuutena on selvítettävä aivan hankkeen alussa. (Rakennusteollisuus 2017)

## E-LUKU, TAVOITE-ENERGIANKULUTUS SEKÄ HIILIJALANJÄLKI

Rakennushankkeen energiatehokkuustavoite on asetettava jo hankesuunnitteluvaiheessa, jossa rakennuttaja sitoutuu toteuttamaan asetetun tavoitteen ja sitouttaa pääsuunnittelijan ja muut suunnittelijat yhteiseen tavoitteeseen. Energiatehokkuustavoite voidaan määritellä asettamalla hankekohtaisesti voimassa olevaa määräystasoa paremmat vaatimukset ulkovaipan rakennusosien lämmöneristävyydelle ja ilmapitävyydelle. (RTT 2015) E-luku kuvaa rakennuksen laskennallista ominaisenergiankulutusta pääkaupunkiseudun ilmastossa. Se huomioi käytetyt energiamuodot valtioneuvoston asetuksessa määriteltyjen kertoimien avulla. E-luku mahdollistaa suunnitteluratkaisujen energiatehokkuuden vertailun samaa rakennustyyppiä edustavien kohteiden välillä sijaintipaikasta ja käytöstä riippumatta. E-luku voi viitata rakennusten energiatehokkuusluokitukseen tai määritellä numeerisesti tavoitetason. Tavoite-energiankulutuksessa pyritään ennakoimaan toteutuvaa energiankulutusta mahdollisimman todenmukaisesti, jolloin laskennassa asetettavien lähtötietojen ja oletusarvojen tulee vastata mahdollisimman tarkkaan ennakoitua käyttöä ja toteutuvia ratkaisuja. On hyvä muistaa, että E-luku ja tavoite-energiankulutus ovat kumminkin kaksi eri asiaa. E-luvun ensisijainen tarkoitus on määräystenmukaisuuden todentaminen ja rakennusten vertailu ja tavoite-energiankulutuksen avulla energiankäytön kustannukset ja elinkaaren hiilijalanjälki ovat tarkoituksenmukaista arvioida. (RTT 2015)

Rakennuksen suunnittelulle asetettava ympäristötavoite voidaan asettaa rakennuksen energiankäytön CO<sub>2</sub>e-päästönä tai rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjälkenä, jonka vaiheet on määritelty standardissa EN 15804 ja suomalaisen rakentamisen näkökulmasta ohjeistus rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaan on esitetty standardissa EN 15978. (RTT 2015)

## ENERGIANKÄYTÖN TAI YLLÄPIDON KUSTANNUKSET SEKÄ TEKNINEN KEHITYS

Rakennusten energiatehokkuustavoitteen asettaminen perustuu tyypillisesti ylläpito-kustannusten pienentämiseen. Energiansäästötoimenpiteitä sen sijaan arvioidaan usein takaisinmaksuaikojen tai tuottokertoimen avulla. Molemmissa investointivaiheen lisäkustannus suhteutetaan ylläpitokustannuksissa saavutettaviin säästöihin. (RTT 2015)

Muistisääntönä voidaan pitää, että hyvä lämmöneristys on perusedellytys pienelle energiankulutukselle. Lähes nollaenergiatason rakennukseen pyrkiessä, tulee rakenteiden lämmönläpäisykertoimien olla pienet ja ulkovaipan mahdollisimman ilmatii-vis. Uusien eristetuotteiden tekninen kehitys tähtää tyypillisesti muihin kuin rakentamisen sovellutuksiin, kuten esimerkiksi ns. supereristeet. (Rakennusteollisuus 2017) On hyvä muistaa, että niin uudis- kuin korjausrakentamiselle ei ole olemassa yhtä oikeaa tuotetta tai ratkaisua, joten valinta tulee tehdä aina tapauskohtaisesti huomioiden rakennuksen kokonaistoimivuus ja sen asettamat rajoitukset ja vaatimukset sekä mm. tuotteiden pitkäaikaistoimivuus käyttöoloissa. Lisäksi markkinoilla tarjolla olevien eristeiden määrä on valtava. (RTT 2015)

Rakennuksissa, joissa on hyvä lämmöneristys, rakenteiden sisäpintojen lämpötilat ovat tasaiset ja lähellä sisäilman lämpötilaa. Tämä puolestaan pienentää vedon tunnetta ja parantaa termistä viihtyisyyttä huoneistossa. Kylmien pintojen vedon tunnetta kompensoidaan lisäämällä sisäilman lämpötilaa rakennuksissa, joissa on heikko lämmöneristävyys. Tämä kasvattaa rakennuksen energiankulutusta. Lisäksi voidaan mainita, että hyvä eristystaso parantaa rakenteiden sisäpuolen osien kosteusturvallisuutta. (Rakennusteollisuus 2017) Korjaustilanteessa rakennuksen ilmanvaihtoon on kiinnitettävä huomiota, jotta se toimii oikealla tavalla korjauksen jälkeen. Parantunut ilmanvaihto vaikuttaa positiivisesti sisäilman laatuun, mutta voi kumminkin aiheuttaa vedon tunnetta, ellei korvausilmaventtiilien sijoittelua suunnitella huolella. Lisäksi lämmön talteenotolla varustettu ilmanvaihtolaite lisää asunnon käyttömukavuutta. Sisäilman lämpötila tulisi myös pitää rakenteiden kannalta riittävänä. Paikallinen matala sisäilman lämpötila voi aiheuttaa ongelmia, esimerkiksi pintakondenssia rakenteisiin. Näihin ei ole olemassa tarkkoja raja-arvoja ja lisäksi ne ovat hyvin tapauskohtaisia. (Rakennusteollisuus 2017)

## RAKENTEEN ENERGIATEHOKKUUTEEN VAIKUTTAVAT ASIAT

Yleisesti voidaan mainita, että rakenteelliseen energiatehokkuuteen vaikuttavat rakennuksen sijoitus, pienilmasto, tehokas tilankäyttö, rakennuksen muoto, ikkunat ja ovet ja aurinkosuojaus. Tehokkaan energian- ja resurssikäytön näkökulmasta ratkaisevaa on, minkälaiseksi asukasmäärä ja asumisväljyys muodostuvat sen koko elinkaaren aikana. Lisäksi rakennusta suunniteltaessa on haastavaa ennakoida sen tulevien asukkaiden lukumäärää, tarpeita ja elämäntilanteita. (RTT 2015)



Rakennusten tilat kannattaa ottaa hyötykäyttöön, koska tilan turha rakentaminen lisää investointi- ja ylläpitokustannuksia sekä ympäristökuormaa. Kumminkin sopivan väljällä mitoituksella voi parantaa kalustettavuutta, monikäyttöisyyttä, muunneltavuutta ja laadun kokemusta. Näillä kaikilla on vaikutusta kiinteistön arvoon. (RTT 2015)

Nyrkkisääntönä energiankulutukseen voidaan pitää, että mitä suurempi pinta-ala on, sitä suuremmat ovat lämpöhäviöt ja tilojen lämmitystarve. Ikkunoiden kohdalla muistisääntönä voisi pitää, että suuri ikkunapinta-ala lisää lähtökohtaisesti ulkovaipan lämpöhäviöitä, koska lämmöneristävyydeltään parhaidenkin ikkunoiden lämmöneristävyys on olennaisesti ulkoseinän lämmöneristävyyttä huonompi. Ikkunapinta-ala vaikuttaa luonnollisesti myös sähkövalaistuksen tarpeeseen, mutta vain tiettyyn rajaan asti ja samalla vaikutus voidaan kääntää energiatehokkuuden hyväksi hyödyntämällä aurinkoenergiaa passiivisesti lämmityskauden aikana. (RTT 2015)

Aurinkosuojauksesta voidaan mainita, että sen tavoitteena on estää auringonsäteilyn epäedullinen vaikutus sisäolosuhteisiin ja energiankulutukseen. Samalla aurinkosuojausta tarvitaan myös aurinkoenergian passiivisessa hyödyntämisessä. Passiivisella hyödyntämisellä tarkoitetaan auringon lämpösäteilyn käyttämistä energiankulutuksen pienentämiseen ilman teknisiä järjestelmiä. (RTT 2015)

## KYLMÄSILLAT

Kylmäsilalla tarkoitetaan kohtaa vaipparakenteessa, jossa lämpöhäviö eroaa rakenteen tavanomaisesta lämpöhäviöstä ja se mielletään perustellusti ongelmakohtaksi. Kylmäsilta muodostuu joko geometrisesti tai paikallisen käytettävän materiaalin epäjatkuvuuskohdasta. Käytettyjen rakennusmateriaalien eri lämmönjohtavuuksista johtuvaa kylmäsiltaa kutsutaan rakenteelliseksi kylmäsilaksi. (RTT 2015) Kylmäsiltoja on vaikea välttää, koska jokainen nurkka rakennuksessa toimii epäjatkuvuuskohdantana ja muodostaa kylmäsilta. Geometrinen kylmäsilta johtuu siitä, että rakenteen sisäpinnan ja ulkopinnan pinta-alat ovat erilaiset. Kylmäsilat aiheuttavat lämpöhäviötä rakenteissa, ja niiden vaikutus rakennuksen energiatehokkuuteen voi olla merkittävä. Kylmäsilat voidaan tuntea yleensä vedon tunteena. Kylmäsilan laskemisen tavoitteena on saada selville rakenteen todellisen lämpöhäviö, jotta voidaan ilmaista todellisen rakenteen ja normirakenteen ero. (RTT 2015)

## ILMAPITÄVYYS

Ulkovaipan läpi tapahtuvat ilmavirtaukset sisältä ulos kuljettavat mukaan sisäilman kosteutta rakenteeseen ja ulkoa sisälle suuntautuvat ilmavirtaukset voivat kuljettaa ulkoilman tai rakenteissa olevia epäpuhtauksia sisäilmaan, viilentää talvella rakenteiden sisäpintoja, heikentää lämpöviihtyvyyttä sisätiloissa vetona ja viileistä pinnoista aiheutuvan ns. kylmävedon tunteena. (RTT 2015) Ilmavuodot lisäävät myös raken-

nuksen lämpöhäviöitä. Ilmanvaihdon lämmön talteenoton tehokkuus heikkenee ilmavuotojen johdosta. Tyypillisiä ilmavuotokohtia ovat rakennusosien liitoskohdat, elementtisaumat, ikkunoiden ja ovien liitokset sekä talotekniikka-asennukset ja savuhormien läpiviennit. Rakennuksen ulkovaipan ilmapitävyyden on sanottu heikentävän sisäilman laatua ja ns. ”Pullotalo” syntyy, kun tiiviin talon ilmanvaihto ei toimi. (RTT 2015)

## TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS

Edullisin keino pienentää rakennuksen lämmitystehon tarvetta on hyvä lämmöneristys ja pienimmillään lisäkustannus lämmöneristykseen on pelkästään materiaalikus-tannus. Lisäkustannusten osuus on rakennustyyppistä riippuen 3-8 % ja riippuen yleensä siitä miten aikaisessa vaiheessa rakentamisprosessia rakenteellisen energiatehokkuuden parantamispäätös tehdään. Tulee muistaa, että energiatehokkuusinvestointien kannattavuuden laskentaan on erilaisia menetelmiä. Elinkaarikustannuksia tarkasteltaessa on syytä kiinnittää huomiota siihen, että lähtökohdat ovat aina erilaisia. Elinkaarikustannukset muodostuvat investointi-, energia-, huolto-, kunnossapito- ja uusimiskustannuksista ja laskettaessa suoraa takaisinmaksuaikaa tulee huomioida paljon enemmän yksityiskohtaisempia tietoja, kuten huoltotarve, laitteiden ja tarvikkeiden käyttöikä ja uusimisen tarve, energian hinnan muutokset, rahan arvo ja lainojen korkokustannukset. Myös energiaan liittyvillä seikoilla, kuten käytöllä, hinnalla ja hinnan kehityksellä on vaikutuksia elinkaarikustannuksiin. (RTT 2015)

## RAKENNUKSEN VAIPPA

Ikkunoiden lasityyppejä on olemassa markkinoilla valtavasti mutta matalimmat U-arvot saavutetaan tyypillisesti joko 2+2-lasituksilla ja 3+1-lasituksilla. Ulkoseinien osalta kerrostaloissa pääasialliset seinärakenteet olivat betonisandwich-rakenne ja tiilimuurattu rakenne ja pientaloissa sahanpurueristeinen seinä. Betonisandwich-lisäeristyksessä vanha rakenne voidaan eristää ulkoapäin tai sen ulkokuori ja lämmöneristekerros puretaan ja vanhan sisäkuoren ulkopuolelle asennetaan uusi lämmöneristekerros. Eristerappauksissa ohutrappaus on hyvä suojata kapillaarista veden tunkeutumista hidastavalla kerroksella, jos rappauksen omat ominaisuudet eivät ole tähän riittävät.

Tiiliseinän lisäeristyksessä lämmöneristeen ulkopintaan tulevan rappauksen tulee olla riittävän hyvin vesihöyryä läpäisevä, jotta tiilimuurauksesta tuleva kosteus voi kuivua ilman haittaa. Tuuletettu rakenne parantaa kosteusteknistä toimivuutta, kuivumiskykyä sekä rajoittaa sadeveden tunkeutumista eristekerrokseen. Tiilirakenteiden tapauksessa on varmistettava, että rakenteen alkukosteus on riittävän alhainen ennen ulkopuolisen korjauksen tekemistä. Nopea kosteudensiirto tiilirakenteesta eristerappaukseen voi johtaa kosteuden pitkäaikaisiin, korkeisiin tasoihin eristeen ja

rappauksen rajapinnalla. Pientalossa, jossa ulkoseinässä on sahanpurueristeinen, korjausratkaisuksi esitetään tuuletettu, hyvin vesihöyryä läpäisevällä lämmöneristeellä lisäeristetty seinärakenne. Alapohjaa parannetaan eristämällä se ryömintätilan kautta tuulensuojavillan avulla. Korjaustapa edellyttää kumminkin alkuperäisen rakenteen riittävän hyvää kuntoa. Likaantunut, kosteusongelmista tai muista ongelmista kärsivä alapohja voidaan joutua purkamaan kokonaan pois. Kriittisinä kohtina sisäpuolella korjatuissa rakenteissa ovat tuuletusrako, tuulensuojan sisäpinta ja vanhan rakenteen purukerroksen ja tervapaperin rajapinta. Sisäpuolen vesihöyryn läpäisyominaisuus on suurin riski. Kosteusteknisen toimivuuden kannalta rakenteen ulkopuolinen lämmöneristys voisi olla huomattavasti paksumpikin, jolloin vanhan ja uuden rakenteen välinen rajapinta ovat mahdollisimman lähellä sisäilman oloja. Tuuletus varmistaa kosteuden poistumisen rakenteesta. Lisäksi alapohjan lisälämmöneristäminen vesihöyryä hyvin läpäisevällä eristeellä tuuletustilan puolelta parantaa rakenteen kosteusteknistä toimivuutta. (Rakennusteollisuus 2017)

Seinärakenteiden tuuletus parantaa rakenteiden kosteusteknistä toimintaa. Tuuletettu ilmaväli julkisivun ja tuulensuojan välissä parantaa rakenteen sateensuojausta. Tuuletusväli estää sadeveden kapillaarisen siirtymisen rakenteen runkoon ja lämmöneristeeseen. Hyvin suunniteltu rakenne ohjaa tuuletusväliin päässeeseen veteen ulos rakenteesta niin, ettei se siirry tukirakenteiden kautta sisäpintaan ja samalla suojaa rakennetta auringon säteilykuormilta, ja auringon lämmittävä vaikutus edistää kosteuden tuulettumista rakenteessa. Olennaista on tuuletusvälin yhtenäisyys niin, ettei seinään jää tuuletukselta suljettuja katvealueita. (Rakennusteollisuus 2017)

Suomessa yleisimmin käytetyt ikkunatyypit ovat MEK, SE, MSE ja MS2E. MS2E-ikkunatyypin on nelilasinen ikkunatyypin. MSE on yleisin ikkunatyypin, joka on käytössä. Tästä on myös olemassa MSE-ikkunasta valmistettu tuloilmaikkuna, joka mahdollistaa korvausilman saannin sellaisissa rakennuksissa, joissa ilmanvaihto on koneellinen poistoilmanvaihto. Ikkunoiden huollon ja kunnossapidon tehtävänä on hidastaa vaurioitumista ja korjata vaurioituneet osat. Ikkunoiden vaihtaminen ja kunnostaminen ovat mahdollista kaikkina vuodenaikoina. Vanhan ikkunan poisto ja uuden asennus vievät aikaa 0,5 – 2 h. (Rakennusteollisuus 2017)

Auringonsäteilyyn ja lämpöenergiaan vaikuttaa ikkunan ominaisuuksien lisäksi ikkunan suuntaus, maantieteellinen sijainti sekä vuoden- ja kellonaika. Auringonsäteilyn kokonaisläpäisyä on mahdollista pienentää ja tehokkaimmat ratkaisut ovat lasirakenteen ulkopuolella olevat varjostukset mm. räystäät, lipat, markiisit ja kaihtimet. Ikkunan puitteiden välissä olevilla sälekaihtimilla on saavutettavissa varsin hyviä tuloksia. Selektiivilasilla varustetuissa ikkunoissa sälekaihtimiksi tulee valita valkea tai hopeavärinen kaihdin, jotta vältetään kaihtimien lämpenemisestä aiheutuva lasien rikkoutumisriski. Parhaiten toimii auringonsuojalasi, jossa ulkoilmaa vasten on eristyslasi. Nämä lasit pienentävät auringon säteilyn lämmittävää vaikutusta. (Rakennusteollisuus 2017)

Sälekaihtimella saavutetaan parempi aurinkosuojaus kuin aurinkosuojalasilla ja lisäetua tuo suoran auringonpaisteen aiheuttaman häikäisyn estäminen. Tarpeenmukainen aurinkosuojaus on saavutettavissa rullaverhojen, markiisien ja sälekaihtimien

avulla ja tehokkain suojaus saavutetaan sijoittamalla suojaus julkisivulle ikkunan ulkopuolelle tai ulkopinnalle. Huonoin vaihtoehto on sijoittaa aurinkosuojaus ikkunan sisäpuolelle huonetilaan, jolloin verhoon tai kaihtimeen imeytynyt lämpöenergia siirtyy pääosin huonetilaan. (Rakennusteollisuus 2017) Ikkunoiden ja rakennuksen toimivuuden kannalta ja tärkeää, että ikkunat asennetaan huolella sekä ikkunoiden ja seinän välinen liitos tiivistetään hyvillä materiaaleilla huolellisesti.

## JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Kokonaisuuden kannalta tarkasteltuna voidaan todeta, että rakenteellinen energiatehokkuus koostuu monen eri osion summasta. Rakennusmateriaalien valinta, ikkunat ja ovet, ilmanvaihto, rakennuksen tiiviys sekä aurinkosuojaus muodostavat sen kokonaisuuden, jonka avulla rakenteellista energiatehokkuutta voidaan tarkastella. Pelkästään ikkunoiden valinnalla ja esimerkiksi parvekkeen tai terassin lasittamisella on vaikutuksia siihen, että voidaanko rakennusta pitää energiatehokkaana vai ei.

Rakenteellisessa energiatehokkuudessa korjausrakentamisen piirissä voidaan todeta, että painopisteen tulisi olla kokonaisuuden hallinnassa. Kiteytettynä todettakoon, että tarvitaan koko rakennuksen toimivuuden ymmärtämistä ja huomioon ottamista suunnittelusta toteutukseen ja ylläpitoon. Jo pelkästään materiaalien valinnassa tulee huomioida kahden erilaisen materiaalin yhteensopivuus, jottei tapahdu vahinkoa. On siis hyvä tehdä varsinkin korjausrakentamisen yhteydessä selkeä hahmotus rakennuksen kokonaistoimivuudesta, johon kuuluu hyvä sisäympäristö, rakennusvaippa, rakenteiden kosteustekninen toimivuus, ilmanvaihdon varmistaminen niin suunnittelussa kuin toteutuksessa, auringonsäteilyn huomioon ottaminen, lämmitysjärjestelmät sekä langattomien puhelinten ja datayhteyksien toimivuus.

Energiatehokkaassa korjausrakentamisessa ratkaisut määritetään useimmiten kohdekohtaisesti, koska mitään yleispäteviä ratkaisuja ei voida esittää kaikissa korjausratkaisuissa. Mahdollisimman turvallinen tuuletettu julkisivuratkaisu kosteusteknisesti on sellainen, jossa julkisivuverhous katkaisee tehokkaan säärasituksen, eikä siihen sitoudu merkittävää määrää kosteutta, joka tulisi kuivata pois. Lisäksi toimintavarmuutta parantaa, jos tuuletusraon viereiset materiaalit ovat mahdollisimman kosteusteknisesti turvallisia. Ulkoseinien lisälämmöneristys korostuu erityisesti kerrostalojen remonteissa, joissa seinien suhteellinen ala on suuri ylä- ja alapohjiin verrattuna. Lisälämmöneristys vaikuttaa usein rakennuksen kokonaispaksuuteen. Tällä on vaikutusta mm. ikkunoiden sijoitteluun seinän syvyyssuunnassa, räystäspi- tuuteen ja perustuksiin. Eri korjausten ajoitus on suunniteltava kokonaisuuden kannalta sopivaksi.-

Yläpohja on varsinkin pientaloissa pinta-alaltaan merkittävä osa rakennusvaippaa. Näin ollen lisälämmöneristämisen vaikutus energiahäviöihin voi olla merkittävä. Lisäksi ne edustavat suhteellisen suurta yhtenäistä pintaa rakennusvaipassa. Lisälämmöneristämällä voidaan saavuttaa merkittävä parannus siihen rajoittuvien huone- tilojen lämpöihtisyydessä ja koko rakenteen energiatehokkuudessa. Lisälämmön-

eristämisen toteutustavat riippuvat rakenneratkaisuista ja ne voidaan jakaa tuuletetuihin ja tuulettamattomiin rakenteisiin. Alapohjan korjaus on usein haastavaa, mutta tähänkin löytyy tarvittaessa menetelmiä. Esimerkiksi putkiremontin tai muiden remonttien yhteydessä on kannattavaa parantaa alapohjan lämmöneristävyyttä, mikä lisää lämpöviihtyvyyttä. (Rakennusteollisuus 2017)

Ikkunat ovat lämmöneristyksen sekä ilman- ja sateenpitävyyden kannalta rakennuksen vaipan heikoin osa. Oikeanlainen ikkunatyyppe on hyvä valita aina ilmanvaihtotavan mukaan. Puuikkunat poikkeavat muista ulkovaipan osista, koska ne tarvitsevat tiheimmin huoltoa, ja ne joudutaan uusimaan tavallisesti 30-50 vuoden välein. Huoltotarvetta on mahdollisuus vähentää ja kestoikkää pidentää valitsemalla uudet ikkunat ulkopinnaltaan alumiiniksiksi.

Rakennusten eristystason parantaminen ja sisäisten lämpökuormien jatkuva kasvu ovat johtaneet siihen, että ikkunoiden auringonvalon läpäisyominaisuuksiin joudutaan kiinnittämään entistä enemmän huomiota rakennuksen ikkunoita valittaessa. Lasirakenteen aurinkoenergian suuri kokonaisläpäisyosuus lisää ilmaislämpökuormaa ja pienentäminen vähentää auringon lämpökuormien hyväksikäyttöä lämmityskaudella. (Rakennusteollisuus 2017)

## KIRJALLISUUS

- Rakennusteollisuus. 2019. Rakennusten energiatehokkuutta ohjaavat direktiivit. Viitattu 1.5.2019. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Ilmasto--ja-energiapolitiikka/Energiatehokkuus-suunnitteluvaiheessa/>
- Rakennusteollisuus. 2017. Rakenteellinen energiatehokkuus korjausrakentamisessa – Opas., Ojanen, T. Nykänen, E. Hemmilä, K. Viitattu 1.5.2019. [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/oppaat-ohjeet/rek\\_27042017.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/oppaat-ohjeet/rek_27042017.pdf)
- Rakennusliitto. 2017. TTY:n professori Juha Vinha: Liika eristäminen voi johtaa kosteusongelmiin. Tuominen, E. <https://rakennusliitto.fi/2017/02/10/ttyn-professori-juha-vinha-liika-eristaminen-johtaa-kosteusongelmiin/>
- RTT. 2015. Rakenteellinen energiatehokkuus – Opas. Lylykangas, K. Andersson, A. Kiuru, J. Nieminen, J. Päätaalo, J. Viitattu 30.4.2019. [https://www.finnfoam.fi/files/7314/4315/9253/RET\\_opas\\_20150917.pdf](https://www.finnfoam.fi/files/7314/4315/9253/RET_opas_20150917.pdf)



# Kestävät hankintakäytännöt

## JOHDANTO

Suomi on vuoden 2015 hallitusohjelmassa asettanut tavoitteekseen olla bio- ja kierto-talouden sekä cleantech-alan edelläkävijä. Kestävien ratkaisujen ja uusiutuvan ener-gian käytön lisäämisen avulla Suomi pyrkii saavuttamaan itse asettamat sekä kan-sainväliset ilmastotavoitteet. Samanaikaisesti pyritään luomaan uusia työpaikkoja ja yrityksiä cleantech-alalle.

Julkinen sektori tekee hankintoja vuosittain noin 35 miljardilla eurolla, joka vastaa noin 17 prosenttia Suomen bruttokansantuotteesta ja julkisista hankinnoista noin 75 prosenttia tehdään kuntasektorilla. Julkisella sektorilla on siis suuri ja vaikutusvaltai-nen rooli energiatehokkuutta tavoittelevien innovaatioiden edistämisessä ja omien hankintojen kautta julkinen sektori pystyy vaikuttamaan markkinoiden kestävien palveluiden ja tuotteiden tarjontaan. Kestäviin ja energiatehokkaisiin hankintoihin panostamalla voidaan alentaa hiilijalanjälkeä ja saavuttaa taloudellisia säästöjä han-kinnan koko elinkaaren ajalta. (Motiva 2018)

Kestäville hankinnoille on luotu erilaisia käytäntöjä ja ohjeistuksia, joiden avulla pyritään saavuttamaan asetetut tavoitteet ja parhaat hyödyt. Tässä artikkelissa käy-dään läpi näitä käytäntöjä ja ohjeistuksia julkisen sektorin energiatehokkaan raken-tamisen näkökulmasta.

## HANKINTOJA OHJAAVAT SÄÄDÖKSET

Suomessa julkisia hankintoja ohjaa laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopi-muksista 1397/2016. Lain tavoitteena on tehostaa julkisten varojen käyttöä, edistää laadukkaiden, innovatiivisten ja kestävien hankintojen tekemistä suunnitellusti. Laki takaa hankinnan osapuolille tasapuolisen ja syrjimättömän kohtelun sekä hankin-nassa tulee toimia avoimesti ja ottaa huomioon suhteellisuuden vaatimukset. (Finlex 2016)

Hankintalakia sovelletaan, jos hankinnan arvo ilman arvonlisäveroa ylittää kan-salliset kynnsarvot. Hankintalaki sisältää EU:n hankintadirektiivin 2014/24/EU mukaiset vaatimukset, jotka tulee huomioida, jos hankinta ylittää Euroopan unionin kynnsarvot. Esimerkiksi rakennusurakoissa kansallinen kynnsarvo on 150 000 eu-

roa ja EU-kynnysarvo on 5 186 000 euroa. Tavara- ja palveluhankinnoissa sekä suunnittelukilpailuissa kynnysarvot ovat 60 000 euroa ja 134 000 euroa (EU). (Finlex 2016)

Euroopan unionin tasolla energiatehokkuusdirektiivi 2012/27/EU edellyttää jäsenvaltioita varmistamaan, että keskushallinnot hankkivat ainoastaan energiatehokkaita tuotteita, palveluita ja rakennuksia direktiivin liitteen III mukaisesti. Direktiivin artikla 6 velvoittaa jäsenvaltioiden keskushallintoja asettamaan energiatehokkuusvaatimuksia EU-kynnysarvoja vastaaviin tuotteiden, palveluiden ja rakennusten hankintasopimuksiin. (EUR-Lex 2012)

Rakennusten energiatehokkuus direktiivin 2010/31/EU mukaan energiatehokkuutta on edistettävä uudisrakentamisessa sekä korjausrakentamisessa. Vuodesta 2021 alkaen uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia. Lisäksi vuodesta 2019 jälkeen viranomaisten käytössä ja omistuksessa olevat uudet rakennukset ovat lähes nollaenergiarakennuksia. Korjausrakentamiselle on asetettava kansalliset energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset direktiivin mukaisesti. Suomessa korjausrakentamista koskee ympäristöministeriön asetus 4/13. (EUR-Lex 2010)

## PERINTEISET TOTEUTUSMALLIT

Julkisella sektorilla perinteiset toteutusmallit rakentamisessa voidaan jakaa kolmeen erilaiseen malliin. Ensimmäisessä mallissa suunnittelu ja rakentaminen ovat erillisiä palveluita ja tapahtuvat eri vaiheissa. Tätä kutsutaan suunnitellaan–kilpailutetaan–toteutetaan-malliksi tai DBB-malliksi (design, bid, build). DBB-mallin etuna on, että hanke on koko ajan rakennuttajan valvonnassa ja ohjauksessa. Kuitenkin rakennus- ja suunnittelutöiden toteuttajien yhteistyö ja vuorovaikutus voi jäädä vähäiseksi. Toteutettavien töiden sisältö, ratkaisut ja laajuus on päätetty suunnittelijoiden ja rakennuttajan toimesta joiden pohjalta urakoitsijat tarjoavat työn, mikä voi heikentää innovatiivisten ratkaisujen käyttöä. Yhteistyön puuttuessa on olemassa riski, että suunnitelmat eivät ole täysin toteutuskelpoisia tai kustannustehokkaita. Tämä voi aiheuttaa muutoksia kustannuksiin ja aikatauluun. DBB-mallissa rakennuttajalla on suuri rooli suunnittelussa ja tavoitteiden sekä laatukriteerien asettamisessa. (VTT 2014)

Design–Build-mallissa (DB) rakennuttaja hankkii palvelun keskitetysti yhdeltä toimittajalta, joka vastaa suunnittelusta ja rakentamisesta. DB-mallissa suunnittelun ja rakentamisen välillä on enemmän yhteistyötä kuin DBB-mallissa, mikä yleensä johtaa hyvin toteutuskelpoiseen suunnitelmaan. Mallista on olemassa monenlaisia muunnelmia, joissa pyritään suunnittelun ja rakentamisen yhdistämiseen sekä riskien vähentämiseen. (VTT 2014)

Projektinjohtotoimituksessa (Construction Management, CM) suunnittelu- ja rakennustöitä valvoo erillinen rakennuttajaorganisaatio. Malli on yleensä kustannusorientoitunut, mutta yhteistyön taso ei eroa DB-mallista. Erityisesti monimutkaisissa hankkeissa CM-malli pääsee parempaan kustannustehokkuuteen kuin DB-mallissa. Projektinjohtotoimitusta käytetään, kun tilaajalla on vähemmän asiantuntemusta



projektin organisoinnista kuin rakennuttajaorganisaatiolla tai projektin johtoon ei riitä omat henkilöresurssit. (VTT 2014)

## ENERGIATEHOKKUUSPALVELU

Energiatehokkuuspalvelu eli ESCO-palvelu (Energy Service Company) on palveluliiketoimintaa, jossa energiansäästötoimenpiteitä katetaan toteutuvilla energiansäästöillä. ESCO-mallissa ulkopuolinen energia-alan toimija investoi ja toteuttaa toimenpiteitä, joilla pyritään energiansäästöön ja energian käytön tehostamiseen. Näiden investointien kulut maksetaan takaisin joko kokonaan tai osittain investointien tuotamilla säästöillä osapuolien välisen sopimuksen mukaisesti. Palvelun tarjoaja takaa ja todentaa näiden säästöjen syntyminen sovitusti. Investointien rahoituksen voi hankkia tilaaja itse tai ESCO-toimija. (Motiva 2017)

ESCO-hankinta voidaan toteuttaa kahdella tavalla. ESCO-kokonaishankinnassa ESCO-toimijat tekevät kattavien lähtötietojen ja omien laskelmiensa perusteella kaikkiin kohteisiin energiaselvitykset sekä sitovat tarjoukset, jotka sisältävät toimenpideehdotukset ja niiden taloudelliset vaikutukset säästötakuineen. Tilaaja valitsee tarjouksista itselleen parhaan. Kokonaishankinta soveltuu urakoihin, joissa kohdejoukko on pieni ja taustatietoa on merkittävästi. (Motiva 2016)

ESCO-kumppanuushankinnassa tilaaja valitsee kohdejoukosta kahdesta neljään tarvekartoitettua kiinteistöä, joihin toimijat tekevät energiaselvitykset ja toimenpideehdotukset sekä tarjouksen säästötakuineen. Tarjous myös sisältää toteutus suunnitelman koko hankkeelle. Kumppanuus sopii suuriin ja useita kohteita sisältäviin hankkokokonaisuuksiin. Kumppanuushankinnan toteutus voidaan aloittaa tarjoukseen suunnitelluista kohteista. Hankinta voi sisältää tilaajan keskeytysoikeuden, jotta tarjoukset ja toimenpideehdotukset olisivat toteutuskelpoisia ja kannattavia. (Motiva 2016)

ESCO-hankkeille on tarjolla Business Finlandin investointitukea, joka vuonna 2019 on 25 % energiatehokkuussopimukseen liittyneille yrityksille ja yhteisöille, jos sopimukseen ei ole liittynyt tuki on 15 %. Lisäksi uutta teknologiaa sisältäville hankkeille voi saada korotettua tukea, jopa 40 % saakka riippumatta energiatehokkuussopimuksesta. Tuen saamiselle on kuitenkin rajoituksia. Esimerkiksi ESCO-palvelussa todennettävien säästöjen osuus kokonaisäästöistä on vähintään 60 % euromääräisesti laskettuna todentamisyksikön aikana sekä palvelun antama säästötakuu on oltava vähintään 70 % kokonaisinvestoinnista. Tuen hakijana voi toimia vain loppuasiakas. (Business Finland 2019)

## ELINKAARIMALLI

Elinkaarimalli eli kansainvälisesti tunnettu Public Private Partnership (PPP) on hankintamalli, jossa muodostetaan palvelun tuottamiseen projektiyhtiö, jossa yksityinen

toimija sitoutuu pitkällä aikavälillä vastaamaan julkisen tahon tilaaman hankkeen suunnittelusta, toteuttamisesta ja ylläpitämisestä. Mallissa osapuolten välinen palvelusopimus on yleensä kymmeniä vuosia pitkä. Projektiyhtiö rahoitetaan suurimmaksi osaksi vieraalla pääomalla, noin 80–90 %, ja loput omalla pääomalla. Vieras pääoma on usein julkisen sektorin rahoitukseen erikoistuneiden rahoituslaitosten lainaa. Elinkaarimalli soveltuu suurille yli 10 miljoonan euron hankkeille esimerkiksi uusien energiatehokkaiden rakennusten rakentamiseen. (Elron 2009)

Elinkaarimallin yhteydessä puhutaan elinkaarivastuusta, millä tarkoitetaan hankinnan osapuolten vastuualueita ja sitoutumista vastuun kantamiseen pitkälle aikavälille. Elinkaarimallissa yksityisellä toimijalla on vastuu hankkeen tuottamisesta ja valmistumisen jälkeisestä ylläpidosta. Julkisella tilaajalla vastuu on taas kohteen oikeanlaisessa käytössä. Mallin avulla pyritään siis lisäämään erityisesti toimittajan vastuuta hankinnan valmistumisen jälkeen. Tämä vastuun lisääntyminen ja vastuuajan piteneminen, normaaliin rakennusurakkaan verrattuna, oletetusti lisää huolellisuutta ja ekologisuutta suunnittelussa sekä tuotannossa, koska toimittaja joutuu arvioimaan koko elinkaaren kustannuksia. (Elron 2009)

Toimittajalle maksetaan palvelun tuottamisesta säännöllinen sopimuksen mukainen palvelumaksu, joka on jaettu kahteen osaan. Kiinteällä osalla katetaan vieraan pääoman korot ja lyhennykset sekä mahdolliset perustuotot sijoitetulle omalle pääomalle. Muuttuvalla osalla katetaan kohteen huolto ja ylläpito. Muuttuva palvelumaksu on sidottu kohteen käytettävyyteen ja palvelutasoon ja maksun määrä voi laskea tai jopa keskeytyä kokonaan, jos kohteen toimivuus tai laatuvaatimukset eivät täytä sovittuja ehtoja. (Elron 2009)

## INNOVAATIOKUMPPANUUS

Innovaatiokumppanuus on uusi hankintamenettely, joka tuli mahdolliseksi vuonna 2017 hankintalain 2016/1397 voimaantulon myötä. Innovaatiokumppanuudessa pyritään uuteen tuotteeseen, palveluun tai rakennusurakkaan, jota ei ole sellaisenaan tiedettävästi saatavilla markkinoilla. Kumppanuudessa toimittaja suunnittelee ja kehittää idean tai konseptin tilaajan tarpeita varten, jonka jälkeen tilaaja pystyy suoraan ostamaan tuotteen toimittajalta ilman kilpailutusta. (Tekes 2017)

Innovaatiokumppanuuden sopimuskausi koostuu kehitys- ja toimitusvaiheesta. Sopimuskauden pituutta ei ole erikseen määritetty, mutta pituudessa tulee ottaa huomioon molempien vaiheiden tarvitsema aika. Kehitysvaihe on hyvä olla aina määräaikainen ja tuotantovaihe voi olla määräaikainen tai joissain hankinnoissa toistaiseksi voimassa oleva. Sopimuskauden pituutta voi joustavasti säädellä esimerkiksi optiokausien avulla. (Tekes 2017)

Ennen kumppanuutta tehdään hankintailmoitus, jossa on kannattavaa määritellä hankinnan tarpeet ja tavoitteet huolella. Hankintailmoituksessa määritellään myös toimittajien soveltuvuusvaatimukset ja kriteerit, jotta innovaatiokumppanuus onnistuu parhaiten. Potentiaalisten toimittajien vertailukriteerit voivat liittyä heidän aikai-

sempiin referensseihin, ammattitaitoon, resursseihin, innovointikykyyn ja kohteen tuntemiseen tai kohteeseen perehtymiseen. Innovaatiokumppanin valinnassa sovelletaan hankintalain mukaista neuvottelumenettelyä eli valintaperusteena toimii kokonaistaloudellisesti edullisin tarjous, joka voi tarkoittaa halvinta hintaa, kustannuksiltaan edullisinta tai hinta-laatusuhteeltaan parasta tarjousta. Lopullista hintaa on kuitenkin vaikea määritellä, koska kehitysvaiheen kustannukset eivät ole selkeitä ja näihin kustannuksiin tilaaja joutuu varautumaan. Tilaja voi käytännössä asettaa vain enimmäishinnan, jolla innovoitu tuotos ostetaan. (Tekes 2017)

Innovaatiokumppanuuden haasteena on sen uutuus. Menettely on tullut mahdolliseksi vuonna 2017, joten käytännön kokemukset ja vertailukohteet ovat vähäiset. Tilajan haasteena on hankinnan alussa oikeanlaisten tavoitteiden asettaminen ja kannattavuuden arviointi sekä innovaatiokumppanien arviointi ja valinta. Toimittajan haasteena on määrittää kuinka paljon kannattaa panostaa innovaation tuottamiseen, jos ei ole varmuutta lopullisen hankinnan tilauksesta. Hyviä kannustimia toimittajalle on varmuus tilauksen saamisesta, innovointikustannusten kompensatio ja innovaation käyttöoikeuksista sopiminen. (Tekes 2017)

## YHTEISHANKINTA

Yhteishankinta on tapa tehdä hankintoja isolla ryhmällä, missä yksittäiset hankinnat yhdistetään yhteiseksi paketiksi. Yhteishankinnalla tavoitellaan halvempaa yksikköhintaa kuin yksittäisellä hankinnalla. Lisäksi suurempi tilaus kiinnostaa toimijoita enemmän ja tehdyt tarjoukset ovat yleensä kilpailukykyisempiä. Hankinnassa yleensä toimii vastuullinen toimija, joka vie hankintaa eteenpäin kilpailuttajana ja vertailijana. Yhteisen ryhmän tilaajat saavat toisistaan vertailukohteita ja vertaistukea, mikä voi helpottaa hankintapäätöstä. (Valtiovarainministeriö 2017)

Käytännössä yhteishankintoja tehdään puitejärjestelyn tai dynaamisen hankintajärjestelmän avulla. Puitejärjestely on hankintalaissa määritelty valmiiksi kilpailutetuksi sopimuskokonaisuudeksi, joka sisältää ehdot, kuten hankinnan kohde, hinnat sekä osapuolten vastuut ja velvoitteet. Puitejärjestelyn sopimus tehdään yhden tai useamman toimittajan ja hankintayksikön välille ja sopimuskausi kestää yleensä neljä vuotta. Dynaaminen hankintajärjestelmä on samankaltainen kuin puitejärjestely, mutta merkittävä ero on se, että soveltuvia toimittajia hyväksytään dynaamiseen hankintajärjestelmään koko sen keston ajan. Lainsäädännössä dynaamisen hankintajärjestelmän kesto ei ole erikseen rajattu. (Valtiovarainministeriö 2017)

Suomessa julkisella sektorilla yhteishankintoja tekee valtion tasolla Hansel Oy ja kuntatasolla KL-Kuntahankinnat Oy. Yksityishenkilöille ja yrityksille yhteishankintaa tarjoaa eri energia-alan toimijat sekä esimerkiksi Suomen ympäristökeskus. Suomessa rakentamisen yhteishankintoja on toteutettu pääsääntöisesti energiapuolijärjestelmien uusimisessa erityisesti aurinkojärjestelmien hankinnassa.

## ENERGIAN OSTOSOPIMUS

Energian ostosopimus eli PPA-sopimus (Power Purchase Agreement) on palvelusopimus, jossa tyypillisesti suuri sähkönkäyttäjä ostaa sopimuksen mukaisesti tietyn määrän energiaa tuottajalta tietyn ajanjakson ajan. Mallin avulla sähkönkäyttäjä pystyy sitomaan sähkönkulutuksensa tiettyyn hintatasoon ja näin pystyy ennakoimaan ja tuomaan varmuutta omiin kuluihinsa. Sähköntuottaja saa mallissa tasaisen ja ennustettavan tulon. Oikeanlainen kulutuksen mitoitus on tärkeää ostosopimusta tehdessä, sillä yli- tai alituotannosta aiheutuu lisäkustannuksia tuottajalle. (Iin Micropolis 2017)

Energian ostosopimuksessa energian tuotanto voidaan sijoittaa joko tuottajan tai tilaajan tiloihin. Palveluntuottaja investoi laitteisiin sekä vastaa niiden ylläpidosta sopimuskauden ajan. Tilaajalla on kuitenkin mahdollisuus lunastaa laitteet sopimusajan jälkeen. Tärkeä hyöty PPA-sopimuksen tilaajalla on, että hänen ei tarvitse tehdä suurta investointia itse. (Iin Micropolis 2017)

PPA-sopimuksen pituus on yleensä 10–25 vuotta pitkä, joka vastaa laitteiston kannattavaa käyttöikää, joten tuottavalta osapuolelta vaaditaan vakaavaraisuutta sekä käyttäjältä edellytetään vakuuksia maksujen toteutumisesta koko sopimuksen ajan. Suomessa PPA-sopimusta käytetään lähinnä aurinko- ja tuulivoiman tuotannossa sekä sopimuksen tilaajina toimivat usein suuret yritykset. (Iin Micropolis 2017)

## JOHTOPÄÄTÖKSET

Hankintamalleja on Suomessa tarjolla monenlaisia, jotka soveltuvat eri laajuisiin ja laatuisiin hankintoihin. Hankintakäytäntöjä miettiessä on kannattavaa tutustua kaikkiin mahdollisiin vaihtoehtoihin, jotta hankinnalle löydetään paras mahdollinen ratkaisu ja saavutetaan haluttu lopputulos. Ennen hankintamallin valintaa on syytä määrittää hankinnan tavoitteet ja laatuksiteerit, joihin hankinnalla pyritään sekä hankkijan on tärkeää miettiä omia resurssiaan, kuinka paljon hankintaan pystyy panostamaan rahaa ja aikaa. Edellytykset hankinnan onnistumiseen luodaan siis jo valmisteluvaiheessa.

Julkisella sektorilla hankintakäytännöistä on selkeää hyötyä kestäviä hankintoja tehdessä. Yleensä ongelmana julkisella sektorilla on taloudelliset ja asiantuntevuuden rajoitteet, joihin hankintakäytännöt pyrkivät vastaamaan. Esimerkiksi ESCO-palvelun ja elinkaarimallin avulla pystytään tekemään suuriakin hankintoja ilman isoa alkuinvestointia, joka muuten olisi kynnyskysymys hankinnan toteuttamiselle. Lisäksi kestäviä hankintoja tehdessä on hyvä selvittää mahdollisuudet erilaisiin tukiin, joita tarjotaan uusiutuvan energian ja energiatehokkuutta edistäviin investointeihin. Kestävät hankinnat ovat julkisella sektorilla elinkaarikustannuksiltaan kilpailukykyisiä sekä taloudellisesti ja realistisesti toteutettavissa.

Suomi on aktiivisesti menossa kohti kestävästä yhteiskuntaa ja on ollut pitkään kestävä teknologian kärkimaita. Hankintakäytäntöjen avulla pyritään alentamaan kes-

tävien investointipäätösten kynnystä ja samalla edistetään uusien teknologioiden kehitysmahdollisuuksia. Aika näyttää mihin kestävät teknologiat ja käytännöt niiden hankkimiseen kehittyvät nykyisestä.

## KIRJALLISUUS

- Business Finland. 2019. Energiatuki. Viitattu 29.3.2019. <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/pk-ja-midcap-yritys/energiatuki/>
- Elron Oy. 2009. Kansallinen elinkaarimalli. Viitattu 1.4.2019. <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/elinkeinoasiat/elinkaarimalli/kansallinen-elinkaarimalli-2009-loppuraportti.pdf>
- EUR-Lex. 2010. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU. Viitattu 26.3.2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex:32010L0031>
- EUR-Lex. 2012. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/27/EU. Viitattu 26.3.2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?qid=1553588151354&uri=CELEX%3A32012L0027>
- Finlex. Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016. Viitattu 26.3.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161397#Pidp447231664>
- Iin Micropolis. 2017. Uusiutuvan energian ja energiansäästön hankinta- ja rahoitus selvitys. Leppänen, P. Viitattu 5.4.2019. [http://www.greenpolis.fi/wp-content/uploads/Hankinta-ja-rahoitusmalli\\_raportti.pdf](http://www.greenpolis.fi/wp-content/uploads/Hankinta-ja-rahoitusmalli_raportti.pdf)
- Motiva. 2016. Energiatehokkuutta kuntiin ESCO-hankintana. Viitattu 28.3.2019. [https://www.motiva.fi/files/12324/Energiatehokkuutta\\_kuntiin\\_ESCO\\_hankintana\\_2016.pdf](https://www.motiva.fi/files/12324/Energiatehokkuutta_kuntiin_ESCO_hankintana_2016.pdf)
- Motiva. 2017. Energiatehokkuus- ja ESCO-palvelut. Viitattu 28.3.2019. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatehokkuus-ja\\_esco-palvelut](https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatehokkuus-ja_esco-palvelut)
- Motiva. 2018. Hyvän hankinnan ABC. Viitattu 25.3.2019. [https://www.motiva.fi/julkisen\\_sektori/kestavat\\_julkiset\\_hankinnat/hyvan\\_hankinnan\\_abc](https://www.motiva.fi/julkisen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/hyvan_hankinnan_abc)
- Tekes. 2017. Innovaatiokumppanuus - Kehitystyö osana julkista hankintaa. Aho, T. Viitattu 5.4.2019. <https://www.businessfinland.fi/globalassets/julkaisut/innovaatiokumppanuus-kasikirja.pdf>
- Valtiovarainministeriö. 2017. Valtion hankintakäsikirja 2017 - Valtiovarainministeriön julkaisu-29/2017. Viitattu 5.4.2019. <https://vm.fi/documents/10623/4040240/Valtion+hankintak%C3%A4sikirja+2017/868b8ofa-c2de-4328-ae93-36b17968f780/Valtion+hankintak%C3%A4sikirja+2017.pdf?version=1.0>
- VTT. 2014. Kestävän rakentamisen ohjaus kunnissa. Viitattu 27.3.2019. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T179.pdf>



# Kohdekohtainen uusiutuvan energian tuotanto

## JOHDANTO

Yksi edellisen hallituksen kärkihankkeista oli ”hiilettömään, puhtaaseen ja uusiutuvaan energiaan kustannustehokkaasti”, jonka tavoitteena on lisätä uusiutuvan energian käyttöä siten, että 2020-luvulla yli puolet energian loppukulutuksesta toteutetaan uusiutuvilla energianlähteillä. Tällä hetkellä Suomessa ollaan jo EU-maiden kärkijoukossa 37% uusiutuvan energian osuudella, vahvan puuenergian käytön ansiosta. Ei poltettavien energianlähteiden rooli tulee kuitenkin kasvamaan entisestään, kun pyritään saavuttamaan suomen pitkän tähtäimen tavoitetta, hiilineutraalia yhteiskuntaa.

Tuuli- ja aurinkosähkön hintakehitys on jo mullistanut markkinat ja tuulivoima onkin tällä hetkellä yksi edullisimmista, ellei jopa edullisin tapa tuottaa sähköä, myös ilman tukia. Julkaistuja tuulivoimahankkeita on kirjoitushetkellä suomessa jo yli 16 000 MW edestä, kun nykyinen olemassa oleva kapasiteetti on vain hieman reilut 2000 MW. Myös aurinkopaneelien hinnat ovat laskeneet viimeisen kahdeksan vuoden aikana yli 70 %, joten voidaan varmasti puhua jonkinasteisesta energiamurroksesta.

Sääriippuvaisen aurinko- ja tuulivoiman lisääntyessä voimakkaasti myös kulutuksen ohjauksen tarve tulee kasvamaan, mikä asettaa haasteita niin teollisuudelle, kuin myös kotitalouksille. Kulutuksen siirtäminen edullisempaan ajankohtaan tulee tulevaisuudessa vaatimaan kuluttajilta yhä enemmän sopeutumista ja älykkäitä teknisiä ratkaisuja.

Tällä hetkellä energiasektorilta täysin päästöttömäksi voidaan nopeimmin muuttaa sähköjärjestelmä, joten myös rakennuskannan lämmitystä pitäisi vähitellen siirtää sähköön. (Kaleva 2019) Väite voi kuulostaa uskomattomalta, sillä esimerkiksi rakennusten E-luvun laskennassa on käytetty sähkölämmitysjärjestelmille muita lämmitysjärjestelmiä reilusti suurempia energiakertoimia jo vuosia. Tulevaisuudessa sähkölämmitysjärjestelmät perustuvatkin vahvasti lämpöpumppujen ja erilaisten hybridiratkaisujen varaan, jolloin paikallisesti tuotettu energia ja verkosta saatava sähkö tai lämpö yhdistetään. Myös energiayhtiöt ovat heränneet muutokseen ja ottaneet esimerkiksi aurinkopaneeleita myyntivalikoimiinsa.

## POLTETTAVAT ENERGIANLÄHTEET

Puupolttoaineiden osuus suomen energian kokonaiskulutuksesta vuonna 2018 oli jopa 27,2 % ollen suurin yksittäinen energianlähde. Suurin osa käytetystä puuenergiasta on lähtöisin lämpö- ja voimalaitoksien käyttämistä kiinteistä puupolttoaineista, sekä metsäteollisuuden jätelemistä. Puun pienkäyttö on kuitenkin yhä merkittävässä roolissa osuuden ollen jopa 17% kaikesta puupolttoaineen käytöstä. Eikä ihme, sillä edelleen noin yhdeksässä kymmenestä pientalosta on jonkinlainen tulisija. (Luke 2018)

Suomen ja EU:n virallinen kanta tulkitsee puun polttamisen hiilineutraaliksi, mutta vuosien varrella puun polttamisen hiilineutraaliudesta on kuitenkin käyty runsaasti keskusteluita. Asiantuntijoiden kesken on ollut erimielisyyttä, voidaanko ilmastomuutosta torjua puupolttoaineita käyttämällä, sillä poltettaessa puuhun sitoutunut hiili vapautuu välittömästi, mutta vastaavasti saman hiilimäärän sitoutuminen biomassaan ottaa vuosikymmeniä. Toisaalta nopeasti maatuvat hakkuutähteet vapauttavat lahotessaan hiiltä melko nopeasti, joten niiden polttamista voidaan pitää perusteltuna. Kuitenkin tulee huomioida, että puupolttoaineilla korvataan pääasiassa fossiilisia polttoaineita, joiden hiilipäästöt eivät palaudu käytännössä koskaan luonnolliseen kiertoon.

Perinteinen klapilämmitys toimii yhä nykypäivänäkin hyvänä tukilämmitysmuotona esimerkiksi sähkölämmityksen rinnalla ja pelletti- ja hakekatiloilla voidaan puuta käyttää myös pääasiallisena lämmitysmuotona automatisoidun polttoaineensyötön ansiosta.

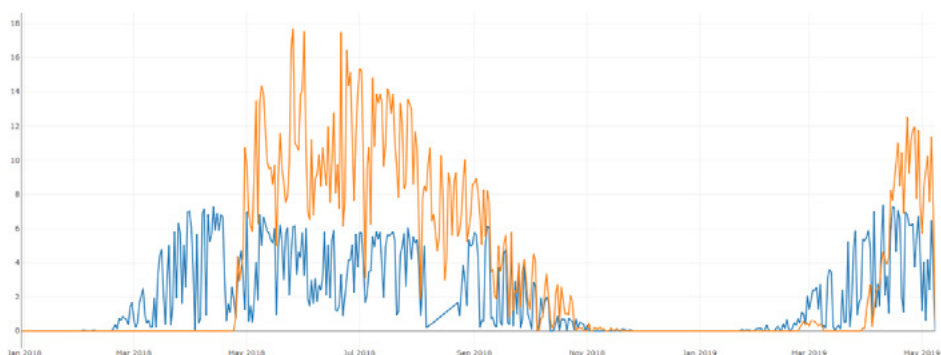
Jopa kolmannes Suomen pienhiukkaspäästöistä on peräisin tulisijoista, joten ei ole täysin yhdentekevää, miten ja missä tulta pitää (Yle 2018). Voimalaitosoloissa kosteaa puuta polttamalla on saavutettu hyviäkin tuloksia, mutta asuntojen tulisijoissa tulee polttoaineen olla aina kuivaa, jotta palaminen on puhdasta ja tehokasta. Esimerkiksi hakkeen kosteusprosentin tulee olla alle 25 - 30% ja klapien 15-16 %, jotta ne voidaan luokitella laadukkaaksi. (Bioenergianeuvoja 2019)

## AURINKO- JA TUULIENERGIA

Vastoin yleisimpiä ennakkoluuloja, aurinkoenergia on potentiaalinen energianlähde myös Lapissa. Napapiirin korkeudella tuotanto alkaa jo helmikuun loppupuolella jatkuen aina lokakuulle asti. Keväällä tuotannon alkamista voi viivästyttää paneelien päälle kertynyt lumi, joka estää auringon säteilyn kulkeutumisen kennolle. Lumipeitteen vuoksi menetettyjä tuotantopäiviä voidaan kuitenkin vähentää asentamalla paneelit jyrkkään kulmaan tai poistamalla lumi mekaanisesti. Rahallisesti paneelien puhdistaminen ei välttämättä ole kannattavaa, mutta esimerkiksi pienehköllä 2 kWp järjestelmällä on saavutettu maaliskuussa Rovaniemellä jopa 160 kWh sähköenergiaa, kun paneeli on ollut lumesta täysin puhdas. Tuotettu energiamäärä olisi esimerkiksi riittänyt lähes 3000 litran lämpimän käyttöveden lämmittämiseen, tai vaikkapa pa-



riin kymmeneen saunanlämmitykseen. Kuvasta 1 voidaan havaita selvästi lumipeitteen vaikutus tuotannon alkamisen ajankohtaan.



**Kuva 1** Lapissa sijaitsevien 2 kWp ja 6 kWp järjestelmien päiväkohtainen energiantuotto.

Vaikka aurinkopaneeleilla ei voida kattaa kiinteistön ympärivuotista energiankäyttöä, voi paneelin tuottama vuotuinen nettoenergiamäärä olla merkittävä suhteessa kiinteistön sähkönkulutukseen. Esimerkiksi yhden Lapin-läänin alueella sijaitsevan, kuvassa 2 näkyvän pilottikohteen 6 kWp järjestelmä tuottaa noin 3400-3500 kWh sähköenergiaa vuodessa, mikä vastaa keskimääräistä kahden hengen rivitalokodin vuosikulutusta. Vastaavan kokoisen järjestelmän hinta asennettuna on noin 10 000 euroa, joten hankintaa ei voida välttämättä pitää pitkän takaisinmaksuajan vuoksi kannattavana. Kuitenkin ajatus siitä, että jo kymmenellä tuhannella eurolla voidaan saavuttaa nettosähkönkulutukseltaan omavarainen asunto vuosikausiksi eteenpäin, on erittäin houkutteleva.

Paras taloudellinen hyöty aurinkosähköjärjestelmistä saadaan, kun ne mitoitetaan kohteen oman kulutuksen mukaan. Tämän vuoksi kohteen tuntikulutusprofiili kannattaa aina selvittää energiayhtiöltä ja mahdollisuuksien mukaan ajoittaa suurin kulutus tuotantohuippuihin esimerkiksi ajoittamalla vesivaraajan lämmitys keskipäivälle. Aurinkopaneelien suuntauksella voidaan myös vaikuttaa tuotannon ajankohtaan pienissä määrin ja usein asuinrakennuksissa paras ratkaisu onkin suunnata paneelit etelän sijasta lounaaseen tai jopa länteen, jotta tuotanto ja kulutus kohtaisivat parhaiten. Mikäli sähköä kuitenkin tuotetaan yli oman kulutuksen, se voidaan myydä eteenpäin markkinahintaan, jolloin taloudellinen hyöty jää karkeasti arvioituna noin neljännekseen omaan käyttöön verrattuna.

Erityisesti taloyhtiöissä tuotannon jakaminen useisiin liittyviin asukkaiden käytettäväksi on ongelmallista, jonka vuoksi paikallinen energiantuotanto voi kulkeutua myyntiin, vaikka kulutusta olisikin.



**Kuva 2** Pilottikohde Lapin AMK:n energiatehokkuuden parhaimpiin käytäntöihin kohdistuvassa EEBAK-hankkeessa.

Markkinoilla on tällä hetkellä tarjolla pääasiassa kolme erilaista paneelityyppiä, joista eniten käytettyjä ovat perinteiset yksi- ja monikiteiset piipaneelit, mutta myös ohutkalvopaneelit ovat yleistyneet niin sanotuissa aurinkokatoissa. Eri paneelityyppien välillä on pieniä eroja hyötysuhteessa, mutta kuluttajan kannalta tuottavuudessa ei ole merkittäviä eroja. Yksikiteisiä piipaneeleita markkinoidaan usein hyötysuhteeltaan parempina kuin monikiteiset, mutta toisaalta monikiteinen kestää paremmin hajasäteilyä, mikä voi erityisesti pohjoisissa oloissa vaikuttaa huomattavasti vuotuisen energian tuottoon. (Finnwind 2019)

Tulevaisuudessa aurinko- ja tuulivoimalla tuotetun sähköenergian varastointi akkuihin tulee yleistymään, mikäli akkuteknologian vahvasti laskusuunnassa oleva hintakehitys jatkuu. Vuodesta 2010 lähtien Litium-akkujen hinnat ovat pudonneet vuosittain noin 20% ja hintojen odotetaan laskevan vuoden 2018 tasosta alle puoleen vuoteen 2030 mennessä. (Forbes 2018)

Voimakkaasti kasvava sähköautokanta tulee myös toimimaan jatkossa merkittävässä sähköenergiavarastona, jota voidaan mahdollisesti käyttää rakennuksien- tai koko sähköverkon kulutushuippujen tasaamisessa. Hallituksen ilmasto- ja energiastrategiassa tavoitteeksi on asetettu, että Suomessa olisi 250 000 sähkö- tai hybridautoa käytössä vuonna 2030. Eduskunnan ajatushautomo Sitra on kuitenkin väläytellyt skenaarioissaan sähkö- ja hybridautokannan kasvavan 2030 mennessä jopa 800 000:n auttoon, kun taas liikenne- ja viestintäministeriön toimenpideohjelmassa tavoitteena on 670 000 sähköautoa samaan määräaikaan mennessä. Oli lopullinen lukema sitten mitä tahansa näiden arvioiden väliltä, sähköautojen varastointikykyä ei voida hyödyntää täysimääräisesti ilman älykästä latausjärjestelmää ja sitoutuneita kuluttajia. Jotta kuluttajat mahdollistavat energiavarastojen joustavan käytön, siitä täytyy saada myös hyötyä. (Finngrid 2018)

Aurinkoenergiaa voidaan tuottaa myös aurinkokeräimillä, joissa säteilyenergia muutetaan sähkön sijaan lämmöksi. Erityisesti tyhjiöputkikeräimillä voidaan hyödyntää auringon hajasäteilyä tehokkaammin kuin sähköä tuottavilla paneeleilla, jolloin energiaa saadaan myös pilvisinäkin päivinä. Aurinkolämpöjärjestelmät tarvitsevat kuitenkin rinnalle toisen lämmitysjärjestelmän, joten ne ovat aina osana hybridi-järjestelmää.

## LÄMPÖPUMPPURATKAISUT

Lämpöpumput eivät ainoastaan mahdollista paikallista energiantuotantoa, vaan esimerkiksi Helsingin energia tuottaa lämpöpumpputekniikalla myös kaukolämpöä Esplanadin ja Katri Valan voimalaitoksissa, joissa lämpöenergiaa otetaan talteen mm. jätevedestä ja kaukojäähdytysverkon paluuedestä. Voimalaitosten yhteenlaskettu lämmitysteho on 127 MW, mikä riittäisi kattamaan esimerkiksi Rovaniemen kaukolämpötehontarpeen. (Helen 2017)

Myös suomalaiset talojen omistajat ovat investoineet jo yli neljä miljardia euroa erilaisiin lämpöpumppuratkaisuihin, ja summa kasvaa yhä vuosittain yli puolella miljardilla eurolla. (Sulpu 2018b) On arvioitu, että vuonna 2030 Suomessa on asennettu noin 1,7 miljoonaa lämpöpumppua, joilla tuotetaan jopa 22 TWh lämpöenergiaa vuosittain. Ennustettu kasvu on hurjaa, kun verrataan lukemia vuoden 2018 tasoon, jolloin asennettuna oli arviolta 900 000 lämpöpumppua, jotka tuottivat noin 10 TWh lämpöä. (Sulpu 2018a). Ennusteisiin on kuitenkin helppo luottaa, sillä pelkästään vuonna 2018 asennettiin jo lähes 60 000 ilmalämpöpumppua ja noin joka toiseen rakennettavaan pientaloon lämmitysjärjestelmäksi valikoitui maalämpö. Maalämpöpumppua hankittaessa on syytä harkita, mitoitetaanko järjestelmä osateholle vai täysteholle. Osatehomitoituksella lämpöpumpulla tuotetaan noin 95 % vuosittaisesta energiankulutuksesta, mutta kylmimpien pakkasjaksojen aikaan joudutaan riittävän lämmön turvaamiseksi käyttämään lisäksi sähkövastuksia. Täystehomitoitettuun järjestelmään verrattuna sähkönkulutus voi tällaisina ajankohtina olla pientaloissa jopa 1-4 kW enemmän. Vaikka lukemat eivät ole valtavia, tehoerusteisen sähkönsiir-

tomaksun mahdollisesti yleistyessä, lisääntyneen tehotarpeen aiheuttama kustannus voi olla huomattava. (Tekniikka & Talous 2016)

Vuoden 2018 kesän hellejaksot lisäsivät viilennys ja ilmastointilaitteiden kysyntää räjähdysmäisesti, ja ilmalämpöpumppuja asennettiin juuri viilennysominaisuuksien vuoksi yhä enemmän myös kerrostaloihin. Ilmalämpöpumpuista ja niiden sähkönkulutuksesta puhuttaessa usein varoitellaan kesäaikaisen jäähdyttämisen syövän vuoden aikana lämmityskäytössä saavutetut säästöt. Todellisuudessa järkevästi käytettynä jäähdyttämiseen kuluu tyyppillisissä kohteissa vain noin 50 – 200 kWh vuodessa. Tällä hetkellä kerrostalokohteissa ohjeistetaan yleisesti käyttämään ainoastaan ilmalämpöpumpun viilennystoimintoa, eikä lämmitysominaisuuden käyttäminen olekaan useimmissa tapauksissa taloudellisesti järkevää kaukolämmön hinnan ja erityisesti energian laskutusperusteiden vuoksi. Lämmityskustannusten kohdentuessa taloyhtiölle hyvin harva varmasti haluaa leikata kulutusta omaa sähkönkulutusta lisäämällä. Kuitenkin myös kaukolämpökohteissa on alettu yhä enenevässä määrin hyödyntää ilmaisenergiaa poistoilma ja vesi-ilmalämpöpumpuilla. Tällaisissa hybridijärjestelmissä erityisen tärkeässä asemassa on laitteiston automaation toiminta, jotta lämpöpumpuilla saadaan tuotettua lämpöä mahdollisimman paljon kaukolämmön toimiessa pääsääntöisesti huipputehontarpeen aikana. Järjestelmien kehittyessä yhä monimutkaisemmiksi, myös käyttäjien oli se sitten kiinteistöhuolto-yhtiö tai asukas itse, tulee perehtyä järjestelmiin huolellisesti.

## KIRJALLISUUS

- Bioenergianeuvoja. 2019. Puun kosteus. Viitattu 5.4.2019. <http://www.bioenergianeuvoja.fi/faktaa/puun-kosteus/>
- Fingrid. 2018. Sähköautot - Uhka vai mahdollisuus? Heikkilä, M. Viitattu 3.4.2019. <https://www.fingridlehti.fi/sahkoautot-uhka-vai-mahdollisuus/>
- Finnwind. 2019. Aurinkoenergia on erinomainen valinta. Viitattu 5.4.2019. <https://finnwind.fi/aurinkoenergia/>
- Forbes. 2018. Battery Energy Storage Is A \$620 Billion Opportunity As Costs Continue To Crash. Viitattu 4.4.2019. <https://www.forbes.com/sites/mikescott/2018/11/09/battery-energy-storage-is-a-1-trillion-opportunity-as-costs-continue-to-crash/#473564504684>
- Helen. 2017. Energiantuotanto Helsingissä. Viitattu 4.4.2019. <https://www.helen.fi/yri-tys/energia/energiantuotanto/energiantuotanto2/>
- Kaleva. 2019. Sähköjärjestelmä on mahdollista muuttaa täysin päästöttömäksi. Viitattu 9.4.2019. <https://www.kaleva.fi/uutiset/kotimaa/tutkimusprofessori-sahkojarjestelma-on-mahdollista-muuttaa-taysin-paastottomaksi-ei-saa-liikaa-laittaa-lastiatavalliselle-kuluttajalle/818159/>
- Luke. 2018. Puun energiakäyttö uuteen ennätykseen 2017. Viitattu 6.4.2019. <https://www.luke.fi/uutiset/puun-energiakaytto-uuteen-ennatykseen-2017/>

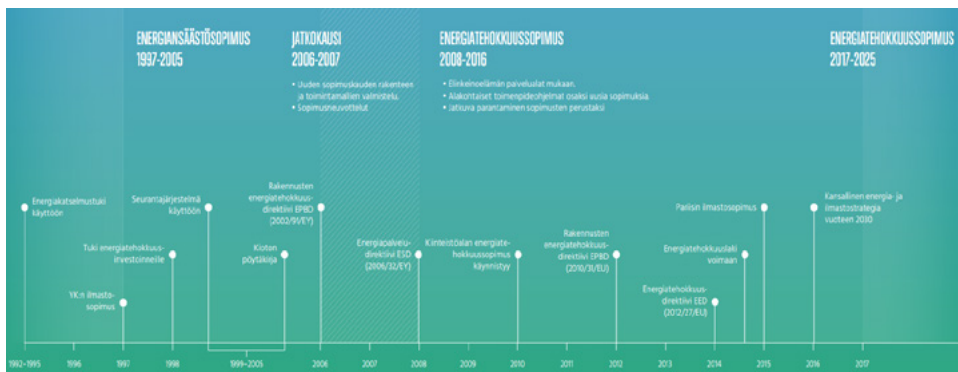
- Metsäkeskus. 2012. Pilketuotanto-opas. Viitattu 4.4.2019. <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/pilketuotanto-opas.pdf>
- Motiva. 2012. Lämpöä omasta maasta – Maalämpöpumput. Viitattu 7.4.2019. [https://www.sulpu.fi/documents/184029/190695/Motiva%2C%20Lampoa\\_omasta\\_maasta-1.pdf](https://www.sulpu.fi/documents/184029/190695/Motiva%2C%20Lampoa_omasta_maasta-1.pdf)
- Sulpu. 2018a. Lämpöpumppujen merkitys ja tulevaisuus. Hirvonen, J. Viitattu 6.4.2019. <https://www.sulpu.fi/documents/184029/4939706/Jussi%20Hirvonen%2C%20L%C3%A4mp%C3%B6pumput%2C%20SULPU%2C%2027.11.2018.pdf>
- Sulpu. 2018b. Lämpöpumppumyynti Suomessa vuonna 2018. Viitattu 3.4.2019. <https://www.sulpu.fi/documents/184029/208772/Tilasto%202018.pdf>
- Tekniikka & Talous. 2016. Suomalaisten sähkölaskut menevät uusiksi – ”Mökkiläiset häviävät eniten”. Laatikainen, T. Viitattu 4.4.2019. [https://www.tekniikkatalous.fi/talous\\_uutiset/suomalaisten-sahkolaskut-menevat-uusiksi-mokkilaiset-haviavat-eniten-6579277?utm\\_source=Teta\\_Uutiskirje&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=Teta\\_Uutiskirje](https://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/suomalaisten-sahkolaskut-menevat-uusiksi-mokkilaiset-haviavat-eniten-6579277?utm_source=Teta_Uutiskirje&utm_medium=email&utm_campaign=Teta_Uutiskirje)
- Yle. 2018. Puukiukaiden päästöt kuriin – tulisijojen aiheuttamat pienhiukkaspäästöt pakkasiltoina voivat olla korkeammat kuin pahimpaan ruuhka-aikaan Helsingin keskustassa. Jämsen, E. Viitattu 6.4.2019. <https://yle.fi/uutiset/3-10065429>



# Kuntien energiatehokkuussopimukset

## SOPIMUSTOIMINTA SUUNNANNÄYTTÄJÄNÄ

Energian tehokas käyttö on erittäin suuressa roolissa torjuttaessa ilmastonmuutosta maailmanlaajuisesti. Energiatehokkuuden parantaminen on maailmanlaajuisesti tunnustettu välttämättömäksi ja ensisijaiseksi keinoksi vähentää kasvihuonekaasuja globaalisti. Energiansäästöön tähtäävä sopimustoiminta on ollut Suomessa keskeisessä roolissa ilmastotoimien edistämässä jo vuodesta 1997 lähtien (Kuva 1). (TEM 2016)



**Kuva 1** Sopimustoiminnan historia. (Motiva 2018)

Elinkeinoelämän, kiinteistöalan, kunta-alan ja öljyalan toimialakohtaiset energiatehokkuussopimukset ovat tärkeä työkalu Suomen energia ja ilmastostrategian toimeenpanossa. Vaikka Suomen teollisuuden ja rakennusten energiatehokkuus on jo nyt maailman kärkeä, niin vapaaehtoiset sopimukset ovat ensisijainen keino vahvistaa kärkeijoukossa pysyminen myös tulevaisuudessa.

Sopimustoiminnan hyödyt näkyvät niin kansallisella, kuin myös EU-tasolla. Puh- taampien tuotantomenetelmien kehittäminen ja uusiutuvan energian lisääminen kul- kevat käsi kädessä ilmastonmuutoksen torjunnan kanssa. Energiatehokkuussopi- mukset ovat myös yksi keinoista täyttää EU:n Suomelle asettamat tavoitteet energian tehokkaammasta käytöstä. Sopimuksien velvoittama raportointi myös helpottaa Suo-

men raportointia EU:lle energiansäästön toteutumisesta. Arvioiden mukaan sopimusten avulla pystytään saavuttamaan yli puolet EU:n energiatehokkuusdirektiivin mukaisesta Suomea koskevista energiansäästötavoitteesta kaudella 2014-2020. (Ympäristöministeriö 2016)

## KUNTIEN ENERGIATEHOKKUUSSOPIMUS 2017 - 2025

Kunta-alan energiatehokkuussopimus on työ- ja elinkeinoministeriön, Energiaviraston ja Kuntaliiton välinen sopimus energian tehokkaammasta käytöstä kunta-alalla. Sopimukseen voi liittyä kunnat, kaupungit ja kuntayhtymät. Liittyjä asettaa itselleen vähintään 7,5% energiansäästötavoitteen vuoden 2025 loppuun mennessä ja välitavoitteen 4% vuodelle 2020. (TEM 2016)

Sopimuksen velvoittama vuosittainen raportointi energiankäytöstä ja sen käytön tehostamisessa pitää energia-asiat hyvin liittyjän mielessä. Sopimuksen mukaisella toiminnan organisoimisella saadaan energiatehokkuus, energiansäästö ja uusiutuvan energian lisääminen osaksi kunnan toimintastrategiaa. Jatkuvan parantamisen malli vaatii liittyjän vahvaa sitoutumista toiminnan ylläpitämiseen. Jotta strategian etenemistä voidaan seurata eri sopimusosapuolien välillä, tulee liittyjän tehdä toimintasuunnitelma, joka toimitetaan vuoden kuluessa sopimukseen liittymisestä Motivaan. Sopimuksen tavoitteena on myös saada energiatehokkuus yhdeksi kriteeriksi kunnan julkisissa hankinnoissa. Julkisen rahan kestäväällä ohjauksella on suuri vaikutus yhteiskuntaamme, mikäli sitä ohjataan kestävyysnäkökohdat edellä. (TEM 2016)

Sopimukseen liittyttyä kunta nimeää sopimukselle vastuuhenkilön organisaatiossaan. Tämän henkilön tulee huolehtia, että sopimuksen toimeenpano ja tehtävät organisoidaan ja resursoidaan, jotta energiatehokkuustoimenpiteiden toteuttaminen on mahdollista. Sopimukseen nimetään myös yhdyshenkilö, joka toimii sopimusosapuolien välillä yhteyshenkilönä. (TEM 2016)

Sopimuksen ollessa vapaaehtoinen, se antaa enemmän joustavuutta kunnan toiminnalle, kuin jos tehtävät säästöt olisivat lakisääteisiä. Vapaaehtoisuuden myötä sopimus toimii joustavana ja kannustavana välineenä kunnan energiatehokkuuden kehittämisessä. Sopimuksen myötä kunta voi hakea tavanomaisen teknologian energiatehokkuusinvestointeihin 20% investointitukea valtiolta, joka madaltaa kynnystä tehdä suuria investointipäätöksiä. Energiatukihakemukset pitää lähettää sähköisesti Business Finlandiin ennen hankkeen aloittamista.

Sopimuksen velvoitteet ohjaavat energiatehokkuuden seuraamisen näin kohti jatkuvan parantamisen mallia. Energiatehokkuuden noustessa osaksi kunnan ympäristö- ja johtamisjärjestelmää, se rakentaa ja vahvistaa kunnan julkisuuskuva. Vastuullisen toiminnan osoittaminen toimii myös esimerkkinä kuntalaisille. Energiansäästö, energian tehokas käyttö ja uusiutuvaan energiaan liittyvät asiat tulisi liittää myös kasvatus- ja opetustoimintaan, kuin myös kuntalaisille tiedottavien asioiden joukkoon.



## VOIKO VAPAAHTOISUUS TOIMIA?

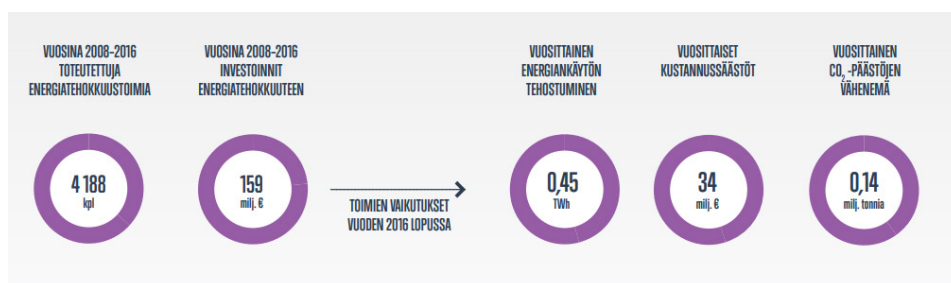
Vapaaehtoisuus on monesti kaksiteräinen miekka, mutta Suomessa se on toiminut energiatehokkuustoimenpiteissä erittäin hyvin. On sanomattakin selvää, että energiatehokkuuden parantaminen tuo kustannussäästöjä kuntien ja yritysten menoihin, joten monet toimijat liittyivät sopimuksen mukaan toteuttamaan säästötoimenpiteitä. Energiatehokkuussopimusten edellinen kausi oli näin ollen valtava menestys. Sopimuskausi piti sisällään vuodet 2008-2016. Näiden vuosien aikana sopimukseen liittyi 667 yritystä ja 134 kuntaa tai kuntayhtymää. Vuoden 2016 lopussa sopimukset kattoivat yli 65% Suomen kokonaisenergiankäytöstä.

Energiatehokkuustoimenpiteet leikkasivat noin 15,9 terawattituntia (TWh) Suomen energiankulutuksesta. Säästetty energiamäärä oli suurempi kuin mitä Suomen kerrostalokanta käyttää vuodessa lämpöenergiaa. Leikatusta energiankulutuksesta lämpöenergiaa ja polttoaineen säästöä oli noin 12 TWh ja loput noin 3,9 TWh säästö tuli sähkönkulutuksen vähentymisestä. (Motiva 2018) Tarkemmat sopimuskauden tulokset löytyvät kuvasta 2.



**Kuva 2** Sopimuskauden 2008-2016 säästöt. (Motiva 2018)

Vuosien 2008-2016 aikana sopimukseen liittyneiden säästöistä 68% ja lähes puolet investoinneista toteutui teollisuusalalla. Energia-alan säästöt olivat 25% ja loput 7% muilla aloilla. Sopimuskauden aikana valtio myönsi energiatukea liittyneille yhteensä 105 miljoonaa euroa. Kunta-alan säästöt olivat reilut 2,8 % kaikkiaan sopimuskauden energiansäästöstä. Kuva 3 kertoo tarkemmin kunta-alan säästöistä vuosien 2008-2016 aikana. (Motiva 2018)



**Kuva 3** Kunta-alan säästöt 2008-2016 (Motiva 2018)

Hyvänä esimerkkinä energiatehokkuussopimukseen liittyneistä voidaan pitää Oulun pohjoispuolella sijaitsevaa Iin kuntaa. Sopimuksen aikana ja sen toimenpiteiden myötä kunta on ollut muuan muassa ehdolla Pohjoismaiden neuvoston ympäristöpalkinnon saajaksi. (Remes 2017) Kunnan säästötoimenpiteiden kulmakivenä on ollut kiinteistöjen energiankulutuksen seuranta. Suurimmat kiinteistöt on liitetty kulutuksen seurantajärjestelmään, joka on auttanut parannuskohteiden löytämisessä. Kiinteistöjen lämmityksen ja ilmanvaihdon optimoinnilla on saavutettu kunnassa hyvin säästöä. (Remes 2017) Energiatehokkuuden parantamisesta on ollut kunnalle iso taloudellinen merkitys, sillä vuosien 2010-2015 aikana kunta onnistui säästämään 600 000 euroa energiankulutuksen tehostamisella. Kunnan imago vastuullisena toimijana on myös parantanut. Vastuullisesta toiminnasta on myös kerrottu kouluissa ja annettu oppilaille mahdollisuus seurata koulujensa energiankulutusta. Kouluja on myös motivoitu, sillä että heille on palautettu puolet heidän säästämästä rahamäärästään takaisin. (Remes 2017)

## NYKYINEN SOPIMUSKAUSI

Nykyiselle sopimuskaudelle on tällä hetkellä liittynyt 89 kuntaa tai kuntayhtymää, sekä reilut 500 yritystä ja niiden 4300 toimipaikkaa. Sopimuskauden tavoitteena kuntien osalta oli saada 75% asukasluvultaan kunnista liittymään sopimukseen vuoden 2018 loppuun mennessä. Tämä ei kuitenkaan aivan onnistunut, mutta on kuitenkin vielä odotettavaa, että useat kunnat ja yritykset tulevat liittymään sopimukseen kuluksen kauden aikana. Sopimukseen liittyneet kunnat ja yritykset löytyvät Energiatehokkuussopimukset 2017-2025-sivustolta. Kyseiseltä sivustolta löytyy myös lisäinformaatio energiatehokkuussopimuksista, kuten myös liittymiskaavakkeet liittymistä varten. (Motiva 2019)

## KIRJALLISUUS

- Motiva. 2018. Energiatehokkuussopimukset 2008-2016 - Mitä saavutimme vuosina 2008-2016? Viitattu 8.4.2019. [https://www.motiva.fi/files/14643/ets2008-2016\\_fin\\_FINAL.pdf](https://www.motiva.fi/files/14643/ets2008-2016_fin_FINAL.pdf)
- Motiva. 2019. Energiatehokkuussopimukset 2017-2025. Sopimukseen liittyneet. Viitattu 22.5.2019. <http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/sopimukseen-liittyneet/>
- Remes, M. 2017. Iin kunta: Koululaiset innostuivat energiansäästöstä. Viitattu 8.4.2019. <http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/ajankohtaista/iin-kunta-koululaiset-innostuivat-energiansaastosta/>
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2016. Kunta-alan energiatehokkuussopimus. Viitattu 8.4.2019. <http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/wp-content/uploads/Kunta-ala.pdf>
- Ympäristöministeriö. 2016. Energiatehokkuussopimukseen liittymässä valtaosa energiankäytöstä. Viitattu 8.4.2019. [https://www.ym.fi/fi-FI/Energiatehokkuussopimukseen\\_liittymassa\\_](https://www.ym.fi/fi-FI/Energiatehokkuussopimukseen_liittymassa_)



# Kiinteistöjen energia- katselmoinnit

## ENERGIAKATSELMUKSET

Energiakatselmuksia ovat olleet osa Suomalaisten kuntien ja yritysten energiatehokkuustoimenpiteitä jo 1990-luvulla lähtien. Katselmuksien kautta kiinteistöihin ja teollisuusprosesseihin on löytynyt huomattava määrä kustannustehokkaita säästökohteita. Vuoden 2016 lopussa yli 60% Suomen palvelusrakennuskannan tilavuudesta oli katselmoitu vähintään kertaalleen. Suurin osa katselmuksista on toteutettu sellaisen kunnan tai yrityksen toimesta, joka on/oli liittynyt energiatehokkuussopimukseen. (Motiva 2019)

Vuonna 2015 Suomessa käyttöön otettu energiatehokkuuslaki velvoitti suuret yritykset tekemään pakollisen energiakatselmuksen aina 4 vuoden välein. Suurten yritysten pakollisiin energiakatselmuksiin ei ole mahdollisuutta saada katselmustukea. (Energiavirasto 2019) Suuren yrityksen kriteerit on esitetty kuvassa 1.

### TUKEA ENERGIAKATSELMUKSEN TEKOON ON MAHDOLLISTA MYÖNTÄÄ YRITYKSELLE,



**Kuva 1** Yritykset joilla on mahdollisuus hakea katselmustukea (Motiva 2018b)

Suurten yritysten pakollisessa energiakatselmuksessa selvitetään yrityksen tai konsernin kaikkien toimipaikkojen energiankulutusprofiili. Säästö- ja tehostamiskohteita etsitään yksittäisten kohdekatselmuksien kautta, joiden määrä suhteutetaan yrityksen energiakäytön tai rakennusten/toimipaikkojen määrään. Katselmuksien toteuttamisesta valvotaan satunnaistarkastuksilla ja uhkasakolla, mikäli laiminlyöntejä on tapahtunut. (Energiavirasto 2019)

Toisin kuin suurilla yrityksillä, kunnilla, mikro- ja pk-yrityksellä on mahdollisuus saada katselmustukea 40-50% Motiva-mallin mukaisesti energiakatselmuksiin, riippuen siitä onko katselmuksen tilaaja liittynyt energiatehokkuussopimukseen. (Business Finland 2019) Katselmustuen myöntämisen edellytyksenä on, että se toteutetaan mallien ja toteutusohjeiden mukaan. Motiva vastaa katselmuksien ohjeistuksesta, seurannasta, kehittämisestä, laadun valvonnasta, katselmoijien koulutuksesta ja neuvonnasta. (Energiavirasto 2019)

## KATSELMUKSIEN TARKOITUS

Energiakatselmuksset ovat yksi valtion tukemista energiansäästöön ja energiatehokkuuteen tähtäävistä toimenpiteistä. Kiinteistön energiakatselmuksissa tarkoituksena on kohdekäynnein, mittauksien, laskelmien ja kulutustietojen pohjalta tuoda esiin kustannustehokkaita säästötoimenpiteitä. Katselmuksessa tehdään perusteellinen ja kattava selvitys kiinteistön sähkön-, lämmön- ja vedenkulutuksen käytöstä ja kulutusjakaumasta. Näiden perusteella saadaan selvitettyä kiinteistön turha energiakulutus. Katselmointiraportti sisältää tehostustoimenpiteiden kannattavuuslaskelmat ja niiden vaikutuksen CO<sub>2</sub>-päästöihin. Tämän lisäksi katselmuksissa selvitetään mahdollisuuksia lisätä uusiutuvan energian käyttöä kiinteistön energiantuotannossa. (Motiva 2015)

Katselmuksen tilaaja voi antaa kiinteistöstä painopisteitä, joiden tutkiminen on erityisen tärkeää. Tilaajan vastuulle myös jää ajantasaisten ja paikkaansa pitävien lähtötietojen antaminen katselmoijille. Motiva-mallinen energiakatselmus toteutetaan Motivan myöntämän vastuuhenkilöpätevyyden hankkineiden vastuuhenkilöiden valvonnassa. Katselmuksessa tulee olla mukana yksi pätevytynyt sähköpuolen ja yksi pätevytynyt lämpöpuolen vastuuhenkilö. Koska kiinteistön kuitenkin tuntee parhaiten entuudestaan siellä työskentelevä ihminen, niin heidän mukaanotto yhteistyöhön on enemmän kuin suotavaa. Parhaan tuloksen katselmuksesta saa, kun se tehdään saumattomalla yhteispelillä tilaajan ja toteuttajan välisesti. Haastavissa kohteissa, joissa on normaalista kiinteistökohtaisesta tekniikasta poikkeavaa tekniikkaa, niin muiden ulkopuolisten asiantuntijoiden käyttö katselmusprosessissa on myös mahdollista. (TEM 2018)

Koska pelkät investoinnit ja energiankäytön hetkellinen tehostaminen ei välttämättä johda jatkuvaan parantamiseen, katselmuksien myötä kiinteistön ylläpitäjän tulisi seurata energian ja vedenkulutusta jatkossa yhä aktiivisemmin. Työntekijöiden ohjeistus ja motivointi laitteiden energiatehokkaassa käyttämisessä tulisi ottaa

huomioon, jotta energiatehokkuudesta ja energiansäästöstä tulisi itseisarvo. Katselmuks antaakin näin hyvät perustukset yritykselle, tai kunnalla rakentaa jatkuvaan parantamiseen tähtävää toimintaa energia-asioiden osalta.

## KATSELMUKSIEN TULOKSET

Kiinteistöjen energiakatselmuksissa yleensä löydetään noin 13% kustannussäästöpotentiaali. Monet säästökohdeista eivät edes vaadi suuria investointeja, vaan ovat joko pienellä säädöllä, tai kulutustottumuksia muuttamalla mahdollista saavuttaa. Esimerkiksi ilmanvaihdon käyntiaikojen muutos, on yleisin toimistorakennuksiin ehdotettu säästökohde. Myös ilmanvaihdon lämmityksen säätö ja huonelämpötilan puuttaminen ovat yleisiä ja halpoja toimenpiteitä, joilla on saavutettavissa merkittävää säästöä. Kuvassa 2 on esitetty Suomessa katselmoitujen toimistorakennuksien yleisimmät toimenpide-ehdotukset, niiden vaatimat keskimääräiset investoinnit ja keskimääräiset kustannussäästöt. (Motiva 2018a)

Havaitut energiansäästötoimet*	Ehdotettu energiansäästötoimeksi yhteensä, krt	Keskimääräinen kustannussäästö, €/a	Keskimääräinen investointi, €	Keskimääräinen takaisinmaksuaika, a
Ilmanvaihdon käyntiajat	1 099	2 600	900	0,3
Sisä- ja ulkovaistus	839	1 200	3100	2,6
Vesikalusteiden virtaaman rajoitus	319	600	800	1,4
Ilmanvaihdon lämmityksen säätötavat	307	900	1 600	1,9
Sähköiset lämmitykset	243	900	1 000	1,1
Lämmöntalteenoton mahdollisuudet	219	3000	14 000	4,8
Säätöjen parantaminen	196	1 200	4 700	3,9
Muut sähkölaitteet	161	1 600	1 000	0,6
Sisälämpötilan alentaminen	151	1 500	1 600	1,1
Tariffin ja jännitetaso tarkistus ja loistehon kompensointi	135	2 200	1 300	0,6

\*Katselmoituissa noin 570 toimistorakennuksessa.

**Kuva 2** Toimistorakennuksissa havaitut säästötoimet (Motiva 2018a)

Kuten ylläolevasta kuvasta nähdään, monesti kiinteistöjen ilmanvaihtojärjestelmissä on paljon tehostamisen varaa. Tämä ei ole mikään yllätys, sillä yli 30% rakennuksen lämpöenergiasta poistuu juurikin ilmanvaihdon kautta. Oikein toteutettuna energiansäästötoimenpiteet eivät heikenne viihtyvyyttä, tai sisäilmanlaatua kiinteistössä.

## MITÄ ON HYVÄ MUISTAA, KUN TILAA ENERGIAKATSELMUKSEN?

Energiakatselmusta mietittäessä on hyvä muistaa erinäisiä asioita. On tärkeää ietää mitä tilaa, joten tilaajan tulisikin tutustua katselmusohjeistukseen ja miettiä tarpeensa, sekä erityistoiveensa tarkasti. Nämä kannattaakin kuvata riittävän tarkasti tarjouspyynnössä, jottei ikäviä yllätyksiä pääse syntymään. Mikäli katselmus on Motivamallinen, valtion tuen hyödyntäminen vaatii hyväksytyt tukipäätökset ennen kuin katselmus on tilattu ja työt aloitettu.

Aina on hyvä muistaa, että halvin tarjous ei välttämättä ole paras, joten kannattaa perehtyä palvelua tarjoavan yrityksen referensseihin. Erittäin tärkeää on myös ajoittaa katselmus lämmityskaudelle, jolloin energiaa kuluu huomattavasti enemmän kuin kesällä. Talvikaudella myös mahdolliset lämpövuodot löytyvät rakenteista helposti. Kuten aiemmin mainittu, niin paras tulos tulee hyvällä yhteistyöllä, joten omaa tai oman organisaation aikaa ja resurssia tulisi varata riittävästi katselmusprosessiin osallistumiseen. Lopuksi, kun katselmus on valmis, tilaajan tulisi ottaa kaikki hyöty irti katselmuksesta. Tuloksia tulisi käyttää oppimiseen, niiden pohjalta tulisi ohjeistaa muita työntekijöitä ja toteuttaa ehdotettuja säästötoimenpiteitä. Näillä eväillä toiminnasta tulee jatkuvaa parannusta energiatehokkuuden näkökulmasta. (Motiva 2015)

## KIRJALLISUUS

- Business Finland. 2019. Energiatuki. Viitattu 18.4.2019 <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/pk-ja-midcap-yritys/energiatuki/>
- Energiavirasto. 2019. Energiakatselmukset. Viitattu 18.4.2019 <https://energiavirasto.fi/energiakatselmukset>
- Motiva. 2015. Energiakatselmus kannattaa – Säästöjä kunnille ja pk-yrityksille. Viitattu 18.4.2018 <https://www.slideshare.net/MotivaOy/energiakatselmus-kannattaa-sstj-kunnille-ja-pkyrityksille>
- Motiva. 2018a. Kokemuksia energiakatselmuksista ja energiatehokkuussopimuksista. Heinaro, H. Viitattu 18.4.2019 [https://www.ouka.fi/documents/486338/18170545/12.+Kokemuksia+energiakatselmuksista+ja+energiatehokkuussopimuksista\\_Harri+Heinaro+Motiva.pdf/608070fe-2bfc-4000-982b-9af669654571](https://www.ouka.fi/documents/486338/18170545/12.+Kokemuksia+energiakatselmuksista+ja+energiatehokkuussopimuksista_Harri+Heinaro+Motiva.pdf/608070fe-2bfc-4000-982b-9af669654571)
- Motiva. 2018b. TEM:n tukemat energiakatselmukset. Viitattu 24.4.2019 [https://www.motiva.fi/yritykset/energia-\\_ja\\_materiaalikatselmus/energiakatselmus/tem\\_n\\_tukema\\_energiakatselmus](https://www.motiva.fi/yritykset/energia-_ja_materiaalikatselmus/energiakatselmus/tem_n_tukema_energiakatselmus)



- Motiva. 2019. Energiakatselmus viitoittaa tietä. Energiatehokkuussopimukset 2008-2016. Viitattu 18.4.2019 <https://energiatehokkuussopimukset2008-2016.fi/energiakatselmus-viitoittaa-tieta>
- TEM. 2018. Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet. Viitattu 18.4.2019 [https://www.motiva.fi/files/15143/Energiakatselmustoiminnan\\_yleisohjeet\\_elokuu\\_2018.pdf](https://www.motiva.fi/files/15143/Energiakatselmustoiminnan_yleisohjeet_elokuu_2018.pdf)



# Älykäs kiinteistöjohtaminen

## KIINTEISTÖNHALLINNAN KÄSITTEITÄ

Kiinteistöjohtaminen voidaan rajata kiinteistöliiketoiminnan johtamiseen tai kiinteistönpitoon liittyvänä johtamisena. Käytännön johtamistoiminnassa kiinteistöjohtaminen toteutuu kiinteistösijoitusjohtamisena, kiinteistösijoitussalkun johtamisena, kiinteistökohteen johtamisena tai toimitilajohtamisena. Kiinteistön ylläpitokustannuksilla tarkoitetaan kaikkia kiinteistön ylläpidosta aiheutuvia kustannuksia. Tähän kategoriaan sisältyy mm. kiinteistöhuollon, sähkön, lämmityksen, veden ja jätehuollon aiheuttamat kustannukset. (Sanastokeskus TSK 2012)

Kiinteistön huoltokirja on vuoden 2000 alusta uudiskohteisiin pakolliseksi tullut kiinteistökohtainen asiakirjakokonaisuus, joka sisältää perustiedot kohteesta sekä kiinteistön ylläpitoon ja hoitoon liittyvät tavoitteet ja ohjeet. Lisäksi se sisältää kiinteistön kulutuksen seurantatietoja. Huoltokirja voi olla paperinen tai digitaalinen. Kirja tulee käsitellä kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjekirjana, joka toimii kiinteistön ylläpidon ja hoidon työkaluna. Kuvassa 1 esitetään huoltokirjojen monimuotoisuus.

Tässä artikkelissa keskitytään kiinteistökohteen energiajohtamiseen ja sen avulla saavutettaviin etuihin energiatehokkuusnäkökulman kannalta. Operatiivinen kiinteistöjohtaminen on päivittäistä kiinteistön johtamista, jonka päämääränä on vastata yksittäisen kiinteistön tai sen osan käytettävyydestä ja arvokehityksestä. Kiinteistöjen johtamisen työkaluina ovat huolto- ja ylläpitopalveluiden toiminnot, jotka toimivat kiinteistönomistajan kannalta arvoa ylläpitävinä ja/tai arvoa nostavina tekijöinä. Kiinteistöjohtaminen on yleensä toteutettu Suomessa kohde- tai kiinteistöpäällikön toimesta. (Sanastokeskus TSK 2012)



**Kuva 1** Huoltokirjojen ylläpitoon on olemassa useampi tapa.

## KIINTEISTÖJOHTAMISEN HISTORIA JA KEHITYS LYHYESTI

Kiinteistöjohtamisen ensimmäisiä vaiheita voidaan hahmottaa jo 1700-luvun esiteollisena aikakautena. Tuolloin kiinteistöjohtaminen ei ollut yhtä ammattimaista, kuin nykyään. Esimerkiksi kiinteistöjen huolto ja ylläpito olivat enemmän haltijan vastuulla. Yritysten toimitilat saattoivat olla vaatimattomia ja tilat oli tehty usein monitoimitiloiksi, jossa sijaitsi tuotanto-, myynti-, toimisto- ja varastotilat. Tuotantotehtaiden omistajat olivat vastuussa koko kiinteistön, ja sitä kautta tilojen, hallinnoinnista teollistumisen aikana. (Leväinen 2013, 21-22)

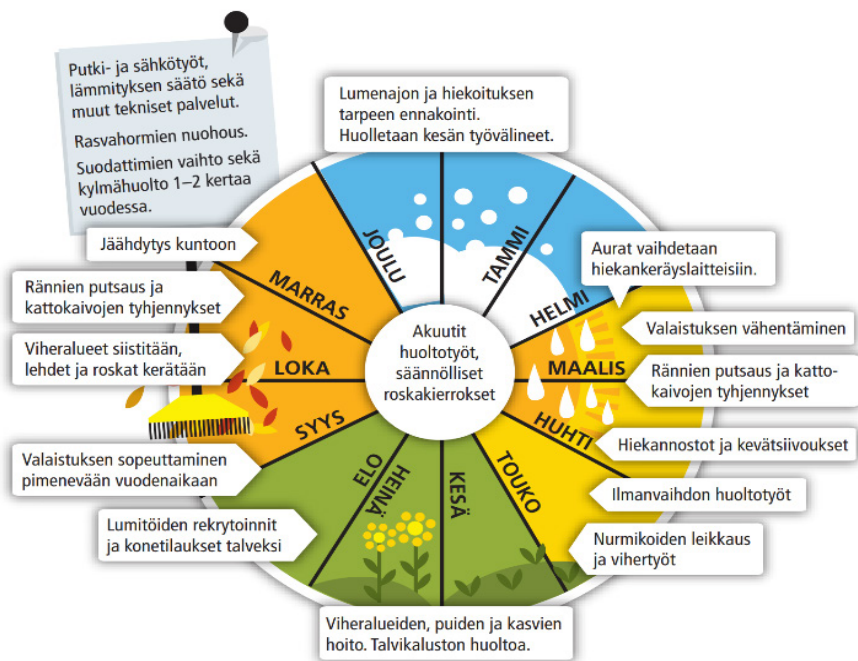
Tehdastoiminta oli aluksi pienimuotoista ja niiden sijainti määrittyi uusiutuvan energialähteen saatavuuden perusteella. Yritysten kasvu vauhditti kiinteistöalan kehitystä ammattimaisempaan suuntaan yhdessä tehokkaamman tilankäytön tarpeen myötä. Kasvu kääntyi 1990-luvun laman myötä jyrkkään laskuun ja yritysten suurin menoerä, henkilöstökulujen jälkeen, oli kiinteistöjen hallintaan ja ylläpitoon liittyvät toimet. Kiinteistöjen suora omistaminen ei ollut enää kannattavaa ja kuluja leikattiin myymällä kiinteistöjä sekä ulkoistamalla kiinteistöpalveluita. Suhdannemuutos pakkotti yritysten kiinteistöjohtamisesta vastaavien henkilöiden ottamaan enemmän huomioon kiinteistöjen tarpeet liiketoiminnan näkökulmasta. (Leväinen 2013, 21-22)

Vähitellen kiinteistöjen taloudellinen vaikutus huomattiin ja yritysten ydintoimintojen ympärille alkoi muodostua kiinteistöliiketoimintaan keskittyneitä yksiköitä. Kiinteistöala lähti kasvuun, ja alalle syntyi vähitellen uusia liiketoiminnan muotoja. (Leväinen 2013, 22-24)

## KIINTEISTÖN TOIMINNOT

Kiinteistöjen ylläpito on muuttunut viimeisten vuosien aikana nopean teknistymisen myötä. Rakennukset voivat olla erittäin monimutkaisia ja ne voivat sisältävät vaativaa tekniikkaa, jonka ylläpito vaatii ammattitaitoa. On myös havaittu, että rakennuksissa työskentelevistä ihmisistä harva tietää kuka vastaa kiinteistön huollosta. Kiinteistön ylläpitäminen voidaan karkeasti jakaa kahteen osaan: kunnossapito ja kiinteistönhoito.

Kiinteistön kunnossapito on kaikki se toiminta, jolla kiinteistö pidetään kunnossa. Kunnossapito käsittää esimerkiksi kiinteistön ominaisuuksien ylläpitämisen korjaamalla tai tarvittaessa uusimalla kuluneet koneet tai rakennusosat siten, että rakennuksen laatu ei muutu merkittävästi. Ohjaavalla toiminnalla saadaan aikaiseksi halutut olosuhteet ja ennakoinnilla saavutetaan merkittävimmät energiataloudelliset säästöt. Suuremmat korjaushankkeet on hyvä ajoittaa pitkän aikavälin suunnitelmiin mukaisesti. Nykyään on olemassa kattavuudeltaan vaihtelevia kuntotutkimusmenetelmiä, joiden avulla saadaan selville kuntotason nykytila kiinteistössä.



**Kuva 2** Vuosikelloajattelu jakaa kiinteistönhoitolliset tehtävät kuukausittaisiksi toimenpiteiksi ja auttaa jaksottamaan toimintaa. (ISS 2019)

Kiinteistönhoito käsittää päivittäisellä tasolla tapahtuvat hoitotoimenpiteet, joilla ylläpidetään kiinteistön tilojen toimintoja. Kiinteistön hoitaminen tulee toteuttaa säännöllisesti ja oikea-aikaisesti (kuva 2). Oikeaoppisilla hoitotoimenpiteillä voidaan vaikuttaa rakennuksen elinkaareen ja erityisesti tilojen viihtyvyyteen. Kuvittele vaikutukset viihtyvyyteen ja ilmanlaatuun, jos esimerkiksi työpaikkasi siivous lopetettaisiin?

## ASIAKOKONAISUUKSIEN HALLINTAA

Maankäyttö- ja rakennusasetuksen 66 §:n mukaan uudelle, pysyvään asumiseen tai työskentelyyn tarkoitettuun rakennukselle tulee laatia käyttö- ja huolto-ohje, jota kutsutaan huoltokirjaksi. Lain piiriin kuuluvat myös rakennuksen korjaus- ja muutostyöt, jotka ovat verrattavissa rakentamiseen ja soveltuvin osin korjaus- ja muutostyöhön, joka muutoin edellyttää rakennuslupaa. (Ympäristöministeriö 2000)

Kiinteistön ylläpito on yksinkertaistettuna kokonaisuudenhallintaa useasta eri näkökulmasta. Työtä helpottamaan on kehitelty erilaisia työkaluja, joiden avulla voidaan mitata tuloksia. Kaupalliset ohjelmistot tarjoavat räätälöityjä ratkaisuja, jotka

ovat sovitettavissa mm. kiinteistöjen määrän ja toimintojen mukaan. Digitaalisten ratkaisuiden etuina ovat nopea tiedon saatavuus ja jäljitettävyyys (kuva 3).



**Kuva 3** BIM-mallin hyödyntäminen huoltokirjan apuna voi tuoda säästöjä ja parantaa kokonaisuuden hallintaa.

Teknologian Tutkimuskeskus VTT on tutkinut yhtenä vaihtoehtona tietomallin ja huoltokirjan yhdistävää kokonaisuutta, jonka avulla on teoriassa mahdollista saavuttaa mm. seuraavia hyötyjä:

- Helpottaa pääsyä rakennuksen laitteiden ja järjestelmien eri tietoihin, esimerkiksi sijainti- ja laitetunnustietoihin
- Edistää ja tutkia rakennuksen laitteiden ja järjestelmien suorituskykyä mallintamalla
- Tehostaa ylläpidon vaatiman ajan ja resurssien käyttöä, kuten energiasimuloinnit ja työtapojen tehostaminen
- Vähentää tiedonhallintakustannuksia rutiinotoiminnoissa
- Ajoittaa ja suunnitella toimenpiteet niin, että rakennuksen rakenteet, laitteet ja järjestelmät ovat mahdollisimman vähän epäkunnossa tai huoltotoimenpiteet on ajoitettu oikein ja tavoitteellisesti
- Parantaa rakennuksen vikoihin ja korjaushistoriaan liittyvien tietojen hyödynnettävyyttä, esimerkiksi laitteiden sijainti-, tyyppi ja laitetunnukset (VTT, 2007)

Tietomallin käyttö apuna huoltokirjamenettelyssä ei kuitenkaan ole täysin ongelmaton. Alla on lueteltu yleisimpiä haasteita mallien hyödynnettävyydessä:

- Tietokoneiden kapasiteetti rajoittaa BIM-ohjelmistojen käyttöä
- Jotkut ohjelmistojen toiminnoista ovat kömpelöitä ja niiden käyttö vie runsaasti aikaa
- Tietomalli on laadittu puutteellisesti
- Mallin oikeellisuuteen ei luoteta
- Katseluohjelmat eivät ole yhteensopivia

- Rakentamisen aikaisia muutoksia ei ole päivitetty
- Mallissa ei ole ylläpidon tarvitsemia tietoja
- Mallia ei ylläpidetä käytön aikana
- Malliin ei tallenneta käytön aikana kertyvää kokemusta (nk. hiljaista tietoa)
- Rajapintoja visualisointiohjelmiin tai huollon sovelluksiin ei ole
- Rajapintoja mittaus- tai rakennusautomaatiojärjestelmiin ei ole
- Muutosvastarinta
- Ylläpidosta ei tietoisesti haluta tehdä täysin läpinäkyvää
- Tietojen siirto muihin järjestelmiin vaatii runsaasti manuaalista työtä (Senaatti-Kiinteistöt 2016)

## MITTAA, ANALYSOI, ENNAKOI, RAPORTOI JA TIEDOTA

Kiinteistön energiataloudellisuuden tehokkuusmittarina voidaan käyttää mitattavia suureita, kuten veden-, lämmön- ja sähkönkulutusta. Kiinteistöjohtaminen tulee ajatella energiajohtamisena, elinkaarijohtamisena, turvallisuusjohtamisena ja muutosjohtamisena. Tarkoituksena on saada muodostettua kulutusseurannan ja kuntoraporttien avulla kokonaiskuva hallittavasta kiinteistöomaisuudesta. Mittaussuureet eivät kerro kuitenkaan koko kuvaa. Kiinteistöjohtamisen tulee olla strategista ja sille tulee asettaa tavoitteet. Päämääränä on tunnistaa ja kuvata tavoitteet, sekä löytää oikeat toimintamallit tavoitteiden saavuttamiseksi. (Rakli 1997)

Saavutettujen tulosten seuranta tulee olla jokapäiväistä ja indikaattorien pohjalta toimintaa voidaan ohjata oikeaan suuntaan. On huomioitava, että ennaltaehkäisevä ylläpito voi olla vaikutuksiltaan myös negatiivinen. Ennaltaehkäisevää ylläpitoa voidaan tehdä puutteellisten kuntotietojen pohjalta, jolloin kiinteistöllä tehdään tarpeetonta huoltotoimintaa sekä huolto- ja tarkastustöitä. Ennaltaehkäisevä ylläpito on lähtökohtaisesti resurssien ja suunnittelun puolesta vaativia. Tästä johtuen ylläpitostrategia vaatii johtamiselta riittävää asiantuntemusta ja kokonaisuuksien hallintaa. (TKK 2003)

Kulutusseurannan lisäksi on tärkeää myös raportoida ja informoida kiinteistön käyttäjiä asetetuista tavoitteista sekä tuloksista. Toiminnanohjauksella ja koko organisaation sitouttamisella saadaan näkyvimpiä tuloksia aikaiseksi. Päätöksiä tehtäessä olisi syytä ottaa huomioon tilojen käyttäjien tarpeet ja pitää mielessä, että aina edullisin vaihtoehto ei ole pitkällä aikavälillä kannattava. Tarkasteltavat vaihtoehdot tulee ulottaa kiinteistön elinkaaren mittaiseksi.

## HYÖDYNNÄ ASiantuntemusta JA Kirkasta Kokonaiskuvaa

Kiinteistön monimuotoisuus ja käyttötarkoitus määrittelevät sen vaatimat ylläpidon tukitoiminnot. Kuten jo aiemmin mainittu, talotekniikka on nykypäivänä monimutkaistunut ja automaatiojärjestelmät ovat kehittyneet käytettävyyden kustannuksella.

Laitteista on tullut niin monimutkaisia, että niiden säätäminen vaatii paljon asiantuntemusta jopa ammattilaiselta. Mutta näin ei tarvitse kuitenkaan olla.

Toimintojen yhteensovittaminen sujuu paremmin, jos kiinteistönhallintaan otetaan mukaan eri alojen asiantuntijat. Mitä laajemmasta kokonaisuudesta on kyse, sitä suuremmalla todennäköisyydellä ratkaisu ongelmiin löytyy useamman osa-alueen yhteen sovitetuilla toiminnoilla, kuin pelkästään yhden osion huippuunsa tehostamisella. Pyri löytämään energiatalouden kannalta optimaalisin ratkaisu, joka tähtää muuntojoustavuuteen.

## KIRJALLISUUS

- ISS. 2019. Suunnitelmallisuus on kiinteistön ylläpidon perusta. Viitattu 4.4.2019. <https://www.fi.issworld.com/media-news/asiakasesimerkit/issue/issue10-kiinteiston-yllapitopalvelut/kiinteistohuollon-vuosikello>
- Leväinen, K. 2013. Kiinteistö- ja toimitilajohtaminen. Helsinki: Gaudeamus.
- Rakli. 1997. Kiinteistönpidon laatumalli, rakennuttaminen ja ylläpito, kiinteistönpidon hallinta ja vuokraus. Saarivuo, J. Helsinki.
- Sanastokeskus TSK. 2012. Kiinteistöliiketoiminnan sanasto, 2. Laitos. Viitattu 5.4.2019. <https://www.rakli.fi/media/toimitilat/kiinteistoliiketoiminnan-sanasto.pdf>
- Senaatti-Kiinteistöt. 2016. Tietomallit ylläpidossa. Raportti 2016-09-21. Halmetoja, E. Viitattu 4.4.2019. [https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit\\_yl-lapidossa.pdf](https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit_yl-lapidossa.pdf)
- TKK. 2003. Huoltokirja osana kiinteistön ylläpidon tiedonhallintaa. Justander, K. Puhto, J. Viitattu 2.4.2019. <https://docplayer.fi/1273431-Huoltokirja-osana-kiinteiston-yllapidon-tiedonhallintaa.html>
- VTI. 2007. PROJEKTIRAPORTTI, Kiinteistöjen huoltokirjamenettely rakennuksen tietomallia hyödyntäen, Kiinteistön tietomallin käyttö kiinteistöliiketoiminnassa. Järvinen, T. Viitattu 5.4.2019. <https://docplayer.fi/2591393-Kiinteistöjen-huoltokirjamenettely-rakennuksen-tietomallia-hyodyntaen.html>
- Ympäristöministeriö. 2000. RakMk 6022-A4. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Viitattu 3.5.2019. Ympäristöministeriö. 2000. RakMk 6022-A4. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Viitattu 3.5.2019. <https://www.finlex.fi/data/normit/6022-A4.pdf>



# Kiinteistösähkön käyttö

## TAUSTA

Kiinteistösähkönkulutus tulee olemaan entistä keskeisemmässä roolissa sähkömarkkinoilla tulevaisuudessa. Älykkään sähköverkon ratkaisut mahdollistavat sähkönkäytön tarkan mittauksen ja ohjauksen sekä helpottavat kiinteistöjen omatoimista sähköntuotantoa. Digitalisoitumisen lisääntyessä älykkäät sähköverkot tulevat olemaan tärkeässä asemassa kulutushuippujen tasaamisessa. Myös kulutusjouston merkitys on noussut entistä keskeisempään asemaan uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön osuuden kasvaessa.

Kiinteistöjen liittämässä sähköverkkoihin kohdistuu paineita uusiutuvan energian integroimisesta muihin sähköjärjestelmiin. Kiinteistöjen omistajien kiinnostus on lisääntynyt muun muassa sähkön pienimuotoiseen tuottamiseen, energiaomavaraisuuteen, kulutusjoustoon, automaation lisääntymiseen, sähkön säästämiseen ja energiatehokkuuteen.

Sähkönkulutus kiinteistöissä on noin neljä prosenttia taloyhtiön hoitokuluista, olen noin 2-6 kWh/m<sup>3</sup> vuodessa. Kulutukseen vaikuttavat kiinteistöjen toimintojen määrä, esimerkiksi hissit, kylmäkellarit, autohallit, asuntokohtaiset ilmanvaihtokoneet ja lattialämmitykset. (Motiva 2017)

Taloyhtiöissä kiinteistösähköä kuluu muuan muassa:

- yleisten tilojen valaistukseen
- puhaltimiin ja pumppujen käyttämiseen
- autolämmitystolppiin
- ulkovalaistukseen
- taloyhtiön saunaan
- hissiin
- pesutupaan
- kylmähuoneet
- kattokaivo- ja räystäslämmityksiin

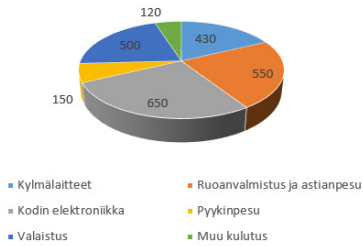
Monissa vanhoissa kerrostaloissa on vielä taloyhtiön yhteinen kylmähuone. Ne ovat suuria sähkönkuluttajia siihen nähden, että niiden tarve on vuosikymmenien aikana laskenut merkittävästi jääkappien ja pakastimien yleistyttyä.

Kotitalouksissa energiaa kuluu pääasiassa kiinteistön ja lämpimän käyttöveden lämmittämiseen. Kotitaloudessa sähkönkulutus ja kustannukset jakautuvat keski-

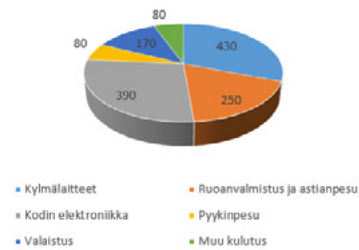
määrin seuraavasti: lämmitys 52 %, taloussähkö 28 % ja lämmin käyttövesi 20 %. Kiinteistösähkön tehostamiskeinoja ovat: tarpeettoman kulutuksen vähentäminen, energiatehokkaiden laitteiden hankinta ja niiden oikea käyttö. (Motiva 2017)

Sähkönkäyttö jakaantuu usein niin, että ykköstilaa pitää esimerkiksi sähkölämmitteisissä omakoti- ja rivitaloissa lämmitys kuvan 3 mukaisesti. Sähkönkäyttö ei sähkölämmitteisissä kohteissa jakaantuu usein niin, että ykköstilaa pitää esimerkiksi rivitaloissa valaistus kuvan 2 mukaisesti. Sitä seuraavat kylmälaitteet, kodin elektroniikka ja kiuas sekä ruuanvalmistus. Vähiten sähköä kuluu pyykinpesuun, mikä selittyy entistä energiatehokkaammilla pesukoneilla. Kuvissa 1 – 3. on esitetty kerros-, rivi- ja omakotitalojen kulutusjakautumat.

**Kerrostalokoti, tavallinen varustelutaso (kolme asukasta), Kulutus 2400 kWh/vuosi**

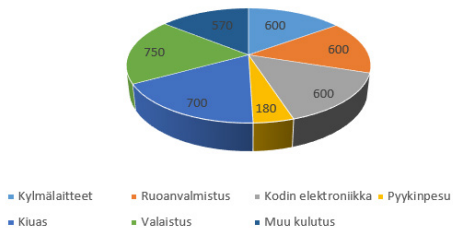


**Yhden asukkaan talous, tavallinen varustelutaso Kulutus 1400 kWh/vuosi**

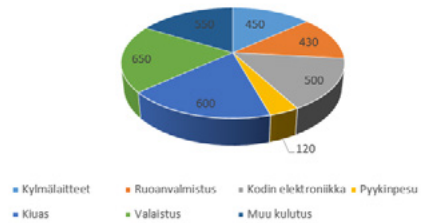


**Kuva 1** Sähkönkulutus kerrostalossa (Vattenfal 2019a)

**Rivitalokoti, tavallinen varustelutaso (kolme asukasta), Kulutus 4000 kWh/vuosi**

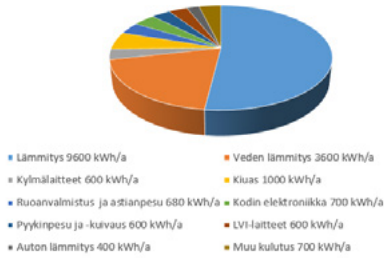


**Rivitalokoti, tavallinen varustelutaso (kaksi asukasta), Kulutus 3300 kWh/vuosi**

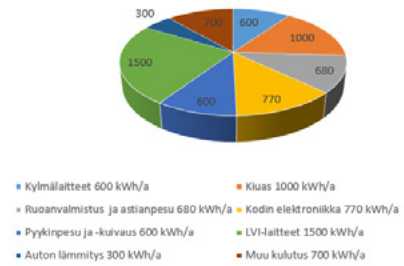


**Kuva 2** Sähkönkulutus rivitalossa (Vattenfal 2019a)

Sähkölämmitetty OKT tai rivitalo, tavallinen varustelutaso (120 m<sup>2</sup>, 4 asukasta), Kulutus 18480 kWh/vuosi



Ei sähkölämmitetty OKT tai, tavallinen varustelutaso (120 m<sup>2</sup>, 4 asukasta), Kulutus 6150 kWh/vuosi



**Kuva 3** Omakoti- ja rivitalon sähkönkulutus sähkölämmitteisessä ja ei sähkölämmitteisessä talossa (Vattenfal 2019a)

## KOTITALOUSSÄHKÖN KULUTUSJAKAUMAN KUSTANNUKSET ESIMERKIN KAUTTA

Kotitalouksissa energiaa kuluu pääasiassa kiinteistön ja lämpimän käyttöveden lämmittämiseen, mutta sähköä kuluu myös kodinkoneisiin ja valaistukseen. Seuraavat taulukot kuvaavat esimerkkiperheen kustannuksia. Esimerkkitalon pinta-ala 150 m<sup>2</sup> ja rakennusvuosi 2000. Sen päälämmitysmuotona on sähkölämmitys ja tukilämmitysmuotona ilmalämpöpumppu. Talon lämminvesivaraaja lämpiää tässä tapauksessa sähköllä. Talossa asuu nelihenkinen perhe. Kulutussähkön hintana on käytetty 15 snt/kWh, sisältäen myynnin, siirron ja veron. Taulukossa 1 on esitetty esimerkkiperheen sähkönkulutus. Keskikulutukset ovat suuntaa antavia ja vaihtelevat merkkikohtaisesti. (Vattenfal 2019b)

**Taulukko 1** Esimerkkiperheen sähkönkulutus (Vattenfal 2019b)

Esimerkkiperheen sähkönkulutus	€/vuosi	€/kuukausi
Ruoanvalmistus	202	
Astiat ja pyykki	179	
TV ja muu viihde-elektroniikka	108	
Valaistus (led)	45	
Saunominen	112	
Sekalaiset	75	
Lämmitys ja lämmin vesi	3102	259
<b>Yhteensä</b>	<b>3823</b>	<b>319</b>
<b>Yhteensä ilman sähkölämmitystä</b>	<b>721</b>	<b>60</b>

Taulukossa 2 on esitetty kylmälaitteiden kulutustietoja ja niiden aiheuttamia vuosikustannuksia. Kylmäkoneiden sähkönkulutus vaihtelee yleensä noin 150 - 500 kWh/a riippuen mm. säädöistä ja laitteen iästä ja energialuokasta. Esimerkiksi jääkaapin sääto on hyvin tarkka kulutetusta energiasta. Jääkaapin ihannelämpötila on 4 - 6 °C ja pakastimen -18 °C. (Vattenfal 2019b)

**Taulukko 2** Eri kylmälaitteiden kulutustietoja (Vattenfal 2019b)

	Tilavuus/l	Kulutus kWh/vrk	Hinta snt/vrk	kWh/vuosi	€/vuosi
Jääkaappi	150-200	0,3-0,8	4,5-12,0	182,5	27,38
Jää-Vilejääkaappi	350-400	0,4-0,7	6,0-10,5	182,5	27,38
Jenkkikaappi	250-350	1,2-1,3	18,0-19,5	456,2	68,43
Kylmiö	770	0,8	12	292	43,80
Jääkaappi-pakastin		0,8-1,2	12,0-18,0	365	54,75
Pakastin	100-200	0,5-1,0	7,5-15,0	273,7	41,06
Pakastin	200-300	0,7-1,1	10,6-16,5	310,2	46,53
Pakastin	yli 300	1,2-1,5	18,0-22,5	474,5	71,18

Astianpesukoneiden piilokuluttaja voi olla esihuuhtelu ennen varsinaista pesua, varsinkin jos astioita huuhdellaan sähköllä lämmitetyllä vedellä. Pyykinpesun ja kuivausten energiankulutukseen vaikuttavat niissä käytetty lämpötila ja kuivaustapa. Esimerkiksi sähkölämmitteisessä talossa pyykin kuivattaminen sisätiloissa kasvattaa energiankulutusta, koska höyrystävä vesi jäädyttää sisäilmaa. Kuivausrummussa pyykin kuivaaminen on suositeltavaa, mikäli sitä ei pysty ulkona tekemään. Taulukossa 3 on esitetty erilaisten kodinkoneiden energiankulutusta. (Vattenfal 2019b)

**Taulukko 3** Astianpesu, pyykinpesu yms. kulutustietoja (Vattenfal 2019)

	Kulutus kWh/kerta	Hinta snt/kerta	Kertaa/vko	€/vuosi
Astianpesu kylmäliit.	1,0-1,5	15-22,5	5	39
Astianpesu lämminliit.	0,5-0,8	7,5-12,0	5	20,28
Pyykinpesu (90 °C)	1,8	27	1	14,04
Pyykinpesu (60 °C)	0,6-1,9	9,0-28,5	2	17,47
Pyykinpesu (40 °C)	0,5-0,8	7,5-12,0	3	13,1
Kuivausrumpu	3	45	5	117
Kuivauskaappi	4,5	67,5	5	175,5
Pyyhekuivain	1,4 kWh/vrk	36 snt/vrk		105,12
Höyrysiilitysrauta	1,0 kWh/tunti	15 snt/tunti		4,38
Mankeli	0,1 kWh/tunti	1,5 snt/tunti		0,44

Televisio voi olla suuri sähkönkuluttaja. Varsinkin vanhoissa isoissa televisioissa teho voi olla jopa 800 W. Television katseluajat ovat lisääntyneet viime vuosina ollen jopa 4 - 5 tuntia päivässä. Iäkkäimpien pelikonsolien tehot voivat olla lähes 300 - 400 W. Uusien viihde-elektroniikka laitteiden kulutus on puolittunut vanhoihin verrattuna. Kodin elektroniikkalaitteiden sähkönkulutus voi olla yllättävän suurta laitteiden ollessa stand-by tilassa. Virrat kannattaakin katkaista aina, kun se on mahdollista. Tämä on helposti toteutettavissa virtakatkaisimella varustetulla jatkojohdolla. Tau-

lukossa 4 on esitetty television, tietokoneen ja niiden oheislaitteiden kulutustietoja. (Vattenfal 2019b)

**Taulukko 4** Televisio, tietokone ja niiden oheislaitteet (Vattenfal 2019b)

	Kulutus kWh/tunti	Hinta snt/tunti	Tuntia/pvä	€/vuosi
Kuvaputki TV 32"	0,12-0,19	1,8-2,9	3	19
LCD TV 32"-37"	0,08-0,19	1,2-2,9	3	15,77
LCD TV 42"	0,14-0,20	2,1-3,0	1	19,72
Plasma TV 42"-46"	0,31-0,41	4,7-6,2	3	45,99
Digiboksi	0,03	0,5	3	3,92
Tallentava digiboksi	0,08	1,2	6	21
Tietokone	0,13-0,17	2,0-2,6	2	13,14
Kannettava tietokone	0,03	0,5	6	7,88
	<b>Kulutus kWh/vuosi</b>	<b>Hinta €/vuosi</b>		
Laajakaistamodeemi	51	7,7		
Monitoimilaite	32	4,8		
Tulostin	19	2,9		

Taulukossa 5 on esitetty valaistuksen ja muiden kodin sähkölaitteiden keskimääräisiä kulutustietoja.

**Taulukko 5** Valaistuksen ja muita kodin sähkölaitteiden kulutus (Vattenfal 2019b)

	Kulutus kWh	Hinta snt	Tuntia/pvä	€/vuosi
Hehkulamput 40 W	0,04	0,6	1	1,75
Hehkulamput 60 W	0,06	0,9	1	2,63
Halogenilamput 10-50 W	0,01-0,05	0,2-0,75	1	1,53
Energiansäästölamput 11 W	0,01	0,2	1	0,48
Energiansäästölamput 18 W	0,02	0,3	1	0,79
Led 3 W	0,003	0,036	8	1,05
Led 7 W	0,007	0,084	8	2,45
Led 9 W	0,009	0,108	8	3,15
Led 13 W	0,013	0,156	8	4,55
loisteputki 36 W	0,04	0,6	1	1,58
Hiustenkuivain	0,25kWh/10 min	3,8	0,25	4,05
Kiharrin	0,2kWh/10 min	3	0,125	6,57
Ilmankostutin	0,06-0,32	0,9-4,8	24	103,68
Ilmanpuhdistin	0,08	1,2	24	84,1
Saunominen (1,5 h)	8 kWh/kerta	1,2	1,5	112,32
Auton lohkolämmitin	0,5	7,5	1,5	10,8
Auton sisätalälämmitin	0,75-1,5	11,3-22,5	1,5	21,6
Pölyimuri	1	15	1	6,24

Sähkölämmitteisessä kiinteistössä lämpimän käyttöveden lämmitys on lämmityksen jälkeen kaikkein suurin sähkönkuluttaja. Tehokkaimmat lämmityksen säästökeino-  
ovat lämmöntarpeen vähentäminen tai sen tuottaminen pienemmällä sähkömääräl-  
lä. Lämpöpumput ovat tehokkaita lämmöntuottajia sähkölämmitteisissä kiinteistöis-  
sä. Myös ilmanvaihtokoneet ovat suuria energiankuluttajia. Taulukossa 6 on esitetty  
lämmityksen ja talotekniikan kulutustietoja. (Vattenfal 2019b)

**Taulukko 6** Lämmitys ja talotekniikka (Vattenfal 2019b)

	Kulutus kWh	Hinta snt	Tuntia/pvä	€/vuosi
Sähkölämmitin 1 kW	1	15	120	345,6
Öljypoltin	200-500 kWh/a	30-75 €/a	120	42
Iv-kone		0,3	365	315,36
Ilmalämpöpumppu		0,6	120	207,36
Lattialämmitys, märkätila		1	365	262,8
Vedenlämmitys	100-1200 kWh/hlö	150-180 €/a,hlö	365	233,6

## AURINKOSÄHKÖN KÄYTTÖ KIIINTEISTÖSÄHKÖN TUOTTAJANA

Yhdistämällä lämpöpumppu ja aurinkosähköpaketti saadaan aurinkojärjestelmästä paras hyöty. Laskelmissa on voitu todeta, että lämpöpumpun energiakulutus puolittuu monissa tapauksissa, kun kiinteistöön on asennettu aurinkosähkö tuottamaan kiinteistösähköä. Esimerkiksi edellä mainittuun 150 m<sup>2</sup> uudisrakennukseen asennetaan poistoilmalämpöpumppu ja 3 kW:n aurinkopaketti. Lämpöpumpun vuotuinen sähkönkulutus on 6000 kWh. Integroimalla aurinkokennopaketti lämpöpumpun rinnalle sähkönkulutus pienenee noin 2000 kWh:lla. Lämmitysjärjestelmän sähkötehon kulutuksen ollessa vain 4000 kWh.

Aurinkosähkö voidaan yhdistää tukemaan lähes kaikkia päälämmitysmuotoja. Asennuksen jälkeen aurinkopaneelien avulla tuotettu sähköenergia on ilmaista, verotonta, siirtovapaata sekä siirtomaksuvapaata sähköä omaan käyttöön. Ylijäämä-sähkön voi myydä sähköverkkoon. Tällä hetkellä verkkoon myytävän sähkön hinta on kuitenkin sen verran alhainen, että olisi parasta saada kaikki tuotettu sähkö omaan käyttöön.

Aurinkosähköjärjestelmän kytkemiseen verkkoon tarvitaan aina lupa oman alueen sähkölaitokselta ennen kytkemistä. Digitalisoituminen on lisännyt erilaisia ohjaus mahdollisuuksia esim. lämpöpumppuihin. Sähkömarkkinoiden muuttuminen on mahdollistanut lämmitysjärjestelmien hyödyntämisen kulutusjoustossa. Kulutusta ohjaamalla esimerkiksi lämpöpumpulla voidaan lämmittää kiinteistöä ja käyttövettä ”halvan” sähkön aikana. Usein spot-sähkön hinta on alhainen yöaikaan verrattuna kulutushuippujen aikaan päivällä. (Schnur 2018)

## ÄLYKÄS SÄHKÖISTYS

Älykkäät sähköjärjestelmät tulevat olemaan hyvin merkittävässä roolissa aina energiantuotannosta erilaisiin kiinteistöjen sähkökäyttötilanteisiin tulevaisuudessa. Älykkyys parantaa laitteiden energiatehokkuutta ja vähentää näin päästöjä. Tämän päivän teknologian avulla on jo nyt mahdollista ohjata olemassa olevia rakennuksia etäohjauksella. Lähes kaikkia kiinteistösähkön kulutuslaitteita voidaan seurata tietokoneen tai mobiililaitteen avulla, jos asiakas niin haluaa. Sähköisiä lämmitysjärjestelmiä voidaan ohjata huonekohtaisesti etänä ja reaaliaikaisesti. Laitteiden kehittyessä tiedon saanti paranee ja älyrakennusten yleistyessä valmistuu älyrakentamista ohjaavat

standardit. Lähes kaikki laitevalmistajat kehittävät tuotteita kuluttajaystävällisemmäksi tällä hetkellä.

Digitaaliset älykkäät järjestelmät tulevat palvelemaan käyttäjää koko kiinteistön elinkaaren ajan. Kiinteistöt suunnitellaan digitaalisesti niin, että ne sisältävät tiedon kaikista kiinteistön teknisistä järjestelmistä ja komponenteista. Kaikki tuotetiedot täytyy olla digitaalisessa muodossa esim. mikä on laitteen teho ja energiankulutus sekä yhteensopivuus muiden laitteiden kanssa.

## KIRJALLISUUS

Motiva. 2017. Kiinteistösähkönkulutus. Viitattu 17.5.2019 [https://www.motiva.fi/koti\\_ ja\\_ asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa\\_ energian- \\_ja\\_ vedenkulu- tuksesta/kiinteistosahkonkulutus](https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa_ energian- _ja_ vedenkulu- tuksesta/kiinteistosahkonkulutus)

Schnur, H. 2018. Siemens keskittää huomionsa ihmisiin. Talotekniikkalehti 1/2018. 44-45.

Vattenfal. 2019a. Sähkönkulutus. Viitattu 17.5.2019 [www.vattenfall.fi/energianeuvonta/sahkonkulutus](http://www.vattenfall.fi/energianeuvonta/sahkonkulutus)

Vattenfal. 2019b. Sähkölaitteiden keskimääräinen sähkönkulutus. Viitattu 17.5.2019 <https://www.vattenfall.fi/energianeuvonta/sahkonkulutus/sahkolaitteiden-ener- giankulutus/>





# Energiatehokas ilmanvaihto

## JOHDANTO

Ihminen viettää suurimman osan elämästään sisätiloissa, joten myös ilmanvaihdolla ja sisäilmastolla on valtava vaikutus terveyteen, viihtyvyyteen kuin myös työtehokkuuteenkin. Hyvä sisäilma ei kuitenkaan tule ilmaiseksi, sillä tarkasteltaessa rakennuksien lämpötaseita, nähdään ilmanvaihdon kautta karkaavan jopa 20 – 40 % rakennuksen lämpöenergiasta. Ilmanvaihdon rooli energiasyöppönä voi olla useimmille käyttäjille yllätys, sillä esimerkiksi painovoimaisessa tai koneellisessa poistoilmanvaihdossa lämpöenergiankulutus ei varsinaisesti näy yksittäisen laitteen sähkönkulutuksena, vaan kulutus jakautuu tasaisesti tilojen eri lämmityslaitteille. Ilmanvaihdon energiankulutukseen vaikuttavat erityisesti tekniset ratkaisut, mutta myös käyttäjän oikeat toimenpiteet voivat vaikuttaa huomattavasti lopputulokseen. Siksi olisikin ensiarvoisen tärkeää, että järjestelmien käytöstä vastuussa olevat henkilöt tuntisivat järjestelmän toiminnan ja rakenteen perusteellisesti, jotta sisäilmaongelmilta ja turhalta energiankäytöltä vältyttäisiin. Järjestelmiä ja niiden käyttäjien osaamista tulisi päivittää teknologian ja ohjeistuksien muuttuessa. Esimerkiksi vuosikymmeniä rakennukset on suunniteltu enemmän tai vähemmän alipaineisiksi, kun nykytietämyksen mukaan tulo- ja poistoilman tulisi olla tasapainossa.

## YKSILÖLLINEN ENERGIATEHOKAS ILMANVAIHTO

Suomalaisessa rakentamisessa on käytetty 60-luvulta aina 90-luvulle asti lähinnä painovoimaista- tai koneellista poistoilmanvaihtojärjestelmää. Molemmissa järjestelmissä raitisilma tuodaan tiloihin pääsääntöisesti raakana ja lämmittäminen tapahtuu huoneen varsinaisilla lämmityslaitteilla. Poistoilma puolestaan johdetaan joko luonnollisen, tai koneellisesti aiheutetun paine-eron avulla suoraan ulkoilmaan, jolloin ilmaan sitoutunut lämpöenergia menetetään niin sanotusti harakoille.

Energian säästämiseksi koneellisia poistoilmanvaihtojärjestelmiä on perinteisesti ohjattu kellokytkimellä, jolloin ilmanvaihtoa on tehostettu mm. yleisimpinä ruoanlaitto- ja pesuajoina. Nykyaikaisen liikkuvan elämäntyylin johdosta kuitenkin jopa Identtisien asuntojen ilmanvaihtotarve voi olla keskenään hyvinkin poikkeavaa ja ajoittua eri kellonaikoihin, jolloin kello-ohjattu ilmanvaihto voi osoittautua ajoittain riittämättömäksi.

Perinteisillä yhteiskanavapoistoilmanvaihtojärjestelmillä toteutetuissa kerrostaloissa myös yksi suurimmista ongelmista huonon energiatehokkuuden lisäksi on ollut järjestelmän säätämisen vaikeus, sillä jopa yksittäinen ikkunan avaaminen tai venttiilin sulkeminen voi vaikuttaa merkittävästi ilmanvaihtojärjestelmän painesuhteisiin ja näin ollen aiheuttaa häiriöitä muiden huoneistojen ilmanvaihdossa. Tällaisissa tapauksissa ei ole tavatonta, että osassa rakennusta korvausilma alkaa virrata huoneistoon hallitsemattomasti rakenteiden läpi tai esimerkiksi rappukäytävästä tuoden samalla epäpuhtauksia tilaan ja aiheuttaen vedon tunnetta. Ei siis ole ihme, että jopa 40 % kerrostaloasukkaista on tyytymättömiä asuntonsa ilmanvaihtoon.

Nykyinen rakennuslainsäädäntö vaatii lämmöntalteenottojärjestelmien (LTO) asentamista uudiskohteisiin, ellei energiankulutusta kompensoida esimerkiksi paremmalla eristystasolla. Sen sijaan jo olemassa olevien asuinrakennusten energiatehokkuuteen tähtäävät ilmanvaihtoremontit ovat olleet vielä melko harvinaisia suhteellisen korkeasta hinnasta ja pitkästä takaisinmaksuajasta johtuen. Takaisinmaksuajan laskemista ilmanvaihdon saneerausprojekteissa voidaankin pitää melko kyseenalaisena ja järjestelmien uusimista suunniteltaessa tulisikin ottaa erityisesti huomioon saavutettava rakennuksen arvonnousu sekä ilmanlaadun huomattava paraneminen energiansäästöä unohtamatta. Suomessa sijaitsee yhä noin miljoona kerrostaloasuntoa, joissa on joko koneellinen- tai painovoimainen poistoilmanvaihto ilman lämmöntalteenottojärjestelmää, joten potentiaalisia kohteita varmasti riittää.

Lähiökerrostalojen ilmanvaihdon energiatehokkuutta tutkineen Kimuli -hankkeen loppuraportissa onkin todettu seuraavasti:

*”Ilmanvaihdon uudistamisen pääasiallinen motiivi on terveellisyys ja viihtyvyys. Samalla ilmanvaihdon lämmön talteenotto kuitenkin on suurin energiansäästöpotentiaali asuinkerrostalokannassa.” (KIMU 2010)*

Paras ilmanlaatu ja energiatehokkuus pystytään saavuttamaan asuntokohtaisella lämmöntalteenottojärjestelmällä varustetulla tulo- ja poistoilmanvaihdolla, jota asukas voi itse ohjata tarpeidensa mukaan. Tarvittaessa nykyaikaiset ilmanvaihtokoneet voidaan myös varustaa kosteus- ja hiilidioksidiantureilla, jolloin varmistetaan optimaalinen ilmanvaihto myös sellaisille käyttäjille, jotka eivät osaa tai halua ohjata järjestelmää itse. Tutkimusten mukaan LTO:lla varustetulla tulo- ja poistoilmanvaihto järjestelmillä voidaan saavuttaa parhaimmillaan 25 % energiansäästöt aiempaan tilanteeseen verrattuna. Kulutuslukemia ei kuitenkaan pitäisi verrata ainoastaan aikaisemman järjestelmän kulutukseen, vaan myös tilanteeseen, jossa ilmanvaihto on saatettu toimimaan vähintään nykyisien määräysten tai suunnitelmien mukaisilla ilmamäärillä. (KIMU 2010)

Vanhaa ilmanvaihtojärjestelmää uusittaessa koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon rakennuksen sähkönkulutus voi kuitenkin nousta huomattavasti lisääntyneen puhallintehon ja ilmamäärän johdosta. Lisääntynyt sähkönkulutus on kuitenkin

yleensä vain pieni osa säästetystä lämmitysenergiasta. Asuntokohtaiseen järjestelmään siirryttäessä ilmanvaihtokone asennetaan usein asukkaan sähköliittymään, jolloin aiemmin taloyhtiölle kohdentunut ilmanvaihdon energiakustannus siirtyy asukkaiden sähkölaskuun, mikä myös osaltaan kannustaa asukkaita energiatehokkaaseen käyttöön.

Tammikuussa 2018 voimaan tullut ympäristöministeriön asetus rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta mukaan poistoilmaluokan 1 tai asuinhuoneistojen ilmanvaihdon poistoilma voidaan ohjata ulos myös rakennuksen seinässä olevan ulospuhalluslaitteen kautta. Jäteilman seinäpuhallus on ollut aiemminkin sallittua, mutta se on koettu yleisesti kielletyksi tai vähintäänkin haastavaksi selkeiden toteutusohjeiden puuttuessa.

Rakennuksen seinälle sijoitettava- yhdistettyä ulospuhallus ja ilmanottolaitetta käytettäessä ilmanvaihtojärjestelmän asentamisen kustannuksia saadaan laskettua, eivätkä vanhat hormikuilut- tai niiden puute ole enää rajoittava tekijä. Kun ilmanvaihtokanavia ei enää tarvitse viedä kerroksien läpi voidaan kanavat tehdä ilman palopeltejä tai savunrajoittimia. Saneerauskohteessa myös huomionarvoista on se, että toimenpiteet pystytään tekemään pääsääntöisesti asunto kerrallaan, jolloin pidemmiltä asuntojen käyttökatkoilta vältytään.

## TARPEENMUKAINEN ILMANVAIHTO

Viime aikoina vahvasti mielipiteitä jakanut Sisäilmayhdistyksen suositus ohjeistaa julkisissa rakennuksissa siirtymään käyttöajan ulkopuolella ilmanvaihdon jaksottaiseen käyttöön tai osateholle energian säästämiseksi. Käyttöajan ulkopuolella, kun käyttäjistä aiheutuvaa kosteus- ja hiilidioksidikuormaa ei ole, ilman laatua heikentää lähinnä rakenteista ja kalusteista haihtuvat hiilivedyt. Kyseenalaista onkin, tarvitaanko jatkuvaa ilmanvaihtoa rakennuksen hyvän ilmanlaadun ylläpitämiseksi tai kosteusvaurioiden välttämiseksi. Viimeisimpien tutkimusten mukaan ei. (IS 2019a) Ilmanvaihdon jaksottainen ohjaaminen on ollut jo pitkään käytössä useissa kunnissa, ja esimerkiksi Helsingin ja Tampereen kokoisissa kaupungeissa on arvioitu toimenpiteen säästävän jopa yli kymmenen miljoonaa euroa vuosittain. (IS 2019b)

Järjestettäessä käyttöajan ulkopuolinen ilmanvaihto osatehototeutuksella, voi olla ongelmallista saavuttaa tasainen ilmavirta kaikissa tiloissa. Erityisesti kun pyritään ohjeistuksen mukaiseen 0,15 dm<sup>3</sup>/s ilmavirtaan, mikä voi useissa tapauksissa olla jopa kymmenen kertaa mitoitusilmamäärää pienempi. Tämän vuoksi on usein järkevämpää käyttää ilmanvaihtoa jaksottaisesti, eli käytännössä sammuttaa koneet 1-2 tuntia käyttöajan jälkeen ja käynnistää 2 tuntia ennen suunniteltua käyttöaikaa. Julkisissa tiloissa kuten esimerkiksi koulujen opetustiloissa käyttöajan ilmanvaihtokerroin on usein vähintään 1 1/h joskus jopa 3 1/h, jolloin tilojen pitäisi tuulettua riittävästi, kun ilmanvaihto käynnistetään vähintään kaksi tuntia ennen varsinaista käyttöaikaa. Laskennallisesti on todettu yli 90 % ilman epäpuhtauksista poistuvan, kun tilan ilmatilavuus vaihdetaan kolme kertaa. (Sisäilmayhdistys 2019)

Oleskelutilojen ilmamäärät tulee mitoittaa nykyisten ohjeiden mukaan tarpeenmukaisesti, eli suunnitellun käyttöajan henkilömäärän mukaan. Asuinrakennuksissa ilmanvaihdon jaksottainen käyttö ei ole hyväksyttyä, mutta tarvittaessa niitä voidaan pienentää enintään 60 % käyttöajan ilmavirrasta. Järjestelmissä tulee olla myös mahdollisuus tehostaa tulo- ja poistoilmavirtoja vähintään 30 %. Ilmanvaihtokanavat tulisi aina mitoittaa tehostusajan ilmamäärien mukaan, jotta puhaltimia rasittavat ja meluongelmia aiheuttavat putkivastukset jäisivät mahdollisimman pieneksi. Jotta ilmavirrat myös pysyisivät suunnitelluissa lukemissa, tulee ilmanvaihtojärjestelmiä myös huoltaa säännöllisesti. Yleisesti ilmanvaihtojärjestelmän säätöä ja puhdistusta suositellaan tehtäväksi 5-10 vuoden välein ja myös ilmansuodattimet tulisi vaihtaa ainakin kaksi kertaa vuodessa.

Ilmavirtojen tarpeenmukaisen ohjaamisen lisäksi helposti toteutettava energiaa säästävä toimenpide on tuloilman lämpötilan laskeminen muutamia asteita huoneilmaa alhaisemmaksi. Tällä tavoin voidaan vähentää merkittävästi ilmanvaihtokoneen jälkilämmityksen tarvetta ja samalla myös tuloilman sekoittuminen huoneilmaan tehostuu lämpötilaerojen vuoksi. Ilmanvaihdon jälkilämmityslaitteen tehtävä ei ole toimia pääsääntöisesti tilojen lämmönlähteenä, sillä tilojen lämmittämisestä huolehtivat radiaattorit ja lattialämmitysjärjestelmät tunnistavat yleensä lämpötilan muutokset paremmin, jolloin esimerkiksi auringosta saatavat ilmaisenergiat hyödynnetään tehokkaammin. Tuloilman lämpötila voidaan pudottaa jopa 15 - 17 asteeseen, kun päätelaitteet ja ilmavirrat suunnitellaan oikein. Vetovalituksiin ei pitäisi myöskään reagoida ensimmäisenä lämpötilaa nostamalla, vaan tulisi selvittää onko esimerkiksi tilan päätelaitteiden heittokuviot ja virtausnopeudet tarkoituksenmukaiset.

## POISTOILMALÄMPÖPUMPUSSA ON POTENTIAALIA

Olemassa olevan poistoilmanvaihtojärjestelmän muokkaaminen energiatehokkaammaksi onnistuu myös poistoilmalämpöpumpuilla, joilla voidaan saada poistoilman energiasta parhaimmillaan jopa 70 % talteen. Täydelliseen ilmanvaihtoremonttiin verrattuna asennuskustannuksien tulisi yleensä jäädä huomattavasti pienemmäksi, jolloin myös takaisinmaksuaika jää ihanteellisissa kohteissa alle kymmeneen vuoteen. Nyrkkisääntönä tavoitteena voidaan pitää noin 30 % lämmityskustannusten laskua, jotta investointi olisi taloudellisesti kannattava. (Motiva 2018) Lämpöpumppu ei kuitenkaan suoranaisesti paranna rakennuksen ilmanlaatua, mutta energian- ja kustannussäästön myötä ilmanvaihtoa voidaan useimmissa tapauksissa tehostaa ja käyttöaikoja pidentää.

VTT:n tutkimuksessa on arvioitu poistoilmalämpöpumppujen vuotuisen reaalisäästöpotentiaalin olevan Suomessa jopa 3,3 TWh, joten kyseessä on todellinen mahdollisuus vaikuttaa energiankäyttöön koko Suomen mittakaavassa. (VTT 2015) Kaukolämpökohteissa PILP-järjestelmillä on saavutettu parhaimmillaan 50 % säästöjä lämmitysenergiankulutuksessa ja kohonneesta sähkönkulutuksesta huolimatta kokonaiskulut ovat laskeneet 10 - 40%. (Motiva 2018)

Järjestelmän suunnittelussa yksi oleellisimmista asioista on selvittää rakennuksen patteriverkon mitoituslämpötila, sillä lämpöpumppujen hyötysuhde laskee merkittävästi, kun pyritään yli 50 asteen lämpötilaan. Vanhoissa kiinteistöissä lämmitysjärjestelmän paluuveden lämpötila voi kovien pakkasten aikaan olla jopa kuudenkymmenen asteen luokkaa, jolloin lämpöpumpusta saatava hyöty jää vähäiseksi. Paras hyöty saadaan, kun lämmönjako hoidetaan lattialämmityksellä tai muilla matalalämpöisillä ratkaisuilla. Jotta poistoilmalämpöpumpulla saadaan tuotettua riittävästi energiaa, on sen läpi virrattava tarpeeksi lämmintä poistoilmaa. Lähtökohtaisesti voidaan sanoa asentamisen kerrostalokohteeseen olevan kannattavaa, kun asuntoja on vähintään 15-25. (Motiva 2018)

Pientaloissa enemmän käytetty, suorahöyrysteinen järjestelmä siirtää lämpöenergian poistoilmasta suoraan kylmäaineeseen, kun taas kerrostaloissa käytetään pääasiassa epäsuoraa järjestelmää, jossa poistoilman lämpöenergia siirretään rakennuksen katolla olevalla lämmönsiirtimellä vesi-glykoli liuokseen, joka johdetaan yleensä rakennuksen teknisessä tilassa sijaitsevaan lämpöpumppuun. Lämpöpumppu ei kuitenkaan voi toimia ainoana rakennuksen lämmönlähteenä, vaan se yleensä asennetaan varsinaisen lämmitysjärjestelmän rinnalle nostamaan joko käyttöveden- tai lämmitysverkon paluuveden lämpötilaa. Kaukolämpökohteissa tulee aina ottaa huomioon kiinteistön lämmitysjärjestelmän toiminnan lisäksi myös kaukolämpöjärjestelmän laajempaan toimintaan vaikuttavat asiat, joten energiayhtiön edustajan konsultointi on suositeltavaa ennen projektin aloittamista.

## KIRJALLISUUS

- IS. 2019a. Asiantuntijat neuvovat kuntia sulkemaan ilmastoinnin yöksi – rakennusyhtiön johtaja: ”Kuulostaa arveluttavalta”. Viitattu 5.5.2019. <https://www.is.fi/taloussanomat/art-2000006025666.html>
- IS. 2019b. Uusi ohjeistus: Ilmanvaihdon sulkeminen yöksi tuo miljoonasäästöt - asiantuntijat kertovat, kuinka ongelmat väistetään. Viitattu 6.5.2019. <https://www.is.fi/taloussanomat/art-2000006033941.html>
- KIMU. 2010. Kerrostalon ilmastomuutos – energiatalous ja sisäilmasto kuntoon. Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastelu – lisähanke, KIMULI. Viitattu 6.5.2019. <https://docplayer.fi/5688113-Kimu-kerrostalon-ilmastonmuutos-energiatalous-ja-sisailmasto-kuntoon-ilmanvaihtojarjestelmien-tarkastelu-lisahanke-kimuli-loppuraportti-31-5.html>
- Motiva. 2018. Lämpöpumppujen hankintaopas – Kunnat ja taloyhtiöt. Viitattu 5.5.2019. [https://www.motiva.fi/files/14752/Lampopumppujen\\_hankintaopas\\_kunnat\\_ja\\_taloyhtiot.pdf](https://www.motiva.fi/files/14752/Lampopumppujen_hankintaopas_kunnat_ja_taloyhtiot.pdf)
- Sisäilmayhdistys. 2019. Sisäilmayhdistyksen Hyvä sisäilma -suositus 1 I 03-2019.
- VTT. 2015. Poistoilmalämpöpumpuilla kerrostalon kaukolämmönkulutus puoliksi. Viitattu 5.5.2019. <https://www.vtt.fi/medialle/uutiset/poistoilma%C3%A4mp%C3%B6pumpuilla-kerrostalon-kaukol%C3%A4mp%C3%B6kulutus-puoliksi>



# Turvallinen ja terveellinen energiatehokkuuden parantaminen

## JOHDANTO

Viimeisen viidenkymmenen vuoden ajanjaksolla rakentaminen on kokenut suuria uudistuksia uudenlaisten materiaalien ja tekniikoiden käyttöönottoahdin kiihtyessä. Ekologisten arvojen painottaminen lainsäädäntötasolla on korottanut vaatimuksia rakennuksien energiatehokkuudelle ja ajanut rakennussektorin toimijat tähtäämään pienempään hiilijalanjälkeen, jonka myötä rakennuksista on tullut yhä teknisempiä ja monisäikeisempiä järjestelmien ja ratkaisuiden kokonaisuuksia.

Sisäilmaongelmien yleisimpänä syynä ovat kosteuden aiheuttamat päästö- ja mikrobivauriot, joille altistuu vuosittain noin 300 000 suomalaista. Sisäilmaongelmien on laskettu aiheuttavan vuosittain 3 miljardin kulut, joka on enemmän kuin rakennuskannan yhteenlaskettu, vuotuinen lämmitysenergiakustannus. (Tiede, 2012) Sisäilmaongelmat tulivat yleiseen tietouteen 70-luvun lopulla energiakriisin seurauksena tehtyjen rakennusten energiatehokkuusparannusten ja uusien rakennusratkaisujen myötä. Erityisesti runsaaseen eristykseen ja tiivistämiseen liittyviä riskejä ei otettu vakavasti.

Nykyisten energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden ja ratkaisujen onkin paikoin väitetty vaarantavan sisäympäristön terveyden, joka onkin asettanut rakennusmääräyskokoelman energiankulutukseen liittyvät, vuonna 2018 voimaan astuneet uudistukset suurennuslasin alle. Erityisesti kasvavien eristepaksuuksien kosteusteknisestä turvallisuudesta on esitetty ristiriitaista tutkimustietoa.

Teemmekö siis rakennusten energiatehokkuutta parantamalla ympäristöteon vai toistammeko energiakriisin aikana tehdyt virheet? Yhdestä asiasta rakennussektorilla ollaan samaa mieltä: energiasäästöjä ei tule tavoitella terveellisyyden ja turvallisuuden hinnalla. Säästetyn energian hyödyt valuvatkin helposti hukkaan, mikäli rakennuksen sisäilman heikentyneet laatu edellyttää korjaavia toimenpiteitä.

## KOHTI PIENEMPÄÄ HIILIJALANJÄLKEÄ

Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on kestävä kehityksen viitekehityksessä selkeä, yksittäinen osa-alue, sillä rakennukset käyttävät yli neljänneksen kaikesta Suomessa käytetystä energiasta. Energiankäytön pienentäminen tarjoaa myös mahdollisuuden käytönaikaisiin säästöihin. (Tilastokeskus, 2016) Nykyisen raken-

nuskannan uusiutumismuutoksen ollessa noin yhden prosentin luokkaa, on vaikuttavuuden kannalta tärkeää, että energiatehokkuustoimia kohdistetaan myös olemassa olevaan rakennuskantaan. (Smart Energy Transition, 2017) Samalla käyttäjien arvostus terveellistä sisäympäristöä kohtaan on kasvanut, eikä suotta – ihmisten sisätiloissa viettämä aika on viime vuosikymmenien aikana kasvanut huomattavasti. Tämän vuoksi sisäilmaongelmat puhuttaneet paljon viime vuosien aikana.

Tarkoituksenmukaisen ilmanvaihdon merkitystä sisäilman laadulle ovat korostaneet useat tapaukset, joissa puutteellisesti toimiva ilmanvaihto on ollut osasyys sisäilman heikkoon laatuun ja käyttömukavuuden alenemiseen. Ilmanvaihdon perimmäisenä tavoitteena on pitää rakennuksen sisäilman epäpuhtaustaso matalana, sisäympäristön olosuhteet käyttötarkoituksen kannalta optimaalisena sekä rakenteiden kannalta turvallisena. Tavanomaisesti ilmanvaihtojärjestelmä on eniten energiaa hukkaava osa-alue kiinteistöissä, sillä tavanomaisesti jopa 25 – 50 % lämmitysenergiasta vapautuu ilmanvaihdon kautta. (Oulun rakennusvalvonta, 2017) Ilmanvaihtojärjestelmän parantaminen onkin lähes poikkeuksetta sekä sisäilmaston että energiatehokkuuden etu. Riittävän tehokas ilmanvaihto pitää sisäilman laatua yllä, jonka vuoksi ilmanvaihdon tehoa tai käyttöaikoja ei tule rajoittaa energiansäästösyistä sisäilman laadun kustannuksella. (Rakennusteollisuus 2017) Liian tehokas ilmanvaihto voi kuitenkin laskea sisäilmaston laatua, aiheuttaen muun muassa vedon tunnetta (joka johtaa usein tarpeettomaan sisäilman lämpötilan nostoon) ja sisäilman kuivuutta.

Sisäilmayhdistyksen uusi suositus ilmanvaihdosta rakennuksen käyttöajan ulkopuolella on herättänytkin runsaasti keskustelua. Suosituksessa nostetaan hyvänä käytänteenä esille ilmanvaihtojärjestelmän jaksottainen käyttö, jossa järjestelmä suljetaan 1-2 tuntia käytön jälkeen, ja käynnistetään 2 tuntia ennen tilojen käyttöä. Jaksotusta käytetään perustellaan energiansäästöllä, mutta myös sillä, ettei osatehokäytön aikana ilmanvaihtokanavisto paineenlaskun myötä jaa ilmaa tiloihin yhtä tasaisesti kuin mitoitusteholla käydessä. Tämä voi johtaa tilanteeseen, jolloin joissakin tiloissa ilma ei vaihdu käytännössä ollenkaan. (Sisäilmayhdistys, 2019) Osittaista ilmanvaihdon käyttöä on aiemmin esitetty osasyys nykyistä homeongelmien runsasta esiintyvyyttä, mutta yhteyttä näiden kahden välillä ei toistaiseksi ole aukottomasti osoitettu.

Muutamia riskitekijöitäkin moderneihin ilmanvaihtojärjestelmiin liittyen on havaittu: esimerkiksi energiatehokkaat, pyöriväkennoiset lämmöntalteenottolaitteistot voivat lisätä sisäilman kosteuslisää ja sitä myötä rakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta. (Rakennuslehti, 2016c) Lisäksi rakennuksen vaipan ilmatiiveyden parantua esimerkiksi ikkunaremontin yhteydessä on syytä varmistaa, että rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä toimii tarkoituksenmukaisesti ja sisäympäristön olosuhteet säilyvät viihtyisinä. Kiinteistön painesuhteissa voi tapahtua radikaaleja muutoksia, kun hatarat ikkunat korvataan huomattavasti paremman ilmatiiveyden omaavilla, moderneilla ikkunarakenteilla. (Rakennusteollisuus, 2017)

Rakennuksen hyvä ilmatiiveys onkin yksi tärkeimmistä kriteereistä rakennuksen sisäisten ja vaipan yli vallitsevien painesuhteiden hallintaan. Ilmavuotoja voimistavat



erityisesti tuuli, lämpötilaerot sekä ilmanvaihtojärjestelmän epätasapainoinen säätö. Hallitsemattomat ilmavirrat epäjatkuvuuskohtien kautta mahdollistavat myös epäpuhtauksien kulkeutumisen sisäilmastoon. Rakennuksen vaipan ilmavuodot voivat aiheuttaa myös viihtyvyyttä laskevaa vedon tunnetta, joka tavanomaisesti johtaa sisälämpötilan tarpeettomaan nostamiseen. Ilmavuotojen kautta voidaan myös hukata tarpeettomasti kiinteistön lämpöenergiaa. (Rakennusteollisuus, 2017) Ilmavuodot voivat johtaa myös kosteusvaurioriskin nousuun talvikausina, mikäli vuotoilman viilentämälle pinnalle tai rakenteeseen kondensoituu kosteutta. Rakennuksen hyvä ilmatiiveys on sekä sisäympäristön että energiankulutuksen etu.

Energiatehokkuuden kannalta edulliset lämpötilat nostavat käyttömukavuutta ja sisäilman laatua asuinkäytössä olevissa tiloissa usein eri tavoin. Ylilämmitetyissä tiloissa ihmisten viireystila tavanomaisesti laskee. Lisäksi lämmityskaudella sisäilma on yhä kuivempaa, millä on taipumus voimistaa mm. sisäilmaoireita. Lämpötilan laskeminen kolmella celsiusasteella 24 celsiusasteesta 21 asteeseen vähentää sisäilmaoireilua kolmanneksen. (Motiva, 2018.) Tavanomaisesti yhden celsiusasteen lämpötilan pudotuksella saadaan 5 prosentin säästö lämmitysenergiassa. (TTY, 2012.) Sisäilman lämpötilaa ei kuitenkaan ole kannattavaa laskea liian alhaiseksi viihtyvyyden kustannuksella.

## TUOKO RAKENTEELLINEN ENERGIATEHOKKUUS SÄÄSTÖJÄ VAI SISÄILMAONGELMIA?

Rakennusvaipan hukkaama lämpöenergian osuus on keskimäärin noin 45 – 65 prosenttia koko kiinteistön lämpöenergiankulutuksesta. Ulkoseinien sekä ylä- ja alapohjarakenteiden osuus kyseisestä määrästä on jokaisella noin 10 – 15 prosenttia. Eniten lämpöenergiaa hukataan tavanomaisesti lämmöneristyskyvyltään heikoimpien rakenteiden, eli ikkunoiden ja ovien kautta. (Oulun rakennusvalvonta, 2017)

Rakenteellisen energiatehokkuuden parantaminen nouseekin ajankohtaiseksi usein muiden korjaus- ja huoltotoimenpiteiden yhteydessä. Lisälämmöneristämällä voidaan saavuttaa energiatehokkuuden parantamisen lisäksi paremmat termiset olosuhteet sisätiloissa. Lisälämmöneristys nostaa erityisesti matalamman lämmöneristyskyvyn omaavassa seinärakenteessa seinän sisäpinnan lämpötilaa, mikä puolestaan vähentää vedon tunnetta. Rakenteellinen energiatehokkuuden parantaminen on muiden passiivisten energiansäästötoimenpiteiden tavoin ylläpidon näkökulmasta hyvä ratkaisu, toimien ilman suurempaa säätöä ja huoltoa. (Rakennusteollisuus, 2017)

Kuitenkin erityisesti seinärakenteiden kasvavat eristepaksuudet aiheuttavat huolta. Julkisuudessa onkin esitetty näkemyksiä ja tutkimustuloksia, joiden mukaan useiden eri rakennetyyppien kosteustekninen toimivuus ja vikasietoisuus laskevat lämmöneristyskerrosten paksuuntuessa. Lisäksi ylilämpenemisen on arveltu yleistyvän rakenteellisen energiatehokkuuden parantuessa. (Rakennuslehti, 2016c) Lisäksi ilmastomuutoksen uskotaan lisäävän rakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta tulevaisuudessa, mikä korostaisi rakenteiden mahdollisia puutteita kosteusteknisessä toi-

minnassa. (TTY, 2019) Kosteusteknisessä toiminnassa ongelman on esitetty olevan erityisesti seinärakenteen ulko-osissa, jossa kasvaneen eristepaksuuden myötä lämpötila voi olla entistä matalampi, eikä sisäpuolelta tuleva lämpövirta kykene välttämättä poistamaan mahdollista ylimääräistä kosteutta rakenteesta. (TTY, 2013)

Kuitenkin toimijat, kuten VTT, ovat tutkimuksillaan osoittaneet päinvastaisia tuloksia, vakuuttaen ettei rakenteellinen energiatehokkuus voi johtaa yllä kuvaillun kaltaisiin tilanteisiin. Energiatehokkaampien, jopa passiivitasoisten seinärakennerekaisujen kuivumiskyvyn eroa tavanomaisiin ratkaisuihin pidettiin hyvin nimellisenä, ja todettiin ulkoisten olosuhteiden vaikuttavan pintalämpötiloihin seinärakenteen paksuutta voimakkaammin. Olennaisempaan kosteusteknisessä toiminnan varmistavana toimenpiteenä nähdään kosteusvirtojen hallinta: rakenteeseen ei tule päästää kosteutta enempää, kuin rakenne sitä voi luovuttaa ennen vaurioiden syntymistä. (VTT, 2008) Ristiriitaisen tutkimustiedon vuoksi on turvallisinta todeta, että niin uudis- kuin korjausrakentamisessa on oleellista tarkastella vaipparakenteen kosteusteknisiä ominaisuuksia ja toimivuutta jo suunnitteluvaiheessa ja varmistaa, ettei rakenteille ja sisäympäristölle haitallista kosteuskertymää pääse muodostumaan.

## YHTEENVETO

Moni toimenpide tarjoaa synergiaetuja sekä energiatehokkuuden että sisäilmaston laadun parantamisen näkökulmasta. Kuitenkin on selvää, että erityisesti ilmanvaihtoteknisissä yksityiskohdissa näiden kahden tavoitteen välillä on osin ristiriitaa. Myös kiistellyyn vaipparakenteiden rakenteellisen energiatehokkuuden parantamiseen liittyvät huolet kosteusteknisestä toimivuudesta kaipaavat selkeästi aukotonta tutkimustietoa, jotta rakenteiden eristävyyttä voitaisiin parantaa entisestään turvallisista mielin.

”Yksikin merkittävä sisäilmaongelma tuhoaisi meillä neljän tuhannen vuoden energian säästön vaikutukset”, toteaa Suomen Yliopistokiinteistöjen johtava asiantuntija Mervi Huhtelin. Kommentin myötä on helppo hahmottaa, kuinka dramaattiset sisäilmaongelmien vaikutukset voivat olla myös kustannusten perspektiivistä. Laskelmassa on huomioitu ainoastaan sisäilmaongelman aiheuttamat, välittömät kustannukset. Välillisten kustannusten, kuten poissaolovaikutusten ja terveydenhuoltokustannusten kanssa sisäilmaongelmat syövät energiatehokkuuden tuomat säästöt vielä pidemmältä aikajänteeltä. (Rakennuslehti, 2016a)

Kuitenkin Suomessa rakennusten käyttämän energian suuri määrä tarkoittaa, että sisäympäristön kannalta turvallisia energiatehokkuuden parannusmenetelmiä tarvitaan. Etenkin tulevaisuudessa rakentamisen lainsäädännöllinen ympäristöohjaus tulee kiristymään, mikä vaatii ennakkointia ja kehitystä koko rakennusala. Energiatehokkuuden parantaminen ei ole yksin ratkaisu ilmastonmuutoksen pysäyttämiseen, mutta omaa selkeän roolin siinäkin.

Energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä suunniteltaessa ja toteutettaessa on varmistettava, ettei toimenpiteitä tehdä sisäilmaston laadun kustannuksella. Erityi-

sesti molempia tavoitteita yhdenaikaisesti palvelevat ratkaisut on koettu kannattaviksi investoinneiksi, sillä viihtyvyyden ja tuottavuuden nousu näkyy usein välillisesti. Toimenpiteiden yhteydessä on oleellista, että kiinteistöä tarkastellaan kokonaisuutena, ja huomioidaan muihin järjestelmiin ja rakennusosiin kohdistuvat vaikutukset. Energiatehokkuutta voi, ja tulee parantaa aina rakennuksille ja ihmisille turvallisiin tavoin.

## KIRJALLISUUS

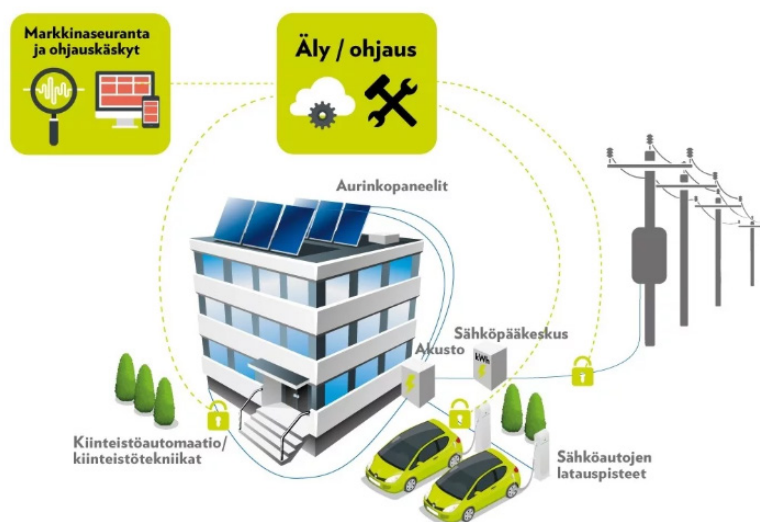
- Motiva. 2018. Hallitse huonelämpötiloja. Viitattu 15.3.2019. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/hyva\\_arki\\_kotona/hallitse\\_huonelampotiloja](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/hallitse_huonelampotiloja)
- Oulun rakennusvalvonta. 2017. Energiansäästö kerros- ja rivitalojen korjauksissa. Niemikorpi, A. Viitattu 15.3.2019 <https://www.ouka.fi/documents/486338/2048719/20170203+Niemikorpi+Energiansaasto.pdf/06c67089-47e1-4e32-b6be-e6d15a2f1e0c>
- Rakennuslehti. 2016a. Yksi sisäilmaongelma vie neljän tuhannen vuoden energiansäästöt. Mölsä, S. Viitattu 18.3.2019. <https://www.rakennuslehti.fi/2016/04/yksi-sisailmaongelma-vie-neljan-tuhannen-vuoden-energian-saastot/>
- Rakennuslehti. 2016b. Miksi koulut homehtuvat Suomessa? –Asiantuntijat vastaavat. Mölsä, S. Viitattu 15.3.2019. <https://www.rakennuslehti.fi/2016/04/miksi-koulut-homehtuvat-suomessa-asiiantuntijat-vastaavat/>
- Rakennuslehti. 2016c. Juha Vinha tyrmaa ylimitoitettuja nollaenergiavaatimukset ja toivoo tolkkua määräykseen. Mölsä, S. Viitattu 7.3.2019. <https://www.rakennuslehti.fi/2016/04/juha-vinha-tyrmaa-ylikireat-nollaenergiavaatimukset-ja-toivoo-tolkku-maarayksiin/>
- Rakennusteollisuus. 2017. Rakenteellinen energiatehokkuus korjausrakentamisessa. Ojanen, T. Nykänen, E. Hemmilä, K. Viitattu 5.3.2019. [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/opaat-ohjeet/rek\\_27042017.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/opaat-ohjeet/rek_27042017.pdf)
- Sisäilmayhdistys. 2019. Sisäilmayhdistyksen Hyvä sisäilma-suositus 1. Sisäilmastoseminaari 2019.
- Smart Energy Transition. 2017. Muutospolku 4: Rakennusten energiatehokkuus. Viitattu 18.3.2019. <http://www.smartenergytransition.fi/tiedostot/murrosareena-polku4-rakennusten-e-tehokkuus.pdf>
- Tampereen teknillinen yliopisto. 2012. Hurmaava lähiö. Energiatehokas lähiökorjaaminen -hankkeen loppujulkaisu. Alatalo, E. Viitattu 14.3.2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-2798-2>
- Tampereen teknillinen yliopisto. 2013. Ilmastonmuutoksen ja lämmöneristyksen lisäyksen vaikutukset vaipparakenteiden kosteusteknisessä toiminnassa ja rakennusten energiankulutuksessa. Vinha, J et al. Viitattu 15.3.2019. [https://tutcris.tut.fi/portal/en/publications/ilmastonmuutoksen-ja-lammoeneristyksen-lisayksen-vaikutukset-vaipparakenteiden-kosteusteknisessa-toiminnassa-ja-rakennusten-energiankulutuksessa\(9092ab78-5ecf-4dc1-a53f-8eb20ad62d3c\).html](https://tutcris.tut.fi/portal/en/publications/ilmastonmuutoksen-ja-lammoeneristyksen-lisayksen-vaikutukset-vaipparakenteiden-kosteusteknisessa-toiminnassa-ja-rakennusten-energiankulutuksessa(9092ab78-5ecf-4dc1-a53f-8eb20ad62d3c).html)

- Tampereen teknillinen yliopisto. 2019. COMBI-hankkeen suositukset energiatehok-  
kaaseen rakentamiseen – COMBI 8. Vinha, J et al. Viitattu 12.3.2019. [https://rese-  
arch.tuni.fi/uploads/2019/01/od6d4a68-combi-8-suositukset.pdf](https://research.tuni.fi/uploads/2019/01/od6d4a68-combi-8-suositukset.pdf)
- Tiede. 2012. Energiansäästö ja hyvä terveys sopivat saman katon alle. Forsell, P. Vii-  
tattu 15.3.2019. [https://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/energiansaasto\\_ja\\_  
hyva\\_terveys\\_sopivat\\_saman\\_katon](https://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/energiansaasto_ja_hyva_terveys_sopivat_saman_katon)
- Tilastokeskus. 2016. Asumisen energiankulutus. Viitattu 7.3.2019. [http://www.stat.fi/  
til/asen/2016/asen\\_2016\\_2017-11-17\\_fi.pdf](http://www.stat.fi/til/asen/2016/asen_2016_2017-11-17_fi.pdf)
- VTT. 2008. Energiatehokkaat rakenteet ja kosteustekninen turvallisuus. Ojanen, T.  
Viitattu 15.3.2019. <http://www.finnisol.fi/Download/21751/liite2.pdf>

# Älykäs energianhallinta

## JOHDANTO

Älykkyys sana liitetään nykypäivinä moneen uuteen tuotteeseen: älypuhelimet, älykellot, älyrakennukset, älykkäät energiajärjestelmät yms. Jotta ymmärretään mitä ovat älykkäät energiajärjestelmät, on hyvä aluksi selvittää mitä älykkyydellä tarkoitetaan. Älykkyydellä energiajärjestelmissä tarkoitetaan järjestelmän kykyä kerätä tietoa ja reagoida muutoksiin. Älykäs energiajärjestelmä koostuu useasta teknologisesta järjestelmästä, jotka ovat yhteydessä toisiinsa (Kuva 1).



**Kuva 1** Älykäs rakennus (Lumme-energia 2019)

Kuvassa 1 esitetystä älykkästä rakennuksesta kiinteistön oma talotekniikka, aurinkopaneelit, akkuvarasto, sähköautot sekä alueellinen sähköverkko keskustelevat keskenään. RILin kirjassa 267-2015 Käyttäjälähtöinen älyrakennus, määritellään älyrakennus seuraavasti:

*”Älyrakennus sisältää reaaliaikaisesti reagoivia, käyttäjän kanssa vuorovaikutussuhteessa olevia tietoteknisiä, taloteknisiä ja rakenneteknisiä järjestelmiä sekä energian tuotto-/siirtojärjestelmiä. Järjestelmät toimivat käyttäjälähtöisellä käyttöliittymällä ja tuottavat prosessiensa avulla älyrakennuksen käyttäjälle vaadittuja palveluita ja ominaisuuksia. Lisäksi älyrakennus on osa vuorovaikutteista rakennettua ympäristöä”*

## ÄLYKÄS RAKENNUSAUTOMAATIO

Viime vuosien megatrendi digitalisaatio ja siitä johtuva ICT-alan kehitys on edesauttanut myös rakennusten automaation kehitystä huomattavasti. Rakennusautomaatiojärjestelmän tarkoituksena on ohjata, säätää ja valvoa kokonaisvaltaisesti rakennusta. Rakennusautomaatiojärjestelmä kerää tietoa kiinteistön toiminnasta, kulutuksesta, olosuhteista ja käytöstä. Rakennusautomaation tärkeimpänä tehtävänä on tuottaa kiinteistöön tavoiteltu sisäilmasto, mahdollisimman pienellä energiankulutuksella. Rakennusautomaatioon liitetään kiinteistön erilliset järjestelmät toimimaan kokonaisuutena. Kiinteistön huollon kannalta rakennusautomaatio on keskeinen työkalu. (Motiva 2011) Rakennusautomaation oikeanlaisella toiminnalla on keskeinen rooli kiinteistön elinkaareissa, koska koko elinkaaren hiilijalanjäljestä käytön aikainen energiankulutus on 63% (kuva 2). (Ympäristö 2016)



**Kuva 2** Keskimääräisen kerrostalon elinkaaren hiilijalanjäljen muodostuminen (Ympäristö 2016)

Viime vuosiin saakka sähkömarkkinoilla tuotannon tehon on määritelty täysin senhetkinen kulutus. Tulevaisuudessa joustoja tullaan siirtämään kuluttajien harteille tuotannon tasapainottamiseksi. Älykkäät energianhallintajärjestelmät tasapainottavat ja optimoivat energiankulutusta tulevaisuudessa sekä tuotannon että käyttäjän näkökulmasta, ilman että kiinteistön käyttömukavuus kärsii, sekä mahdollistavat uusiutuvan energian maksimaalisen hyödyntämisen. (SLO, 2017) Huipputehontarpeen laskemisen kolmeksi kärkimenetelmäksi onkin esitetty rakennuskohtaista energian varastointia, läsnäolokytkimiä sekä energiankäytön hintaohjausta. Hintaohjausta lukuun ottamatta menetelmät ovat toteutettavissa taloteknisillä ratkaisuilla. Energianvarastointi voi yksinkertaisimmillaan olla lämmitysvesivaraajan hyödyntämistä lämmitystehon huipputehontarpeen aikaan. (Espoo, 2014) Akkutekniikan kehittymisen myötä kiinteistöissä kyetään varastoimaan energiaa sekä omaan käyttöön, että tarjoamaan säätötehoa energiantuotannon huipputehontarvetta laskemaan. (SLO, 2017) Erityisesti energiantuotannon näkökulmasta huipputehontarpeen leikkaamisella saavutetaan selkeitä hyötyjä. Lämmitysenergian huipputehontarvetta laskemalla tai siirtämällä tavanomaisesti korkeapäästöisten huipputehontarvetta täyttävien, öljyllä energian tuottavien laitteiden käyttö vähenee ja sitä kautta päästöt pienenevät huomattavasti. Huipputehontarve vaikuttaa myös suoraan lämmitysinfrastruktuurin mitoittamiseen. (Espoo, 2014)

Huonekohtaisella, tilojen käyttöön perustuvalla taloautomaation hallinnalla voidaan saavuttaa jopa 30 prosentin energiansäästö; käytön kannalta optimaalisia olosuhteita pidetään yllä ainoastaan silloin, kun tilan käyttäjä on läsnä. Älykkäät energianjärjestelmät nykyiselläänkin osaavat ottaa huomioon sisäolosuhteiden lisäksi sääolosuhteet ja -ennusteet, ja ennakkoinnilla välttää epätasaiset, säästä johtuvat lämpötilamuutokset. Tarvittavat muutokset tehdään verkon yli, vaikka älypuhelimella. (Energiatehokas koti, 2017) Tekoälyn kehittyessä järjestelmät oppivat tunnistamaan toimintatapojen perusteella käyttäjien mieltymykset ja ohjaamaan sen perusteella sisäympäristön olosuhteita autonomisesti. Älykästä rakennusautomaatiota on tarjottu jo kauan tuotteina, mutta nykypäivänä myös palveluna – järjestelmien ja automaation kehitys sekä IoT (Internet of Things) ovat mahdollistaneet, että energianhallintajärjestelmän sijasta asiakas voi ostaa energiansäästöä. Suurien investointien sijasta kuluttaja säästää lähes alkumetreiltä asti. Palvelumuotoinen energiatehokkuus madaltaa älykkään talotekniikan implementointikynnystä, mikä säästön ohella edistää ilmastomuutoksen hillintää. (Lähienergia, 2016)

## ÄLYKKÄÄT ENERGIAPERKOT

Huoli ilmastomuutoksesta on tällä hetkellä energia-alaa eniten kehittävä trendi. Energiantuotannon CO<sub>2</sub>-päästöjä on vähennettävä globaalisti, jotta maapallon elinympäristö pysyy ennallaan. Uusiutuvien energianlähteiden hyödyntäminen onkin kehittynyt huomattavasti viime vuosikymmenellä. Varsinkin tuuli- ja aurinkoenergian tekniikan kehittämiseen on panostettu laajasti.

Tuuli- ja aurinkoenergia ovat molemmat sääriippuvaisia tuotantotapoja ja vaativat varastointi- tai siirtomahdollisuuden toimiakseen mahdollisimman tehokkaasti. Esimerkiksi aurinkoenergian tuotanto on suurinta kesällä, jolloin energiantarve on pienimmillään. Energiantarpeen ollessa pienempi kuin kohdekohtainen tuotanto, ylijäämäenergia tulee joko varastoida tai siirtää energiaverkkoon. Sekä lämpöenergiaa ja sähköä on mahdollista varastoida ja siirtää, mutta tällä hetkellä sähkönsiirto on huomattavasti yksinkertaisempaa verrattuna lämpöenergian siirtoon, joten tässä artikkelissa keskitytään sähköenergiaan. (Mattila 2018)

Sähköenergian varastointi on tärkeässä roolissa tulevaisuuden älykkäässä sähköverkossa, juurikin johtuen uusiutuvien energianlähteiden lisääntymisen vuoksi. Energian varastointia käytetään hyödyksi älykkäässä sähköverkossa sääriippuvaisen energiantuotannon varastointiin, sähköverkon kuormien tasaukseen, reservitehon luomiseen sekä mahdollistamaan katkoton sähkönjakelu kaikille. Sähköenergian varastointitekniologioita on useita eri mittaluokan sovelluksia. Pumppulaitokset ja paineilmavarastot soveltuvat suuren luokan sähkön kysyntään. Muita sovelluksia sähköenergian varastointiin ovat mm. akkuteknologia, sähköautot, magneettiset energia-varastot, muuttaminen vedyksi ja vauhtipyörät. (Helen 2017, VTT 2018)

Sähköjärjestelmien käyttö on tasapainottelua, koska sähköä tulee tuottaa samaan aikaan yhtä paljon kuin sitä kulutetaan. Viime vuosina kasvanut uusiutuvan energiantuotanto on vaikeuttanut entisestään sähköjärjestelmän ylläpitoa. Auringon paistaessa ja tuulimyllyjen pyöriessä uusiutuvaa energiaa on saatavilla, kun tilanne on toisinpäin, sähköjärjestelmän tasapainottamiseen tarvitaan säätövoimia eli korvaavia ratkaisuja. Perinteisesti säätövoimaa ovat tarjonneet fossiilisia polttoaineita käyttävät varavoimalaitokset, jotka on käynnistetty tarpeen vaatiessa. Varavoimalaitoksen käytön tarvetta vähentävä edullisempi ja ekologisempi vaihtoehto on kaksisuuntainen sähköverkko. Kaksisuuntainen sähköverkko mahdollistaa kiinteistön tuottaman ylijäämäsähkön myynnin kansalliseen verkkoon. (Vantaan energia 2018, VTT 2018)

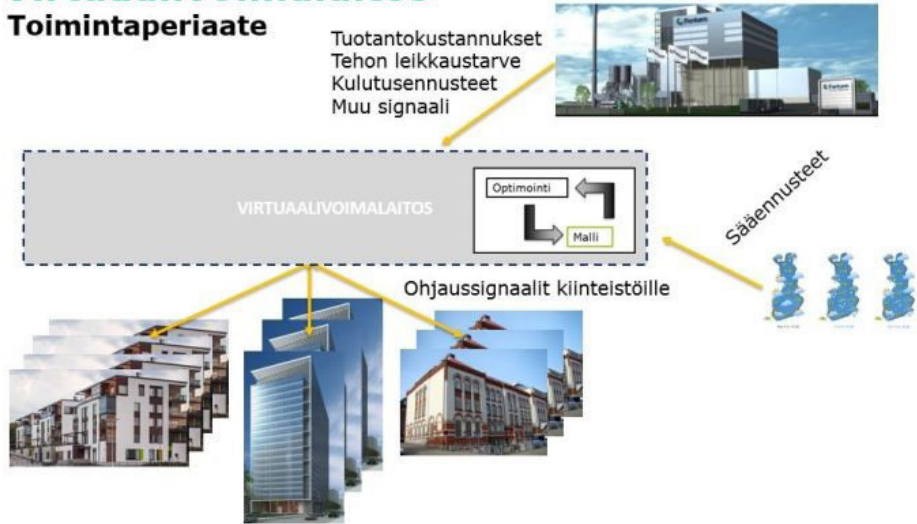
Kun ollaan tilanteessa, jossa sähköntuotanto ei joustaa, täytyy kulutuksen joustaa. Tällöin puhutaan kysyntäjousta, jolla tarkoitetaan sähkönkäytön siirtämistä korkean hinnan ja kulutuksen tunneilta edullisempaan ajankohtaan. Kysyntäjousto on myös käytön hetkellistä muuttamista tehotasapainon hallinnan vuoksi. (Fingrid 2019a)

Pohdittaessa ratkaisua säätövoiman toteuttamiseen, virtuaalivoimalaitokset ovat nostaneet osakkeitaan. Virtuaalivoimalaitoksella tarkoitetaan toimintamallia, jonka avulla energiaverkon olemassa olevia tehokuormia sekä tuotanto- ja varastointikapasiteettiä ohjataan koko energiaverkon toiminnan kannalta mahdollisimman optimaalisesti. (Fingrid 2019b, Granlund 2017). Kuvassa 3 on esitetty virtuaalivoimalaitosmallin toimintaperiaate.



# Virtuaalivoimalaitos

## Toimintaperiaate



**Kuva 3** Virtuaalivoimalaitos, toimintaperiaate. (Granlund 2017)

Virtuaalivoimalaitos on digitalisaation aikaansaama toimintamalli, joka muodostuu älykkäistä järjestelmistä, joiden avulla uusiutuvan energian kiinteistökohtainen pien-tuotanto, varastointi ja käyttö tuodaan osaksi suurempia energiaverkkoja. Virtuaalivoimalaitos on nimensä mukaisesti virtuaalinen ja sitä ohjataan automaation ja tekoälyn avulla. (Siemens 2019) Tällä hetkellä virtuaalivoimalaitosmallit ovat lähinnä kokeilu- ja pilottivaiheessa, mutta tekniikan yleistyessä virtuaalivoimalaitosten oletetaan yleistyvän.

## CASE-ESIMERKIT

Helsingin ytimessä, meren äärellä sijaitseva kalasatama tulee olemaan energiatehokkuuden taidonnäyte. Alue tullaan varustelemaan yhdellä maailman suurimmista aurinkosähköjärjestelmistä, jonka tuottama energia voidaan tarpeen vaatiessa varastoida mittavaan energiavarastoon. Kohde varustellaan myös etäohjattavalla, itsediagnostiikan omaavalla muuntamolla sekä yhteiskäyttöisillä sähköautoilla. Energiavarasto tarjoaa yli tuhannen 285 W aurinkopaneelin tuottaman energiasäilön lisäksi kysyntäjoustoa sähköverkolle. Energiavarasto turvaa myös energiansaannin häiriötilanteissa yhdessä suljetun keskijänniterengasverkon kanssa. (Karelia 2017)

Wasa Station on Vaasan suunnittelema monitoimikortteli sekä yhtä aikaa energiatehokkaan rakentamisen taidonnäyte. Vanhan linja-autoaseman tilalle suunniteltu kortteli tulee sisältämään musiikki- ja kongressikeskukset, monitoimitilan, hotelli- ja

ravintolamaailman sekä kauppakeskuksen asuntojen lisäksi. (Vaasa 2019) Kohteen talotekniikkasuunnittelussa painotettiin erityisesti energiaoptimointia sekä kulutuksen että tuotannon näkökulmasta. Wasa Station tavoitteleekin lähes energiaomavaraisen korttelin titteliä moderneilla energiatehokkuusratkaisuilla. Energiatehokkuutta laajempaan näkökulmana hankkeen suunnittelussa on ollut kestävä kehitys, jonka ansiosta Wasa Stationille myönnettiin Suomen ensimmäinen aluetason BREEAM Communities 1. vaiheen sertifiointi, joka tulee ohjaamaan kohteen rakennusvaihetta. (Granlund 2019)

Wasa Station valittiin työ- ja elinkeinoministeriön toimesta vuoden 2017 kärkihankkeeksi, jonka energiaratkaisuja tullaan tukemaan yli kahdella miljoonalla eurolla. Tavoitteena on optimoida käytettävä energia, edistää ekologisia energiantuotantomuotoja, vähentää huipputehon tarvetta sekä varastoida energiaa; kohde tuleeekin hyödyntämään lämmityksessä ja sähköntuotannossa aurinkokeräimiä ja –paneelija sekä maalämpöä. Energijärjestelmä on koko korttelin kattava järjestelmä, jota varten perustetaan sitä hallinnoiva energiayhtiö. (Granlund 2019)

Lappeenranta näyttää mallia muille kotimaisille kaupungeille hyödyntämällä virtuaalivoimalaitosta. Lappeenrannan rakennuskannan hyvät tekniset valmiudet mahdollivat digiloikan ottamisen kynnyksestä huomattavasti, ja tarjoavat tulevaisuudessaakin hyvän pohjan digitaalisten järjestelmien ja palveluiden hyödyntämiseen sekä säästöjen että ympäristöarvojen vuoksi. Uusiutuvan energian määrän noustessa on löydettävä säätövoimaa tai kulutusjoustoja – joista jälkimmäinen on lähes poikkeuksetta vihreämpi ja taloudellisempi vaihtoehto. Virtuaalivoimalaitoksen tuoma kulutusjousto tuo kaupungille tuottoa, sillä kantaverkkoyhtiö maksaa Lappeenrannalle korvausta, sekä virtuaalivoimalaitospalvelusta vastaava Siemens tulouttaa toteutuneet tuotot. Näin energiainvestoinneista saadaan maksimaalinen hyöty. (Promaint 2019)

Käytännön tasolla Siemensin tarjoama virtuaalivoimalaitospalvelu tasapainottaa kaupungin sähköverkkoon kuuluvien kiinteistöjen sähkönkulutusta automaattisesti koko sähköverkoston kuormituksen perusteella. Virtuaalivoimalaitospalvelu toimittetaan aluksi yhdeksään kaupungin omistamaan kiinteistöön, mutta pidemmällä aikajänteellä palveluun liitetään 50 muuta kiinteistöä. Lappeenrannan kaupunki on kiinnostunut myös muista palvelun mahdollistamista hyödyistä, kuten huipputehon hallinnasta ja sähkövarastojen monimuotoisemmasta käytöstä. (Promaint 2019)

## KIRJALLISUUS

- Energiatehokas koti. 2017. Sähkölämmityksen ohjaaminen. Viitattu 2.5.2019. [https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/lammitys/sahkolammitys/sahkolammityksen\\_ohjaaminen](https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/sahkolammitys/sahkolammityksen_ohjaaminen)
- Espoo. 2014. Espoon Finnoon energiasuunnittelussa tähdätään korkealle. Viitattu 6.5.2019. [https://www.espoo.fi/fi-FI/Espoon\\_Finnoon\\_energiasuunnittelussa\\_tah\(60778\)](https://www.espoo.fi/fi-FI/Espoon_Finnoon_energiasuunnittelussa_tah(60778))

- Fingrid. 2019a. Kysyntäjousto. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/kysyntajousto/> Viitattu 6.5.2019
- Fingrid. 2019b. Sähkömarkkinat. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/> Viitattu 6.5.2019
- Granlund. 2017. Virtuaalivoimalaitokset tulevat, oletko valmis? Viitattu 6.5.2019. <https://www.granlund.fi/uutiset/blogi/virtuaalivoimalaitokset-tulevat-oletko-valmis/>
- Granlund. 2019. Wasa Stationin energiakonsultointi ja talotekniikkasuunnittelu. Viitattu 2.5.2019. <https://www.granlund.fi/asiakkaat/wasa-station/>
- Helen. 2017. Energiavarastot ovat tärkeä osa energijärjestelmää. Viitattu 8.5.2019. <https://www.helen.fi/yritys/vastuullisuus/ajankohtaista/blogi/2017/energiavarastot/>
- Karelia. 2017. Älykkäät sähköverkot. Viitattu 15.5.2019. <http://www.karelia.fi/mobiilisahkovarastot/wp-content/uploads/2018/04/Alykkaat-sahkoverkot.pdf>
- Lumme-energia. 2019. Virtuaalivoimalaitos - älykäs energijärjestelmä. Viitattu 8.5.2019. <https://www.lumme-energia.fi/virtuaalivoimalaitos>
- Lähienergia. 2016. Energiatehokas lämmitys 2017 – Digitalisaation kyydissä. Viitattu 2.5.2019. <https://www.lahienergia.org/energiatehokas-lammitys-2017-digitalisaation-kyydissa/>
- Mattila, V. 2018. Aurinko ja tuuli haastavat. Energia-alan lehti 5/2018, 30-33.
- Motiva. 2011. Kiinteistön energiategokkaat sähkötekhniset ratkaisut. Viitattu 8.5.2019. [https://www.motiva.fi/files/7974/Kiinteiston\\_energiategokkaat\\_sahkotekhniset\\_ratkaisut.pdf](https://www.motiva.fi/files/7974/Kiinteiston_energiategokkaat_sahkotekhniset_ratkaisut.pdf)
- Promaint. 2019. Lappeenranta virtuaalivoimalan käyttäjäksi ensimmäisinä kaupungeina maailmassa. Viitattu 7.5.2019. <https://promaintlehti.fi/Laite-ja-korjaustekniikat/Lappeenranta-virtuaalivoimalan-kayttajaksi-ensimmaisina-kaupunkeina-maailmassa>
- Siemens. 2019. Virtuaalivoimalaitos – Kiinteistöt hyötymään sähkömarkkinoista. Viitattu 8.5.2019 <https://new.siemens.com/fi/fi/yhtio/ajankohtaiset-teemat/alykas-infrastruktuuri/kiinteistoejen-virtuaalivoimalaitoshanke-lisaae-omistajien-tuot.html>
- SLO. 2017. Energiankäytön tehostaminen edellyttää automaatiota. Viitattu 2.5.2019. <https://ideat.slo.fi/energiankayton-tehostaminen/Vaasa.2019.Wasa.Station.Viitattu.2.5.2019.https://www.vaasa.fi/wasa-station>
- Vantaan Energia. 2018. Miten kaksisuuntainen sähköverkko toimii. Viitattu 6.5.2019. <https://www.vantaanenergia.fi/magazine/energiavirtaa-lehti-3-2018/miten-kaksisuuntainen-sahkoverkko-toimii/>
- VTT. 2018. Säättövoimaa tulevaisuuden sähkömarkkinoille. Viitattu 7.5.2019 [https://www.vtt.fi/Documents/uutiset/Tulevaisuuden%20s%C3%A4hk%C3%B6markkinat\\_mediatilaisuus\\_K%C3%A4ns%C3%A4l%C3%A4.pdf](https://www.vtt.fi/Documents/uutiset/Tulevaisuuden%20s%C3%A4hk%C3%B6markkinat_mediatilaisuus_K%C3%A4ns%C3%A4l%C3%A4.pdf)
- Ympäristö – ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2016. Tiekartta rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen vähentämiseksi valmisteilla. Viitattu 20.3.2019 [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutustuotanto/Tiekartta\\_rakennusmateriaalien\\_hiilijala\(40813\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutustuotanto/Tiekartta_rakennusmateriaalien_hiilijala(40813))



# Uusien laskennallisten menetelmien mahdollisuudet

## JOHDANTO

Numeeriseen tarkasteluun pohjautuvat, erityisesti tietokonepohjaiset laskenta- ja simulaatiosovellukset ovat yleistyneet useilla eri aloilla tämän vuosituhannen puolella. Sovelluksia hyödynnetään ohjaamaan valintoja haluttujen parametrien, kuten kustannusten, ekologisuuden tai hiilijalanjäljen pohjalta ennen varsinaisten toimenpiteiden toteuttamista. Simulaatioilla voidaan myös tarkastella fysikaalisia ilmiöitä ja olosuhteita ja varmistaa, että kiinteistön rakenneratkaisujen ja tilojen lämpö- ja kosteuskäyttäytyminen on halutun kaltaista.

Laskennallisten työkalujen ja sovellusten toiminta on hyvin edistyksellistä, mutta on kuitenkin ymmärrettävä järjestelmien rajat: jokainen laskennallinen tulos on parhaimmillaankin korkeintaan yhtä tarkka, kuin käytetyt lähtöarvot. Lisäksi elinkaarilaskennan tarkkuus on kääntäen verrannollinen aikamäärään, jolle laskentaa suoritetaan. Vaikka tulevaisuuden osalta monia asioita voidaankin suhteellisen tarkkaan arvioida, absoluuttista varmuutta ei pystytä kovinkaan monelle asialle takaamaan. Kuitenkin on myös muistettava, että tietokone on työntekijänä väsymätön: satojen miljoonien eri vaihtoehtojen vertailu ja tarkastelu ei koskaan aikaisemmin ole ollut käytännössä mahdollista ja kannattavaa, toisin kuin tänä päivänä.

Vaikka laskentapohjaiset työkalut ovat laajemman käytön kannalta nykyaikaa, on simulaatioilla ja optimoinneilla pitkä historia. Ensimmäiset kerran matemaattiset, rakenteiden energiatehokkuutta analysoivat laskentatyökalut tulivat tietoutteen 70-luvun puolivälissä. Menetelmän suurpiirteisyyden vuoksi työkalut vaativat tuekseen vahvaa osaamista ja lisäselvityksiä; laskennallisten tulosten tarkkuus oli ainoastaan suuntaa antava. Tietokoneiden prosessointitehon kasvaessa laskennoista voitiin tehdä yhä haastavampia ja monimutkaisempia. Kuitenkin kauan kattavan laskennallisen tuloksen suorittamiseksi vaadittiin runsaasti ohjelmistoja, joiden välinen tiedonsiirto suoritettiin manuaalisena työnä. (Clarke 2001)

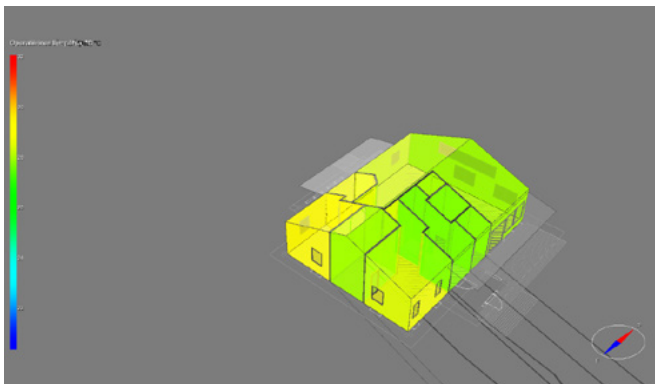
## ENERGIASIMULOINTI

Energiasimulointi on tietokonepohjainen, dynaaminen keino tarkastella rakennuksen virtuaalimallin fysikaalisia ilmiöitä ja rakennuksen suorituskyvyn eri osa-alueita. Moniväyhykemallintavalla energiasimuloinnilla voidaan tarkastella sisäilmaston fy-

sikaalisia olosuhteita, lämmityksen ja jäähtymisen energiankulutusta sekä kuormitusprofiilia, taloteknisten järjestelmien energiankulutusta, päivänvalokerrointa. Lisäksi järjestelmällä voidaan mitoittaa ilmanvaihto- ja lämpöpumppujärjestelmiä. Myös passiivisten jäähtyysratkaisujen mitoittaminen on laitteistolla hyvin suoraviivaista. (Equa 2019) Sisäolosuhteet ovat tavanomaisesti kiinteä osa energiasimulointia, sillä energia kuluu pitkälti käyttötarpeita vastaavien olosuhteiden ylläpitämiseen. (COBIM 2012)

Energiasimulointityökaluille on tyypillistä omata eri maiden kansallisiin määräyksiin ja ohjeistoihin perustuvia valmiita asetuksia, jolloin simulaatio-ohjelmisto määrittää automaattisesti esimerkiksi Suomessa sijaitsevan toimistorakennuksen tarpeelliset ilmamäärät sekä E-luvun. Energiasimuloinnin myötä suunniteltavan kiinteistön toimintaa ja viihtyisyyttä voidaan tarkastella lähes yhtä tarkasti kuin rakentamisen jälkeen varsinaisessa kohteessa – sillä erotuksella, että simulointivaiheessa muutosten teko on vielä kivutonta. Tulokset ovat paikoin myös tarkasteltavissa dynaamisena 3D-visualisointina kuvan 1 tapaan.

Tarkka simulointitulokset vaatii laajan kirjon eri lähdetietoja, sillä lukuisilla eri tekijöillä on vaikutus rakennuksen toimintaan. Rakennuksen vaipparakenteiden lisäksi muoto, sisäolosuhteiden tavoitetaso, sisäiset lämmönlähteet ja talotekniset järjestelmät ovat välttämättömiä lähtötietoja, että simulointi voidaan tehdä edes karkealla tasolla koko kiinteistölle. Simuloinnin tulokset tarkentuvat, kun malliin saadaan yhdistettyä esimerkiksi tarkat ulko-olosuhte- ja sijaintitiedot, asemointi, tontin topografia, varjostavat elementit, liitosrakenteiden ilmatiiveys ja käyttöajat. (Stanford University 2007)



**Kuva 1** Operatiivinen lämpötila mallinnetussa kiinteistössä.

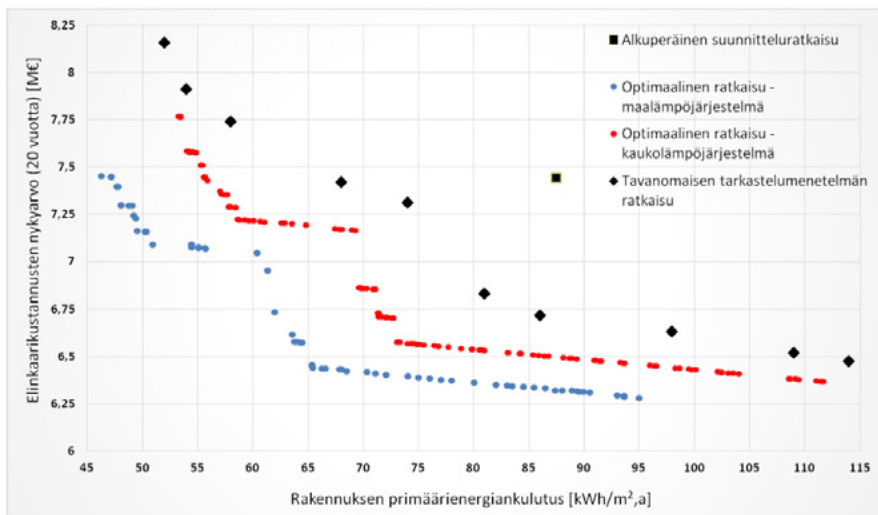
## MONITAVOITEOPTIMOINTI

Monitavoiteoptimoinnin avulla kyetään määrittämään optimaalinen ratkaisu suu-  
resta vaihtoehtojen ja muuttujien joukosta. Tavanomainen muutaman eri suunnitte-

luvaihtoehdon tarkastelu harvoin edustaa parhaimpia ratkaisuja, toisin kuin tietokonepohjainen, satojen miljoonien eri vaihtoehtojen teoreettinen tarkastelu. Monitavoiteoptimointi on kustannustehokas menetelmä parhaiden ratkaisuiden löytämiselle pienissäkin kohteissa, vaikka alkuvaiheessa menetelmän uskottiin soveltuvan vain laajoille kohteille. Monitavoiteoptimoinnilla saavutetaan suurin hyöty, mikäli menetelmää hyödynnetään suunnittelun alkuvaiheessa. (Granlund 2017)

Monitavoiteoptimoinnin tavoitteina ovat tavanomaisesti kustannuksiin, energiatehokkuuteen ja ympäristövaikutuksiin liittyvät tarkastelut sekä uudis- että korjausrakentamisessa. Tyypillinen monitavoiteoptimoinnin skenaario on selvittää, miten saavutetaan mahdollisimman energiatehokas kokonaisuus kohtuullisella investoinnilla (kuva 2). Monitavoiteoptimointia on hyödynnetty myös LCA-tarkasteluissa sekä korjausrakentamisen konseptikehityksessä. (Granlund 2017)

Monitavoiteoptimoitavan rakennuksen energiatehokkuusremontin laskennallisia muuttujia voivat olla esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaus, aurinkokennojen määrä, erilaisten lämpöpumppujärjestelmien asennukset tai yläpohja-, seinä-, lattia- tai ikkunarakenteiden peruskorjaus. (Granlund 2017) Monitavoiteoptimoinnissa yleisesti käytetty MOBO-työkalu on Suomen akatemian rahoittaman projektin tulos. Ilmainen ohjelmisto voidaan linkittää useisiin ulkoisiin simulaatio-ohjelmiin, jotka mahdollistavat energiankulutuksen tai olosuhteiden laskennan. (IBPSA-Nordic 2019) Monitavoiteoptimoinnin avulla on havaittu, että useimmin uusiutuvalle energiantuotannolla ja nykyaikaisella talotekniikalla saavutetaan kustannus- ja energiatehokkuuden kannalta optimaalinen tulos. Käsitukset rakenteellisen energiatehokkuuden parantamisen ylivoimaisuudesta eivät siis monitavoiteoptimoinnin valossa pidäkään paikkaansa. (Niemelä 2018)



**Kuva 2** Monitavoiteoptimoidut skenaariot suhteessa perinteisiin, kokemusperäisesti määriteltäviin energiatehokkuustoimenpiteisiin. (kuva: Granlund Consulting)

## HIILIJALANJÄLKILASKENTA

Rakennuskannan päästöjä on pitkään ohjattu energiatehokkuutta koskevalla lainsäädännöllä. Kuitenkin kiinteistökannan energiatehokkuuden parantua käytönaikaisen energiankulutuksen aiheuttamien ilmastovaikutusten osuus koko elinkaaren ilmastovaikutuksista kutistuu, jonka vuoksi on oleellista tarkastella kiinteistön koko elinkaarta. Rakentamisen rooli on keskeinen, kun puhutaan päästöjen leikkaamisesta ja ilmastotavoitteiden täyttämistä; rakennusten ja rakentamisen päästöt ovat noin kolmanneksen koko Suomen kasvihuonepäästöistä. (Ympäristöministeriö 2018) Ympäristöministeriö onkin luonut kotimaiseen käyttöön soveltuvaa kiinteistön hiilijalanjäljen arviointimenetelmää. Arviointimenetelmä on yksi työkalu 2017 julkaistussa, rakennuksen hiilijalanjälkiohjaukseen 2020-luvulla pyrkivässä vähähiilisen rakentamisen tiekartassa. (Ympäristöministeriö 2018) VTT arvioi vähähiilisen rakentamisen tiekartan ohjaustoimien vaikuttavuutta, ja heidän mukaansa yksi purevimista toimenpiteistä on lainsäädännöllinen kasvihuonekaasujen päästöohjaus, jossa tarkastellaan sekä materiaaleista että käytöstä aiheutuvia päästöjä. (SAMK 2019)

Hiilijalanjäljen arviointi tarkastelee rakennuksen koko elinkaarta, aina materiaalien ja rakennustuotteiden valmistusprosessista ja kuljetuksesta rakennusvaiheen kautta käyttövaiheeseen ja suunnitellun käyttöiän päätteeksi purkua ja kierrätyspotentiaalia. (Ympäristöministeriö 2018) Hiilijalanjäljen laskenta onkin yleistynyt viime vuosien aikana kyseisen tiekartan sekä kasvavan ympäristötietoisuuden myötä. Rakennuksen päästöjä voidaan nopeimmin leikata rakennusvaiheen päästöihin vaikuttamalla, sillä vaikutus on välitön. Rakennusvaiheen ympäristövaikutukset vastaavatkin keskimäärin 25 käyttövuoden vaikutuksia. (Green Building Partners 2019) Tavanomaista energiatehokkaammissa kiinteistöissä rakennusvaiheen osuus päästöistä voi olla jopa 75 %. (Bionova 2017) Hiilijalanjälkilaskennan hyödyt ovat suurimmat, mikäli elinkaari- ja muotoista menetelmää hyödynnetään heti rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa: tällöin voidaan vaikuttaa laajemmin päästöjä tuottaviin valintoihin ja toteutustapoihin. (LCA Consulting 2019)

*”Rakennukset ovat erilaisia. Siksi on tärkeää, että koko elinkaaren vaikutuksia päästään arvioimaan. Näin voidaan löytää jokaisessa hankkeessa parhaat keinot vähentää ilmastovaikutuksia”,* toteaa ympäristöministeriön erityisasiantuntija Matti Kuittinen. (Ympäristöministeriö 2018) Laskentatyökalut noudattavat pääosin eurooppalaisia standardeja (EN 15978) sekä kotimaista laskentaohjetta. (Green Building Partners 2019) Hiilijalanjälkilaskennan avulla rakentamista ohjataan päästöjen pienentämisen ohella kierrätysajattelun pariin heti alusta saakka: rakennuksen suunnittelussa tulisi huomioida myös rakennuksen elinkaaren lopussa suoritettavan purkumateriaalin kierrätys ja uusiokäyttö. (SAMK 2018) Tietomallipohjaisessa ympäristövaikutusten arvioinnissa kasvihuonepäästöjen muodostuminen voitaisiin huomioida suunnittelun kaikissa vaiheissa. Rakennusosakohtaisella tarkastelulla on helppo paikantaa mahdollinen säästöpotentiaali. (Ympäristöministeriö 2018) Hiilijalanjäljen tarkastelun lisäksi on oleellista huomioida niin sanottu hiilikädenjälki – Rakennuksen myönteinen ilmastovaikutus. Myönteisiä ilmastovaikutuksia voi olla esimerkiksi hiiliva-



rastona toimiva puurakennus, sementtivalmisteiden toiminta hitaina hiilinieluinä sekä rakennustuotteiden kierrätyksestä saatavat hyödyt. Hiilikädenjäljen huomioimisella osana hiilijalanjäljen arviointimenetelmää toimijoita voidaan kannustaa uusiin ratkaisuihin ekologisuuden saralla. (Ympäristöministeriö 2018)

Kuten muutkin laskentapohjaiset työkalut, myös hiilijalanjälkilaskenta on parhaimmillaankin yhtä tarkka kuin siihen syötetyt lähtöarvot. Laskennassa täytyy vetää myös linjauksia, kuinka tarkasti kasvihuonekaasupäästöjä tarkastellaan: Otetaan huomioon määrällisesti merkittävimmät materiaalit, vai huomioidaanko työn suorittamisessakin käytettävät tarvikkeet. Lisäksi kuljetusmatkojen huomiointi vaikuttaa runsaasti laskennan lopputuloksen tarkkuuteen. (SAMK 2018)

## YHTEENVETO

On selvää, että laskennalliset työkalut tarjoavat aivan uudenlaisen tavan tarkastella käsissä olevien vaihtoehtojen kirjoa ja rakennuksen ympäristövaikutuksia, energiankulutusta ja jopa sisäolosuhteita. Kokemusperäisten arvioiden korvaaminen matemaattisesti todennettavalla päätelmämenetelmällä on enemmän kuin tervetullutta, jotta voimme säästää sekä luontoa että rahaa. Työkalut elinkaaren energiankulutuksen, ympäristövaikutusten ja kustannusten tarkasteluun sekä eri ratkaisujen optimointiin ovat olemassa, mutta menetelmien yleistymisessä vastuu on myös tilaajaosaamisella.

On todennäköistä, että tulevaisuudessa laskentatyökalut toimivat täydellisessä harmoniassa tietomallien kanssa, ja laskentaprosessi on kiinteä osa tavanomaista rakennuksen suunnitteluprosessia. Tulevaisuuden teknologiaosaaminen tulee varmasti ulottamaan simuloinnin myös moniin muihin fysikaalisiin ilmiöihin ja ominaisuuksiin nykyisten parametrien lisäksi. Tämä kuitenkin vaatii, että tavoitteet kyetään asettamaan numeeriseen muotoon, mikä voi esimerkiksi tilojen turvallisen sisäympäristön osalta olla paikoin haasteellista. On myös ennustettu, että erityisesti simulaatiot tulevat siirtymään pelkästään suunnitteluvaiheesta käyttövaiheeseen muun muassa reaaliaikaisiksi matalaenergiajärjestelmien hallintatyökaluiksi sensoriteknologian kehittymisen ja yleistymisen myötä.

Nämä uudet menetelmät ovat vain osa rakennusalan digitalisaatiota, valjastaen tietokonepohjaisen prosessointitehon suunnittelun ja optimoinnin työjuhdaksi. Aika näyttää, mitä uusia sovelluksia rakennusalan tulevaisuus tuo mukanaan toistaiseksi hyvin perinteikkäänä säilyneelle alalle.

## KIRJALLISUUS

Bionova. 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Viitattu 8.4.2019. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B4B3172BC-4F20-43AB-AA62-A09DA890AE6D%7D/129197>

- Clarke, J. A. 2001. Energy simulation in building design. Buteenworth-Heinemann. Viitattu 10.4.2019.
- COBIM. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Viitattu 4.4.2019. [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012\\_osa\\_10\\_energia-analyysit.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_10_energia-analyysit.pdf)
- Equa. 2019. IDA Indoor Climate and Energy. Viitattu 5.4.2019. <https://www.equa.se/fi/ida-ice>
- Granlund Consulting. 2017. Rakennusten energiainvestointien monitavoiteoptimointi. Niemelä, T. Viitattu 5.4. 2019. [http://www.energiaopas.fi/files/2013/06/Niemel%C3%A4\\_Rakennusten-energiaoptimointi\\_15112017.pdf](http://www.energiaopas.fi/files/2013/06/Niemel%C3%A4_Rakennusten-energiaoptimointi_15112017.pdf)
- Green Building Partners. 2019. Hiilijalanjäljen laskenta. Viitattu 4.4.2019. <https://gbp.fi/service/palvelut-rakennushankkeissa/hiilijalanjaljen-laskenta/>
- IBPSA-Nordic. 2019. MOBO a new software for multiobjective building performance optimization. Viitattu 5.4.2019. <http://ibpsa-nordic.org/tools.html>
- LCA Consulting. 2019. Hiilijalanjälkilaskenta rakennuksille. Viitattu 5.4.2019. <https://lca-consulting.fi/hiilijalanjalkilaskenta-rakennuksille/>
- Niemelä, Tuomo. 2018. Cost-optimal renovation of residential, educational and office buildings in Finnish climate towards nearly zero energy buildings. Aalto University. Viitattu 5.4.2019. <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/29635/isbn9789526078144.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SAMK. 2018. Mitä rakennuksen hiilijalanjäljen laskenta tarkoittaa? Kujala, M. Viitattu 4.4.2019. <http://tulevaisuudenrakentaminen.samk.fi/2018/02/16/mita-rakennuksen-hiilijalanjaljen-laskenta-tarkoittaa/>
- SAMK. 2019. Rakennusten hiilijalanjäljen arviointi – ympäristöministeriön luonnos lausuntokierrokselle. Lindgren, S. Viitattu 4.4.2019. <http://tulevaisuudenrakentaminen.samk.fi/tag/hiilijalanjalki/>
- Stanford University. 2007. Building energy performance simulation tools – a life-cycle and interoperable perspective. Maile, T. Fischer, M. Bazjanac, V. Viitattu 9.4.2019. [https://www.researchgate.net/publication/237621385\\_Building\\_Energy\\_Performance\\_Simulation\\_Tools\\_-\\_a\\_Life-Cycle\\_and\\_Interoperable\\_Perspective/download](https://www.researchgate.net/publication/237621385_Building_Energy_Performance_Simulation_Tools_-_a_Life-Cycle_and_Interoperable_Perspective/download)
- Ympäristöministeriö. 2018. Rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmä lausuntokierrokselle – tavoitteena tuottaa tietoa rakennusten ilmastovaikutuksista. Viitattu 4.4.2019. [https://www.ymp.fi/fi-FI/Rakennusten\\_hiilijalanjaljen\\_arviointime\(48507\)](https://www.ymp.fi/fi-FI/Rakennusten_hiilijalanjaljen_arviointime(48507))

# Yksittäisen käyttäjän energia- ja resurssitehokkuus

## JOHDANTO

Ihmisen käyttäytymistä eri tilanteissa voidaan ennustaa erilaisten mallien avulla. Yksilön energiatehokkuuteen vaikuttavia valintoja voidaan ajatella ohjaavan kolme päämäärää: aisteihin pohjautuva hedoninen tarve, saavutettuun hyötyyn pohjautuva toimintatapa sekä normatiivinen eli sääntöjen tai määräysten ohjaamaan toimintaan. Normatiivisia tavoitteita tulisi vahvistaa ja kahta muuta tulisi pyrkiä heikentämään. Tai vaihtoehtoisesti kaikki kolme tulisi integroida. (Steg et al. 2014)

Arvomaailmamme ohjaavat meitä energiatehokkaiden kulutustuotteiden valinnassa. Päivittäiseen käyttäytymiseemme vaikuttavat erilaiset ulkoiset ja sisäiset tekijät, jotka voivat muuttua ajan saatossa. Esimerkiksi huoneilman lämpötilan alentaminen, julkisen liikenteen käyttäminen ja satokauden ruokien hyödyntäminen ovat kaikki energiaa säästävää käyttäytymistä. Tällöin ihminen pyrkii säästämään energiaa muuttamalla kulutustottumuksiaan luopumalla jostain. Toisesta näkökulmasta tarkasteltuna voimme investoida energiatehokkaaseen teknologiaan, jonka avulla saavutetaan usein säästöjä pidemmällä aikavälillä. Psykologian näkökulmasta tarkasteltuna nämä kaksi käyttäytymismallia ovat olennaisesti keskenään erilaisia. (Sütterlin et al. 2011)

On siis tehtävä selkeä ero päivittäisten energiankulutustottumusten ja energiatehokkuuden välille. Otetaan esimerkkitapauksena henkilö, joka asentaa kotiinsa lisälämmöneristyksen. Toimenpiteeseen johtanut päätös tehtiin, jotta säästettäisiin energiaa. Mainitaan myös, että kyseinen henkilö on mukavuudenhaluinen. Pitkällä tähtäimellä syntyy säästöjä lämmityskustannuksissa, koska rakennus on energiaremontin jälkeen energiatehokkaampi. Samaan aikaan mukavuudenhaluinen henkilö kokee mielekkäänä käydä pitkiä kuumia suihkuja, jolloin lämmöneristämällä saavutettu hyöty ”otetaan takaisin” veden lämmitykseen kuluvana energiana. Yllä mainittu esimerkki tunnetaan Jevonsin paradoksina; jonkin resurssin tehokkaampi käyttö kasvattaa toisen resurssin käyttöä pitkällä aikavälillä. (EEA 2019)

Tälle yllämainitulle, ”rebound”-ilmiöksikin kutsutulle, paradoksille ei ole vakiintunutta suomenkielistä ilmaisua, mutta vapaasti käännettynä se voisi olla ”takapotku” tai ”kimmoke”. Ilmiötä ei ole tutkittu vielä kovin paljon, mutta globaalissa mitakaavassa sen on arvioitu vaikuttavan jopa 30-80% hiilidioksidipäästöjen kasvuun. Tutkimuslöytöinä on havaittu esimerkiksi polttoainetaloudellisempien rekkakulje-

tusten kasvattavan kuljetusetäisyyksiä sekä rahdin määrää painossa mitattuna. Tutkimuksissa havaittiin lisäksi kuljetuskertojen määrän lisääntyneen. (EEA 2019)

Kuluttajatasolla rebound-ilmiön vaikutuksen on arvioitu kasvattavan noin 10-30% kotitalouksien energiankäyttöä. Energiansäästötoimenpiteillä saavutetut taloudelliset säästöt saatetaan ohjata palveluihin tai hyödykkeisiin, joiden hiilidioksidipäästöt ovat huomattavasti suuremmat, kuin säästötoimenpiteiden aikaansaamat säästöt kasvihuonepäästöinä mitattuna. Tästä esimerkkinä ovat mm. yksityisautoilun lisääminen, etelänmatkan tekeminen tai ruoan kulutuksen lisääminen. (EEA 2019)

Rebound-ilmiö ei kuitenkaan tarkoita, että energiatehokkuus ei olisi kannattavaa. Päinvastoin, asian tiedostaminen ja tutkiminen auttavat paremmin hahmottamaan ihmisten tapoja toimia ja auttavat ymmärtämään, mitkä ulko- ja sisäsyntyiset asiat vaikuttavat kulutuskäyttäytymiseen. Tiedostava kuluttaja ohjaa omilla valinnoillaan ja käytöksellään elämäänsä kohti ympäristöystävällisempää ja ennen kaikkea kestävämpää tapaa toimia. Muista, että halvin ja puhtain energia on käyttämätön energia!

## PIENISTÄ PUROISTA SYNTYY SUURI VIRTA

Tässä kappaleessa pyritään avaamaan eri näkökulmia päivittäisen energiankulutuksen kannalta. Lopuksi on myös listattu arkisia tapoja ja tottumuksia, joita muuttamalla ei saada aikaan globaalia hiilineutraaliutta, mutta joiden pyrkimyksenä on herättää lukija ajattelemaan omaa tapaansa toimia ympäristön kannalta. Jokaisen tulisi poimia itselleen parhaimmat keinot energiankäytön optimoimiseksi siten, että päivittäinen elämä ei vaikeudu liikaa tai tavoiteltavat energiansäästötoimenpiteet eivät aiheuta kovin voimakasta takapotkua.

Yksilötasolla suurimmat energiansäästöt voidaan saada aikaiseksi muuttamalla tai parantamalla omia päivittäin tai viikoittain toistuvia toimintatapoja. Kuten jo aiemmin tekstissä mainittiin, arvot ohjaavat ihmisen osittain alitajuntaisesti tekemiä valintoja. Jos henkilön arvomaailma on vakaalla ja vertailunkestävällä pohjalla, on hänen tekemillään valinnoilla pienempi ympäristöä kuormittava vaikutus. On kuitenkin muistettava, että ihmisen perustarpeet tulee olla tyydytetty, jotta yksilöllä on kyky tehdä pidemmän tähtäimen valintoja elämässään. Energiansäästäminen on enemmän tahtotila, kuin vain sarja oikein tehtyjä asioita. Meistä jokainen voi saada pienillä muutoksilla aikaan suuren virransäästön.

## KUINKA KULUTAMME PÄIVÄTASOLLA?

Suomessa keskimääräinen vedenkulutus on 140 litraa vuorokaudessa asukasta kohden, mutta kotitalouksien välillä kulutus on hyvin vaihtelevaa. Vaihteluväli on 100-300 litraa vuorokaudessa per asukas. Vuositasolla vaihteluväli on noin 37.000-110.000 litraa asukasta kohti. 100.000 litralla täyttäisi kolme täysperävaunu säiliörekkaa (Kuva 1)! Eniten vettä kuluu peseytymiseen ja vain neljännes päivän kulutuksesta

menee pyykinpesuun, ruoanvalmistukseen sekä tiskaamiseen. Omaan vedenkulu-  
tukseen on suhteellisen helppo vaikuttaa arkipäiväisillä muutoksilla. Esimerkiksi  
suihkussa käynti vie viisi minuuttia, mutta mukavuudenhalu voi herkästi venyttää  
käynnin 20 minuutin mittaiseksi. Vesikalusteiden kunto olisi myös hyvä tarkistaa ja  
vaihtaa tarvittaessa uusiin, koska jo pienikin vuoto WC-istuimessa voi tehdä 1000€  
lisäkulun vuositasolla. (Motiva 2019)



**Kuva 1** Vedenkulutuksessa voi helposti säästää vuositasolla jopa säiliöautollisen verran vettä.

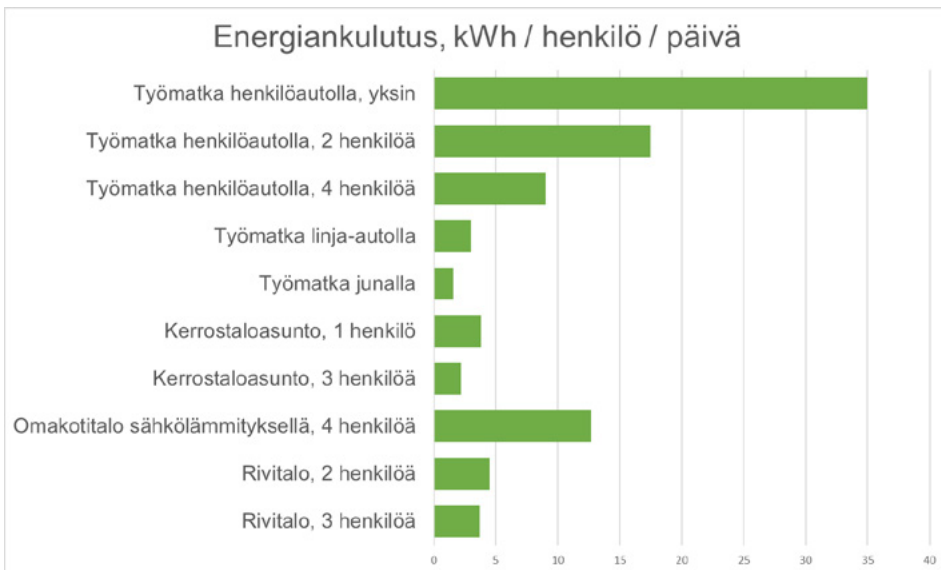
On olemassa myös ns. ”piilokulutusta” eli tuotteiden ja elintarvikkeiden valmistami-  
seen kulutettua vettä. Maailmanlaajuisessa mittakaavassa esimerkiksi yhtä kahviku-  
pillista varten tuotetun kahvijauheen valmistamiseen kuluu jopa 140 litraa vettä. Tä-  
stä vesimäärästä osa käytetään alkuvalmistusvaiheessa muualla kuin Suomessa, joten  
kuluttajan on mahdotonta saavuttaa säästöä tästä osasta vettä, ellei jätä tuotetta ko-  
konaan ostamatta. Kulutamme vettä myös työpaikallamme, mutta keskimääräinen  
käytetty vesimäärä on marginaalista suhteessa kotona kuluttamaamme määrään.

Mietitään seuraavaksi päivittäiseen liikkumiseen kuluttamaamme energiaa. Traf-  
in (nykyisin Traficom) henkilöliikennetutkimus vuodelta 2016 antaa yleiskuvan suoma-  
laisten liikkumisesta. Liikuimme keskimäärin 2,7 matkaa vuorokaudessa ja kuljettu  
matka oli yhteensä 41 kilometriä. Eniten käytetty kulkumuoto oli henkilöauto, joka  
kattoi 1,6 matkaa ja vastaavasti 31,1 kilometriä. Tutkimuksessa havaittiin, että pyöräi-  
lyn ja jalankulun osuudet ovat säilyneet ennallaan verrattuna aiempien vuosien tut-  
kimuksiin, mutta henkilöautoilu on kasvanut ja joukkoliikenteen käyttö on vähenty-  
nyt. (Traficom 2019)

Eniten pyöräillen ja jalan liikkuvat lapset ja nuoret, mutta tutkimus antoi viitteitä  
lasten, nuorten ja nuorten aikuisten pyöräilyn ja jalankulun vähenemiseen. Sen sijaan  
iäkkäämpien henkilöiden pyöräily ja jalankulku on lisääntynyt. Vaikka kaupunki-  
seudut kasvavat yhä tiiviimmäksi ja pyöräily- ja jalankulureitteihin on panostettu,  
muutokset eivät valitettavasti näy kestävien liikkumismuotojen osuuksien kasvuna.  
(Traficom 2019)

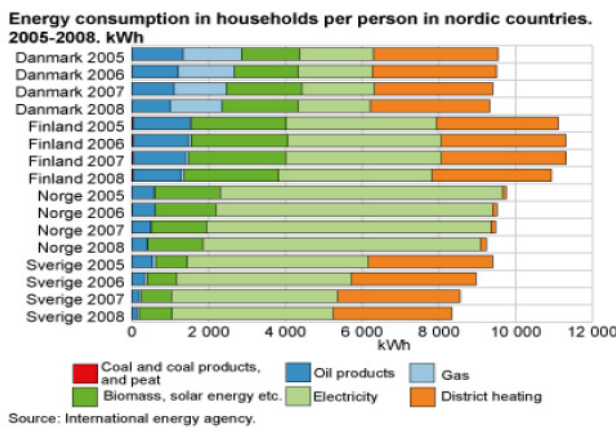
Tarkistellaan seuraavaksi eri kulkuvälineiden välistä energiankulutusta kilowatti-  
tunneissa (kWh) mitattuna.

- 1 kWh maksaa käyttäjälleen noin 0,12€ - 0,20€ riippuen sähkösopimuksesta
- 1 kWh = Vedenkeitin päällä 30 min
- 1 kWh = 40W hehkulamppu päällä 25 h
- 1 kWh = 11W energiansäästölamppu päällä 91 h
- 1 kWh = Saunan kiuas päällä 10 min



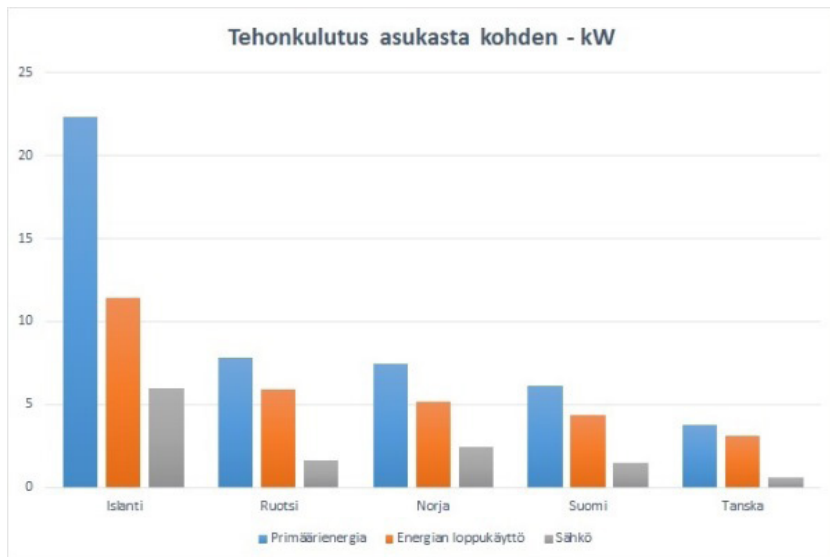
**Kuva 2** Energiankulutus päivässä asukasta kohden

Kuvasta 2 on nähtävissä suurimman energiankulutuksen aiheutuvan kuljettaessa työmatka autolla yksin. Joukkoliikenteen tehostuminen ei yksistään auta, vaan myös asenneilmaston on muututtava. Tällä hetkellä yksityisautoilu on kallista, mutta kuten vuoden 2016 liikennetutkimuksen tulokset antavat ymmärtää, se ei ole vähenemässä. Ihmiset kokevat yksityisautoilun tärkeänä liikkumisen muotona. Vaikka autot kuluttavat vuosi vuodelta vähemmän ja ovat puhtaampia, yksityisautoilu ei tule koskaan olemaan yhtä energiatehokasta joukkoliikenteeseen verrattuna.



**Kuva 3** Asumisen energiankäytön jakautuminen Pohjoismaissa (IEA 2019)

Kuten kuvasta 3 voidaan havaita, Suomessa kotitalouksien energiankulutus on korkein muihin pohjoismaihin verrattuna. Tuloksiin ei löydy yksittäistä selitystä. Osittain korkeampaan kulutukseemme vaikuttaa varmasti tiheimmin asutettu pohjoinen osa maataamme, mutta myös kulutustottumuksillamme on vaikutusta. Mutta toisaalta alla olevasta kuvasta 4 voimme havaita, että asukaslukuun suhteutettuna kulutuksemme on vielä kohtuullista.



**Kuva 4** Tehonkulutus asukasta kohti (Helen 2017)

Kuvassa 4 primäärienergialla tarkoitetaan energian tuotannossa käytettyä energiaa. Luku kertoo, paljonko energiaa tarvitaan tuottamaan tietty määrä energiaa tietyllä hyötysuhteella. Esimerkiksi jos poltetaan 100 MWh polttoainetta koneessa, jonka hyötysuhde on 40 %, saadaan 40 MWh sähköä ja tähän on kulutettu silloin 100 MWh primäärienergiaa. Islannin suuri primäärikulutus selittyy geotermisen sähköntuotannon huonosta hyötysuhteesta.

## KIRJALLISUUS

EEA. 2019. Addressing the rebound effect. Viitattu 5.4.2019. [http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/rebound\\_effect\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/rebound_effect_report.pdf)

Helen. 2017. Pohjoismaiden energiantuotanto. Viitattu 4.4.2019. <https://www.helen.fi/yritys/vastuullisuus/ajankohtaista/blogi/2017/pohjoismaiden-energiantuotanto/>

IEA. 2019. International Energy Agency. Viitattu 6.4.2019. <https://www.iea.org/>

- Motiva. 2019. Vedenkulutus. Viitattu 6.4.2019. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/hyva\\_arki\\_kotona/vedenkulutus](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/vedenkulutus)
- Steg, L, Bolderdijk, J. W. & Perlaviciute, G. 2014. An Integrated Framework for Encouraging Pro-environmental Behaviour: The role of values, situational factors and goals. *Journal of Environmental Psychology* 38, 104-115.
- Sütterlin, B., Brunner, T. Siegrist, M. 2011. Who puts the most energy into energy-conservation? A segmentation of energy consumers based on energy-related behavioral characteristics. *Energy Policy* 39, 8137-8152.
- Traficom. 2019. Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus. Viitattu 5.4.2019. <https://www.traficom.fi/fi/tilastot-ja-julkaisut/julkaisut/valtakunnallinen-henkiloliikennetutkimus>
- Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2019. Ilmastodieetti – mihin sen antamat ilmastopainot perustuvat. Viitattu 3.4.2019. <https://ilmastodieetti.ymparisto.fi/ilmastodieetti/documentation/Laskentaperusteet.pdf>



# Lopuksi

Rakenteellinen energiatehokkuus on rakennusmateriaalien, ylä- ja alapohjien, seinien, ikkunoiden, ovien, ilmatiiveyden sekä aurinkosuojauksen muodostama kokonaisuus. Korjausrakentamisessa rakenteellista energiatehokkuutta parannettaessa on huomioitava kokonaisuus niin rakentamisessa kuin rakennuksen toiminnassa; Kaikki rakenteellisen energiatehokkuuden komponentit on suunniteltava huomioiden rakennuksen ylläpito, sisäympäristö, rakenteiden kosteustekninen toimivuus sekä ilmanvaihto. Seinien lämmöneristyksen vaikutus energiatehokkuuteen korostuu korkeassa rakentamisessa, jossa seinäpinta-alan osuus koko rakennusvaipasta on suuri. Vastaavasti ylä- ja alapohjien merkitys korostuu matalammassa rakentamisessa.

Sekä uudis- että korjausrakentamisessa rakennusfysikaalinen toiminta on varmistettava jo suunnitteluvaiheessa, sillä energiatehokkuuteen ei tule tähdätä sisäympäristön turvallisuuden kustannuksella. Vaikka moni toimenpide parantaa sekä energiatehokkuutta että sisäympäristön olosuhteita, on myös toimenpiteitä, missä tavoitteet näiden kahden välillä eivät ole lineaariset. Ilmanvaihdon käyttöaikoihin ja -tehoihin liittyvät, vuosikymmenittäin vaihtuvat linjaukset aiheuttavat epävarmuutta, ja vaiparakenteiden rakenteellisen energiatehokkuuden parantamiseen liittyvät huolet kosteusteknisestä toimivuudesta kaipaavat selkeästi aukotonta tutkimustietoa. Energiatehokkuustoimenpiteiden tuomat säästöt katoavat taivaan tuuliin, mikäli niistä aiheutuu sisäilmaongelmia. Kannattavimmaksi onkin havaittu molempia tavoitteita yhdenaikaisesti palvelevat toimenpiteet, sillä niillä nostetaan usein myös tuottavuutta.

Suomi on kestävä teknologian kärkimaita, ja koko yhteiskunnan laajuudella edistää kestävä kehityksen toteutumista. Kestävillä hankintakäytännöillä tavoitellaan matalampaa kynnystä tehdä kestäviä investointipäätöksiä ja tukea modernien teknologioiden yleistymistä. Hankintamallin valintaa ohjaa hankinnan laatuavoitteiden ja määrittelyn lisäksi hankintaan varattujen resurssien määrä. Erityisesti julkisella sektorilla hankintakäytännöistä on hyötyä taloudellisten ja asiantuntijuudellisten resurssien ollessa rajalliset. Hankintojen yhteydessä on oleellista huomioida myös mahdolliset tuet, joita on usein saatavilla kestävä kehitystä toteuttaviin toimenpiteisiin.

Suomessa uusiutuvan energian hyödyntäminen on EU:n tasolla korkeaa, johtuen puun suuresta osuudesta energiantuotannossa. Ei-poltettavien energianlähteiden rooli on pienempi, mutta selkeästi kasvussa hiilineutraaliustavoitteiden myötä. Uu-

siutuvista energianlähteistä tuulivoima on tällä hetkellä edullisin tapa tuottaa sähköä, mutta alati halpenevat aurinkopaneelit tarjoavat lisää valinnanvaraa kohdekohtaiseen energiantuotantoon. Menetelmien säariippuvuus kuitenkin korostaa energian varastoinnin oleellisuutta täyden hyödyn saavuttamiseksi.

Suomen ilmastostrategian oleellinen työkalu on energiatehokkuussopimukset. Sopimukset auttavat ja kannustavat ympäristötavoitteiden saavuttamisessa, ja niihin liittyvä raportointi auttaa tiedon koostamisessa kansallisella tasolla. Nykyisellä sopimuskaudella mukana on 89 kuntaa/kuntayhtymää ja yli 500 yritystä. Sopimuskauden tavoitteita ei ole vielä aivan saavutettu, mutta kautta on yhä jäljellä. Energiakatselmointitoimintaa on harjoitettu Suomessa 90-luvulta asti kiinteistöjen ja prosessien säästöpotentiaalin paikallistamiseksi. Yli puolet Suomen palvelukannasta onkin jo katselmoitu, mutta piilevää energiansäästöpotentiaalia on yhä runsaasti. Energiakatselmuksot ovatkin yksi valtion työkaluista tukea energiansäästöä ja energiatehokkuuteen tähtääviä toimenpiteitä. Kohdekäynteinä toteutettavien energiakatselmuksien tavoitteena on mittauksen, laskelmien ja kulutustietojen pohjalta määrittää kustannus- ja energiasäästömahdollisuudet sekä niiden takaisinmaksuajat. Katselmointi antaa hyvän lähtökohdan kiinteistön jatkuvalla parantamiselle ja ympäristövaikutusten pienentämiselle.

Erityisesti Suomen olosuhteissa suuri osa ihmisten toiminnoista sijoittuu sisätiloihin, mikä korostaa sisäilmaston vaikutusta hyvinvointiimme. Hengittämämme raitis ja puhdas sisäilma tuotetaan ilmanvaihtojärjestelmillä, jotka usein hukkaavat 20 – 40 % kiinteistön lämmitysenergiasta. Tavanomaisesti yhdeksi parhaimmista ilmanvaihdon käytännöistä tunnustetaan lämmöntalteenotollinen (LTO), koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, jota käyttäjä voi itse ohjata tarpeidensa mukaan. Taloautomaatiojärjestelmien kehittyessä autonomiset ohjaustekniikat tekevät tuloa markkinoille, eli ilmanvaihdon tehon määrittää esimerkiksi sisäilman hiilidioksidi- tai kosteuspitoisuus. Järjestelmällä on mahdollista saavuttaa jopa neljänneksen energiasäästöt.

Lähes kaksi kolmannesta rakennuksen elinkaaren hiilipäästöistä muodostuu käytönaikaisen energiankulutuksen aiheuttamista päästöistä. Tämän vuoksi kiinteistön energianhallinnan vaikutus kiinteistön ympäristövaikutuksiin on selkeä. Teknologian kiihtyvä kehitys on tuonut rakennusalalle uusia mahdollisuuksia kontrolloida kiinteistöjen energiankäyttöä niin kiinteistökohtaisesti kuin energiantuotannollisesta näkökulmasta. Huipputehontarvetta täyttävien, suuripäästöisten tuotantolaitosten käyttöä pyritään vähentämään kulutusjoustoja lisäämällä. Joustoja tuo myös kaksisuuntainen sähköverkko, jossa jopa kuluttaja voi myydä kiinteistökohtaisesti tuotettavaa uusiutuvaa energiaa takaisin verkkoon, mikäli oma kulutus on hetkellisesti alle tuotannon. Myös niin sanotut virtuaalivoimalaitokset vähentävät huipputehontarvetta. Virtuaalivoimala-konseptissa huipputehontarvetta täytetään energiavarastoja, kuten akkuja hyödyntäen. Energianvarastoinnin merkitys korostuu jatkuvasti uusiutuvien energiantuotantomenetelmien yleistyessä, sillä energiantuotannon ja -kulutuksen huiput harvoin osuvat yksi yhteen. Mobiilit energiankäytön hallinnan ja seurannan sovellukset yleistyvät kovaa vauhtia, tarjoten tietoa. Huonekohtainen olosuh-

deohjaus tarjoaa jokaiselle käyttäjälle optimaaliset olosuhteet. Kiinteistöjen huolto-kirja on tullut pakolliseksi uudiskohteisiin vuosituhannen vaihteessa. Muodollisia vaatimuksia tälle ei ole, joten toimintatapoja on useita; tärkeintä on, että kirja toimisi kiinteistön käyttöä ja huoltoa ohjaavana ja dokumentaation kokoavana työkaluna. Kiinteistöjohtamisessa tärkeää on hallita kiinteistöä toimintojen ja järjestelmien kokonaisuutena, osallistaen kuhunkin prosessiin riittävästi osaamista pöytään tuovaa henkilöstöä. Yhä kompleksisempi talotekniikka asettaakin nykypäivän kiinteistöjoh-tajien ja henkilöstön osaamisen ja oppimiskyvyn testiin.

Uudet menetelmät, kuten energiasimulointi ja monitavoiteoptimointi mahdollista-vat ennennäkemättömän monipuolisia tapoja tarkastella kiinteistön toimintaa jo en-nen investointipäätöstä. Kokemusperäisten arvioiden sijasta rakennusratkaisujen valinnassa voidaan luottaa matemaattisia, koko vaihtoehtojen kirjon väsymättömästi läpikäyviä työkaluja. Näiden tulosten pohjalta kykenemme tekemään päätöksiä, joil-la säästetään niin luonnonvaroja kuin muitakin resursseja. Jotta menetelmät tulevat osaksi tavanomaista rakennushanketta, on myös tilaajien oltava ajan hermolla. Tule-vaisuudessa vastaavat työkalut tulevat todennäköisesti olemaan synkronisoitu tieto-mallien kanssa, osana tavanomaista rakennusprosessia, sekä ulotettu tarkastelemaan huomattavasti laajempaa parametrien kirjoa.

Yksittäinen henkilö saavuttaa suurimman energiansäästön luomalla tai muutta-malla energiankäyttöön liittyviä päivittäisiä rutiineja. Perustarpeista leikkaaminen ei tavanomaisesti säästä energiaa pidemmällä aikajänteellä. Tavanomaisesti pieni ni-pistäminen monen eri tekijän summasta on kannattavampaa, ja johtaa säännöllisem-pään ja tehokkaampaan energiansäästämiseen. Ympäristöarvojen korostaminen on osa asennemuutoksen ja yhteisen tahtotilan luomista. Valintojen vaikutusten tuntem-inen ja tiedostaminen on edellytys kestävien ratkaisujen tekemiselle. Edullisinta ja ympäristöstävällisintä energiaa on kuitenkin aina energia, jota ei käytetä.

Maassamme käytetyn energian suuri määrä osoittaa, että energiatehokkuustoi-menpiteitä vaaditaan yhä. Etenkin tulevaisuudessa korostuva rakentamisen lainsää-dännöllinen ympäristöohjaus vaatii ennakointia ja kehitystä koko rakennusalalta. Kiinteistöjen energiatehokkuuden parantaminen ei yksin tule estämään ilmaston-muutosta, mutta omaa selkeän roolin siinäkin. Siksi paremman energiatehokkuuden tavoittelu onkin tärkeää, vaikka viime vuosikymmeninä rakennuskannan ympäris-tövaikutuksia onkin onnistuttu pienentämään runsaasti. Tähän tähtää myös tämän artikkelikokoelman laatimisen mahdollistanut EnergiEffektivisering av Byggnader i Arktiska Kommuner -hanke, joka päättyy vuoden 2019 lopussa. Hankkeessa määri-tellään teorian ja käytännön tutkimuskohteiden kautta rakennusten energiatehok-kuuden parhaat käytännöt. Hankkeessa hankittu tieto tullaan levittämään kohdealu-een toimijoille helposti hyödynnettävässä muodossa muun muassa tämän artikke-li-kokoelman ja syksyllä 2019 Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa järjestettävien tapahtu-mien avulla.

**Niko Pernu**



# Liite 1

## RAKENTEELLINEN ENERGIATEHOKKUUS

! Älä korjaa pelkän energiatehokkuuden vuoksi

- **Ei ole yhtä oikeaa** tuotetta tai ratkaisua
- Valinnat tulee aina tehdä tapauskohtaisesti huomioiden rakennuksen kokonaistaloudus ja sen asetamat rajoitukset ja vaatimukset.
- **Mitä suurempi pinta-ala**, sitä suuremmat lämpötilat ja tilojen lämmitystarve
- Hyvä lämmönetsitys on **perusedellytys** pienelle energiankulutukselle
- **Rakennuksen ilmanvaihtoon** tulee kiinnittää huomiota

### KORJAUSRAKENTAMINEN

- Huolehdi, että ilmanvaihto toimii oikein korjauksen jälkeen
- Eri korjausten ajoitus on suunniteltava kokonaisuuden kannalta sopivaksi
- Ilkkojen lämmönetsitys koostuu erityisesti kerrostalojen remontoisissa, joissa seinien suhteellinen ala on suuri ylä- ja alapohjiin verrattuna

### E-luku

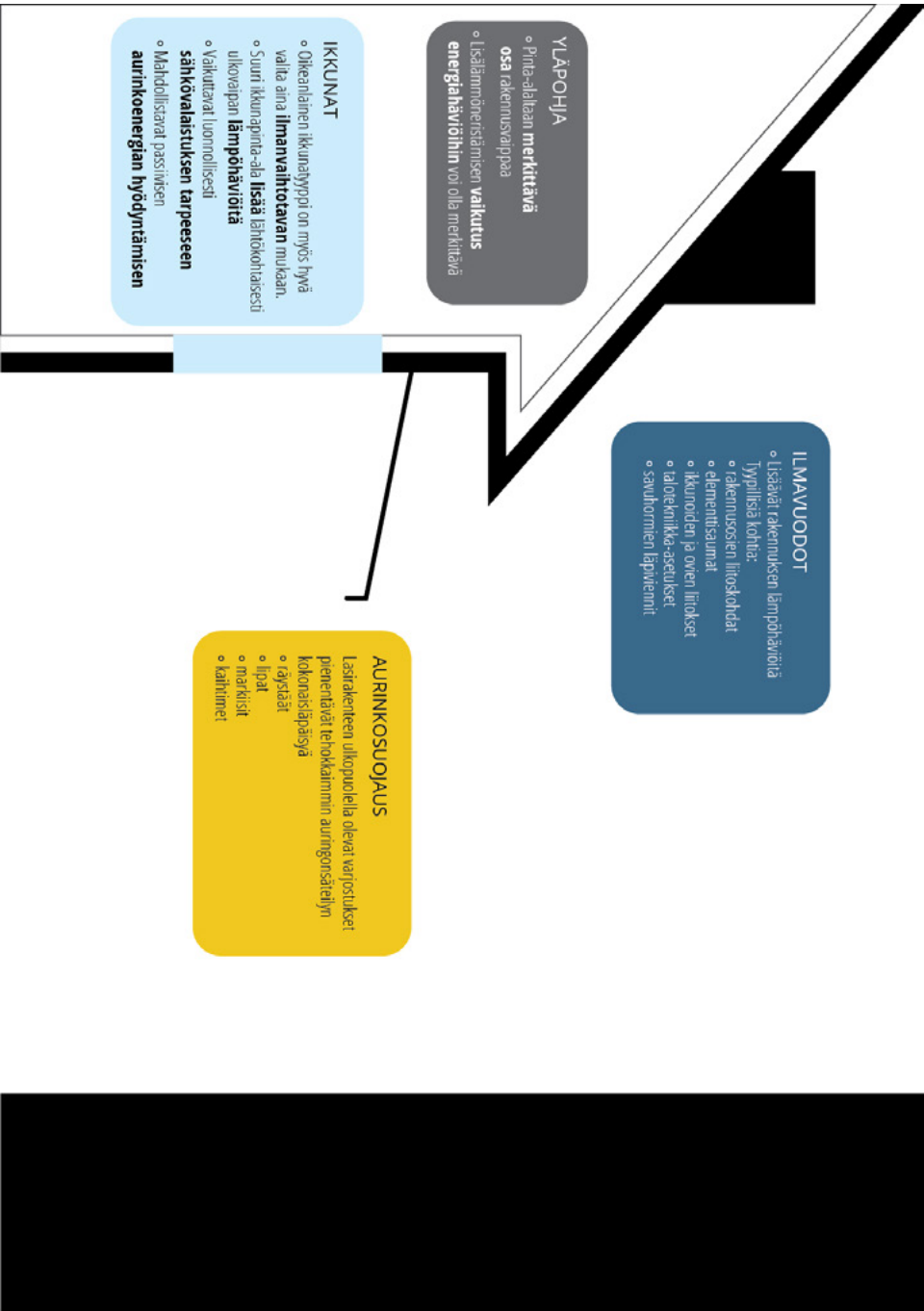
Mahdollistaa suunnitteluratkaisujen energiatehokkuuden **vertailun** sijaintipaikasta ja käytöstä riippumatta

### Tavoite-energiakulutus

Pyritä **ennakoimaan** toteutuvaa energiankulutusta mahdollisimman todennäköisesti

### Rakennuksen energiatehokkuuden tarkastelun **kokonaisuus**

- rakennusmateriaali
- aurinkosuojaus
- ikkunat ja ovet
- ilmanvaihto
- tiiviyys

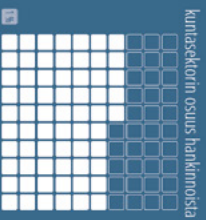


# KESTÄVÄT HANKINTAKÄYTÄNNÖT

## JULKINEN SEKTORI

Suuri rooli kestävän ja energiatehokkaiden teknologioden edistämiseksi

Hankintoihin vuosittain  
**35 mrd. €**



## OHJAAVA SÄÄDÖKSEI



Sovelletaan jos kansalliset  
kynnysarvot ylittyvät

**150 000 €**

Sovelletaan jos EU:n  
kynnysarvot ylittyvät

esim. rakennusurakoissa  
esim. rakennusurakoissa

**5 186 000 €**

## YHTEISHANKINTA

- Tapa tehdä hankintoja **isolla ryhmällä**
- Pyrkimyksenä **halvempi yksikköhinta**
- **Suurempi tilaus** kinnostaa yrityksiä enemmän
- Vastuullinen toimija **vie hankinta eteenpäin**



## ESCO-palvelu

- **Ulkopuolinen energia-alan toimija investoi** asiakkaan puolesta **energian säästötoimenpiteisiin**
- Investointi **maksetaan** takaisin **syntyvillä säästöillä** sopimuksen mukaisesti
- Palvelun loppuasakkaille tarjolla **Business Finlandin investointituki**

**15 - 40 %**

investointien määrä

## HYÖDYLLISIÄ LINKKEJÄ

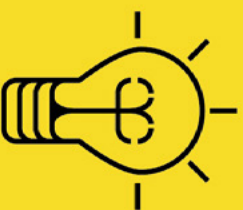
<https://www.mtoiva.fi/>

<https://www.hankintakeino.fi/fi>

<https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/etusivu/>

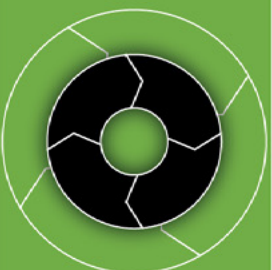
## INNOVATIIVIKUMPPANUUS

- Vuonna 2017 mahdolliseksi tullut hankintamenehty
- Pyritään kehittämään uudentyyppinen tuote, palvelu tai rakennusurakka
- Tilajaa pystyy suoraa ostamaan innovaation toimittajalta **ilman kilpailutusta**
- **Koostuu** kehitys- ja toimitusvaiheesta



## ELINKÄRRÄRIMALLI

- Huudostetaan **projektyhtiö**
- **Yksityinen toimija** sitoutuu vastaamaan hankinnan suunnittelusta
- toteuttamisesta
- ylläpidämisestä
- **Pitkä sopimus**, jopa kymmeniä vuosia
- Palvelusta maksetaan **säännöllinen maksu** sopimuksen ajan
- soveltuu **suurille hankkeille**



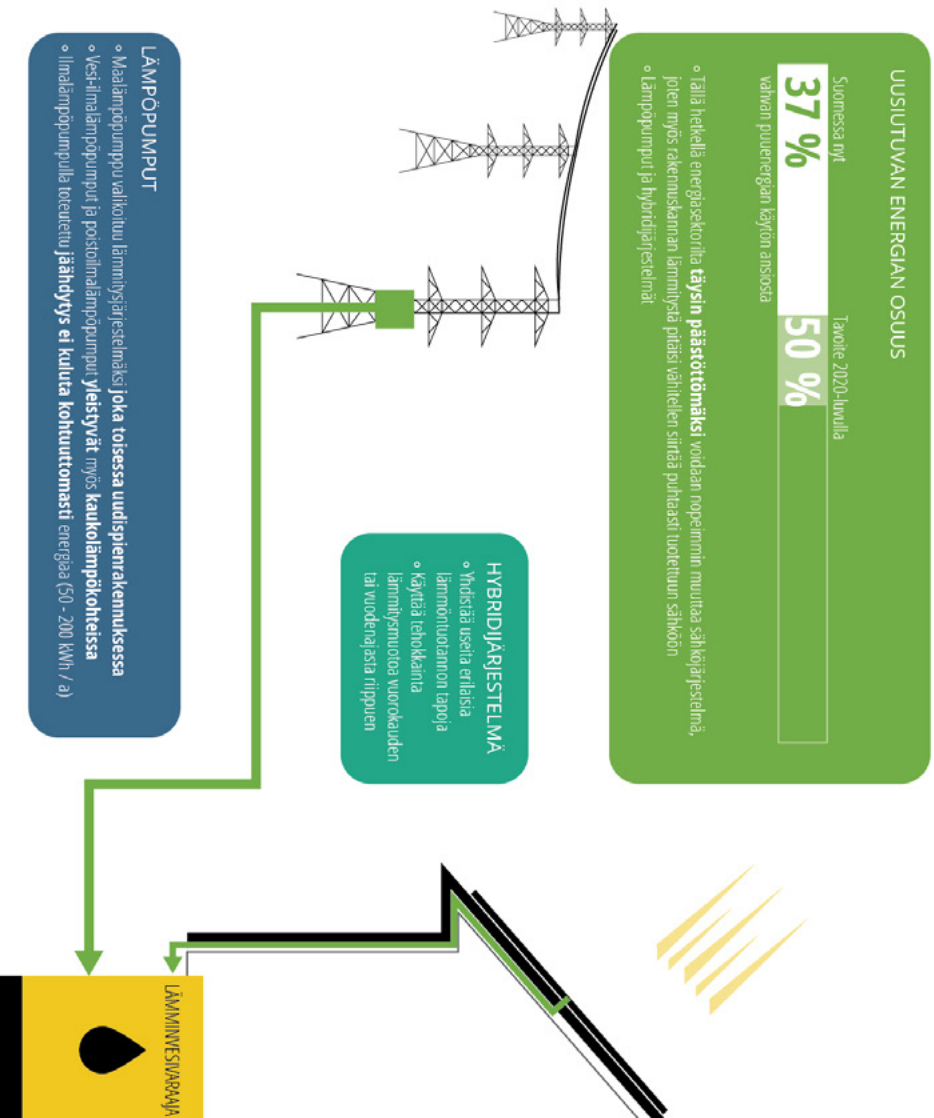
## ENERGIAN OSTOSOPIMUS

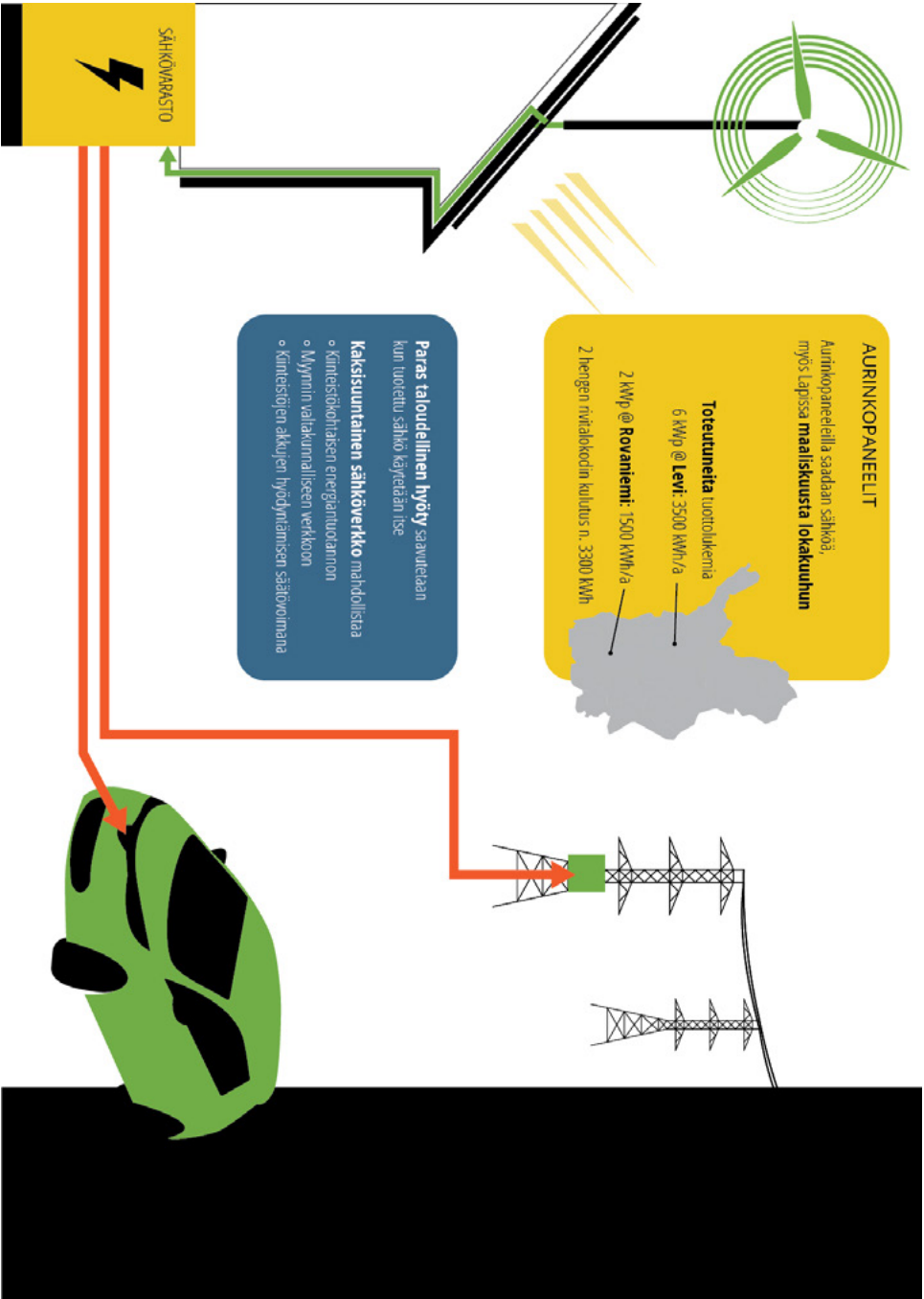
- **Suuri sähkönkäyttäjä**, usein suuri yritys, ostaa tietyn määrän energiaa tuottajalta
- **Pitkä sopimusjaksoksi**, yleensä 10-25 vuotta
- **Tietty hintataso** sopimusjaksolle
- **Ennakoidtavat kulut** tilaajalle ja **tuotot** tuottajalle
- Pitkä sopimus **vaatii vakavaisuutta** osapuolilta





# MODERNIT ENERGIARATKAISUT





# ENERGIAKATSELMUS

## KATSELMUKSEN KULKU

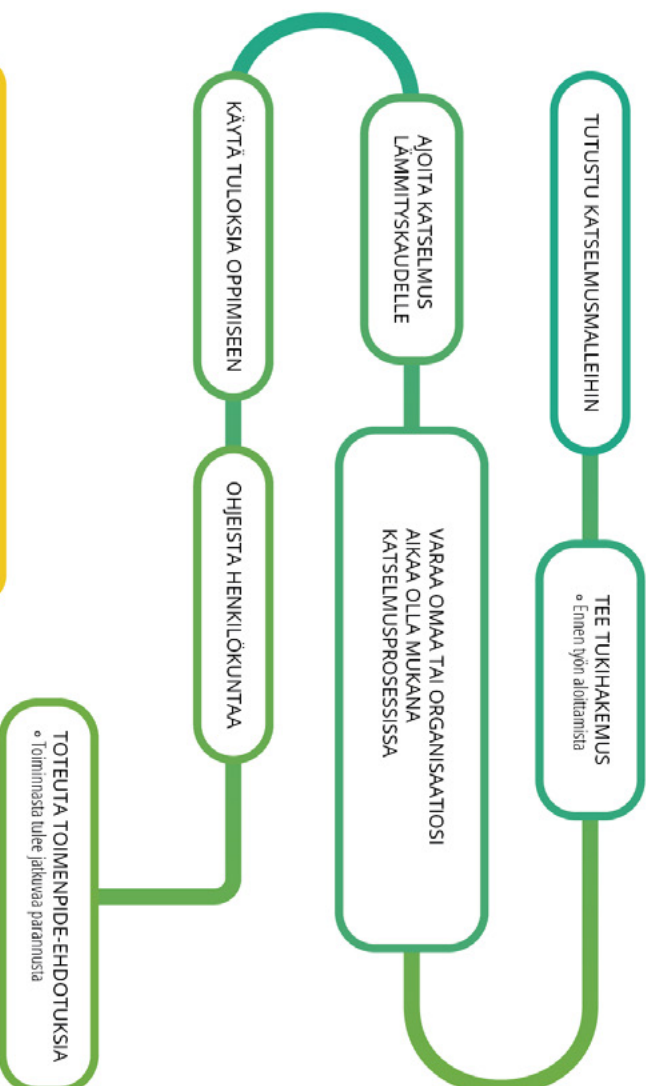


Energiakatselemus kannattaa, keskimääräiset havaitut säästömahdollisuudet:

Lämpö	Sähkö	Vesi	Kustannussäästö (€)
<b>12 %</b>	<b>7 %</b>	<b>2 %</b>	<b>13 %</b>

Muut toimenpiteet eivät vaadi suuria investointeja ja maksavat itsenä nopeasti takaisin

## TILAAJAN MUISTILISTA

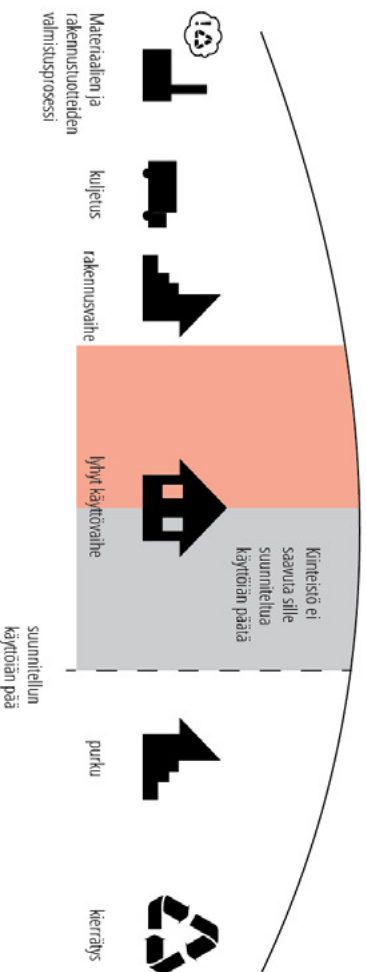


**KARTSO LISÄÄ**

[https://www.moina.fi/julkinen\\_sektori/energiäkatselemukset](https://www.moina.fi/julkinen_sektori/energiäkatselemukset)



## Huono kiinteistöjohtaminen



- KOROSTUNEET ASIAT**
- Rakennuksen elinkaaren ylläpitoa tai korjauksia ei ole ennakoitu ja korjausvelka kasvaa
  - Talon järjestelmä ei osata käyttää kulttuurista ei seurata
  - Suunnittelun aikainen tietomalli on unohdettu suunnittelun aikaiseksi dokumentiksi
  - Kuntotarkinnukset ja -arviot eivät ole ajan tasalla

- TUHLAAMINEN**
- Aikaa
  - Rahaa
  - Energiaa
  - Resursseja
  - Luontoa

# ILMANVAIHTO

## ILMANVAIHDON TOIMENPITEITÄ

Puhdistus- ja säätöväli  
**5 vuotta**

Vähennä ilmanvaihdon  
tehoa poissäädöiden ajaksi

Laske tuloilman lämpötila  
reilusti huoneilämpötilaa  
alemmaksi

huoneilman lämpötila

tuloilman  
lämpötila

15 - 17 °C

## POISTOILMALÄMPÖPUMPU

Energiakustannussäästö jopa  
**40 %**

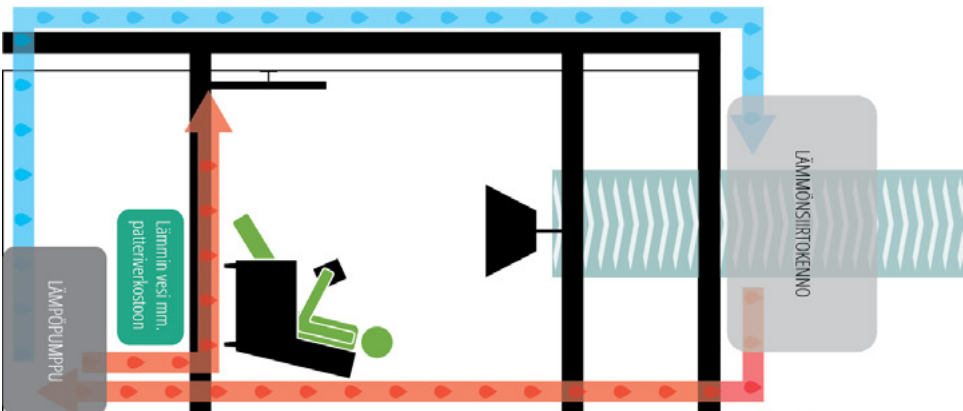
Soveltuu pääsääntöisesti yli

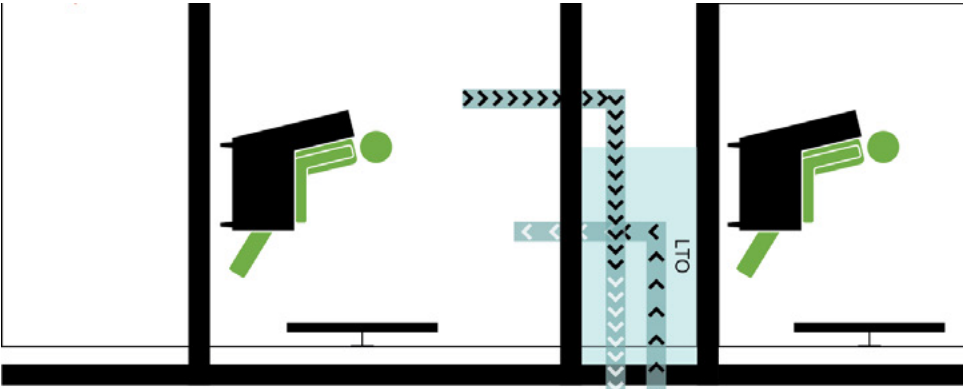
**20**  
asunnon kerrostaloihin

Jäteveden ja käytetystä lämmitysenergian  
paluuveden lämpötila tulisi olla alle  
**55 °C**

**40 %**

kerrostaloasukkaiden  
tyydyttämiseksi  
asuntonsa ilmanvaihtoon



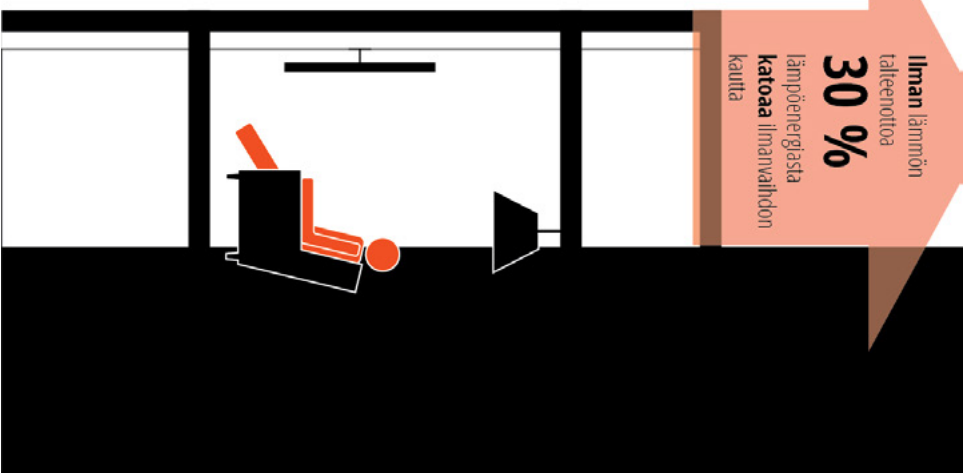


**LÄMMÖN TALTEENOTTO (LTO)**

- **potentiaalisiin** energiansäästökäyttöön asuinkerrostalossa
- Suomessa noin miljoonaa kerrostaloasunutta **ilmaan**

**ILMANVAIHTO SEINÄPUHALLUKSELLA**

Postioffisiluokan 1 tai asuinhuoneistojen ilmanvaihdon postioffisina voidaan ohjata ulos myös rakennuksen seinässä olevan ulospuhallauslaitteen kautta



Ilman lämmön talteenottoa **30%** lämpöenergiasta **katoaa** ilmanvaihdon kautta



# TURVALLISUUS

**!** Terveellisyyden ja turvallisuuden hinnalla tehdyt energiansäästötoimet valuvat hukkaan, jos niistä aiheutuu korjaustarpeita sisäilman parantamiseksi

## ILMANVAIHTO

30 % katoaa lämpöenergiaa lämpöenergiasta ilmanvaihdon kautta

Liian tehokkaan ilmanvaihdon **ongelmina**

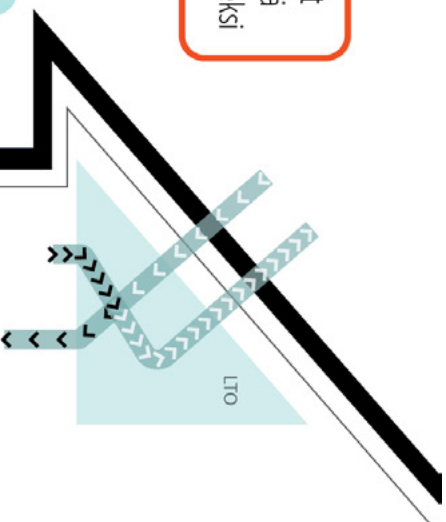
- aiheuttaa vedon tunnetta, joka usein johtaa **liian korkeisiin sisälämpötiloihin**
- erityisesti talvisin kuvattaa sisäilmaa

Pyörimäkeinoiset lämmön talteenottojärjestelmät (LTO) voivat nostaa sisäilman kosteuspitoisuutta, mikä saattaa tahvelia parantaa sisäilman laadua

Ilmanvaihdon **säätö nostaa sisäympäristön viihtyvyyttä**



- Esimerkiksi toimistotiloissa ilmanvaihdon käyttö
- jaksottainen käyttö
- osateho käytön ulkopuolisena aikana
- **huolehdittava**, ettei sisäilmaan kerry epäpuhtauksia

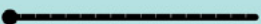


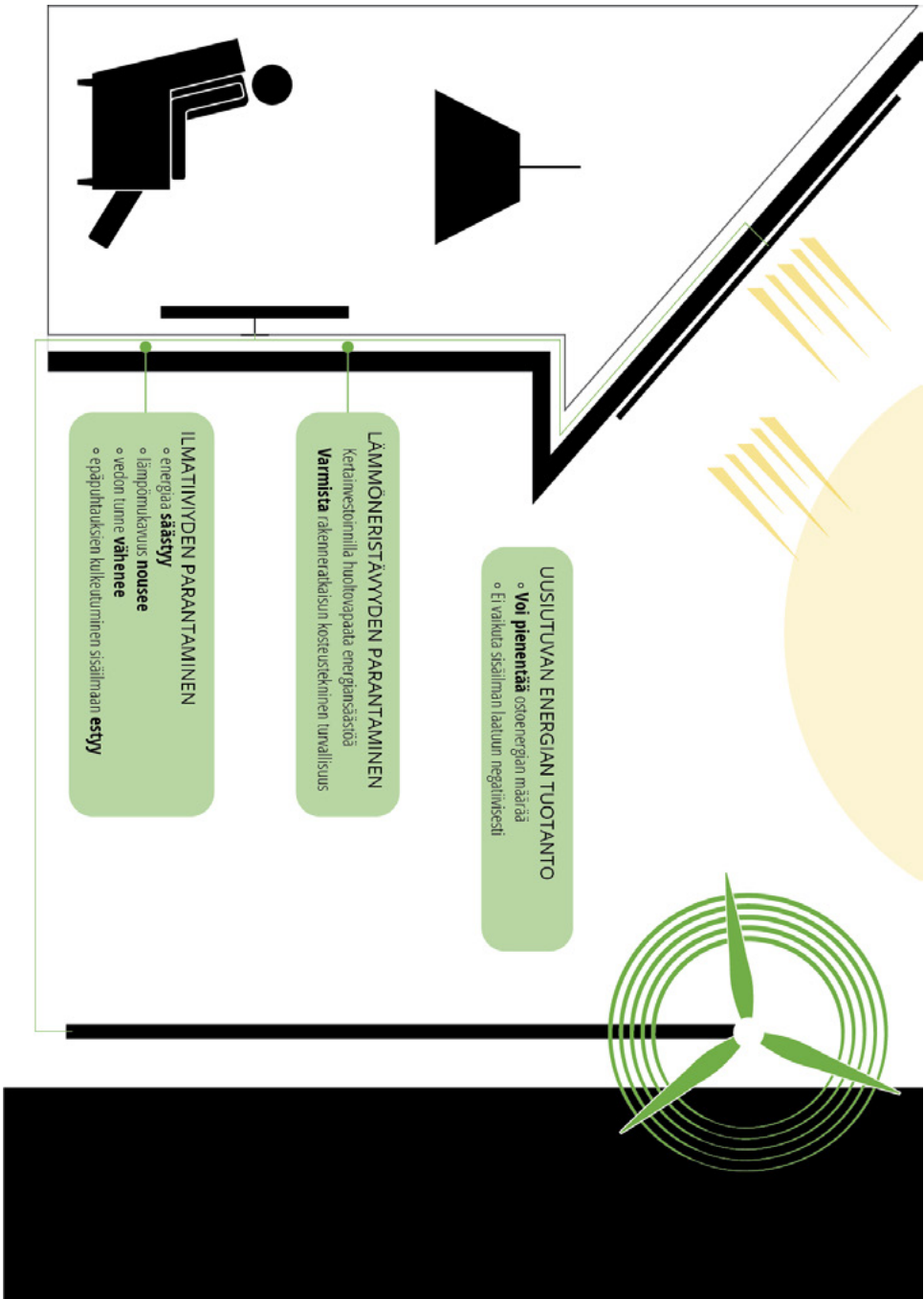
## SISÄLÄMPÖTILA

**Liian korkea** lämpötila voi laskea ihmisen vireyttä

Kun tilan lämpötilaa **laskee 1 °C**, niin sen lämpöskudut laskevat

**5 %**





# UUSIEN MENETELMIEN MAHDOLLISUUDET

## ENERGIASIMULOINTI

- Tarkastele rakennuksen fyysikalaisia ilmiöitä ja rakennuksen suorituskyvyn eri osa-alueita virtuaalimallin avulla
- sisäilmaston fyysikalaisia olosuhteita
  - lämmityksen ja jäähdytyksen energiatarvikuita ja kuormitusprofiilia
  - taloteknisten järjestelmien energiatarvikuita
  - päiämehelerointia
  - + voidaan määrittää ilmanvaihto-, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmää

### Karkea malli

- rakennuksen vaippa-akenteet
- muoto
- sisäolosuhteiden tavoitetaso
- sisäiset lämmönlähteet
- talotekniset järjestelmät

### Malli tarkentuu

- tarkat ulko-olosuhteet
- tarkat sijaintitiedot
- asenointi
- loppuun topografia
- varjostajat elementit
- liitosakenteiden ilmatietisyys
- käyttöajat



## MONITRAVOTTEOPTIMOINTI

Määrittää optimaalisen ratkaisun sekä uudis- että korjausrakentamisessa suuresä vaihtoehtojen joukosta

**Tavanomainen tapa:** muutama eri suunnitteluvaihtoehto

**Tietokonepohjainen tapa:** satojen miljoonien vaihtoehtojen teoreettinen tarkastelu



### Tavoitteena tarkastella

- kustannuksia
- energiatehokkuutta
- ympäristövaikutuksia

### Menetelmä



- useampia skenaarioita
- kokonaisuuksien eri vaihtoehtoja
- mahdollisuuden helppoon vertailuun

Havaittu, että kustannus- ja energiatehokkuuden kannalta optimaalisen tuloksen saadaan yhdistämällä uusiutuva energiantuotanto ja nykykäytetty talotekniikka

Rakenteellisen energiatehokkuuden parantaminen ei olekaan ylivormista

### Yökaluille on tyypillistä

- kansallisiin määrittämiin ja ohjeisiin perustuvat valinnat
- asuukset
- määrittää toimintotarkennuksen tarpeelliset
- ilmamäärä sekä E-luvun

### Simuloituyökalu

Simuloinnin avulla voidaan tarkastella myös sisäilmaston olosuhteita ja esittää ne 3D-mallissa tietojen

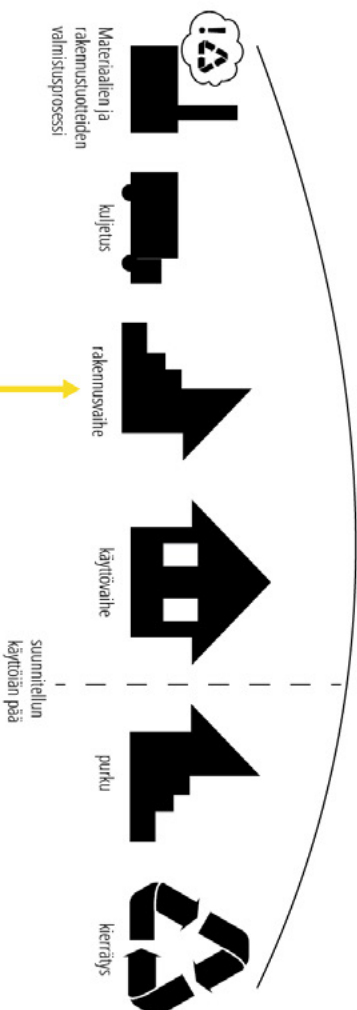


### Muuttujina esimerkiksi:

- ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaus
- aurinkokennojen määrä
- eristävien lämpöputkijärjestelmien asennukset
- yläpöly-, seinä-, lattia- tai ikkunakanteiden peruskorjaus

# HILJALANJÄLKESKENTÄ

Hiljälänjäljen arviointi tarkastelee koko elinkaarta



## Laskentaan vaikuttaa

- Huomiodaanko määrällisesti merkittävimmät materiaalit
- Huomiodaanko myös työn suorittamisessa käytettävät tärkkeet
- Kuljetusmatkat vaikuttavat laskennan tulokseen paljon

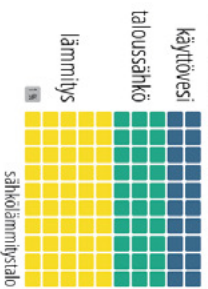
## Hiljälänjälki arviot rakennuksen myöntäessä ilmastovaikutusta

- Hiljälänjälki arviot rakennuksen myöntäessä ilmastovaikutusta
- Hiljälänjälki arviot rakennuksen myöntäessä ilmastovaikutusta
- Rakennustuotteiden merkityksestä saatavat hyödyt



# ARJEN TEOT

## SÄHKÖN KULUTUSJAKAUMA



**Hyödynnä:**

- tulsijat koviilla pakkasilla
- **aurinkon lämpö** avarinnalla sätekkäitimet päivän keneällä ja syksyllä

## SUOSITUSLÄMPÖTILAT

pesuhuone 22 - 23 °C  
olohuone 21 °C  
makuuhuone 19 - 20 °C

autotalli ja  
varasto  
10 - 15 °C

Kun tilan lämpötilaa laskee 1 °C, niin sen lämmityskulut laskevat **5 %**

**Pudota** lämpötilaa:

- Pussisoolien ajaksi
- Kun tila on värtillä kanteilla
- Hyödynnä automaattikkää

## SÄÄSTÖTOIMENPITEITÄ

Seuraa kulutustasi:  
**Kilpailuta** sähköostopainikkeesi ja **valitse** uusisuurasti tuotettu sähkö.  
**Perheidy** lämmitysjärjestelmien ja ilmannähtöiden toimintaan.

### Vaihda:

- Yli 20 vuotta vanhat sähköpatterit ja termostaarit
- Lamput energiansäästämällemmät tai LED-lamputiksi

### Sammuta:

- Turhat sähkölaitteet
- Valot, kun et tarvitse niitä

**Tee** energiatarkkailu- ja lämpökäyttöä.

## RAHRSYÖPPÖJÄ

Suuhkussa käynti kerran päivässä

20 min



**800 €/vuosi**

5 min



**200 €/vuosi**

### Vuotojen vaikutus

AVOIMTU KULUTUS

WUOSIKUSTANNUS

Tiputava hana 3 litraa / tunti

**215 €**

WC-suuinainen pieni vuoto 30 litraa / tunti

**1650 €**

Vähän auki oleva hana 180 litraa / tunti

**12300 €**

## SUUREMPIA TOIMENPITEITÄ

**Tarkista** patteriverkoston kunto

**Harkitse** lämmitysoodon vaihtamista isomman remonin lähesjyessä.

- Kinnestön arvo **nousee**
- Uusiutuvaan energiaan siirtymien on **ilmastoteko**

AURINKOSÄHKÖ

**Puhdasta** energiaa

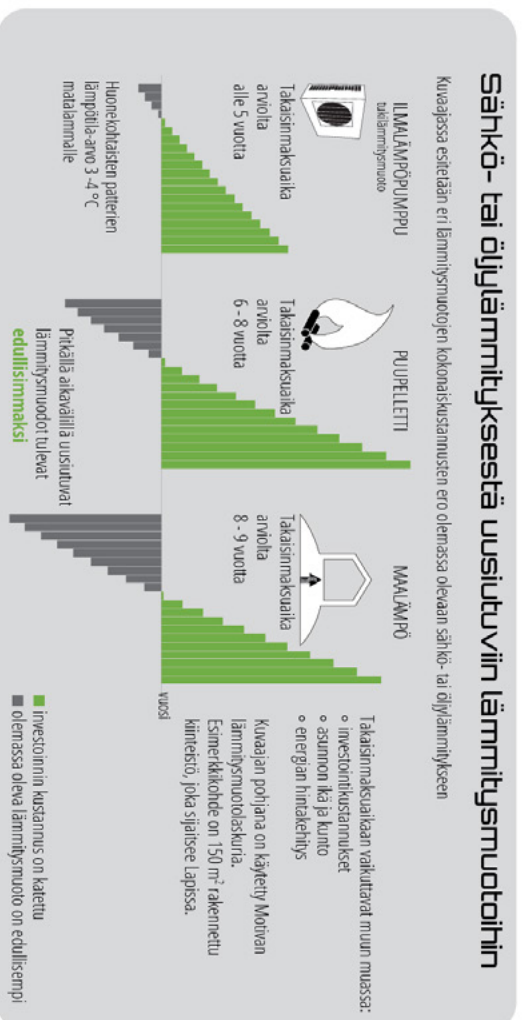
Energiatavarajäätys **kasvaa**

Aurinkopaneelit **halpevat**

**20 %** kokonaisähkön kuluuksesta

## Sähkö- tai öljylämmityksestä uusiutuviin lämmitysmuotoihin

Kuvaajassa esitetään eri lämmitysmuotojen kokonaiskustannusten ero olemassa olevaan sähkö- tai öljylämmitykseen



**Kysy tarjous** useammasta paikasta

**Hyödynnä** kotitalousvähenitys työn osuudesta

# Kirjoittajien esittely

Asiala Johanna. Filosofian maisteri (FM). Projektikoordinaattori, Lapin Liitto.

Häyrynen Tanja. Agrobiologi (YAMK). Projektipäällikkö, Lapin Liitto.

Jokinen Janne. Insinööri (AMK). Projekti-insinööri, Lapin AMK.

Keisu Tuomas. Insinööri (AMK). Projekti-insinööri, Lapin AMK.

Kuisma Olli. Insinööri (AMK). Projekti-insinööri, Lapin AMK.

Kuisma Petri. Tekniikan tohtori (TkT). Yliopettaja, Lapin AMK.

Pernu Juho Insinööri (AMK). Projekti-insinööri, Lapin AMK.

Pernu Niko. Insinööri (AMK). Projektipäällikkö, Lapin AMK.

Pesonen Otto. Insinööri (AMK). Projekti-insinööri, Lapin AMK.

Pirttinen Valtteri. Insinööri (AMK). Projektipäällikkö, Lapin AMK.

Rintala Mikko. Insinööri (AMK). Projektipäällikkö, Lapin AMK.

**Kiinteistökannan energiatehokkuus** – avain ympäristövaikutusten hillitsemiseen –artikkelikokoelma on laadittu EnergiEffektivisering av Byggnader i Arktiska Kommuner (EEBAK)-hankkeen puitteissa. Pohjoismaiden laajuisen hankkeen tavoitteisiin tähdätään muiden hankkeessa suoritettavien toimenpiteiden lisäksi tällä artikkelikokoelmalla ja siihen sisältyvillä infokorteilla. Artikkelikokoelma kokoaa rakentamisen energiatehokkuuden parhaat käytännöt yhteen ja tarjoaa kattavasti tietoa niin kuluttajille, kuin suurkiinteistöjen kiinteistöpäälliköille, jotta rakennuskantamme energiankulutus ja sitä kautta ympäristövaikutukset saadaan kuriin.



**LAPIN AMK**<sup>7</sup>  
Lapland University of Applied Sciences

[www.lapinamk.fi](http://www.lapinamk.fi)

ISBN 978-952-316-307-2