



Sami Holmberg

Energiansäästöpotentiaalin tunnistaminen kiinteistön kunnossapidossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

5.4.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Sami Holmberg
Otsikko:	Energiansäästöpotentiaalın tunnistaminen kiinteistön kunnossapidossa
Sivumäärä:	56 sivua + 3 liitettä
Aika:	5.4.2024
Tutkinto:	Insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma:	Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Ohjaajat:	Yliopettaja Rauno Holopainen

Opinnäytetyössä selvitettiin Euroopan unionin energiatehokkuusdirektiivien ja kansallisten energiatehokkuusasetusten vaikutusta asuinrakennusten energiatehokkuuteen. Lisäksi selvitettiin Suomen asuntokannan rakennetta ja millaisia rakennukset ovat energiatehokkuuden näkökulmasta. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia asuinrakennusten energiatehokkuuteen tehdyillä parannuksilla saatuja energiansäästöjä ja tarkastella, millä keinoilla energiatehokkuutta pystyttäisiin huomioimaan pienemmissä korjaustoimenpiteissä.

Tutkimuksessa on käytetty alan energiatehokkuuteen ja rakentamiseen liittyvää kirjallisuutta, julkaisuja ja tilastotietoja. Lisäksi tutkimuksessa oli käytettävissä yli kahden sadan asuinrakennuksen energiankulutustiedot, joiden avulla tutkittiin energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusta rakennusten energiankulutukseen. Kulutusmuutosten tilastollista merkitsevyyttä tarkasteltiin T-testin avulla. Energiankulutustoimenpiteitä arvioitiin myös esimerkkilaskelmien avulla.

Tutkimustuloksista havaittiin, että taloteknisen järjestelmän kunnossapitokorjauksissa yksittäisten toimenpiteiden osalta säästöpotentiaali on parhaimmillaan joitain prosentteja toimenpiteestä ja kiinteistön lähtötilanteesta riippuen. Tulosten perusteella verrattain pienissäkin korjaustoimissa voidaan saavuttaa kiinteistölle kustannushyötyjä energiatehokkuuden parantuessa. Mikäli kiinteistössä kiinnitetään huomiota energiatehokkuustarkasteluun osana koko kiinteistön korjaus- ja kunnossapitosuunnittelua, voidaan kiinteistön energiakustannuksissa säästää keskimäärin yli 10 %.

Kiinteistön energiatehokkuuden optimointi vaatii kiinteistön ja tekniikan tuntemusta. Kun kiinteistön eri osa-alueiden toiminta tunnetaan, pystytään kustannustehokkaasti arvioimaan korjausten vaikutuksia energiatehokkuuteen. Kiinteistön pitkän tähtäimenkorjaussuunnittelussa tulisi arvioida vaikutukset energiatehokkuudelle ja korjaustoimenpiteiden vaikutuksia energiatehokkuuteen tulisi päivittää osana vuosittain tehtävää kunnossapito- ja korjaussuunnitelmaa.

Avainsanat: Kiinteistö, kunnossapito, energiankulutus, säästöpotentiaali, energiaPTS, asuinrakennukset

Abstract

Author: Sami Holmberg
Title: Recognising Energy Saving Potential on Maintenance and Renovation of Buildings
Number of Pages: 56 pages + 3 appendices
Date: 5 April 2024

Degree: Master of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Supervisors: Rauno Holopainen, Principal Lecturer

The thesis studied the impact of the energy efficiency directives of the EU and the national regulations on the energy efficiency of residential buildings. Furthermore, the Finnish housing stock and the characteristics of residential buildings from an energy efficiency perspective were also examined. The objective was to study the energy savings achieved through energy efficiency improvements and to evaluate how energy efficiency could be considered in smaller and constant renovations.

Literature from the field of construction and energy efficiency, publications and statistical data were used in the research. Moreover, the energy consumption data from over two hundred residential buildings were used to evaluate the impacts of energy efficiency measures on energy consumption. The statistical significance of changes in energy consumption was examined using a T-test. Energy efficiency measures were also evaluated with example calculations.

The results suggest that the potential savings on HVAC and electrical systems maintenance and repairs are at best a few percent. Even relatively small measures or renovations can achieve savings in the energy costs of residential buildings. Taking the energy efficiency measures into account as part of the overall renovation and maintenance planning, the energy costs can be reduced by an average of 10 %.

Keywords: real estate, maintenance, energy consumption, housing, energy efficiency

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tavoitteet	2
3	Tutkimusmenetelmät	2
4	Rakennuskanta ja energiankäyttö Suomessa	3
4.1	Rakennuskanta Suomessa	3
4.2	Asuntokanta Suomessa	4
4.3	Asumismuotojen energiankulutus	5
4.4	Energianlähteet ja kulutus	7
4.5	Pientalojen energiankäyttö	10
4.6	Kerros- ja rivitalojen energiankäyttö	10
4.7	Asuinrakennusten energian loppukäyttö	11
5	Suomen pitkän aikavälin korjausstrategia vuosille 2020–2050	15
6	EU:n energiatehokkuusstrategia ja asetukset	16
6.1	Euroopan komission ilmastostrategia	16
6.2	EU:n uusi lakiehdotus rakennusten energiatehokkuudesta	17
7	Kansalliset energiatehokkuuteen vaikuttavat lait ja asetukset	18
7.1	Uudisrakennukset	19
7.2	Korjausrakentaminen	19
7.3	Energiatodistus	20
7.4	Energiakatselmustoiminta	20
7.5	Uusi rakentamislaki	22
8	Valtion avustukset energiatehokkuutta parantaviin toimenpiteisiin	22
8.1	ELY-keskuksen avustus	22
8.2	ARA energia-avustus	23
8.2.1	Avustuksen tarkoitus ja määrät	23
8.2.2	Avustusten hakeminen	24
9	Energiatehokkuuspotentiaalin tunnistaminen asuinrakennuksissa	25
9.1	Lämmitysjärjestelmät	26

9.2	Ilmanvaihtojärjestelmät	26
9.3	Käyttövesijärjestelmä	27
9.4	Energiakatselmuksen soveltaminen asuinrakennuksiin	27
9.5	Kiinteistöhuollon rooli energiatehokkuuden seurannassa	28
9.6	Kiinteistöjen suunnitelmallinen kunnossapito ja energiatehokkuus	29
9.7	Kiinteistön energiatehokkuuden seuranta ja suunnittelu	31
9.8	Työkalut	31
9.9	Kiinteistöjen energiatehokkuuden pitkän tähtäimen suunnittelu	32
9.10	Energiatehokkuuden pitkän tähtäimen suunnittelu	34
9.11	Toteutettujen korjaustoimenpiteiden ja -hankkeiden hyödyntäminen	35
10	Energiatehokkuus kunnossapidossa ja korjaushankkeissa	36
10.1	Ilmanvaihto	36
10.1.1	Ilmanvaihdon korjaussuunnittelun periaatteet	36
10.1.2	Ilmanvaihdon kunnossapitokorjaukset	37
10.2	Lämmitysjärjestelmän kunnossapitokorjaukset	38
10.2.1	Patteriverkoston tasapainotus	38
10.2.2	Huonelämpötilaan perustuva lämmönsäätö	38
10.3	Käyttöveden kunnossapitokorjaukset	39
10.3.1	Kylmän veden säästötoimenpiteet	39
10.3.2	Lämpimän käyttöveden säästötoimenpiteet	40
10.4	Sähköjärjestelmät	40
10.4.1	Sähkölämmitys	41
10.4.2	Ilmalämpöpumput	41
11	Energiansäästöpotentiaali kunnossapitokorjauksissa	42
11.1	Ilmanvaihdon puhdistus- ja säätötyöt	44
11.2	Vesikalusteiden huolto ja vedensäästökäytösten asennus	45
11.2.1	Kylmä vesi	45
11.2.2	Lämpimän käyttöveden säästö	47
11.3	Huonelämpötilaan perustuva lämmönsäätö	49
11.4	Patteriverkoston tasapainotus	51
11.5	Paritalon ilmanvaihdon energiaremontti	52
12	Pohdinta	53
13	Johtopäätökset	54

Liitteet

Liite 1: Toimenpiteiden vaikutus kulutukseen

Liite 2: Paritalon E-luvun laskenta

Liite 3: Esimerkki lämpimän käyttöveden säästöistä kokonaisenergiankulutuksessa

1 Johdanto

Mediassa ja alan julkaisuissa käsitellään usein uudisrakentamisen energiatehokkuutta ja vähähiilisyttä, peruskorjausten yhteydessä tehtäviä energiaremontteja tai asukkaille suunnattuja säästövinkkejä (1). Pienemmälle huomiolle jäävät usein jatkuvassa kunnossapidossa tehtävät toimenpiteet ja pienemmät korjaukset, sekä niiden mahdolliset vaikutukset energiatehokkuuteen.

Vanhojen asuinkiinteistöjen suuremmissa remonteissa, kuten julkisivuremonteissa ja linjasaneerauksissa, mietitään yleensä, onko järkevää siirtyä kaukolämmöstä maalämpöön tai lisätä kiinteistöön poistoilman lämmöntalteenotto tai aurinkopaneelit. Suurempien remonttien yhteydessä olisi kuitenkin mahdollista tarkastella energiatehokkuustoimenpiteitä kokonaisvaltaisemmin ottamalla huomioon lämmityksen lisäksi esimerkiksi ilmanvaihdon, valaistuksen ja taloautomaatioon tehtävien toimenpiteiden vaikutuksia energiatehokkuuteen.

Suuremman remontin yhteydessä tehtävät toimenpiteet ovat taloyhtiössä helpommin perusteltavissa kuin erillisenä hankkeena toteutettavat energiansäästö-hankkeet. Lisäksi kokonaisvaltaisella ja huolellisella tarkastelulla saadaan selvitettyä parhaat mahdolliset vaihtoehdot taloyhtiölle vuosiksi eteenpäin.

Pienemmissä korjaus- ja kunnossapitokorjauksissa ja huoltotoimenpiteissä ongelmana on toimenpiteiden teettäminen rutiininomaisesti ilman tarkempia energiataloudellista tarkastelua. Toimeksiannot annetaan yleensä suoritettavaksi isännöintiyrityksille tai ne teetetään taloyhtiön hallituksen voimin. Pienemmissä kunnossapitohankkeissa tulisi tarkastella laajemmin kokonaisuutta, ja miten esimerkiksi ilmanvaihtokanaviston puhdistus ja ilmavirtojen säätö tai lämmitysjärjestelmän perussäätö ja termostaattisten patteriventtiileiden vaihto vaikuttavat energiankulutukseen, ja onko näiden toimenpiteiden yhteydessä mahdollista ja kannattavaa parantaa nykyistä säätöjärjestelmää esimerkiksi älykkäillä talotekniikan ratkaisuilla. Taloyhtiöissä toteutetaan usein teknisen käyttöiän päätyttyä

edelliset toimenpiteet ja niihin varaudutaan korjaussuunnittelussa teknisen käytönsä lähestyessä loppuaan.

2 Opinnäytetyön tavoitteet

Työssä selvitetään, millainen on nykyinen Suomen rakennuskanta energiatehokkuuden kannalta ja tutkitaan, kuinka energiatehokkuusnäkökulmaa pystyttäisiin yhdistämään asuinrakennusten ja taloyhtiöiden päättävien osapuolten pitkän tähtäimen korjaussuunnitteluun ja jatkuvan kunnossapidon toimintaan. Lisäksi tarkastellaan energiatehokkuutta ohjaavien asetusten ja ohjeiden vaikutusta asuintalojen korjaustoimintaan. Työssä selvitetään, mitä työkaluja, ohjeita, ja toimintamalleja on saatavilla energiatehokkuuden seuraamiseen, kartoittamiseen ja parantamiseen.

Opinnäytetyössä tutkitaan esimerkkikiinteistöissä toteutettuja energiatehokkuustoimenpiteitä ja tarkastellaan niiden vaikutusta energiatehokkuuteen sekä selvitetään, onko taloyhtiöitä hallinnoivilla tahoilla riittävästi työkaluja ohjata asuin-kiinteistöjen energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden selvitystä, suunnittelua ja toteutusta.

Tavoitteena on saada käsitys energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutuksesta kiinteistöjen energiankulutukselle sekä arvioida olemassa olevien ohjeistusten ja oppaiden hyödynnettävyyttä kiinteistön energiatehokkaassa korjaus- ja kunnossapitosuunnittelussa. Lisäksi arvioidaan toimenpiteitä, joilla energiatehokkuusnäkökulman roolia pystyttäisiin vahvistamaan kiinteistöjen pitkän tähtäimen suunnittelussa. Opinnäytetyö on rajattu käsittelemään asuinrakennusten energiatehokkuuden parantavia toimenpiteitä kiinteistön ylläpitoon kuuluvassa korjaustoiminnassa ja kunnossapidossa.

3 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä on käytetty lähdeaineistona alan kirjallisuutta, energiatehokkuuteen vaikuttavia määräyksiä ja lakeja sekä tilastoja. Lisäksi työssä on tutkittu

olemassa olevia energiatehokkuuteen liittyviä oppaita, ohjeita ja toimintamalleja. Tutkimisaineistossa oli yhteensä 219 kiinteistöä. Aineiston kiinteistöistä 114 oli kerros- ja luhtitaloja ja 105 kiinteistöä rivi- ja paritaloja.

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, miten pienet energiatehokkuuteen liittyvät kunnossapitokorjaukset vaikuttavat kiinteistöjen energiankulutukseen. Tuloksille tehtiin myös tilastollinen tarkastelu parittaisen T-testin avulla, jolla pyrittiin selvittämään, onko eri toimenpiteiden vaikutus energiankulutukseen tilastollisesti merkitsevä. Testissä tarkasteltiin energiankulutuksen keskiarvon muutosta ennen ja jälkeen toimenpiteen.

Tulosten perusteella voidaan arvioida, millaisia säästömahdollisuuksia tarkastelluilla toimenpiteillä on saavutettu. Tuloksissa tarkastellaan prosentuaalista säästöä kokonaisenergiankulutuksessa.

4 Rakennuskanta ja energiankäyttö Suomessa

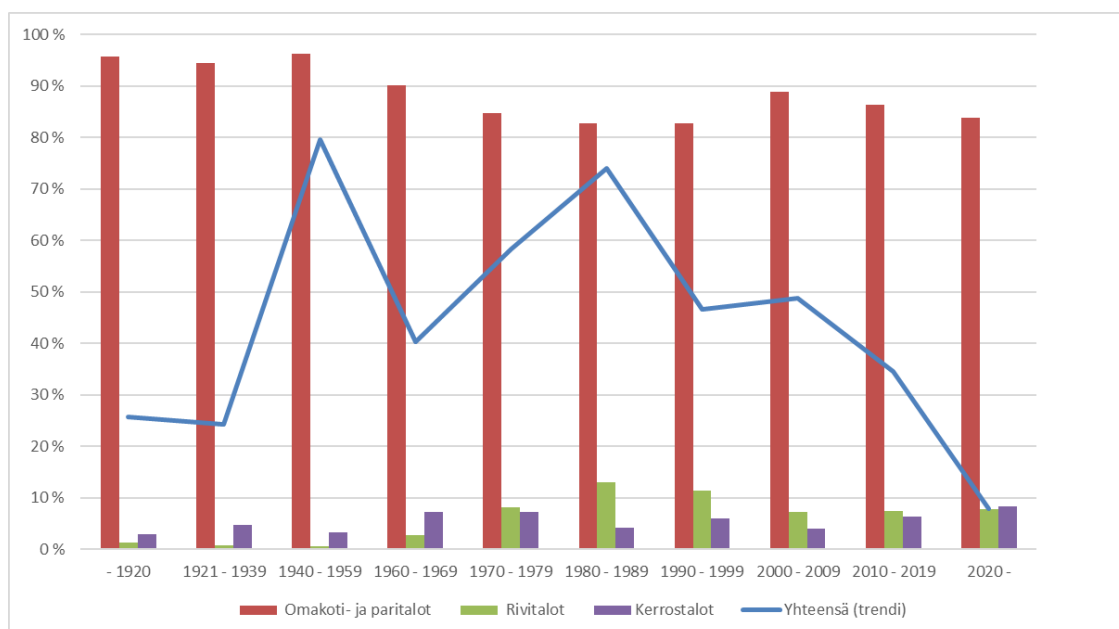
4.1 Rakennuskanta Suomessa

Suomen rakennuskanta koostuu suurilta osin omakoti- ja paritaloista. Ne kattavat koko rakennuskannasta noin kolme neljäsosaa. Rivi- ja kerrostalojen osuus on huomattavan pieni rakennustyypeittäin tarkasteltuna (2).

Eniten rakennettiin sotavuosien jälkeen, 1940-, 1950- ja 1980-luvuilla, jolloin Suomeen valmistui yli puoli miljoonaa asuinrakennusta. Tämä käsittää kolmanneksen Suomen tämänhetkisestä rakennuskannasta (2).

Rakennustyypeittäin tarkasteltaessa omakoti- ja paritalorakennukset kattavat edelleen merkittävän osan Suomen asuinrakennuskannasta. 1960-luvulle saakka niiden osuus oli yli 90 % kaikista asuinrakennuksista, minkä jälkeen osuus on pysynyt 80–90 % välillä. Rivitalotuotanto yleistyi 1970-luvulla, ja rivitalojen huippuvuodet olivat 1980–1990-luvuilla, jolloin niiden osuus uudisrakennuskannasta ylitti 10 % (2).

Kuvassa 1 on esitetty eri asuinrakennustyyppien osuus uudisrakentamisesta eri vuosikymmenillä. Sininen viiva kuvaa asuinrakentamisen trendiä. Tilastokeskuksesta saatu data esittää kuvassa on rakentamisen 20 vuoden syklillä vuoteen 1959 saakka ja 10 vuoden syklillä vuodesta 1960 eteenpäin.



Kuva 1. Rakennuskannan kehitys Suomessa. Sininen viiva kuvaa uusien rakennusten rakentamisen volyyymiä (2).

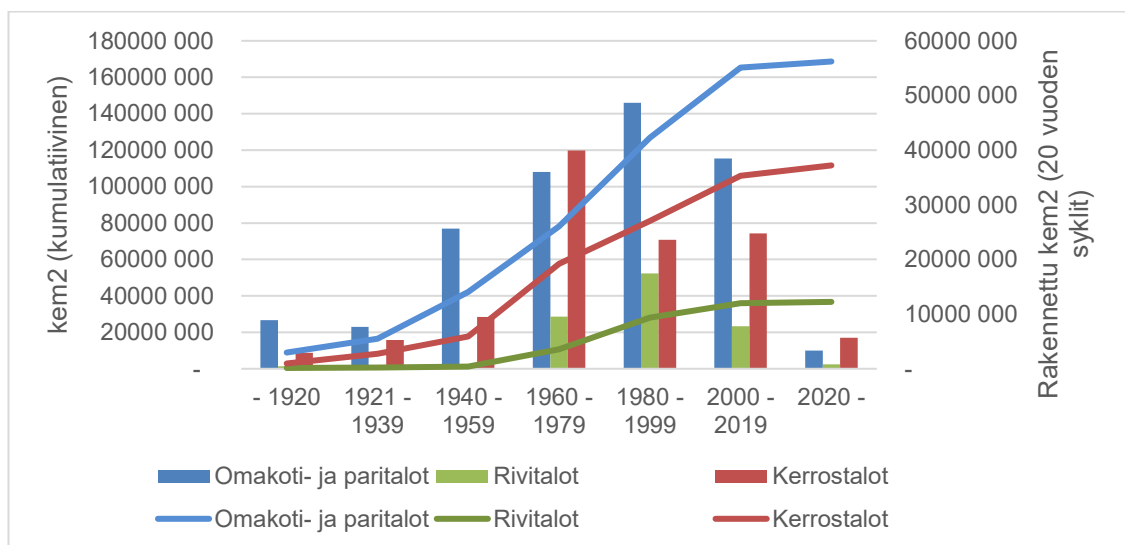
4.2 Asuntokanta Suomessa

Asuntojen määrällä ja rakennetulla asuinkerrosalalla mitattuna suurimmat vuosikymmenet sijoittuvat 1970–1980-luvuille. Näillä vuosikymmenillä valmistui Suomeen yli 800 000 uutta asuntoa. Etenkin rivitaloasuntojen rakentaminen yleistyi suhteessa muihin asumismuotoihin. Sotien jälkeisen kahden vuosikymmenen aikana (1950- ja 60-luvuilla) valmistui alle 20 000 rivitaloasunta. Rakentamisen huippuvuosina 1970- ja 1980-luvuilla valmistui noin 200 000 rivitaloasuntoa (2).

Suomen asuntopinta-alasta suurin osa koostuu pientaloista, joihin kuuluvat omakoti- ja paritalot. Näiden osuus koko Suomen asuntokannasta kerrosalalla mitattuna on noin 53 %. Kerrostalorakentaminen oli huipussaan kaupungistumisen myötä 1960–1970-luvuilla, jolloin kerrostaloasuntojen rakentaminen

kerrosalalla mitattuna nousi ohi pientalorakentamisen. Viimeisen 15 vuoden aikana kerrostalorakentaminen on jälleen noussut suurimmaksi asuntorakentamisen muodoksi ohi pientalorakentamisen (2).

Kuvassa 2 on esitetty asuinrakennusten kerrosalat rakennustyypeittäin. Viivat esittävät kerrosalan kumulatiivista kasvua ja palkit kuvaavat rakennettua kerrosalaa eri vuosikymmeninä.

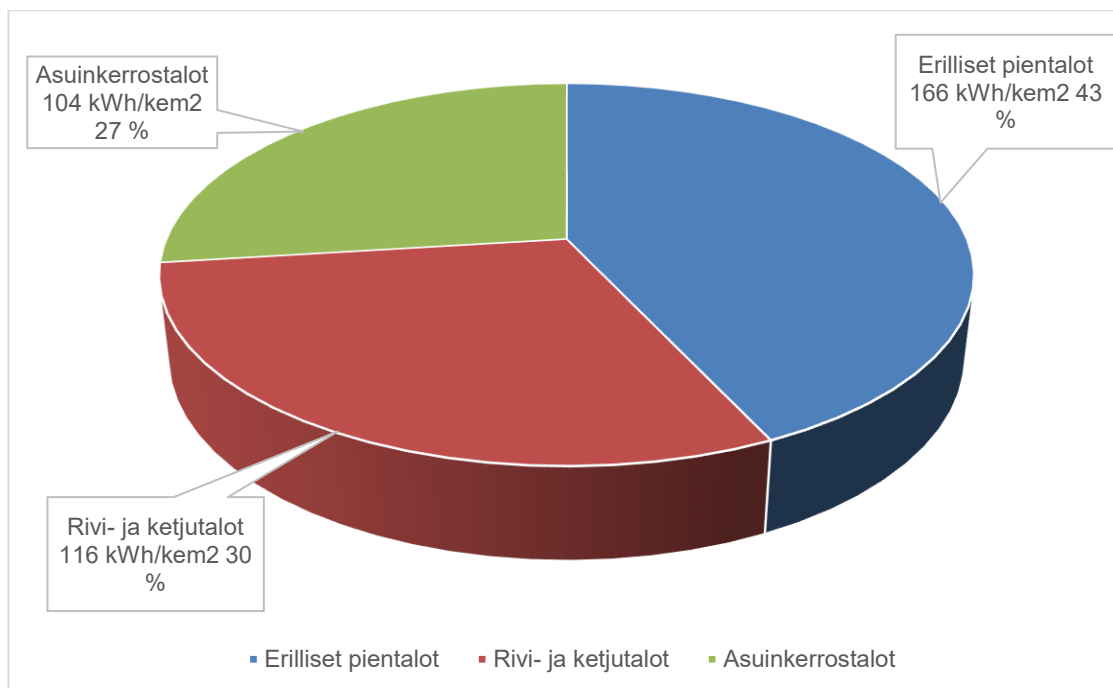


Kuva 2. Olemassa olevien rakennusten rakennetut kerrosneliömäärät vuosikymmenittäin (2).

4.3 Asumismuotojen energiankulutus

Eri asumismuotoja tarkasteltaessa voidaan havaita, että energiatehokkuus on heikointa Suomen rakennuskannassa omakoti- ja paritaloissa. Kuvassa 3 on esitetty asuinrakennusten lämmitysenergiankulutuksen jakautuminen kerrosneliömetriä kohden vuonna 2021 olemassa olevassa asuinrakennuskannassa (3).

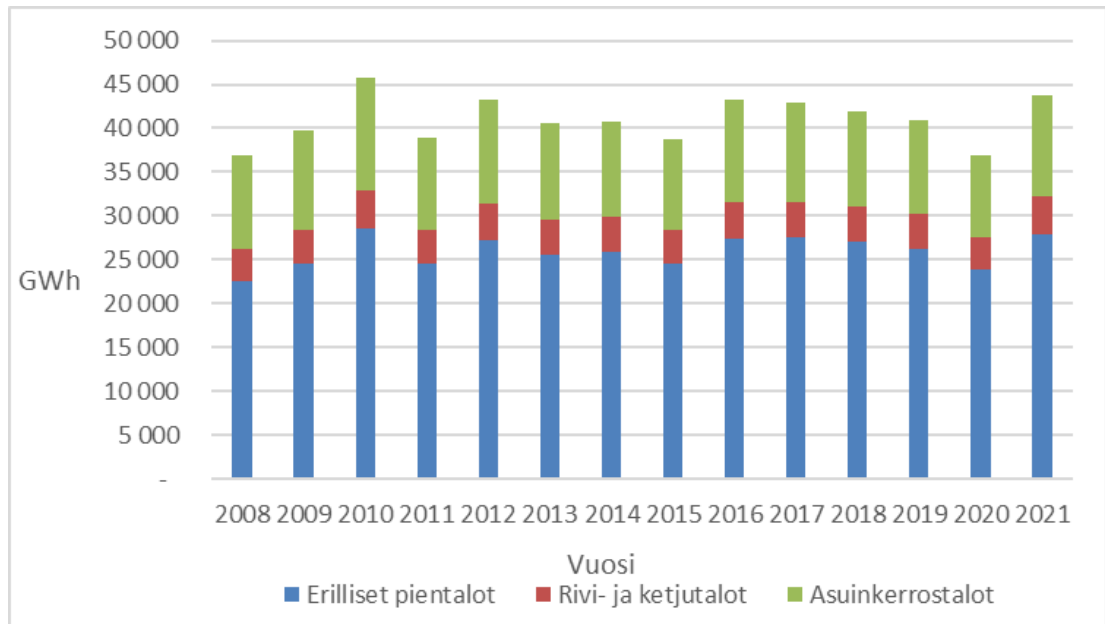
Kuvasta voidaan nähdä, että suurin kulutus kerrosneliömetriä kohden on erillis- ja pientaloissa. Erillis- ja pientaloissa on kerrosalaan suhteutettuna enemmän ulkoseinäpinta-alaa kuin rivi- tai kerrostaloissa, mikä johtuu rakennustyyppistä. Lisäksi kulutuseroa selittää pientalojen suurempi osuus vanhassa rakennuskannassa.



Kuva 3. Olemassa olevien rakennusten energiankulutus vuonna 2021 rakennustyyppittäin kerrosneliötä kohden (2; 3).

Asuinrakennuksen kokonaiskulutuksesta noin kaksi kolmasosaa kuluu erillisten pientalojen lämmitykseen. Asuinkerrostalojen osuus on noin neljännes ja rivi- ja ketjutilat kuluttavan noin 10 % kokonaiskulutuksesta. Vuodesta 2008 pientalojen osuus on noussut 2,6 % ja vastaavasti kerrostalojen osuus pienentynyt (3).

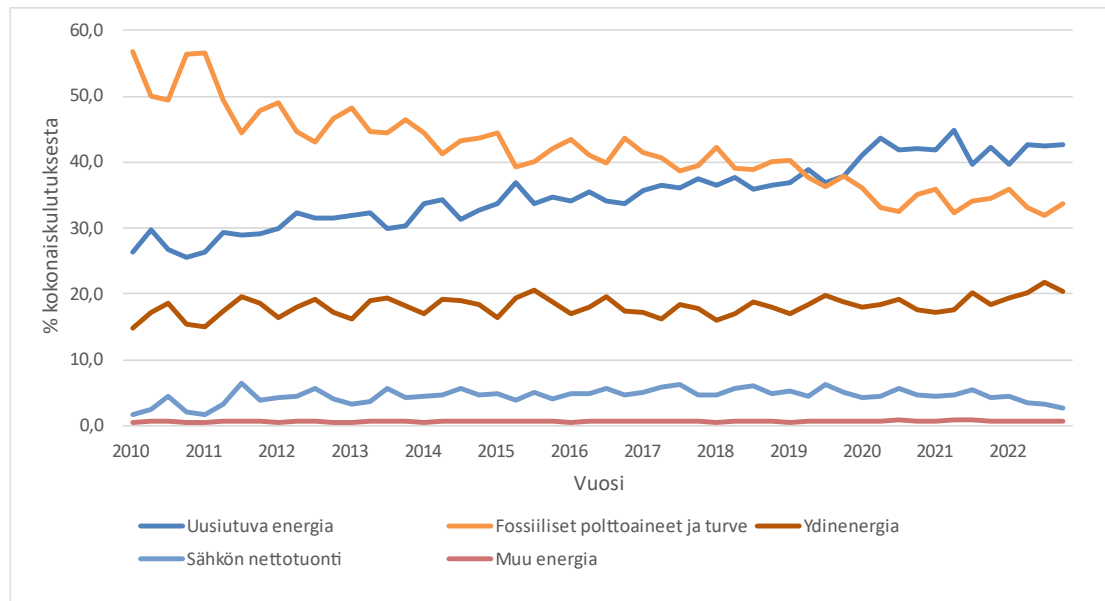
Kuvassa 4 on esitetty asuinrakennusten lämmitykseen kulunut kokonaisenergia vuosina 2008–2021. Lämmitysenergiankulutus on pysynyt samalla tasolla tarkastelujaksolla huolimatta rakennus- ja asuntokannan kasvusta. 2010–luvulla rakennettiin yli 300 000 uutta asuntoa.



Kuva 4. Asuinrakennusten lämmitysenergiankulutus asumismuodoittain 2008–2021 (3).

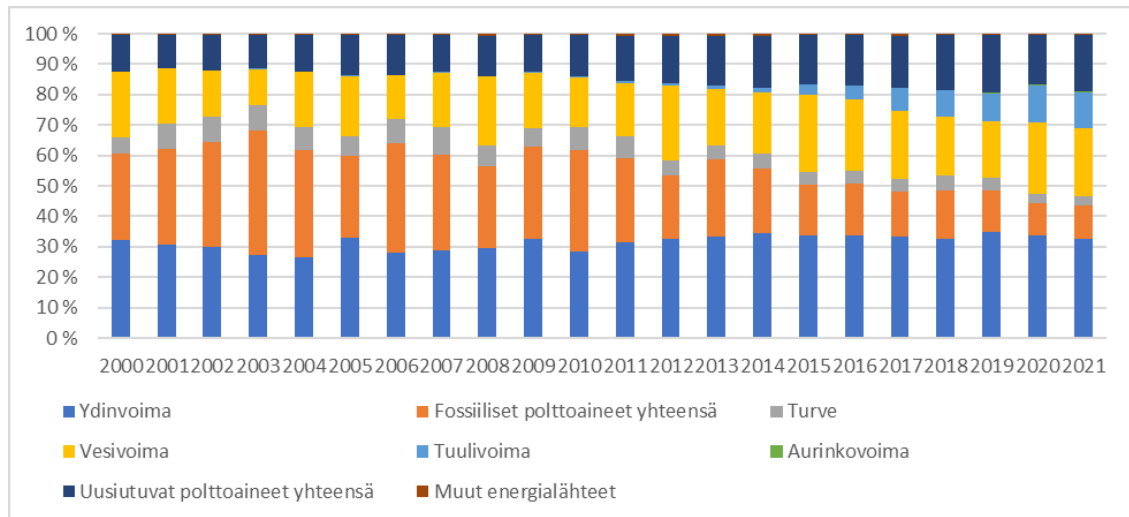
4.4 Energianlähteet ja kulutus

Suomessa käytettävästä energiasta suurin osa tuotetaan uusiutuvilla energialähteillä. Uusiutuvan energian käyttö ohitti fossiiliset polttoaineet vuoden 2019 lopussa (kuva 4). Viime vuosina uusiutuvien energialähteiden osuus on ollut hieman yli 40 % kokonaiskulutuksesta (3).



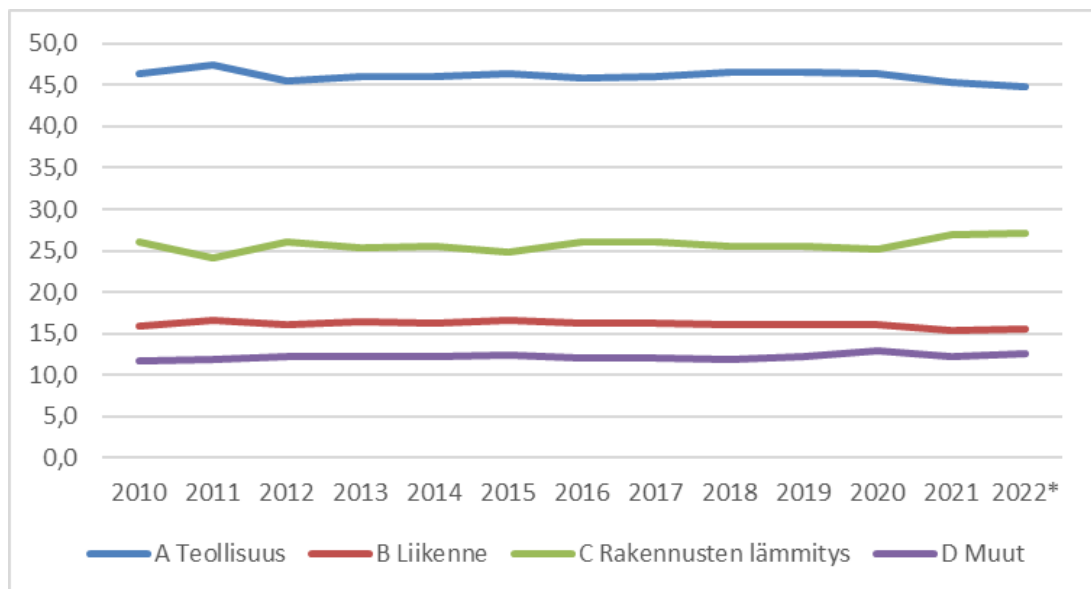
Kuva 5. Energiankulutus energialähteittäin 2010–2022. Vuoden 2022 osalta on käytetty ennakkotietoa (4).

Sähköntuotanto on kehittynyt viimeisinä vuosikymmeninä entistä fossiilivapaampaan suuntaan. Kun vuonna 2000 sähkön tuotannosta fossiilisilla polttoaineilla tuotettua sähköä oli noin kolmannes, vuonna 2021 osuus oli enää 14 %. Kuva 6 voidaan havaita, että vuoden 2021 jälkeen Ukrainan sodan aiheuttamat toimet energiantuotannossa ja Olkiluodon kolmannen ydinvoimalan valmistuminen ja tuulivoimaloiden rakentaminen ovat lisänneet fossiilivapaan sähköntuotannon osuutta.



Kuva 6. Sähkön tuotannon osuus energialähteittäin vuosina 2000–2021 (4).

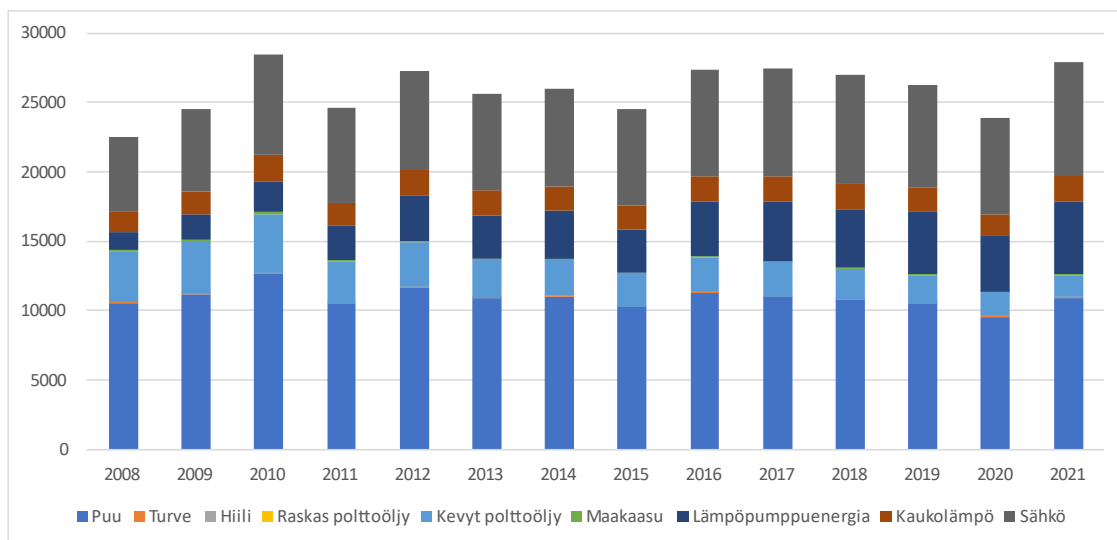
Energian loppukäytön jakautuminen on pysynyt hyvin samalla tasolla kaikilla sektoreilla 2010-luvulta saakka (kuva 7). Teollisuus käyttää kokonaisenergiasta lähes puolet, asuinrakennusten lämmitys noin neljänneksen ja liikenne sekä muu käyttö reilun neljänneksen (4).



Kuva 7. Energian loppukäyttö sektoreittain 2010–2022 (Vuoden 2022 tiedot ovat ennakkotietoja) (4).

4.5 Pientalojen energiankäyttö

Suomen rakennuskanta koostuu pääosin omakoti- ja paritaloista. Koko rakennuskannasta lähes 90 % on pientaloja (2). Asuinrakennusten kokonaisenergiankulutus vuonna 2021 oli 46,4 TWh (3). Asuinrakennusten osuus Suomen koko rakennuskannan energiankulutuksesta oli noin 56 % (4). Pientalojen energiankulutuksen osuus oli vuonna 2021 oli 64 %. Pientalojen energiankäytön osuus koko rakennuskannasta on kasvanut tasaisesti vuodesta 2008 neljä prosenttia vuosien 2008–2021 aikana. Pientalorakennusten pääasiallisena energianlähteenä on puu ja sähkö. Lämpöpumppuenergian käyttö on kasvanut viisinkertaiseksi vuodesta 2008 ja kattoi vuonna 2021 lähes viidenneksen lämmitysenergiatarpeesta, kun taas öljylämmityksen osuus on pienentynyt (kuva 8).

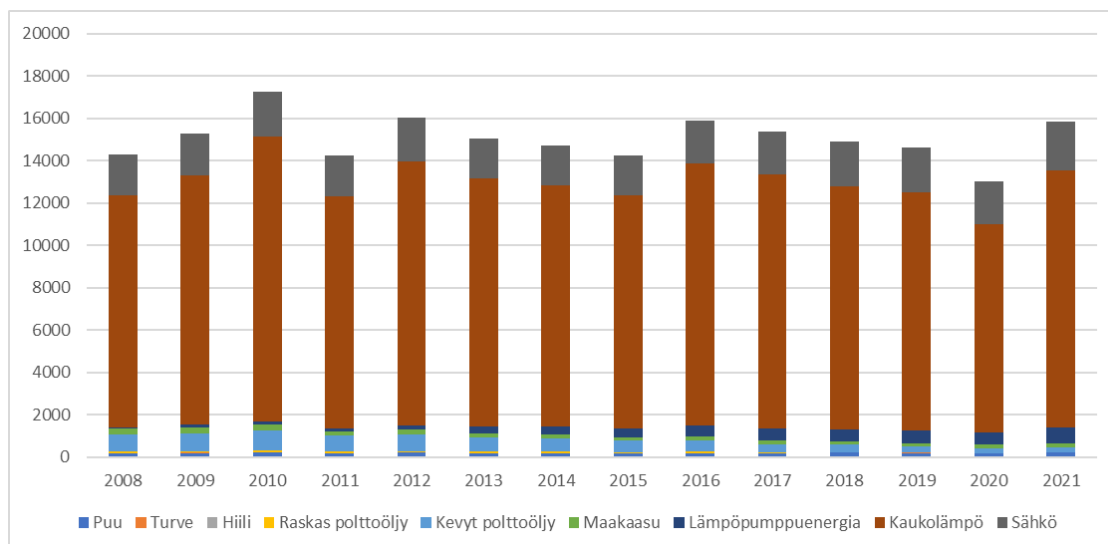


Kuva 8. Pientalojen lämmitysenergiankulutus lämmönlähteittäin (3).

4.6 Kerros- ja rivitalojen energiankäyttö

Kerros- ja rivitalojen osuus Suomen rakennuskannassa on lukumäärällisesti pieni, mutta energiankulutuksen osalta ne kuluttavat noin 36 % asuinrakennusten kokonaiskulutuksesta (3).

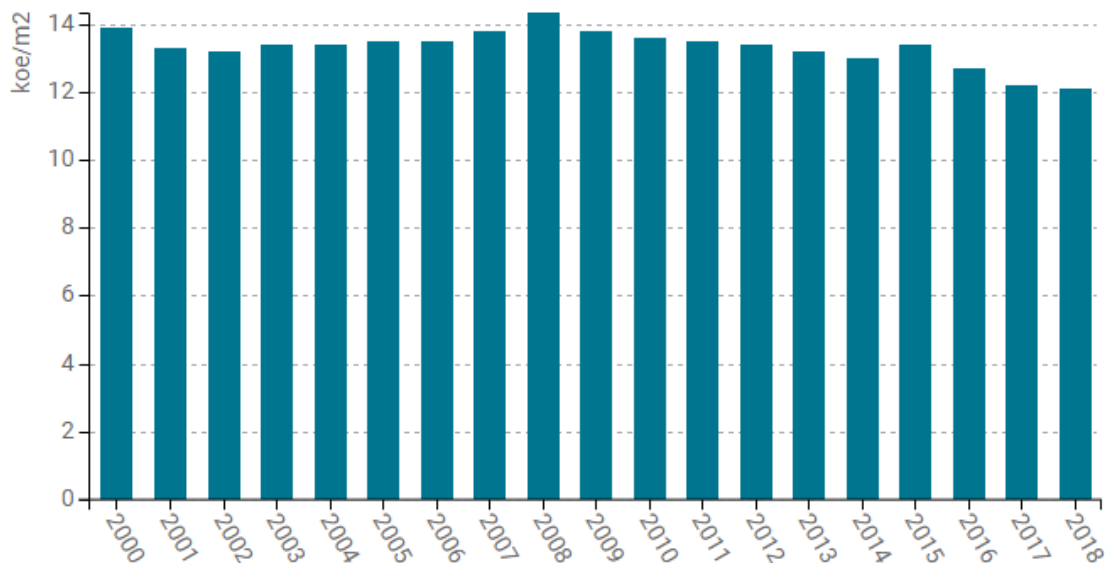
Puu on pientalojen merkittävin lämmönlähde. Kerros- ja rivitaloissa suurin lämmönlähde on kaukolämpö (kuva 9). Kaukolämmön ja sähkölämmityksen osuus kerros- ja rivitalojen lämmityksestä on noin 90 %. Suurempien kiinteistöjen lämmöntuotannossa lämpöpumppuenergian hyödyntämisen osuus on pientalojen tapaan noin viisinkertaistunut vuosien 2008–2021 aikana, mutta sen osuus oli vain 4,8 % lämmitysenergian kokonaiskulutuksesta vuonna 2021 (3).



Kuva 9. Kerros-, rivi-, ja ketjutalojen lämmitysenergiankulutus lämmönlähteittäin (3).

4.7 Asuinrakennusten energian loppukäyttö

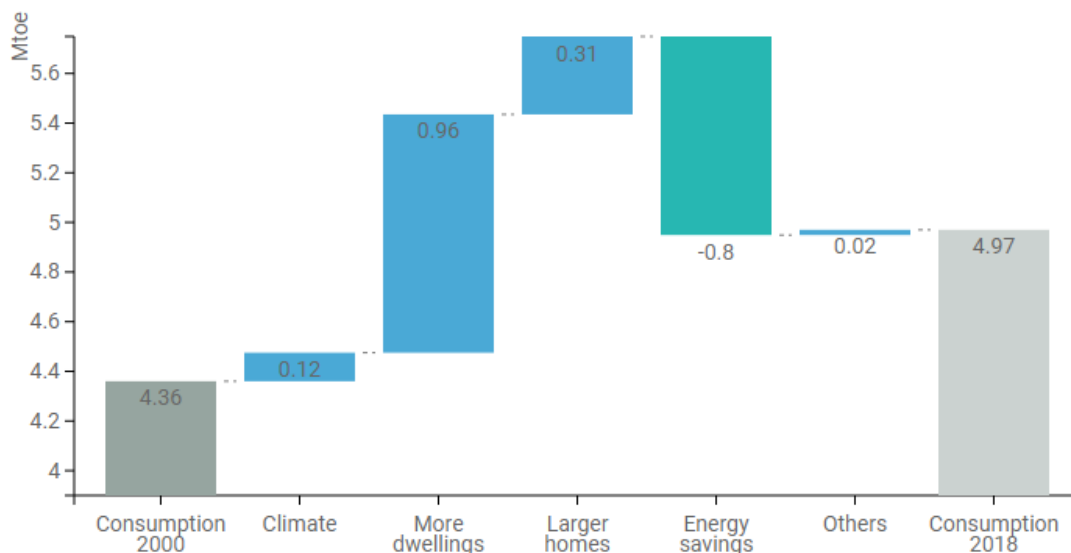
Eurooppalaisen Odyssee-tietokannan tilaston mukaan (kuva 10) vuosien 2000–2018 aikana asuintilojen lämmityksen sääkorjattu energiankulutus lämmitettyä pinta-alaa kohden on laskenut noin 14 % (5).



Kuva 10. Tilojen lämmityksen energiankulutus pinta-alaa kohden (lämpötilakorjattu lämmitysenergiankulutus).

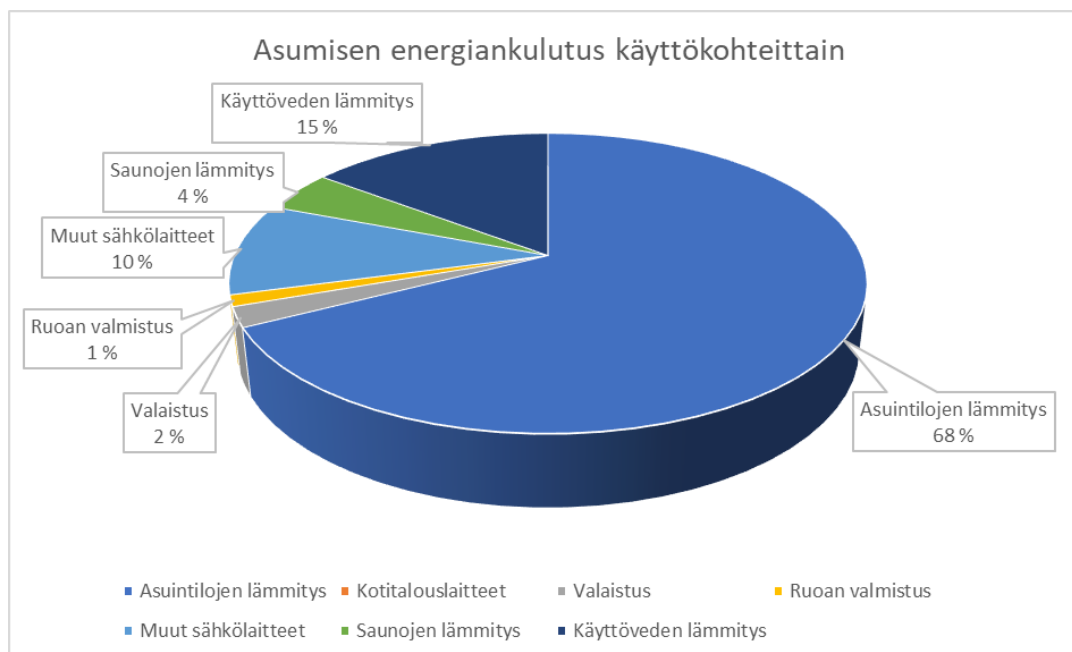
Kotitalouksien yhteenlaskettu kokonaisenergiankulutus on noussut vuosina 2000–2018 vajaat 15 % pääasiassa uudisrakentamisen vuoksi. Nousua ovat kompensoineet 2000- ja 2010-luvulla toteutetut energiatehokkuustoimenpiteet.

Dekomponointitarkastelussa jaetaan muutokseen vaikuttavat tekijät osiin, jolloin voidaan tarkastella tarkemmin, mistä tulosten muutos syntyy. Kuvassa 11 on esitetty energiankulutuksen muutokseen vuosien 2000–2018 välillä vaikuttaneet tekijät.



Kuva 11. Kotitalouksien energiankulutuksen muutoksen dekomponointi 2000–2018 (5).

Kuvassa 12 on esitetty asumisen energiankulutus käyttökohteittain, mistä voidaan havaita, että asuinrakennusten energiasta merkittävin osuus kuluu asuintilojen ja käyttöveden lämmittämiseen. Muuhun kuin lämmityksen tai käyttöveden lämmitykseen kuluu keskimäärin alle 20 % asunnon energian loppukulutuksesta. Esimerkiksi valaistuksen osuus asuinrakennusten energiankäytöstä vuonna 2021 oli 2 %. Energiansäästön kannalta merkittävimmät säästökohteet kiinteistöissä löytyvät todennäköisimmin tilojen lämmitykseen liittyvistä osa-alueista.



Kuva 12. Asumisen energiankulutus käyttökohteen mukaan vuonna 2021 (3).

Asumisen loppukäytön kokonaisenergiankulutuksessa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia vuosien 2008–2022 aikana (3). Taulukosta 1 voidaan havaita, että valaistuksen sähköenergian kulutuksessa on tapahtunut merkittävää laskua tarkastelujaksolla, mutta muiden sähkölaitteiden kulutus on tasaisesti noussut. Vuonna 2022 valaisukseen käytettiin sähköenergiaa alle 1 400 GWh, kun se oli vuonna 2008 yli 3 200 GWh. Valaistuksen energiansäästö selittyy todennäköisesti LED-lamppujen yleistymisellä. EU:n komissio antoi vuonna 2009 direktiivin hehkulamppujen valmistuksen vaiheittaisesta lopettamisesta vuosien 2009–2012 aikana, minkä jälkeen yli 7 W tehoisten hehkulamppujen valmistus ja maahantuonti kiellettiin (6).

Taulukko 1. Asumisen energiankulutus vuosina 2008–2022 (GWh) (3).

Vuosi	Asuintilojen lämmitys	Kotitalouslaitteet	Valaistus	Ruoan valmistus	Muut sähkölaitteet	Saunojen lämmitys	Käyttöveden lämmitys
2008	38 790	8 763	3 257	842	4 664	2 853	9 418
2009	41 894	9 116	3 044	849	5 223	2 870	9 475
2010	48 077	9 092	2 702	826	5 564	2 880	9 522
2011	40 867	8 321	2 482	799	5 039	2 871	9 584
2012	45 503	8 856	2 349	714	5 793	2 894	9 658
2013	42 740	8 396	2 115	698	5 584	2 902	9 727
2014	42 830	8 099	1 919	690	5 491	2 924	9 789
2015	40 807	7 886	1 876	681	5 330	2 920	9 850
2016	45 693	8 294	1 770	681	5 844	3 049	9 961
2017	45 349	8 126	1 633	673	5 820	3 057	9 954
2018	44 344	8 284	1 599	674	6 011	3 063	9 977
2019	43 370	8 519	1 558	680	6 281	3 069	10 022
2020	39 220	8 619	1 512	898	6 209	3 063	10 082
2021	46 423	9 185	1 482	833	6 871	3 069	10 133
2022	42 746	8 823	1 373	773	6 679	3 041	10 036

Valaistuksen energiansäästö reilusta 3 000 GWh:sta alle 1 400 GWh:n vuosittaiselle tasolle tarkoittaa noin 2,5 %:n säästöä asumisen kokonaiskulutuksesta vuositasolla. Valaistuksen tai saunojen lämmittämiseen kuluva energia on kuitenkin hyvin pieni osuus rakennuksissa kulutettavan energian kokonaismäärästä.

Mikäli asuinrakennusten huonelämpötilaa laskettaisiin puoli celsiusastetta, kattettaisiin tällä toimenpiteellä laskennallisesti valaistukseen tai saunojen lämmittämiseen kulunut energia kokonaisuudessaan (7).

5 Suomen pitkän aikavälin korjausstrategia vuosille 2020–2050

Ympäristöministeriö on laatinut vuosina 2018–2020 Suomen pitkän aikavälin korjausstrategian vuosille 2020–2050. Pitkän aikavälin korjausstrategian laadinta perustuu EU:n Rakennusten energiatehokkuusdirektiiviin 2010/31/EU

muutettuna direktiivillä 2018/844/EU. Direktiivin artiklassa 2 veloitetaan EU:n jäsenmaat laatimaan pitkän aikavälin korjausstrategia vuoteen 2050 asti. Strategian tavoitteena on laatia keinot ja toimet, joilla rakennuskanta saataisiin erittäin energiatehokkaaksi ja vähähiiliseksi. (8)

Direktiivin vaatimukset täyttyvät uudisrakentamisessa, joten strategia keskittyy korjausrakentamisen energiatehokkuuteen. Strategiassa on esitetty Suomen nykyisen rakennuskannan tilanne energiatehokkuusnäkökulmasta rakennustyypeittäin. Lisäksi strategiassa käsitellään Suomen energiatuotannon tunnuslukuja.

Strategiassa esitellään poliittisia ja käytännön toimia, joilla korjausrakentamisessa otetaan huomioon energiatehokkuus. Strategiassa käsitellään laajasti rakennukselle tehtäviä toimenpiteitä asunto-osakeyhtiöiden korjaus- ja muutostöistä suurempien julkisten rakennusten toimenpiteisiin ja muun muassa korjausrakentamisen markkinakäyttämiseen energiatehokkuuden kannalta.

6 EU:n energiatehokkuusstrategia ja asetukset

6.1 Euroopan komission ilmastostrategia

Nykyiset energiatehokkuusdirektiivit pohjautuvat Euroopan komission vuonna 2007 esittelemään energia- ja ilmastostrategiaan, jonka tavoitteena oli vähentää EU:n vuosittaista energiankulutusta 20 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä (9).

Ennen EU:n 2007 julkaisemaa ilmastostrategiaa oli voimassa rakennusten energiatehokkuusdirektiivi vuodelta 2002. Ilmastostrategian myötä Euroopan parlamentti totesi vuonna 2018 tarpeen tiukentaa vuoden 2002 direktiivin säännöksiä strategian mukaisten päästötavoitteiden toteuttamiseksi (10).

EU julkaisi uuteen strategiaan liittyvän rakennusten energiatehokkuusdirektiivin vuonna 2010 (2010/31/EU), jota päivitettiin vuonna 2018 (2018/44/EU) tehdyllä muutoksella. Vuonna 2021 Euroopan komissio julkaisi ehdotuksen rakennusten

energiatehokkuusdirektiivin muuttamisesta. Muutoksessa esitetään uusien rakennusten päästöttömyyttä vuodesta 2030 alkaen. Julkisissa rakennuksissa päästöttömyystavoite on asetettu alkamaan vuodesta 2027 (11).

Suomen valtioneuvosto antoi kantansa EU:n ehdotukseen julkaisussaan 31.3.2022. Kannanotossaan valtioneuvosto painotti aurinkoenergian hyödyntämistä uusiutuvan energian tuotannossa. Valtioneuvoston kannanotossa pidettiin EU:n tavoiteaikataulua liian tiukkana (12).

6.2 EU:n uusi lakiehdotus rakennusten energiatehokkuudesta

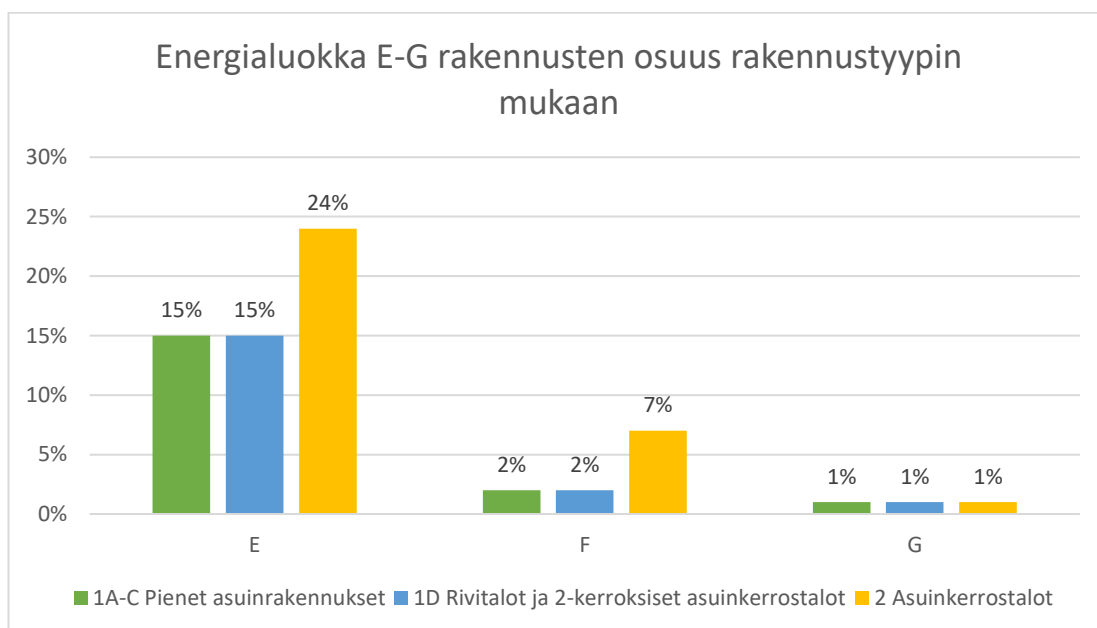
Maaliskuussa 2023 EU:n parlamentin antamassa kannanotossa esitettiin mediahuomiotakin herättänyt vaatimus asuinrakennusten vähimmäisenergialuokasta. Maaliskuisessa kannanotossaan EU:n parlamentti esitti, että asuinrakennusten tulisi saavuttaa vähintään energiatehokkuusluokka E vuoteen 2030 mennessä, ja vuoteen 2033 mennessä kaikkien asuinrakennusten vaatimus olisi ollut energiatehokkuusluokka D (13).

Euroopan parlamentti, komissio ja neuvosto pääsivät alustavaan sopuun energiatehokkuusdirektiivin muutoksista joulukuussa 2023. Neuvotteluiden tuloksena direktiiviesityksestä poistettiin yksityiskohtaiset vaatimukset asuinrakennusten energiatehokkuusluokituksen parantamisesta. Direktiivin kirjausta on muutettu niin, että asuinrakennuksille on esitetty vaatimus vähentää keskimääräistä primäärienergiankulutusta 16 % vuoteen 2030 ja 20–22 % vuoteen 2033 mennessä. Direktiiviesityksessä on annettu mahdollisuus valita, mihin rakennuksiin vähennysvaatimuksia kohdistetaan. Vaatimuksena on kuitenkin, että 55 % vähennystavoitteesta kohdistetaan energiatehokkuudeltaan huonoimpiin rakennuksiin (14).

Suomen korjausrakentamisen strategiassa vuosille 2020–2050 on esitetty Suomen osalta tavoitteet ja toimenpiteet, joilla Suomi on ilmoittanut toteuttavansa energiatehokkuusdirektiiviin 2010/31/EU muutettuna direktiivillä 2018/844/EU mukaiset vaatimukset. Strategiassa on määritelty F- ja G-energialuokan

rakennukset energiatehokkuudeltaan heikoimmaksi rakennuskannaksi (8). Julkaisussa on esitetty, että vuoteen 2030 mennessä Suomen rakennuskannassa ei ole enää F- ja G-energiatehokkuusluokituksen omaavia rakennuksia.

Kuvasta 13 voidaan nähdä, että tällä hetkellä energiatehokkuudeltaan heikoimpien, luokkien F ja G, rakennusten osuus vuonna 2023 on rivi- ja pientalojen osalta pieni ja kerrostalojenkin osalta alle 10 %. E-luokan rakennuksia on tällä hetkellä kerrostaloista noin neljäsosa ja pien- ja rivitaloista noin joka kuudes.



Kuva 13. Kiinteistöjen osuus energiatehokkuusluokissa E – G (15).

Ympäristöministeriö on ilmoittanut, että valmisteilla olevan lakimuutoksen vaikutuksia tarkastellaan myöhemmin. Direktiivi hyväksytään lopullisessa muodossaan EU:n neuvoston ja Euroopan parlamentin hyväksymiskäsittelyssä, jonka jälkeen direktiivin käytännön vaikutuksia pystytään arvioimaan tarkemmin.

7 Kansalliset energiatehokkuuteen vaikuttavat lait ja asetukset

Rakentamista Suomessa ohjaa maankäyttö- ja rakennuslaki, joka tuli voimaan 1.1.2000. Maankäyttö- ja rakennuslakia on täydennetty erinäisillä säädöksillä.

Energiatehokkuuden kannalta merkittävimmät muutokset lakiin säädettiin EU:n energiatehokkuusdirektiivin myötä vuonna 2013 ja 2017, jolloin säädettiin energiatehokkuutta koskevat asetukset koskemaan rakennuksen korjaus- ja muutostöitä. Uudis- ja korjausrakentamista koskeva laki energiatodistuksesta (50/2013) tuli voimaan vuonna 2013, ja sitä päivitettiin vuonna 2017 (1048/2017).

Eduskunta sääti 21.4.2023 lain uudesta rakentamislain (751/2023), joka korvaa aiemman maankäyttö- ja rakentamislain. Laki astuu voimaan 1.1.2025. Suurimpana muutoksena uudessa rakentamislainissa nykyiseen verrattuna on vähähiilisen rakentamisen huomioiminen ja ilmastonmuutoksen torjunta aiempaa paremmin uudis- ja korjausrakentamisessa sekä koko rakennuksen elinkaaren aikana (16).

7.1 Uudisrakennukset

Uudisrakentamisen energiatehokkuutta ohjaa Suomessa ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017). Asetuksessa on määritelty raamit uudisrakennuksen suunnittelulle ja rakentamiselle sekä esitetty laskentamenetelmät, jolla uudisrakennuksen energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku) tulee laskea. Uudisrakentamista koskevaa asetusta sovelletaan myös olemassa olevien rakennusten laajennukseen sekä kerrosalaan laskettavan tilan lisäämiseen.

7.2 Korjausrakentaminen

Maankäyttö- ja rakennuslakiin on tehty korjausrakentamisen energiatehokkuutta koskevat asetukset täydentämään alkuperäistä maankäyttö- ja rakennuslakia. Vuonna 2013 ympäristöministeriö sääti asetuksen rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (YM 4/13).

Vuoden 2013 asetusta muutettiin vuonna 2017 (YM 2/17), jolloin asetukseen lisättiin tarkennuksia energiatehokkuuteen liittyvistä toimenpiteistä. Asetuksessa

tarkennettiin energiatehokkuuden huomioimisesta laajamittaisessa korjaustyössä (17).

7.3 Energiatodistus

Suomessa pääsääntöisesti kaikilta yli 50 m² suuruisilla rakennuksilla on oltava voimassa oleva energiatodistus. Energiatodistus määrittelee rakennuksen laskennallisen energiatehokkuuden. Energiatodistusvaatimus on ollut voimassa vuodesta 2008 alkaen. Energiatodistus edellytetään pääsääntöisesti kaikilta uusilta rakennuksilta rakennuslupamenettelyn yhteydessä. Poikkeuksen muodostavat rakennukset, joita energiatodistusvelvoite ei energiatodistustilain mukaan koske (18).

Energiatodistuksessa käytettävä energiatehokkuuden luokitteluasteikko on määritelty ympäristöministeriön asetuksessa (1048/2017). Energiatehokkuusluokat on jaettu luokkiin A–G. Asetuksen 1048/2017 liitteessä 2 on E-lukuvaatimus kullekin energiatehokkuusluokalle ja luokitusasteikossa käytettävä laskentakaava. E-lukuvaatimus energiatehokkuusluokissa riippuu rakennuksen käyttötarkoituksesta ja pinta-alasta.


Rakennuksen E-luku on vakioituun käyttöön perustuva, energiamuodon kertoimella painotettu laskennallinen ostoenergiankulutus lämmitettyä nettopinta-alaa kohti. Laskennassa ei huomioida rakennusten todellista käyttö tai kulutusprofiilia, vaan laskelma tehdään vakioituilla arvoilla käyttötarkoituluokan 1–8 rakennuksille. Tämän laskentatavan tarkoituksena on esittää vertailukelpoinen tulos vastaavan käyttötarkoituluokan rakennuksiin nähden rakennusten ominaisuuksien, kuten lämmitysjärjestelmän ja ilmanvaihdon energiankulutuksesta. E-luvun yksikkö on kWh_E/m²/vuosi (18).


7.4 Energiakatselmustoiminta

Energiakatselmustoiminta on aloitettu Suomessa vuonna 1992, jolloin kehitettiin malli energiakatselmukselle (8). Vuonna 2014 voimaan astuneessa

energiatehokkuuslaissa suuret yritykset veloitettiin tekemään energiakatselmus neljän vuoden välein (kuva 14). Lain velvoite energiakatselmuksesta ei koske pieniä ja keskisuuria yrityksiä eikä esimerkiksi taloyhtiöitä. Valtioneuvoston asetus 20/2015 määritteli energiakatselmuksen sisällön ja vaatimukset tekijöiden pätevydestä.


Suuren yrityksen energiakatselmus sisältää


 **TIEDOT YRITYKSEN ENERGIANKÄYTÖSTÄ**

 **KOHDEKATSELMUKSIA, JOTKA KATTAVAT OSAN YRITYKSEN ENERGIANKÄYTÖSTÄ**

- Perustiedot
- Energiankulutus- ja kustannustiedot
- Nykytilan kuvaus
- Energiansäästötoimet

HUOM!
Kohdekatselmusten tiedot palautetaan sähköisesti Energiavirastoon.



 **SUUNNITELMA SEURAAVISTA KOHDEKATSELMUKSISTA**

Kuva 14. Suurten yritysten energiakatselmus (19).

Suurten yritysten energiakatselmukseen sisältyy Energiaviraston pätevöimän tarkastajan suorittama kohdekäynti yrityksen toimipisteissä ja energiakatselmuksraportti. Energiakatselmuksessa arvioidaan yrityksen energiatehokkuus ja esitetään toimenpiteitä, joilla energiatehokkuutta voitaisiin parantaa (19).

Energiakatselmustoiminnan rinnalla Suomessa on toteutettu myös uusiutuvan energian kuntakatselmuksia, jossa tarkastellaan kuntatasolla uusiutuvien energiamuotojen mahdollisuuksia. Kuntakatselmuksiin on saatavilla Business Finlandin tukirahoitusta, mikäli se toteutetaan Motivan laatiman ohjeistuksen mukaisesti (20).

Energiakatselmustoiminta asuinrakennuksille on mainittu toimenpiteenä energiatehokkuuden parantamiseksi Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen

strategiassa vuosille 2020–2050. Asuinkiinteistöjen omistajilla ei kuitenkaan ole velvoitetta teettää energiakatselmusta omistamiinsa kiinteistöihin. Osalla konsulttipalveluita tuottavista yrityksistä on palvelutarjonnassaan energiakatselmukset asuinrakennuksille, johon Motiva Oy on laatinut ohjeet. Ohjeet on päivitetty viimeksi vuonna 2005 (21).

7.5 Uusi rakentamislaki

Nykyisen maankäyttö- ja rakentamislain korvaava rakentamislaki astuu voimaan 1.1.2025. Nykyinen maankäyttö- ja rakentamislaki on ollut voimassa vuodesta 2000. Uudessa rakentamislaiissa on painotettu aiempaa lakia huomattavasti enemmän energiatehokasta ja vähähiilistä rakentamista. Energiatehokkuutta, vähähiilisyyttä ja ilmastonmuutoksen torjuntaa on kirjattu lakiin useissa pykälissä (22).

Esimerkiksi nykyisen lain (132/1999) §12 rakentamisen tavoitteina on rakentaa ekologisesti, kun taas uuden rakentamislain (751/2023) vastaavassa §5 on kirjattu, että rakentamisen on hillittävä ilmastonmuutosta.

Lisäksi uudessa rakennuslaissa vaaditaan ilmastaselvitys uudisrakennuksille ja laajamittaisille korjaushankkeille. Ilmastaselvityksessä on esitettävä hankkeen hiilikäden- ja jalanjäljet rakennushankkeen alusta koko elinkaaren ajalle. Laskennassa on käytettävä ympäristöministeriön vähähiilisyyden arviointimenetelmää.

8 Valtion avustukset energiatehokkuutta parantaviin toimenpiteisiin

8.1 ELY-keskuksen avustus

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY) avustaa pientalojen öljy- ja maakaasujärjestelmien muutosta vähempipäästöisiin lämmöntuotantomuotoihin.

Tukea voi saada öljy- tai maakaasulämmityksestä luovuttaessa 2 500 € tai 4 000 € riippuen vaihdettavasta lämmitysmuodosta (23).

Mikäli lämmitysmuoto uusitaan lämpöpumpulla toimivaan järjestelmään tai kaukolämpöön, on avustuksen suuruus 4 000 €. Muihin lämmitysjärjestelmiin siirtäessä avustus on 2 500 €.

ELY-keskuksen mukaan lokakuussa 2023 öljylämmityksen vaihtamiseen oli toimitettu yli 30 000 tukihakemusta, joista maakaasukohteita oli noin 1 000 (24).

Motiva on laatinut laskelman kahdesta esimerkkikohteesta, joissa on tarkasteltu öljylämmityksestä luopumisen kustannustehokkuutta. Vaihdettaessa öljylämmitys kaukolämpöön takaisinmaksuaika on 1990-luvun omakotitalossa noin 10 vuotta ja 1970-luvulla rakennetussa pientalossa alle 10 vuotta (25).

8.2 ARA energia-avustus

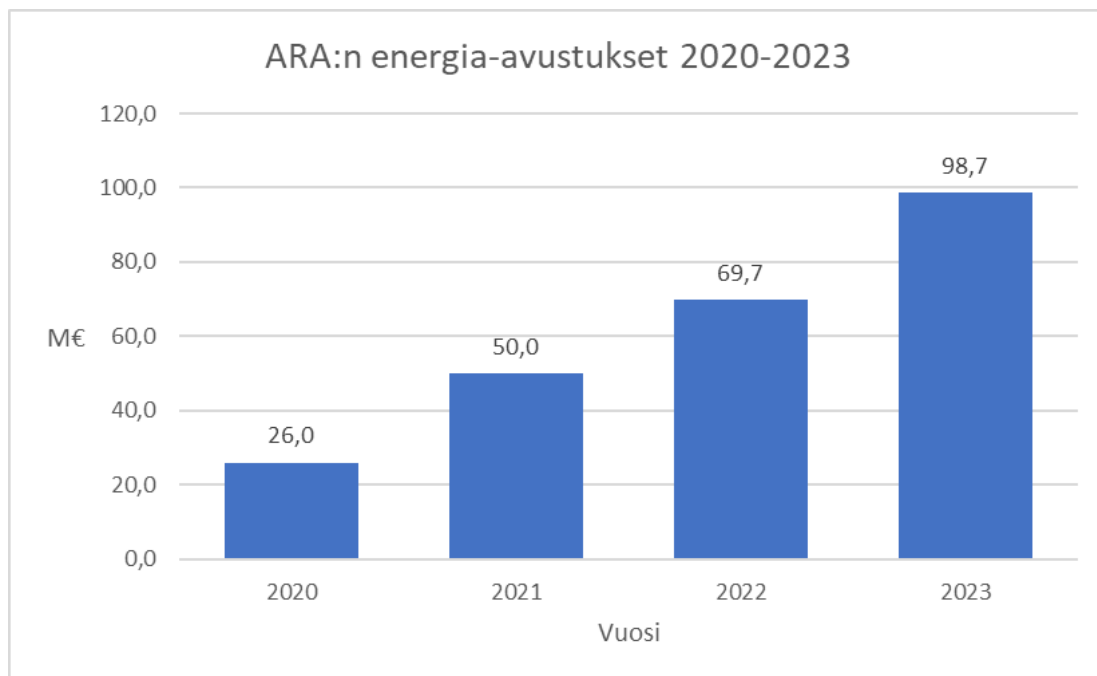
8.2.1 Avustuksen tarkoitus ja määrät

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus on tukenut vuosina 2020–2023 asuinrakennuksia energiatehokkuutta parantavien korjaushankkeiden toteuttamisessa. Energia-avustuksen tavoitteena on parantaa rakennusten energiatehokkuutta ja kannustaa kiinteistön omistajia toteuttamaan energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä joko itsenäisenä energiaremonttina tai yhdistettynä muuhun kiinteistön korjaushankkeeseen (26).

Valtion talousarvioesityksessä vuodelle 2024 on päätetty, että energia-avustukselle ei osoiteta uutta määrärahaa. Korvaavaa energia-avustusjärjestelmää ei hallituksen talousarviossa ole esitetty (27).

Kuvassa 15 on esitetty energia-avustusten kehitys vuosina 2020–2023. Kuvasta voidaan havaita, että energia-avustukset kasvoivat merkittävästi vuoteen 2023 saakka. Ensimmäisenä energia-avustusvuotena avustuksia myönnettiin 26 miljoonaa euroa ja vuonna 2023 energia-avustukselle osoitettiin jo 98,67 miljoonan

euron määräraha. Vuoden 2023 energia-avustusmäärärahaan sisältyy vuonna 2022 julkaistu avustus kaukolämpölaitteiston uusimiseksi matalalämpötilaisiksi laitteistoiksi.



Kuva 15. Toteutuneet ARA:n energia-avustussummat vuosina 2020–2022 ja myönnetty summa vuodelle 2023 (28).

8.2.2 Avustusten hakeminen

ARA:n energia-avustukset olivat suunnattu henkilöasiakkaille, taloyhtiöille ja ARA-yhteisöille sekä kuntien vuokratyhtiöille. Avustuksen suuruus määräytyi ARA:n määrittelemällä laskentamallilla, jossa avustuksen suuruus oli enintään 4 000 € tai 6 000 € asuntoa kohden. Laskennassa huomioitiin avustettavaksi hyväksytyistä rakennuskohtaisista kustannuksista enintään 50 %, jotka kohdistuvat energiatehokkuutta parantaviin toimiin. Energiatehokkuuden parannusvaatimus remontissa esitetään taulukossa 2. Vaadittu parannus lasketaan rakennuksen rakentamisajankohdan mukaisesta E-luvusta, joten aiempina vuosina jo tehdyt energiatehokkuutta edistävät korjaukset edesauttoivat avustuksen piiriin pääsemistä.

Taulukko 2. Energiatehokkuuden vaadittu prosentuaalinen parantaminen rakentamisajankohtaan nähden ARA:n energia-avustuksessa.

Rakennustyyppi	Ym:n asetuksen vähimmäistaso	Avustuksen lisävaatimus	Vaadittu parannus yhteensä
Kerrostalo	15 %	20 %	32 %
Rivitalo	20 %	20 %	36 %
Omakoti- pari- ja ketjutalo	20 %	30 %	44 %

9 Energiatehokkuuspotentiaalin tunnistaminen asuinrakennuksissa

Energiatehokkuuspotentiaalin tunnistamisessa olennaisinta on ymmärtää energiatehokkuuteen vaikuttavat osa-alueet ja tuntea eri taloteknisten järjestelmien toiminta ja niiden vaikutus energiankulutukseen. Esimerkiksi valaistus on näkyvä energiaa vievä osa rakennuksesta, mutta sen energiankulutus suhteessa huoneiston tai koko rakennuksen kuluttamaan energiaan on hyvin pieni (3). Toisaalta taas valaistuksen päivittäminen energiatehokkaammaksi tapahtuu helpoimmillaan lamppujen vaihtamisella LED-lamppuihin. Valaistuksen vaihtamisesta suurin kustannuserä tulee itse työstä, ellei vaihtotyötä suorita talkoo- tai huoltotyönä lampun rikkoutuessa.

Energiatehokkuuspotentiaalia tarkasteltaessa tulisi aluksi selvittää rakennuksen kaikkien osa-alueiden ominaisuudet esimerkiksi suunnitelma-asiakirjoista ja julkaisuista tai laskemalla rakenteiden U-arvot. Tämän jälkeen on mahdollista laskennallisesti arvioida tai mallintaa eri kunnossapidon ja korjausten vaikutusta energiankulutukseen ja kustannuksiin.

Taloteknisissä järjestelmissä eri osa-alueiden toimintaperiaate on usein tiedossa. Esimerkiksi lämmitysjärjestelmästä tiedetään ilman erillisiä selvityksiä, onko kyseessä sähkö- vai vesikiertoinen lämmitys tai onko ilmanvaihtojärjestelmänä painovoimainen, koneellinen poistojärjestelmä vai koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Talotekniikan kunnosta vastaavilla henkilöillä, kuten huoltohenkilöstöllä, tai taloyhtiön korjauksia suunnittelevilla henkilöillä, kuten

isännöitsijällä tai hallituksen jäsenillä ei kuitenkaan ole välttämättä tiedossa, kuinka eri järjestelmien säätö ja ohjaus on toteutettu ja miten energiatehokkuus on huomioitu eri taloteknisten järjestelmien säädössä ja ohjauksessa.

Kiinteistössä suoritettavilla katselmuksilla tulisi havainnoida myös energiatehokkuuden kannalta näkyviä puutteita, kuten putkieristeiden, putkiston ja säätö- tai ilmanvaihtoventtiileiden kuntoa, ja puutteista tulisi raportoida taloyhtiön päättäjille. Tarvittaessa kiinteistöissä voitaisiin pitää säännöllinen, esimerkiksi 1–5 vuoden välein toistuva, huoltoyhtiön suorittama energiatehokkuuden tarkastus, jossa energiatehokkuuteen liittyviä perusasioita tarkastetaan ja raportoidaan. Katselmukselle tulisi osallistua huollon lisäksi taloyhtiön edustajan sekä tarvittaessa energia-asiantuntijan.

9.1 Lämmitysjärjestelmät

Taloyhtiön päätöksenteossa vastuussa olevilla henkilöillä tulisi olla tieto esimerkiksi vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän säätöjärjestelmän toimintaperiaatteista ja siihen ohjelmoiduista säädöistä, kuten lämmityskäyrästä. Ilman älykästä lämmityksen ohjausta säätökäyrä on tyypillisesti asetettu edellisen lämmitykseen liittyvän kunnossapitokorjauksen yhteydessä. Pahimmassa tapauksessa siihen on tehty muutoksia yksittäisten lämpöongelmien ratkaisemiseksi ottamatta huomioon kokonaisuutta.

9.2 Ilmanvaihtojärjestelmät

Taloyhtiön päättäjillä olla tiedossa, kuinka ilmanvaihtoa ohjataan kiinteistössä, ja mitkä ovat ilmanvaihtojärjestelmän asetusarvot. Koneellisessa poistoilmanvaihdossa käytössä voi olla tehostusajat tai esimerkiksi ohjelmoituja yötuuletuksia, ilmavirtojen pienentämistä huippupakkasten aikana tai anturointiin perustuva säätöä. Lisäksi säätötapana voi olla esimerkiksi vakioilmavirrat kahdella nopeudella tai paineohjattu säätö. Koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmässä tulisi olla tieto tuloilman sisäänpuhalluslämpötilasta ja mahdollisista tehostusasetuksista.

9.3 Käyttövesijärjestelmä

Käyttövesijärjestelmän osalta tulisi olla tiedossa rakennuksissa olevan vesijohdotoverkostoston paine. Koko kiinteistön veden painetaso on mahdollista selvittää kiinteistön lämmönjakohuoneen tai teknisen tilan veden painemittarista. Huoneistojen vesikalusteiden virtaamataso on selvitettävissä mittaamalla esimerkiksi lähimpänä ja kauimpana kiinteistön päävesimittarista olevien huoneistojen hanojen virtaus. Siten saadaan tieto, onko rakennuksen painetaso sopivalla tasolla, vai onko mahdollisesti saatavissa säästöjä paineenalennusventtiilin asennuksella tai vesikalusteiden virtauksen säädöllä. Päävesimittarin yhteyteen asennettava paineenalennusventtiilin vaikutusalueena on koko rakennus, jolloin kiinteistön painetasoksi asetetaan kompromissitilanne, missä lähimpänä vesimittaria huoneistoissa on hieman mitoitusarvoja suurempi virtaama ja kauimpana vesimittarista pienempi virtaama. Tasaiseen veden painetasoon päästään ainoastaan huoneistokohtaisella paineenalennuksella, joka voidaan toteuttaa huoneistokohtaisilla paineenalennusventtiileillä tai esimerkiksi vesikalusteisiin asennettavilla virtauksen rajoittimilla.

9.4 Energiakatselmuksen soveltaminen asuinrakennuksiin

Asuinrakennuksille ei ole olemassa velvoittavaa energiakatselmuksivaatimusta. Motiva Oy on laatinut ohjeet energiakatselmuksitoiminnan soveltamisesta asuin-kerrostaloille (21).

Asuinkerrostaloille laaditut ohjeet on julkaistu vuonna 2005, ja ne ovat osittain vanhentuneita. Motiva on julkaissut vuonna 2021 taloyhtiöille energiatarjousohjeen, joka on kevyt LVI- tai energia-asiantuntijan tekemä tarkastus taloyhtiön energiatehokkuudesta. Energiakartoituksen avulla taloyhtiö saa perustiedot, minkä osa-alueiden energiatehokkuuden säästöpotentiaalia on tarpeen selvittää tarkemmin. Energiatarjousohje vastaa hyvin olemassa olevan tekniikan näkökulmasta asuinrakennusten tarpeisiin. Motiva Oy:n energiatarjousohjeessa on huomioitu mm. uusiutuvien energiamuotojen tarkastelu sekä älykkään säädön mahdollisuudet.

9.5 Kiinteistöhuollon rooli energiatehokkuuden seurannassa

Kiinteistöjen päivittäisestä kunnossapidosta vastaa huoltoyhtiö. Taloyhtiöille laaditaan yksilöllinen huoltokirja, jonka mukaan huoltoyhtiö tekee säännölliset ja sovitut toimenpiteet kiinteistölle. Huoltoyhtiön tehtäviin kuuluvat yleisesti puhtautteen, siisteyteen sekä kiinteistön tekniikkaan liittyvien laitteiden tarkastukset ja huoltotoimenpiteet. Kiinteistöhuollon tehtävät määritellään kiinteistöille tehdyissä huoltosopimuksissa. KiinteistöRYL 2023:n mukaan kiinteistöhuollon tehtäviin kuuluvat taloteknisen toiminnan tarkkailu ja poikkeamista ilmoittaminen tilaajalle. Lisäksi huoltoyhtiölle kuuluvat tyypillisesti vesi-, sähkö- ja lämmitysenergiamittareiden luenta ja tilaajalle tehtävät ilmoitukset.

Vaikka kiinteistöä hoitava huoltomies tuntee yleensä kiinteistön parhaiten, ei kiinteistöhuoltoyhtiöillä usein ole velvoitetta tarkkailla kiinteistön energiatehokkuutta muutoin kuin kulutuslukemien osalta, ellei kiinteistön omistaja ole kirjannut huoltosopimukseen KiinteistöRYL 2023:n vaatimusten mukaisia täydentäviä kirjauksia (29). Huoltomiehellä olisi päivittäisessä toiminnassaan mahdollisuus tarkkailla muun muassa kiinteistön lämpötilaa ja ilmanvaihtoa sekä antaa taloyhtiölle arvokasta tietoa kiinteistön kokonaistilanteesta ja mahdollisista energiatehokkuuteen liittyvistä puutteista ja huomioista.

Huolto-ohjelmaan voisi sisällyttää esimerkiksi kiinteistön yleisissä tiloissa tehtävät tarkastukset muun muassa lämpötilojen osalta. Lisäksi huoltoyhtiö usein tuntee yhtiön ja sen asukkaat. Huoltoyhtiö pystyisi toteuttamaan energiatehokkuuskierroksen esimerkiksi syksyisin, jolloin asuinnoista tyypillisesti tulee usein huoltopyyntöjä esimerkiksi toimimattomien pattereiden osalta. Huoltoyhtiössä pystyttäisiin tuottamaan tätä kautta raportti, jossa on esitetty kiinteistön lämmityskäyrän säätöarvot ja huoneistojen lämpötiloista tietoa. Sen avulla taloyhtiön hallitus ja isännöitsijät pystyisivät karkeasti arvioimaan taloyhtiön lämmitysjärjestelmän nykytilannetta.

Samoin esimerkiksi pistokokein tehtävät ilmanvaihdon mittaukset yleisistä tiloista antaisivat arvokasta tietoa ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta.

Huoltoyhtiö tulisi osallistaa kiinteistön energiatehokkuuden parannusten hankkeisiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta myös parannushankkeissa toteutettavien toimenpiteiden huolto, tekniikka ja yksilölliset ominaisuudet tulisivat tutuksi. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää hankkeessa toteutettavan järjestelmän huolto-ohjelman laadintaan ja toimeenpanoon takuun jälkeisenä aikana. Tällä toimenpiteellä voidaan edesauttaa sitä, että järjestelmä toimii myös hankkeen jälkeisinä vuosina tarkoitetulla tavalla ja mahdollisimman tehokkaasti.

9.6 Kiinteistöjen suunnitelmallinen kunnossapito ja energiatehokkuus

Isännöitsijällä ja taloyhtiön hallituksella on tärkein rooli kiinteistön energiatehokkuustoimenpiteiden kartoitusten teettämisessä ja toimeenpanemisessa. Nykyinen asunto-osakeyhtiölaki ei kuitenkaan velvoita taloyhtiötä laatimaan energiatehokkuustoimenpiteistä suunnitelmaa. Energiatehokkuuden tarkkailu jää tyypillisesti vuosittaisten kulutuslukemien toteamiseksi yhtiökokouksessa.

Asunto-osakeyhtiölaki velvoittaa yhtiön hallitusta esittelemään vuosittain kunnossapitotarveselvityksen asunto-osakeyhtiölain 6. luvun §3 mukaisesti:

Kokouksessa on esitettävä:

- 1) tilinpäätös, toimintakertomus, tilintarkastuskertomus ja toimintantarkastuskertomus
- 2) hallituksen kirjallinen selvitys tarpeesta sellaiseen yhtiön rakennusten ja kiinteistöjen kunnossapitoon yhtiökokousta seuraavan viiden vuoden aikana, joka vaikuttaa olennaisesti osakehuoneiston käyttämiseen, yhtiövastikkeeseen tai muihin osakehuoneiston käytöstä aiheutuviin kustannuksiin
- 3) hallituksen kirjallinen selvitys yhtiössä suoritetuista huomattavista kunnossapito- ja muutostöistä ja niiden tekoajankohdat.

Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategiassa käsitellään suunnitelmallisen kunnossapidon merkitystä energiatehokkuudelle. Suunnitelmallisen kunnossapidon osalta esitetään, että kaikilla kiinteistöillä tai kiinteistöomistajan

kiinteistösalkulla tulisi olla strategia, jonka avulla suunnitellaan kiinteistöjen energiatehokkuuden parantamista pidemmällä aikavälillä (8).

Suunnitelmalliseen kunnossapitoon kuuluvina toimenpiteinä mainitaan myös tilojen ja LVI-järjestelmien oikeiden säätöjen varmistaminen. Lisäksi julkaisussa kehoitetaan kiinteistön omistajia varmistamaan vuosikorjausten yhteydessä energiatehokkuuteen vaikuttavien pienten huoltotoimenpiteiden toteutus, esimerkiksi vesikalusteiden toimivuuden ja ikkunoiden ja ovien tiiviyyden varmistamiseksi.

Energiankulutustietouden edistämiseksi kunnossapitotarveselvityksessä olisi tulevaisuudessa hyvä tuoda esille myös toteutuneiden ja tuleville vuosille suunniteltujen korjausten arvioitu vaikutus energiatehokkuuteen. Lisäksi toimenpiteiden yhteyteen olisi järkevää lisätä lyhyt selvitys energiatehokkuuden muutoksesta.

Kaikki korjaustoimenpiteet eivät välttämättä vähennä energiatehokkuutta, vaan ne saattavat myös nostaa energiankulutusta. Esimerkiksi vanhassa asuinkerrostalossa, jossa ilmanvaihdon nuohous ja säätö on ajankohtaista, voidaan lähtötietojen perusteella arvioida, että energiankulutus kasvaa, kun heikosti toimivat ilmanvaihtopuhaltimet uusitaan ja kanavat puhdistetaan ja säädetään uudelleen mitoitetuille ilmavirroille. Tämän toimenpiteen aiheuttama energiankulutuksen nousu on perusteltavissa asumisterveyden ja -viihtyvyyden parantamisella.

Vaikka kokonaisvaikutus on energiataloudellisesti negatiivinen heikosti toimineen vanhan järjestelmän vuoksi, on silti syytä tarkastella energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä, esimerkiksi älykästä ilmanvaihdon säätöä, älykkäitä päätelaitteita tai olosuhteisiin reagoivaa ilmanvaihtoa, osana korjausta.

Kaikkien kunnossapitokorjausten yhteydessä tulisi myös tarkastella korjauksen alaisen rakennesosan tai laitteisto-osan peruskorjaustarve ja mahdollisuudet energiatehokkuuden näkökulmasta. Esimerkiksi lämmönjakokeskuksen uusinnan yhteydessä on kustannustehokasta päivittää taloautomaatiota, jolloin

säätötapa voidaan muuttaa esimerkiksi huoneista saatavan anturointitiedon mukaan ohjautuvaksi.

9.7 Kiinteistön energiatehokkuuden seuranta ja suunnittelu

9.8 Työkalut

Rakennustietokortisto on tunnettu alan tietopankki, jota käyttävät rakennusalan ammattilaiset ja isännöitsijät kiinteistön korjausten ja kunnossapidon suunnittelussa. Rakennustietokortistossa on olemassa yksittäisten järjestelmien ja laitteistojen ohjekortteja mm. maalämpö- ja aurinkoenergiajärjestelmistä. Energiatehokkuuteen liittyviä ohjekortteja on kuitenkin hyvin niukasti, ja niissäkin energiatehokkuusnäkökulma on hyvin pienessä osassa. Osasyyn tähän voi olla, että energiatehokkuusnäkökulma rakentamisessa on korostunut huomattavasti viime vuosien aikana ja kortit voivat olla 10–15 vuotta vanhoja.

Esimerkiksi kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot (RT 18-10922) -kortti on vuodelta 2008. Kortti on tärkeässä roolissa konsulttien, isännöitsijöiden ja hallitusten työkaluna pitkän tähtäimen korjaussuunnittelun laadinnassa sekä kiinteistölle tehtävien kuntoarvioiden laadinnassa. Olisikin syytä pohtia, saataisiinko energiatehokkuusajattelu paremmin kunnossapidon, korjausten ja kuntoarvioiden suunnitteluun ja toteutukseen mukaan, mikäli rakennustieto laatisi energiatehokkuutta käsitteleviä kortteja, esimerkiksi Tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot -korttiin peilaavan tukikortin, jossa esitellään eri rakennus- ja tekniikkaosoiden energiatehokkuustoimenpiteitä teknisen käyttöiän päättymisen, toisin sanoen peruskorjauksen ollessa ajankohtaista. Lisäksi RT 18-10922 -kortissa on esitetty huoltovälit ja toimenpiteet rakenneosille ja taloteknisille järjestelmille. Näiden osalta energiatehokkuuden RT-kortissa voisi olla esimerkkien ja laskentamallien avulla havainnollistettu toimenpiteitä, joita on suotavaa tarkastella huolto- ja kunnossapitotoimenpiteiden yhteydessä.

Rakennustieto on myös luonut RAKU-sovelluksen, jota myös kiinteistöliitto tarjoaa jäsenilleen kunnossapidon ja korjaussuunnittelun työkaluksi (30).

Energiatehokkuustoimenpiteet voitaisiin yhdistää RAKU-sovellukseen, jolloin normaaleita kunnossapitotoimenpiteitä ja korjauksia suunnitellessa energiatehokkuusnäkökulma olisi jatkuvasti läsnä.

Suomen korjausrakentamisen strategiassa 2020–2050 on esitetty työkaluja suunnitelmallisen kunnossapidon ja korjausten suunnittelun tueksi (8). Osa julkaisussa esitetyistä työkaluista on kuitenkin käytettävyydeltään heikkoja tai niitä ei löydy julkaisussa mainituista lähteistä.

Lisäksi julkaisussa mainitaan myös kiinteistön kuntoarviot ja -tutkimukset. RT-kortiston asuinkiinteistöjen kuntoarvioijan ohjeen (31) mukaisesti tehty kuntoarvio on energiatehokkuuden kannalta kuitenkin pintapuolinen, eikä sovellu energiatehokkuusnäkökulmasta korjausten suunnitteluun. Kuntoarvioiden laatijalla on myös suuri rooli raportissa esitettävistä energiatehokkuustoimenpiteistä. Mikäli kuntoarvion yhteydessä halutaan hyvä näkemys kiinteistön nykyisestä energiansäästöpotentiaalista, tulisi tässä yhteydessä teettää erillinen energiakartoitus tai energiakatselmus.

9.9 Kiinteistöjen energiatehokkuuden pitkän tähtäimen suunnittelu

Taloyhtiön laadukas pitkän tähtäimen suunnittelu riippuu isännöitsijän ja taloyhtiön hallituksen osaamisesta. Jos hallituksella tai isännöinnillä ei ole vankkaa kokemusta korjausrakentamisesta ja kiinteistön kunnossapidosta, oikea-aikaisen eri rakenneosien kuntoarvioiden ja -tutkimusten merkitys on suuri laadukaanaan pitkän tähtäimen korjaussuunnittelun onnistumisen kannalta.

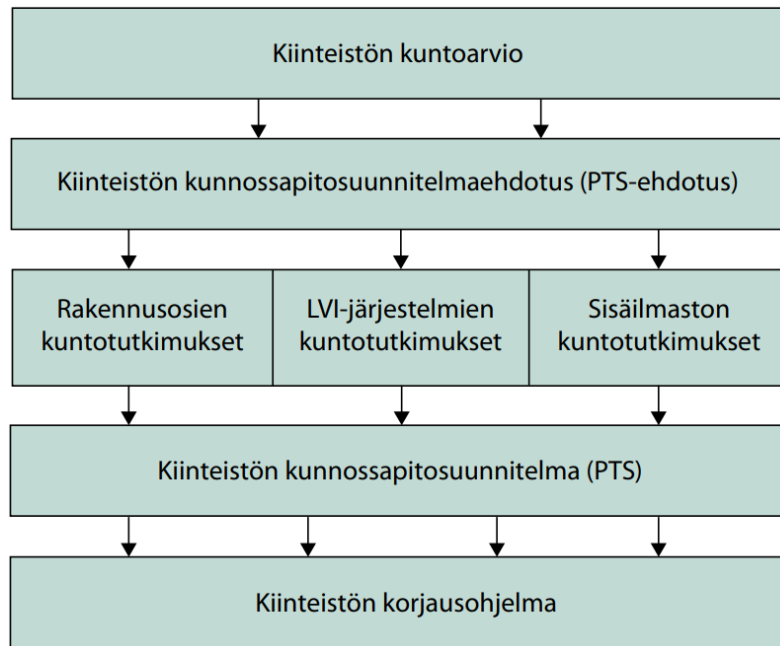
Pitkän tähtäimen suunnittelua varten toteutettavat toimenpiteet voidaan karkeasti jakaa kolmiportaiseen prosessiin (32). Alimmalla tasolla ovat taloyhtiöstä huolta pitävät henkilöt, käytännössä huoltoyhtiö tai taloyhtiön oma henkilöstö, havainnoivat optimaalisessa tilanteessa jatkuvasti kiinteistön ja eri rakennusosien kuntoa ja selvittävät kiinteistön energian- ja vedenkulutustiedot sekä mahdollisesti tiedot esimerkiksi kiinteistön tilojen lämpötilatasoista. Mikäli taloyhtiön asukkailla tai huoltomiehellä ei ole riittävää ammattitaitoa arvioida kaikkia

oleellisia rakennus- ja taloteknisiä järjestelmiä, on syytä tukeutua asiantuntijan apuun jo selvitysvaiheessa.

Seuraavalla tasolla ovat kiinteistön ja sen osien kuntoarviot (32). Tähän voidaan lukea koko kiinteistön kattava kuntoarvio, säännöllisesti tehtävät huoltotoimenpiteet, kuten esimerkiksi ilmanvaihdon puhdistus- ja säätötyöt ja viemäreiden ja salaojien huuhtelu- ja kuvaus. Näiden arvioiden avulla kiinteistön päättäjät saavat ulkopuolisen objektiivisen arvion kiinteistön eri osien kunnosta.

Mikäli kuntoarvioissa ilmenee korjaustarpeita tai huomiota herättäviä poikkeamia rakenteissa tai talotekniikan järjestelmissä, on syytä tilata rakennus- tai talotekniikkaosaan kohdistuva kuntotutkimus (32). Kuntotutkimus voi olla aiheellinen myös, mikäli jonkin rakennuksen osan tai taloteknisen järjestelmän tekninen käyttöikä lähenee loppuaan. Kuntotutkimuksessa kohdetta tutkitaan tarkemmin, esimerkiksi julkisivuista otetaan materiaalinäytteitä tai LVV-järjestelmästä röntgenkuvia, joiden avulla voidaan arvioida kuntoarviomenetelmiä tarkemmin järjestelmän sen hetkistä kuntoa ja jäljellä olevaa käyttöikää.

Kuvassa 16 on esitetty periaatekaavio perinteisestä kiinteistön pitkän tähtäimen korjaussuunnitelmaa tukevasta arviointi- ja tutkimusmallista.



Kuva 16. Periaatekaavio kiinteistön korjausohjelman laadinnan prosessista (33).

Kiinteistön energiatehokkuuspotentiaalin kartoitus ja siihen liittyvät kuntoarviointimenetelmät ja tutkimukset tulisi tulevaisuudessa yhdistää kuvassa 16 esitettyihin perinteisiin kuntoarvioihin ja -tutkimuksiin.

9.10 Energiatehokkuuden pitkän tähtäimen suunnittelu

Tulevaisuudessa taloyhtiöiden ja kiinteistöjen pitkän tähtäimen suunnittelussa tulisi esittää myös pitkän tähtäimen energiataloudellisuussuunnitelma, jota voitaisiin kutsua esimerkiksi EnergiaPTS:ksi. Yhtiökokouksessa voitaisiin esitellä perinteisten huolto- ja kunnossapitokorjausten tulevaisuuden suunnitelman rinnalla EnergiaPTS:aa. Käytännössä voitaisiin selvittää, miten eri korjauksissa on kartoitettu energiansäästömahdollisuuksia, ja mikä niiden vaikutus energiatehokkuuteen on. Esimerkiksi energiakatselmusta voitaisiin kehittää ja se voitaisiin yhdistää osaksi kiinteistön kuntoarviota, jolloin vaikutusarvioinnin tekisi ammattilainen. Katselmusta voitaisiin sellaisenaan hyödyntää yhtiölle esitettävässä materiaalissa.

Energiataloudellisuuden huomioimista taloyhtiöissä voitaisiin vauhdittaa esimerkiksi lisäämällä asunto-osakeyhtiölain 6. luvun 3. pykälään kirjaus yhtiökokouksessa esitettävästä energiatehokkuuden pitkän tähtäimen suunnitelmasta.

Energiatehokkuusnäkökulma voitaisiin yhdistää osaksi kiinteistöjen suunnitelmallista korjaustoimintaa ja jatkuvaa kunnossapitoa esimerkiksi seuraavilla toimenpiteillä:

- Vuosittaiset energiatarvikset (huoltoyhtiö, taloyhtiön jäsenet, isännöinti)
- Energiatehokkuuspotentiaalinen kartoitus (Energiakatselmus/Energiatarvikset)
- Pitkän aikavälin strategia
- Energiatehokkuuden pitkän tähtäimen suunnitelma (EnergiaPTS)
- Hankkeiden toteutus
- Jälkiseuranta, jolla todennetaan energiaremontin todellinen vaikutus energiatehokkuuteen.

9.11 Toteutettujen korjaustoimenpiteiden ja -hankkeiden hyödyntäminen

Energiatehokkuuskorjauksissa olisi tärkeää todentaa toteutetun energiatehokkuuskorjauksen vaikutus energiankulutuksen muutokseen (34) jälkilaskennalla ja -analyysillä. Usein energiatehokkuuskorjauksissa laaditaan kattaviakin analyysejä ennen urakkavaihetta korjauksen vaikutuksista kiinteistön energiankulutukseen. Tällä hetkellä hankkeille ei ole jälkiseurantavaatimusta, ja monesti energiansäästön todentaminen jää isännöitsijän ja kiinteistön omistajan tai taloyhtiön hallituksen osaamisen ja halukkuuden varaan.

Business Finlandin kautta on saatavilla energiatukea, jota voidaan hakea ESCO-hankkeena (35). ESCO-hankkeen kautta saatava avustus edellyttää avustuksen saajan asettamaan energiansäästötavoitteet ja myös todentamaan niiden toteutumisen. ESCO-hankkeissa tuen edellytys on kuitenkin vähintään 50

% (35). Säästötakuun ja todennettavien säästöjen osuuden kokonaissäästöistä tulisi olla 80 %.

Korjausten ja kunnossapitotoimenpiteiden vaikutuksia energiatehokkuudelle tulisi seurata riittävän suuressa mittakaavassa, jotta vaikutuksia voidaan arvioida ja hyväksi todettuja käytäntöjä ja ratkaisuja jakaa myös kiinteistöjen kuntoa hallinnoiville tahoille.

Tulevaisuudessa älykkäät ratkaisut ovat entistä suuremmassa roolissa kiinteistöjen energiatehokkuuden seurannassa ja energian käytön optimoinnissa. EU:n vuoden 2010 energiatehokkuusdirektiivissä on määritelty, että jäsenvaltioiden on edistettävä älykkäiden mittausjärjestelmien asennusta uudistuotannossa ja laajamittaisissa korjauskohteissa (36). Direktiivin myötä EU on julkaissut rakennusten älyvalmiuden arviointimenetelmän (Smart Readiness Indicator), jolla pyritään kuvaamaan kiinteistön valmiuksia älykkäille ratkaisuille. Arviointimenetelmän testaus Suomessa alkoi vuonna 2022 (37).

10 Energiatehokkuus kunnossapidossa ja korjaushankkeissa

Energiatehokkuutta parantavien toimien ei välttämättä tarvitse aina olla suuria ja kalliita urakoita, joissa saneerataan tai päivitetään kokonaisia rakenneosia tai taloteknisiä järjestelmiä. Korjauksia voi toteuttaa tarpeen mukaisena mutta huomioiden energiatehokkuuden pitkällä aikavälillä. Oleellinen osa pidemmän ajan energiatehokkuuskorjauksissa on taloyhtiön suunnitelmallinen kunnossapito ja sen periaatteet.

10.1 Ilmanvaihto

10.1.1 Ilmanvaihdon korjaussuunnittelun periaatteet

Vuonna 2018 astui voimaan rakentamismääräysten uudistus, jossa vanhat rakentamismääräykset korvattiin ympäristöministeriön asetuksilla. Uudistuksen

myötä velvoittavia vaatimuksia vähennettiin ja uusia asetuksia tukemaan luotiin erillisiä suosituksia ja ohjeistuksia (38).

Talotekniikan osalta uusia asetuksia tukemaan perustettiin Talotekniikka.info-palvelu, jossa ohjeistetaan tarkemmin talotekniikkaan liittyvien suunnittelu- ja asennusperiaatteiden ratkaisusta. Ilmanvaihdon mitoitukseen laadittiin vuonna 2019 FINVAC ry:ssä ohjeet.

Koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän, joka oli vallitseva ilmanvaihtotapa 2000-luvun alkupuolelle saakka, ulko- ja poistoilmavirrat mitoitettiin rakentamismääräyskokoelman osan D2 taulukon 1 mukaisiin arvoihin (39). Asuinrakennuksen ilmanvaihdon ohjaus oli pääasiassa toteutettu osateho- ja täysteho-ohjauksella. Tämä ohjaustapa oli käytössä varsinkin ennen taajuusmuuttajien yleistymistä 1990-luvun lopulle saakka.

10.1.2 Ilmanvaihdon kunnossapitokorjaukset

Asuinrakennusten ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus tulisi toteuttaa vähintään 10 vuoden välein (40). Koneellisesta ilmanvaihtojärjestelmästä ilmanvaihtokone, kanavisto ja päätelaitteet puhdistetaan sekä ilmavirrat mitataan ja säädetään koko kiinteistössä.

Usein ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus- ja säätötyö nähdään säännöllisesti tehtävänä pakollisena toimenpiteenä, jonka toteutuksen toimeksiannon suorittaa joko isännöitsijä, tai työ kilpailutetaan ja tilataan hallituksen toimesta suoraan urakoitsijalta.

Ilmanvaihdon puhdistus- ja säätötyön yhteydessä olisi kuitenkin syytä tarkastella asuinrakennusten alkuperäistä mitoitusta ja verrata sitä nykyisiin mitoitusohjeisiin.

Lisäksi määräajoin tehtävän puhdistuksen ja säätötyön yhteydessä on syytä tarkastella ilmanvaihtokoneiden uusimistarvetta ja ilmanvaihtoa ohjaavan säätöjärjestelmän toimintaa. Uudet puhaltimet ovat huomattavasti energiatehokkaampia

verrattuna vanhoihin vaihtovirtapuhaltimiin. Lisäksi uusien puhaltimien yhteydessä on mahdollista toteuttaa älykästä sisäilmaolosuhteisiin perustuvaa säätöä anturoinnin avulla. Suuremman remontin yhteydessä on myös syytä tarkastella poistoilman lämmöntalteenoton mahdollisuutta suuremmissa asuinkiinteistöissä.

10.2 Lämmitysjärjestelmän kunnossapitokorjaukset

10.2.1 Patteriverkoston tasapainotus

Patteriverkoston tasapainotus tehdään tyypillisesti rakennuksen valmistuttua lämmitysjärjestelmän venttiileiden vaihtotyön tai muun lämmitykseen oleellisesti vaikuttavan korjauksen yhteydessä (41). Lämmitysjärjestelmän tasapainoa olisi syytä seurata vähintään määräajoin tehtävillä lämpötilamittauksella tai huoneistojen jatkuvalla lämpötila-anturoinnilla, joka on yleistynyt viime vuosien aikana.

Oikein säädetty ja toimiva järjestelmä varmistaa tasaiset lämpöolot huoneistossa ja optimoi lämmitykseen käytettävän energian. Vuosien aikana kiinteistö voi kuitenkin mennä epätasapainoon esimerkiksi toimimattomien laitteiden tai verkostossa tapahtuvien muutosten, kuten huoltomiehen tai asukkaiden suorittamien toimenpiteiden vuoksi.

10.2.2 Huonelämpötilaan perustuva lämmönsäätö

Huoneistojen lämpötila-anturointi on yleistynyt viime vuosina (42). Alalle on syntynyt useita toimijoita, jotka tarjoavat ratkaisuja huoneanturointiin perustuvaan lämmönsäätöön. Huoneistokohtaisen anturoinnin hyötynä on, että kiinteistöä hallinnoiva asiantuntija saa mitattua tietoa kiinteistön huoneistojen lämpötiloista.

Anturitietoa käytetään myös koko kiinteistön lämmitysverkoston säädössä (43). Menoveden lämpötilaa ohjataan huoneistojen keskimääräisen lämpötilan mukaan. Markkinoilla on olemassa sekä huonekohtaisia anturi- ja termostaattiratkaisuja, joilla saadaan tieto jokaisen huoneiston yksittäisen huoneen lämpötilatieto, sekä huoneistokohtaiseen anturointiin perustuvia järjestelmiä, joissa

seurataan yhdellä mahdollisimman keskitettyyn paikkaan huoneistossa asennettavalla anturilla huoneiston lämpötilaa.

10.3 Käyttöveden kunnossapitokorjaukset

Suomalaisten keskimääräinen vedenkulutus Motivan ja Työtehoseuran tekemän kyselytutkimuksen mukaan on 120 litraa henkilöä kohden vuorokaudessa, mikä on vuositasolla 43,8 m³ vuodessa henkilöä kohden (44). Käyttöveden lämmityksen osuus asumisen energiankulutuksesta on 15 % (3).

Kylmän ja lämpimän käyttöveden kulutukseen vaikuttaa vesikalusteiden jatkuvat ja huomaamattomat vesivuodot, järjestelmän säätö ja vesikalusteiden kunto. Suurin vaikutus kulutukseen on kuitenkin asukkaiden käyttötottumuksilla.

10.3.1 Kylmän veden säästötoimenpiteet

Käyttöveden osalta vedenkulutukseen vaikuttaa vesijohtoverkoston painetaso. Rakennuksen käyttöönoton yhteydessä vesijohtoverkoston painetaso tulee säätää Suomen rakentamismääräyskokoelma D1:ssä esitettyihin virtaamiin (45). Koko rakennuksen vesijohtoverkoston painetasoa voidaan alentaa päävesimitarin yhteyteen asennettavalla vakiopaineventtiilillä. Lisäksi vesikalusteista tehtävä virtaamien säätö vaikuttaa kalusteesta saatavaan veden määrään ja tätä kautta veden kulutukseen.

Asuntokohtaisia vedensäästötoimenpiteitä ovat muun muassa virtaamien mitaus- ja säätö, säännölliset vesikalusteiden tarkastukset vuotojen varalta. Lisäksi vesikalusteisiin on mahdollista asentaa vedensäästöpoesuuttimia ja vettä säästäviä suihkukahvoja, jotka rajoittavat vesikalusteesta saatavaa maksimivirtaamaa.

10.3.2 Lämpimän käyttöveden säästötoimenpiteet

Lämpimän käyttöveden kulutukseen vaikuttavia tekijöitä on lämpimän käyttöveden kiertoverkoston säätö ja erityisesti jos kohteessa on käyttövedeen liittyviä pattereita. Kuten kylmän veden kulutukseen, lämpimän veden kulutukseen vaikuttaa myös oleellisesti vesikalusteiden kunto ja ikä. Muun muassa termostaattihanoilla voidaan lisätä käyttömukavuutta ja vähentää vedenkulutusta.

10.4 Sähköjärjestelmät

Motiva Oy, Energiateollisuus ry ja talotekniikka-alan yritykset ja järjestöt toteuttivat yhteistyössä vuosina 2008–2015 Elvari-ohjelman, jonka tarkoitus oli tuottaa työkaluja ja ohjeita pientalojen sähköenergiansäätöön sekä sähkölämmitteisten pientalojen energiankulutuksen vähentämiseen.

Motivan Elvari-ohjelman esittelyn mukaan (46) Sähkölämmityksen tehostamisohjelma Elvarin tavoitteita olivat:

- tuottaa, todentaa, priorisoida ja viestiä kuluttajille keinoja, joilla sähkölämmityskotitalouksien sähkönkäyttöä Suomessa voidaan yleisesti tehostaa 9 % vuosina 2008–2016 verrattuna vuoteen 2005
- tuottaa keinovalikoimat, joilla erilaisien yksittäisten sähkölämmitteisten asuntojen energiankäyttöä voidaan tehostaa kustannustehokkaasti jopa 30–50 % jaksolla 2008–2016 tinkimättä asumisviihtyvyydestä ja sisäilmaolosuhteista
- auttaa sähkölämmityskuluttajia valitsemaan ja toteuttamaan tehokkaimmat tehostamiskeinot ja laatimaan itselleen pitkäjänteinen sähkönkäytön tehostamissuunnitelma
- antaa energiayhtiöille välineitä energiatehokkuusdirektiivin (2012/27/EU) edellyttämien palvelujen tarjoamiseksi kuluttajille

- tuottaa tietoa säästävistä laitteista ja ratkaisuista ja luoda säästävän tekniikan markkinoita talo- ja kodintekniikan laitekaupalle sekä rakennustarviketeollisuudelle.

10.4.1 Sähkölämmitys

Elvari-ohjelmassa tuotetun materiaalin mukaan esimerkiksi suoralla sähkölämmityksellä toimivassa kiinteistössä, jossa lämmitys tuotetaan sähköpattereilla, voidaan säästää huomattavasti jo pelkät termostaatit uusimalla. Motivan mukaan esimerkiksi vuosikymmeniä vanhojen termostaattien vaihto uusiin voi tuoda 10 % säästön energiankulutuksessa. Sähköpattereiden osalta julkaisussa todetaan, että noin yli 30 vanhat sähköpatterit olisi kannattavaa uusia. (46)

Sähköpattereita uusitaan tyypillisesti huoneistojen remonttien yhteydessä tai niiden vikaantuessa. Taloyhtiössä voitaisiin linjata, että kaikki jatkossa uusittavat patterit varustetaan älykkäällä ohjauksella. Lisäksi markkinoilla on olemassa vaihtoehtoja energiankulutuksen älykkääseen säätöön ja ohjaukseen sekä lämmityksessä että ilmanvaihdossa.

Oleellisinta olisi selvittää määräajoin rakennuksen tai taloyhtiön olemassa oleva lämmitysjärjestelmä ja mahdollisuudet energiatehokkuutta parantaviin toimiin osa-alueittain.

10.4.2 Ilmalämpöpumput

Ilmalämpöpumppu on energiatehokas apu suoran sähkölämmityksen rinnalle. Nykyaikaiset ilmalämpöpumput tuottavat parhaimmillaan lämmitysenergiaa yli kolminkertaisesti kulutettuun sähköön nähden.

Elvari-ohjelmassa tehtiin tutkimus ilmalämpöpumpun vaikutuksesta energiankulutukseen sähkölämmitteisissä taloissa 78 kohteeseen eri puolilla Suomea (taulukko 3).

Tutkimuksen mukaan kokonaisenergian kulutus laski noin 13 %, mutta parhaimmillaan säästöt olivat yli 20 % vuosittaisesta kokonaiskulutuksesta (47).

Taulukko 3. Motiva Oy:n julkaiseman tutkimuksen tulokset jälkiasenteisten ilmalämpöpumppujen vaikutuksesta sähkölämmitteisissä kiinteistöissä (47).

Yhteenveto ilmalämpöpumppujen kulutusseurannasta						
Säästövaikutus (kWh/a)	Kohteiden lukumäärä	Kokonaiskulutus kWh/a ennen	Kokonaiskulutus kWh/a jälkeen	Erotus kWh/a	Pinta-ala, keskiarvo	Pinta-ala, mediaani
< 0 kWh/a	10	16503	17431	-928	125	108
0-1000	3	18200	17625	575	119	122
1000-2000	17	18634	16994	1640	134	123
2000-3000	17	17659	15118	2541	134	131
3000-4000	14	21425	18090	3335	157	172
4000-5000	9	24094	19989	4105	135	133
> 5000	8	24372	18443	5929	158	149
Keskiarvo		19966	17356	2533	138	131
Suurin säästö				8268		
Pienin säästö				-2149		

11 Energiansäästöpotentiaali kunnossapitokorjauksissa

Energiatohokkuuteen vaikuttavia, kunnossapitotyyppisiä korjauksia tarkasteltiin yhteensä 219 kiinteistön osalta. Käytettävässä aineistossa olivat kaikkien kohteiden energiankulutuksen ja kylmän veden kulutustiedot vuosilta 2014–2022. Lisäksi kohteista oli saatavilla korjaushistoria kyseisiltä vuosilta. Kiinteistöistä 196 sijaitsee Helsingin ja Vantaan vertailupaikkakunnalla ja loput kiinteistöistä sijaitsee Oulun vertailupaikkakunnalla. Vanhin kohde on rakennettu vuonna 1993 ja uusin vuonna 2019. Rakennusten keski-ikä on 17 vuotta ja mediaani-ikä 14 vuotta. Kiinteistöistä 47 % on kerrostaloja ja 53 % rivi- ja paritaloja. Kattavimmat tarkastelut toteutettiin vedensäästötoimenpiteissä ja huonelämpötilaan perustuvaan lämmönsäätöön. Tarkasteltavien kohteiden määrä toimenpiteittäin on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Kohteiden tyypit ja määrät toimenpiteittäin.

Toimenpide	Kerrostalot	Rivi- ja pien- talot	Kohteita yhteensä
Ilmanvaihdon puhdistus- ja säätö	10	0	10
Kylmän veden säästö	72	90	163
Lämpimän veden säästö	13	15	28
Huonelämpötilaan perustuva lämmönsäätö	25	55	80
Patteriverkoston perussäätö	4	8	12

Eri osa-alueiden osalta tarkasteluun valittiin koko aineiston kannasta ne kiinteistöt, joissa yksittäinen toimenpide voitiin erottaa muista energiatehokkuuteen vaikuttavista toimenpiteistä. Tarkasteluun kelpuutettiin toimenpide, mikäli tarkastelun alla olevan toimenpiteen edeltävinä tai jälkeisinä vuotena ei ollut toteutettu energiankulutukseen vaikuttavia muita korjaustoimenpiteitä. Tarkasteluaikavälinä aineistossa on 1–3 vuotta ennen ja jälkeen toteutetun toimenpiteen.

Energiankulutuksen prosentuaalista muutosta verrattiin edeltävän tarkastelujakson keskiarvolla toimenpiteen jälkeisien keskiarvoon ja tulosten tilastollista merkitsevyyttä tarkasteltiin T-testin avulla. T-testissä tarkastellaan P-arvon lukua, joka kertoo tilastollisesta merkitsevyydestä. Merkitsevyysrajat testeissä ovat:

$P < 0,05$ = Melkein merkitsevä

$P < 0,01$ = Merkitsevä

$P < 0,001$ = Erittäin merkitsevä.

Kaikki tarkasteltavat lämmitysenergian kulutukset on normitettu omalle vertailupaikkakunnalle.

Aineistosta tarkasteltiin ilmanvaihdon puhdistus- ja säätötyön, huonelämpötilaan perustuvan lämmönsäädön, lämmitysverkoston tasapainotuksen ja vedensäästötoimenpiteiden vaikutusta kiinteistön lämmitysenergian kulutukseen. Lisäksi tarkasteltiin vedensäästötoimenpiteiden vaikutusta kiinteistöjen käyttöveden kulutukseen sekä kokonaisenergian kulutukseen.

11.1 Ilmanvaihdon puhdistus- ja säätötyöt

Ilmanvaihdon puhdistus- ja säätötöiden vaikutusta energiankulutukseen tutkittiin yhteensä kymmenessä kerrostalokiinteistössä. Kaikkien kiinteistöjen vertailupaikkakuntana on Helsinki tai Vantaa. Energiankulutus nousi kuudessa kiinteistössä toimenpiteen jälkeen ja laski neljässä kiinteistössä. Tarkastelluissa kohteissa energiankulutus nousi keskimäärin 2,9 % ja tarkastelussa olleiden kohteiden kokonaisenergiankulutuksen nousu oli noin 50 000 kWh vuodessa. Kerrosneliometriä kohden energiankulutus nousi 2,42 kWh/m².

Taulukko 5. Ilmanvaihdon puhdistus- ja säätötyön vaikutus energiankulutukseen.

Kohde	RV	k-m ²	Talotyyppi	Ilmanvaihtotapa	Energiankulutuksen muutos (kWh)	Energiankulutuksen muutos (%)
Kohde 1	2010	1964	Kerrostalo	Keskitetty tulo- ja poisto	-13 594	-8,4 %
Kohde 2	2010	1555	Kerrostalo	Huoneistokohtainen tulo- ja poisto	20 283	15,3 %
Kohde 3	2010	1887	Kerrostalo	Huoneistokohtainen tulo- ja poisto	16 301	10,6 %
Kohde 4	2010	1420	Kerrostalo	Huoneistokohtainen tulo- ja poisto	-1 916	-1,4 %
Kohde 5	2011	2425	Kerrostalo	Keskitetty tulo- ja poisto	-5 566	-2,5 %
Kohde 6	1993	1779	Pienkerrostalo	Keskitetty poisto	9 251	2,9 %
Kohde 7	2010	1016	Kerrostalo	Huoneistokohtainen tulo- ja poisto	7 876	5,7 %
Kohde 8	2000	2935	Kerrostalo	Keskitetty tulo- ja poisto	20 662	5,5 %
Kohde 9	2010	2595	Kerrostalo	Huoneistokohtainen tulo- ja poisto LTO:lla	-32 369	-6,5 %
Kohde 10	2010	2780	Kerrostalo	Keskitetty tulo- ja poisto LTO:lla	28 427	7,4 %

Kohteiden keskimääräinen energiankulutus ennen toimenpidettä oli 244,8 MWh ja toimenpiteen jälkeen 249,7 MWh. Tuloksista voidaan havaita, että tarkasteltujen kohteiden yhteenlaskettu energiankulutus nousi 2,0 % ilmanvaihdon puhdistus- ja säätötyön jälkeen. T-testin perusteella tulos ei ole tilastollisesti merkitsevä (P=0,42).

11.2 Vesikalusteiden huolto ja vedensäästökäytösten asennus

Laskennassa tarkastellaan vedenkulutuksen ja lämmitysenergian muutosta ennen ja jälkeen vesikalusteiden huoltoa ja vedensäästökäytösten asennusta. Kohteisiin on toteutettu vesikalusteiden tarkastuskierron ja vettä säästävien kalusteiden asennus. Toimenpide pitää sisällään kaikkien asuntojen vesikalusteiden tarkastuksen, vikakorjaukset ja virtausta rajoittavien suihkupäiden ja poresuuttimien asennuksen.

Laskennassa on käytetty veden hintana nykyistä HSY:n ilmoittamaa vesi- ja jätevesimaksua, jonka suuruus yhteensä on 3,77 €/m³ sisältäen arvonlisäveron.

Lämpimän käyttöveden laskennassa energian hintana on käytetty Energiateollisuus ry:n 1.1.2023 julkaisemaa kaukolämmön hintatilaston koko maan keskiarvoa rivi- ja kerrostaloille (48). Rivitalojen kaukolämmön energian hintana on käytetty 98,38 €/MWh ja kerrostaloille 93,30 €/MWh. Hinnat sisältävät arvonlisäveron.

Vedensäästötoimenpiteitä tarkasteltiin yhteensä 163 kohteessa. Kohteista 144 sijaitsee Helsingin tai Vantaan vertailupaikkakunnalla ja 19 kohteen vertailupaikkakuntana on Oulu. Koko tarkastelujoukon keskimääräinen vedensäästö oli 8,9 % ja mediaanisäästö 9,5 %. Huomattavaa tarkastelluissa kiinteistöissä on, että Helsingin ja Vantaan kohteissa vedensäästö oli keskimäärin 10,1 % kun taas Oulussa vedenkulutus nousi keskimäärin 0,1 % toimenpiteiden jälkeisenä aikana.

11.2.1 Kylmä vesi

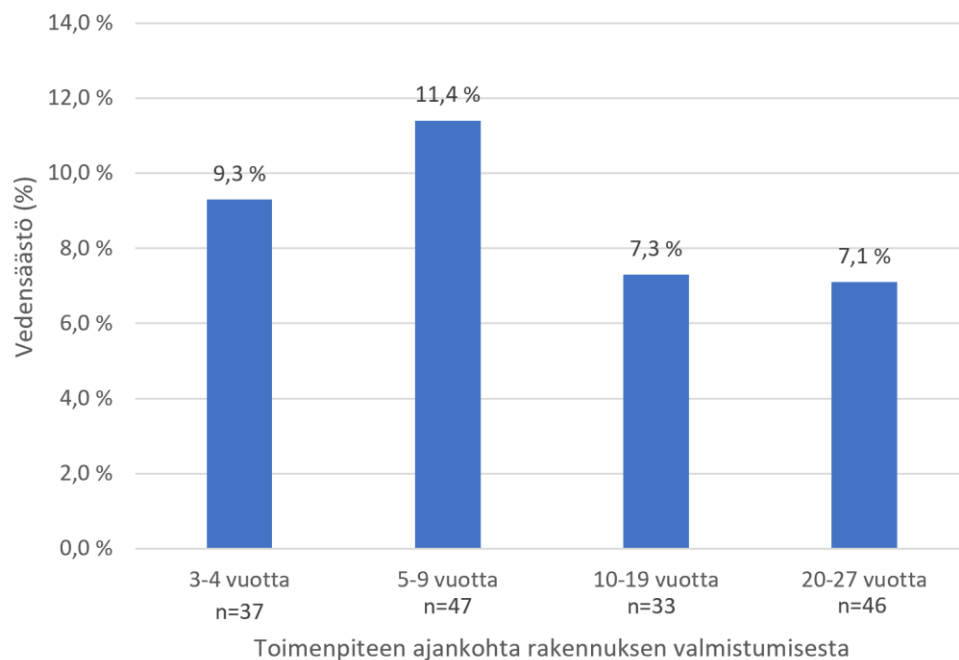
Kylmän veden kulutusta tarkasteltiin yhteensä 163 kiinteistössä. Kiinteistöistä 72 on kerrostalokiinteistöjä ja 90 pien-, rivi- tai luhtitalokiinteistöjä.

Kylmän käyttöveden kulutus laski tarkastellussa kohteessa keskimäärin 8,9 %. Tarkastelluissa kohteissa 130 kiinteistössä vedenkulutus laski toimenpiteen

jälkeen. Lähes kolmasosassa kiinteistöjä päästiin yli 15 %:n säästöön vedenkulutuksessa.

Kaikkien tarkasteltujen kiinteistöjen keskimääräinen vedensäästö oli 386 m³/vuodessa. Kuvasta 17 voidaan havaita, että uusissa, alle 10 vuotta vanhoissa kohteissa saavutetut säästöt olivat hieman suurempia verrattuna yli 10 vuotta vanhoihin kohteisiin.

Kerrostalokohteissa saavutetut säästöt olivat keskimäärin 10,9 %, joka on lähes neljä prosenttiyksikköä enemmän verrattuna rivi- ja pientalokiinteistöihin (7,2 %).



Kuva 17. Vedensäästö toimenpiteen toteutusajankohdan mukaan kiinteistön valmistumisesta.

Tarkastelun ja laskennan tulokset on esitetty liitteessä 1.

Liitteen 1 taulukossa on esitetty toimenpiteen säästöt vuoden 2023 HSY:n vesihinnaston mukaisesti. Liitteen 1 taulukosta voidaan havaita, että säästöt vesimaksuissa ovat keskimäärin noin 1 500 € vuositasolla. Kylmän veden

asuntokohtainen säästö 163 tarkasteltavassa kiinteistössä on 34,5 € vuodessa huoneistoa kohden.

Kohteiden keskimääräinen vedenkulutus ennen toimenpidettä oli 3 213 m³ ja toimenpiteen jälkeen 2 827 m³. T-testin perusteella tulos on erittäin merkitsevä ($P=1,3^{-19}$).

11.2.2 Lämpimän käyttöveden säästö

Lämpimän käyttöveden energiankulutuksen muutosta tarkasteltiin yhteensä 28 kiinteistössä, joista 13 oli kerrostalokiinteistöjä ja 15 rivi- tai luhtitalokiinteistöjä.

Lämpimän käyttöveden osuus koko kiinteistön energiankulutuksesta on kerrostaloissa noin 17–19 % ja rivitaloissa noin 14–18 % (49). Vedensäästötoimenpiteillä odotettava säästö koko kiinteistön energiankulutuksessa on oletettavasti kohtalaisen pieni. Lämpimän käyttöveden säästön vaikutusta kokonaisenergiankulutukseen on havainnollistettu liitteessä 3, jossa on tarkasteltu 38 huoneistojen kerrostalokiinteistön laskennallista kokonaisenergian muutosta, mikäli vedensäästötoimenpiteillä saavutetaan 5–30 %:n säästö vedenkulutukseen. Laskelmasta voidaan havaita, että oletus vedensäästötoimenpiteiden vaikutuksesta koko kiinteistön energiankulutukseen on enintään joitain prosentteja.

Tarkastelluissa kohteissa vedensäästötoimenpiteiden vaikutusta lämpimän käyttöveden kulutukseen ei pystytty luotettavasti todentamaan, koska kohteissa joko ei ollut lämpimän käyttöveden vesimittaria tai vesimittaritietoa ei ollut saatavilla. Kohteista, joista pystyttiin erottelemaan vedensäästötoimenpiteet muista energiankulutukseen vaikuttavista toimenpiteistä, tarkasteltiin kokonaisenergiankulutuksen muutosta ennen ja jälkeen toimenpiteen.

Lisäksi tehtiin teoreettinen laskenta kaikille 163 kohteelle säästöistä perustuen kylmän käyttöveden kulutukseen. Lämpimän veden kulutus on laskettu ympäristöministeriön julkaiseman rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskentaohjeen kaavan 3.17 mukaisesti (kuva 18).

3.7.1

Lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarve lasketaan kaavan (3.17) avulla

$$Q_{lkv,netto} = \rho_v c_{pv} V_{lkv} (T_{lkv} - T_{kv}) / 3600 \quad (3.17)$$

jossa

$Q_{lkv,netto}$	lämpimän käyttöveden lämpöenergian nettotarve, kWh
ρ_v	veden tiheys, 1000 kg/m ³
c_{pv}	veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/(kg K)
V_{lkv}	lämpimän käyttöveden kulutus, m ³
T_{lkv}	lämpimän käyttöveden lämpötila, °C
T_{kv}	kylmän käyttöveden lämpötila, °C
3600	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi, s/h

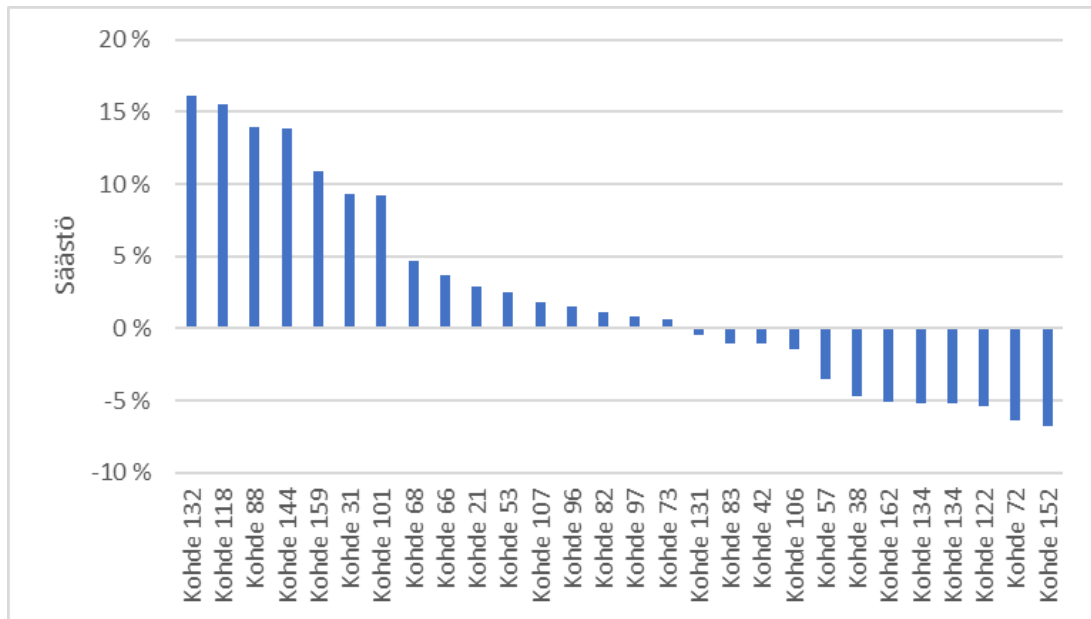
Kuva 18. Lämpimän käyttöveden laskenta (50).

Lämpimän käyttöveden määräksi arvioitiin laskennassa Motiva Oy:n ohjeen mukaan 40 % mitatusta kylmän veden kulutuksesta asuinrakennuksessa. Laskennassa kylmän veden lämpötilana on käytetty 10 °C, ja vesi lämmitetään laskennassa 55 °C:een (51).

Lämpimän käyttöveden vaikutus kokonaisenergiankulutukseen oli tarkasteltujen kohteiden osalta pientä. Vedensäästötoimenpiteet pystyttiin erottelemaan muista energiatehokkuustoimenpiteistä yhteensä 28 kiinteistössä. Näiden kohteiden yhteenlaskettu säästö kokonaisenergiankulutuksessa oli 185,9 MWh (2,2 %). Asuntoa kohden säästöä syntyi 177,7 kWh.

Teoreettisella laskennalla, jossa oletetaan lämpimän veden osuudeksi 40 % kokonaisvedenkulutuksesta, kaikkien vedensäästötoimenpiteissä tarkastelussa mukana olleiden 163 kohteen energiansäästöksi saatiin 1 321 MWh, joka on huoneistoa kohden 192,5 kWh.

Kuvassa 19 on esitetty toimenpiteen säästövaikutus kohteiden energiankulutukseen. Kokonaisenergiankulutus nousi 12 kohteessa ja laski 16 kohteessa. Tarkasteluaineistossa yksittäinen suuri kohde selittää osaltaan energiankulutuksen suuren laskun suhteessa kiinteistöjen keskimääräiseen prosentuaaliseen säästöön. Kohteen energiankulutus laski vedensäästötoimenpiteiden jälkeen 117,1 MWh, mikä vastaa 17 %:n laskua kohteen energiankulutuksessa.



Kuva 19. Vedensäästötoimenpiteiden vaikutus energiankulutukseen.

Vesikalusteiden huollon ja vedensäästökalusteiden laskennallinen säästö lämpimän veden energiankulutuksesta huoneistoa kohden oli 16,5 € vuodessa huoneistoa kohden. Keskimääräinen säästö kokonaisenergiankulutukseen lämpimän veden tarkastelluissa kohteissa oli 2,2 %.

Laskennan tulokset on esitetty liitteessä 1.

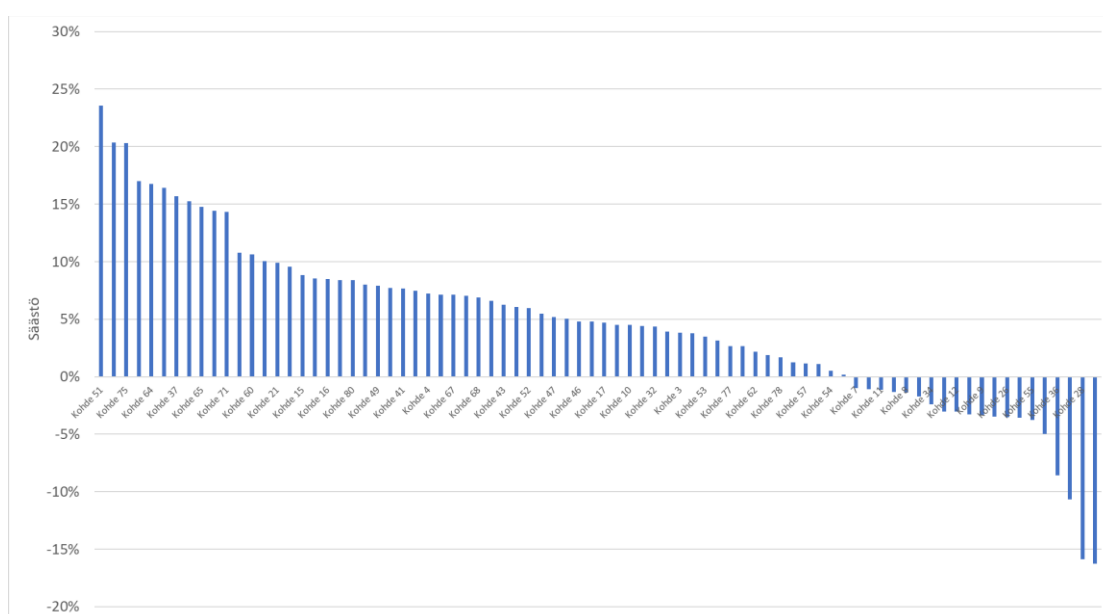
11.3 Huonelämpötilaan perustuva lämmönsäätö

Tarkasteltavana oli yhteensä 80 kiinteistöä. Rivi- ja pientaloja oli yhteensä 55 kiinteistöä ja kerrostalokiinteistöjä 25. Lämmitysenergiankulutus laski 60:ssä ja nousi 20 kiinteistössä.

Huoneistoista mitattuun lämpötilaan perustuvan lämmönsäädön periaatteena on, että lämmönjakokeskukselta lähtevän menoveden lämpötilaa ohjataan huoneistoista saatavan lämpötilatiedon perusteella. Kiinteistölle asetetaan tavoitekeskilämpötila, johon lämmitysjärjestelmä pyrkii huoneistoja lämmittämään.

Huoneistokohtainen lämpötilansäätö laski kiinteistöjen lämmitysenergian kokonaiskulutusta keskimäärin 4,6 %, joka sisältää myös lämmityksen säädön vaikutuspiirin ulkopuolella olevan lämpimän käyttöveden energiankulutuksen. Medianisäästö lämmitysenergiassa oli 4,7 %

Kuvassa 20 on esitetty kohdekohtainen prosentuaalinen säästö lämmitysenergian kulutukseen huonelämpötilaan perustuvan lämmönsäädön asennuksen jälkeen. Kuvasta voidaan havaita, että kolmessa kohteessa on merkittävä, yli 10 %, nousu energiankulutuksessa. Yli 10 % säästöihin on päässyt 14 kiinteistöä.



Kuva 20. Huonelämpötilaan perustuvan lämmönsäädön vaikutus energiankulutukseen. Positiivinen luku tarkoittaa säästöä energiankulutuksessa.

Suurimmat hyödyt tarkasteltavien kiinteistöjen osalta saatiin alle 15 vuoden ikäisissä kiinteistöissä, joihin oli asennettu huonelämpötilaan perustuva lämmönsäätö 2–9 vuoden kuluttua rakennuksen valmistumisesta. Kyseisten kiinteistöjen osalta keskimääräinen säästö lämmityskustannuksissa oli 9,2 %. Pienimpiin säästöihin tarkastelujoukossa pääsivät 20–25 vuotta vanhat kiinteistöt. Näiden kiinteistöjen keskimääräinen säästö oli vain 2,4 %. T-testin perusteella tulos on erittäin merkitsevä ($P=2,77^{-7}$).

Laskentatulokset on esitetty liitteessä 1.

11.4 Patteriverkoston tasapainotus

Patteriverkoston tasapainotustoimenpidettä tarkasteltiin yhteensä 12 kohteessa, joista 4 on kerrostalokiinteistöjä ja 8 rivi- pari- tai luhtitalokiinteistöjä.

Kuudessa kiinteistössä energiankulutus pieneni ja kuudessa kasvoi toimenpiteen jälkeen. Kaikkiin kohteisiin lukuun ottamatta kohdetta 2 on asennettu huonelämpötilaan perustuva lämmönsäätö ennen patteriverkoston tasapainotusta. Kohdekohtaiset muutokset energiankulutukseen on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Patteriverkoston tasapainotuksen vaikutus energiankulutukseen.

Kohde	Talotyyppi	Rakennusvuosi	Energiankulutuksen muutos (kWh)	Energiankulutuksen muutos (%)
Kohde 1	Rivitalo	1993	45308	5 %
Kohde 2	Luhtitalo	1997	-10162	-5 %
Kohde 3	Rivitalo	1998	-28006	-6 %
Kohde 4	Rivitalo	1998	18083	3 %
Kohde 5	Luhtitalo	1994	4033	2 %
Kohde 6	Kerrostalo	1995	7461	4 %
Kohde 7	Kerrostalo	2010	-10945	-2 %
Kohde 8	Rivitalo	1997	-1723	-2 %
Kohde 9	Rivitalo	1996	4062	-3 %
Kohde 10	Kerrostalo	1999	-92051	-10 %
Kohde 11	Kerrostalo	2009	4104	1 %
Kohde 12	Rivitalo	2000	13258	5 %

Keskimääräinen kokonaisenergiankulutus tarkasteltavissa kohteista oli ennen patteriverkoston tasapainotusta 409,0 MWh ja toimenpiteen jälkeen 405,1 MWh. Kokonaisenergiankulutus laski tarkasteltavissa kohteissa 0,9 %. T-testin perusteella tulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä (P=0,69).

11.5 Paritalon ilmanvaihdon energiaremontti

Rakennus on vuonna 1997 rakennettu yksikerroksinen paritalo, joka sijaitsee Espoossa. Julkisivumateriaalina on tiili. Ilmanvaihtojärjestelmänä koneellinen poistoilmanvaihto.

Lämmitysmuotona rakennuksessa on suora sähkölattia-lämmitys. Käyttöveden lämmitys tapahtuu sähkölämmitteisessä lämminvesivaraajassa. Paritalossa on yksi varaava takka.

Paritaloon toteutetaan ilmanvaihdon saneeraus, jossa koneellinen poistoilmanvaihto muutetaan koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmäksi lämmöntalteenotolla varustettuna.

Laskennassa tarkastellaan ilmanvaihtosaneerauksen vaikutusta E-lukuun ja selvitetään, saadaanko ilmanvaihtoremontilla nostettua rakennuksen energiatehokkuusluokkaa ja kuinka paljon E-lukua saadaan pienennettyä. E-luvun laskenta on tehty laskentapalvelut.fi-palvelun energialaskentatyökalulla (52).

Paritalon rakentamisajankohdan mukainen E-luku on $299 \text{ kWh}_E/\text{m}^2/\text{vuosi}$, mikä vastaa ympäristöministeriön asetuksen 1048/2017 mukaisesti energiatehokkuusluokkaa E. Ilmanvaihtojärjestelmän muutos koneellisesta poistoilmanvaihdosta koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmäksi lämmöntalteenotolla varustettuna pienentää E-lukua $50 \text{ kWh}_E/\text{m}^2/\text{vuosi}$ ja prosentuaalisesti E-luku laskee ilmanvaihtoremontilla 17 % alkuperäisestä. Laskennassa on käytetty lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta 75 %.

Ilmanvaihtoremontin jälkeen energiatehokkuusluokka D vaatisi esimerkkikohhteessa E-luvun parantamista lukuun $234 \text{ kWh}_E/\text{m}^2/\text{vuosi}$. Mikäli tässä yhteydessä toteutetaan lisäksi ilmalämpöpumppujen asennus, pienentää se E-lukua ilmanvaihdon lisäksi $17 \text{ kWh}_E/\text{m}^2/\text{vuosi}$ lämpöpumpun lämpökertoimella 3. Tällöin rakennuksen energiatehokkuusluokka saadaan nostettua E-luokan keskitalolta D-luokkaan. Energiaremontin jälkeen rakennuksen E-luku on $232 \text{ kWh}_E/\text{m}^2/\text{vuosi}$ ja energialuokka on D. Ilmalämpöpumpun lisääminen pienentää

E-lukua 5 % ilmanvaihtoremontin lisäksi ja kokonaisvaikutus alkuperäiseen E-lukuun on 22 %.

E-luvun laskenta on esitetty liitteessä 2.

12 Pohdinta

Tutkimustulokset olivat pääsääntöisesti ennako-odotusten mukaisia. Kaikilla toimenpiteillä, lukuun ottamatta ilmanvaihdon puhdistus- ja säätötöitä, saavutettiin energiansäästöä.

Tutkimusaineistosta havaittiin, että Oulussa toteutetuilla vedensäästötoimenpiteillä oli huomattavasti pienempi vaikutus veden- ja energiansäästöön kuin muissa tutkimuksen kiinteistöissä. Kiinteistöjen päättäjiltä tiedusteltaessa todennäköinen syy tähän on, että osassa Oulun kohteista on aiempinakin vuosina toteutettu vedensäästötoimenpiteitä ja tutkimusaineiston toimenpiteet olivat ylläpitäviä korjauksia, minkä vuoksi varsinaista säästöä ei syntynyt.

Huonelämpötilaan perustuvan lämmönsäädön säästöt olivat pienimpiä yli 20-vuotiaissa kohteissa. Tutkimusaineistosta havaittiin, että lähes kaikki yli 20-vuotiaat kohteet olivat sellaisia, joihin oli asennettu huonelämpötilaan perustuva lämmönsäästö, mutta patteriverkoston tasapainotusta ei ollut toteutettu ennen toimenpidettä eikä toimenpiteen yhteydessä. Tämä voi osaltaan selittää pienempää säästöä verrattuna uusiin, oletettavasti tasapainotettuihin, teknisesti toimiviin ja toimilaitteiltaan uudempiin kiinteistöihin.

Patteriverkoston tasapainotuksella saavutetut säästöt jäivät myös yllättävän pieniksi. Säästöä syntyi keskimäärin 0,9 %. Tarkasteltavia kiinteistöjä oli ainoastaan 12, mikä lisää virhemarginaalia.

Älykkäiden taloteknisten ratkaisujen myötä tulevaisuudessa energiatehokkuuden jälkiseuranta ja toimenpiteiden vaikutusten arviointi tulee helpottumaan. Esimerkiksi huonelämpötilaan perustuvassa lämmönsäädössä huoneistoihin asennetaan joko asunto- tai huonekohtaiset lämpötila-anturit, jolla saadaan

tarkkaa tietoa kiinteistön lämpötilatasosta ja tasapainosta. Historiadatan avulla pystytään tarkasti arvioimaan esimerkiksi ilmanvaihdon tai lämmitysjärjestelmän tasapainotustoimenpiteiden vaikutusta huonelämpötiloihin ja energiankulutukseen.

Esimerkki paritalon energiaremontista perustuu olemassa olevaan kohteeseen, johon on muutama vuosi aiemmin jo toteutettu ilmalämpöpumpun asennus. Opinnäytetyöprosessin aikana toteutettiin ilmanvaihtojärjestelmän muutos. Remontin jälkeen energiankulutusta kohteessa on seurattu ja kokonaisenergiankulutus on ilmanvaihtojärjestelmän muutoksen myötä noussut. Kulutustietoja tarkasteltaessa on havaittu, että sähköinen lattialämmitys, ilmalämpöpumppu ja koneellinen tulo- ja poistojärjestelmä vaativat keskinäistä optimointia käytössä, jotta vältettäisiin turhaa yllämmitystä. Osittain ongelmana sähköisessä lattialämmityksessä on se, että tietyissä olosuhteissa pelkkä ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenotto ja mahdollisesti ilmalämpöpumppu riittäisi kattamaan huoneistojen lämmitystehontarpeen. Asumismukavuuden kannalta kuitenkin maata vasten olevaa alapohjaa halutaan lämmittää energiankäytön kannalta kalliimmalla ratkaisulla.

13 Johtopäätökset

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että kiinteistöjen pienemmissäkin remonteissa on potentiaalia säästää energiankulutuksessa. Tutkimuksessa tarkastelluissa viidestä toimenpiteestä neljässä saavutettiin säästöjä. Ainoa toimenpide, jossa energiankulutus kasvoi, oli ilmanvaihdon puhdistus- ja säätötyö, jossa keskimääräinen energiankulutus kasvoi 2,9 %. Suurimmat säästöt saavutettiin huonelämpötilaan perustuvalla lämmönsäädöllä, jossa keskimääräinen säästö energiankulutuksessa oli 4,6 %. Patteriverkoston tasapainotuksen säästövaikutus energiankulutukseen oli keskimäärin 0,9 %. Vedensäästötoimenpiteillä saavutettu säästö vedenkulutuksessa oli 8,9 %. Lämpimän käyttöveden säästö tutkimuskohteissa oli 2,2 %, joka on hieman suurempi kuin liitteen 3 teoreettisen tarkastelun tulos, jossa vedenkulutuksen muutoksen perusteella arvioitu

laskennallinen 10 % säästö vedenkulutuksessa tuottaa 1,8 % säästön energiankulutuksessa.

Tutkimustuloksista voidaan havaita, että yhteenlaskettu keskimääräinen säästöpotentiaali energiankulutuksessa on noin 5 %. Lisäksi vedensäästötoimenpiteillä voidaan saavuttaa säästöjä kiinteistöissä. Tulosten mukaan kiinteistöissä voi olla suuriakin eroja säästöissä, ja parhaimmillaan säästötoimenpiteillä voidaan saavuttaa merkittäviäkin säästöjä kiinteistöille.

Energiankulutuksen säästö vaatisi kiinteistön nykytilanteen tarkempaa tuntemusta, jotta voidaan arvioida mahdollista energiansäästöpotentiaalia eri korjauksissa ja ottaa huomioon energiaa säästävät ratkaisut myös kunnossapitokorjauksissa.

Pienempienkin korjausten osalta tulisi tarkastella toteutettavaa toimenpidettä ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä ja selvittää korjauksen yhteydessä mahdollisuudet energiatehokkaisiin ratkaisuihin. Esimerkiksi perinteisissä talotekniikan kunnossapitokorjauksissa voidaan kohtalaisen helposti suorittaa arviointia eri tuotevalmistajien ja älykkäiden taloteknisten ratkaisuiden toteutuskelpoisuudesta remontin yhteydessä.

Mitä pienempi korjaus- tai kunnossapitotoimenpide on, sitä vähemmän on taloudellisesti kannattavaa panostaa hankkeen valmisteluun, suunnitteluun ja eri vaihtoehtojen vertailuun. Kustannustehokas pienempien hankkeiden suunnittelu vaatisi valmiita malleja ja helppoja työkaluja hankkeita valmisteleville tahoille ja tarvittaessa jopa lain velvoittamia toimenpiteitä esimerkiksi asunto-osakeyhtiöläkiin kunnossapitotarveselvityksen sisältövaatimukseen.

Lisäksi kiinteistön omistajien tai taloyhtiöiden hallituksen tueksi tulisi vahvistaa energiatehokkuusnäkökulmaa kuntoarvioinneissa ja -tutkimuksissa. Raportoinnin tulisi tukea pitkän tähtäimen suunnittelua ja huomioida myös paremmin pienten toimenpiteiden vaikutukset energiatehokkuudelle. Esimerkiksi energia-katselmusmalli asuinkiinteistöille olisi tarpeen päivittää ja jalkauttaa osaksi taloyhtiöiden toimeenpano-ohjelmaa yhdessä muiden taloyhtiössä tehtävien

tarkastusten rinnalle. Tulevaisuudessa taloyhtiöiden ja kiinteistöjen pitkän tähtäimen suunnittelussa voisi olla mukana myös pitkän tähtäimen energiataloudellisuussuunnitelma (EnergiaPTS). Kokonaisvaltainen energiatehokkuuden ja -säästöpotentiaalin hallinta vaatii kiinteistön omistavalta taholta pitkän tähtäimen strategiaa ja korjaus- ja kunnossapitosuunnitelman laatimista energiatehokkuus huomioiden niin suurissa kuin pienemmissä kunnossapito- ja korjaushankkeissa.

Lähteet

1. Astetta alemmas-kampanja. 2023. Verkkoaineisto. Motiva. <<https://www.astettaalemmas.fi>>. Luettu 22.12.2023.
2. Asunnot talotyyppin, käytössä olon ja rakennusvuoden mukaan. Muuttujina alue, talotyyppi, rakennusvuosi, 2022. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asas/statfin__asas_pxt_116f.px/>. Päivitetty 25.4.2023. Luettu 26.1.2024.
3. Asuinrakennusten lämmitys rakennustyypeittäin. Muuttujina vuosi, energian lähde, rakennustyyppi, 2008–2021. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asen/statfin__asen_pxt_11zr.px/>. Päivitetty 15.12.2022. Luettu 18.8.2023.
4. Energian kulutus energialähteittäin. Muuttujina vuosineljännes, energianlähde, 2010–2022Q4. Verkkoaineisto. Tilastokeskus <https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ehk/statfin__ehk_pxt_12st.px/>. Päivitetty 18.4.2023. Luettu 25.4.2023.
5. Energy efficiency trends and policies. Verkkoaineisto. Odyssee-Mure. <<https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-trends-policies-profiles/finland-finnish.html>>. Luettu 27.8.2023.
6. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi energiaa käyttävien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetettavien vaatimusten puitteista. 2005. Direktiivi 2005/32/EY. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti 22.7.2005. <<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32005L0032:FI:HTML>>. Luettu 17.8.2023.
7. Hallitse huonelämpötiloja. 2024. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/hallitse_huonelampotiloja>. Päivitetty 18.1.2024. Luettu 25.1.2024.
8. Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020–2050. 2020. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/korjausrakentamisen-strategia>>. Luettu 12.12.2023.
9. Euroopan yhteisöjen komission tiedonanto Euroopan strategisen energia-tekniologiasuunnitelman laatiminen. 2007. KOM (2006) 847. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti 10.1.2007. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006DC0847&from=en>>. Luettu 12.12.2023.
10. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi energiatehokkuudesta. 2012. Direktiivi 2012/27/EU. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti

- 14.11.2012. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX:32012L0027>>. Luettu 17.8.2023.
11. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviehdotus rakennusten energiatehokkuudesta. 2021. Direktiiviehdotus KOM (2021) 802. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti 15.12.2021. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0802&from=FI>>. Luettu 18.8.2023.
 12. Valtioneuvosto linjasi kantansa komission ehdotukseen lisätä aurinkoenergian käytön edistäminen osaksi uudistettavaa rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä. 2022. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/-/valtioneuvosto-linjasi-kantansa-komission-ehdotukseen-lisata-aurinkoenergian-kayton-edistaminen-osaksi-uudistettavaa-rakennusten-energiatehokkuusdirektiivia>>. Päivitetty 8.7.2022. Luettu 15.6.2023.
 13. Rakennusten energiatehokkuus: EU-parlamentti hyväksyi kantansa. 2023. Verkkoaineisto. Euroopan parlamentti. <<https://www.europarl.europa.eu/news/fi/press-room/20230310IPR77228/rakennusten-energiatehokkuus-eu-parlamentti-hyvaksyi-kantansa>>. Päivitetty 14.3.2023. Luettu 10.12.2023.
 14. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivistä alustava sopu. 2023. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/-/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivista-alustava-sopu>>. Päivitetty 8.12.2023. Luettu 1.2.2024.
 15. Energiatodistusrekisteri. Verkkoaineisto. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. <www.energiatodistusrekisteri.fi>. Luettu 4.4.2023.
 16. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/maankaytto-ja-rakennuslaki>>. Luettu 12.1.2024
 17. Ympäristöministeriön muutos asetukseen 4/13. 2017. 1048/2017.
 18. Energiatodistusopas. 2018. Ympäristöministeriö. 1.11.2018. s. 16.
 19. Energiakatselmustoiminta. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://energiavirasto.fi/energiakatselmukset>>. Luettu 2.12.2023.
 20. Uusiutuvan energian kuntakatselmus. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tuetut_energiakatselmukset/uusiutuvan_energian_kuntakatselmus>. Päivitetty 23.1.2024. Luettu 8.2.2024.
 21. Asuinkerrostalojen energiakatselmus. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/maat_energiakatselmukset/asuinkerrostalojen_energiakatselmus>. Päivitetty 21.2.2024. Luettu 22.2.2024.

22. Rakentamislaki ohjaa kestäväää rakentamista. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/rakentamislaki>>. Luettu 25.1.2024
23. Avustus pientalon öljylämmityksestä luopumiseksi. Verkkoaineisto. Elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskus. <<https://www.ely-keskus.fi/oljylammityksen-vaihtajalle>>. Päivitetty 30.6.2023. Luettu 22.7.2023.
24. Öljy- ja kaasulämmityksestä luopumisen avustusta riittää vielä yli 10 000 pientalon omistajalle. Verkkoaineisto. Elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskus. <<https://www.ely-keskus.fi/-/oljy-ja-kaasulammityksesta-luopumisen-avustusta-riittaa-viela-yli-10-000-pientalon-omistajalle?redirect=%2F>>. Päivitetty 11.10.2023. Luettu 12.12.2023.
25. Öljy- tai maakaasulämmityksen vaihtajalle. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/oljy- _tai_ maakaasulammityksen_ vaihtajalle>. Päivitetty 9.2.2024. Luettu 15.2.2024.
26. Energia-avustukset. Verkkoaineisto. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. <<https://www.ara.fi/energia-avustus>>. Luettu 2.1.2024.
27. Talousarvioesitys. 2024. Valtionvarainministeriö 9.10.2023.
28. Korjaus, energia- ja latausinfra-avustukset 2022 selvitys. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus 28.3.2023.
29. KiinteistöRYL. 2023. Rakennustieto. Luku 3.3.1.3.
30. Rakennuksen kuntosovellus Raku avuksi taloyhtiöille ja isännöitsijöille. Verkkoaineisto. Kiinteistöliitto. <<https://www.kiinteistoliitto.fi/raku/>>. Luettu 16.2.2024.
31. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan ohje. RT 103003. Rakennustieto.
32. Suunnitelmallinen kiinteistönpito. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/energiatehokas_ taloyhtio/suunnitelmallinen_ kiinteistonpito>. Päivitetty 17.1.2023. Luettu 17.1.2024
33. LVV-kuntotutkimus. Tilaajan ohje. RT 18-11165. Rakennustieto.
34. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013. Ympäristöministeriö. Muistio 27.2.2013.
35. ESCO-hankkeiden tuki. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tuetut_energiakatselmukset/katselmus_ ja_ investointituet/esco-hankkeiden_ tuki>. Päivitetty 25.1.2024. Luettu 27.1.2024.

36. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta. 2010. Direktiivi 2010/31/EU. Verkkoaineisto. Euroopan Unionin virallinen lehti 18.6.2010. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX:32012L0027>>. Luettu 18.10.2023.
37. Rakennusten älyindikaattori. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/rakennusten_alyindikaattori>. Päivitetty 25.1.2024. Luettu 1.2.2024.
38. Rakentamismääräyskokoelman mittava uudistus 2013–2017 valmis. 2017. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/-/rakentamismaarayskokoelman-mittava-uudistus-2013-2017-valmis>>. Päivitetty 22.12.2017. Luettu 18.8.2023.
39. Ilmanvaihtojärjestelmät eri aikakausina. Verkkoaineisto. 2021. Raksystems Oy. <<https://raksystems.fi/kotiapp/ilmanvaihtojarjestelmat-eri-aikakausina/>>. Päivitetty 2.3.2021. Luettu 1.2.2024
40. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitokaksot. 2008. KH 90-00403. Rakennustieto.
41. Patteriverkoston perussäätö. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_taloyhtio/lammitys/patteriverkon_perussaato>. Päivitetty 17.1.2023. Luettu 18.8.2023.
42. Leanheatin historia. Verkkoaineisto. Leanheat Oy. <https://leanheat.fi/yritys>. Luettu 1.2.2024.
43. Ahti-Virtanen Jaana. 2022. Simap haluaa optimoida huoneiden lämpötiloja myös kansainvälisesti. Verkkoaineisto. Kiinteistöposti. 30.9.2022. <<https://www.kiinteistoposti.fi/simap-haluaa-optimoida-huoneiden-lampotiloja-myos-kansainvalisesti/>>. Päivitetty 30.9.2022. Luettu 1.2.2024.
44. Kestävä veden käyttö- projekti 2019–2020. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_arki/vedenkulutus>. Päivitetty 18.1.2024. Luettu 5.2.2024.
45. Vesi- ja viemärlaitteistot- opas luku 7. 2023. Talotekniikkainfo. Talotekninen teollisuus ja kauppa ry. <<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/7-vesilaitteiston-mitoitus>>. Päivitetty 7.6.2023. Luettu 25.1.2024.
46. Sähkölämmityksen tehostamisohjelma Elvari. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/sahkolammityksen_tehostamisohjelma_elvari>. Päivitetty 12.1.2024. Luettu 11.10.2023.
47. Jälkiasennetun ilmalämpöpumpun vaikutus energiankäyttöön. Verkkoaineisto. <https://www.motiva.fi/files/3960/Jalkiasennetun_ilmalampopumpun_vaikutus_energiankayttoon.pdf>. Päivitetty 23.12.2009. Luettu

18.8.2023.

48. Kaukolämmön hintatilasto. 2023. Verkkoaineisto. Energiateollisuus ry. <<https://energia.fi/tilastot/kaukolammon-hintatilasto>>. Päivitetty 1.1.2023. Luettu 18.5.2023.
49. Virta, Jari & Pylsy Petri. 2011. Taloyhtiön energiakirja. Helsinki: Kiinteistöalan Kustannus Oy.
50. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2018. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö.
51. Laskukaavat: Lämmin käyttövesi. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi>. Päivitetty 5.2.2024. Luettu 20.2.2024.
52. Laskentapalvelut.fi. Versio 1.4. 2023. D.O.F. tech Oy ja Saint-Gobain Oy.

LIITE 1

Toimenpiteiden vaikutus kulutukseen

Ilmanvaihdon puhdistus- ja säätöyön vaikutus energiankulutukseen

Kohde	RV	k-m ²	Talotyyppi	Ilmanvaihtotapa	Toteutusvuosi	Energiankulutuksen muutos (kWh)	Energiankulutuksen muutos (%)
Kohde 1	2010	1964	Kerrostalo	Keskitetty tulo- ja poisto	2020	-13 594	-8,4 %
Kohde 2	2010	1555	Kerrostalo	Huoneistokohtainen tulo- ja poisto	2020	20 283	15,3 %
Kohde 3	2010	1887	Kerrostalo	Huoneistokohtainen tulo- ja poisto	2020	16 301	10,6 %
Kohde 4	2010	1420	Kerrostalo	Huoneistokohtainen tulo- ja poisto	2020	-1 916	-1,4 %
Kohde 5	2011	2425	Kerrostalo	Keskitetty tulo- ja poisto	2019	-5 566	-2,5 %
Kohde 6	1993	1779	Pienkerrostalo	Keskitetty poisto	2017	9 251	2,9 %
Kohde 7	2010	1016	Kerrostalo	Huoneistokohtainen tulo- ja poisto	2020	7 876	5,7 %
Kohde 8	2000	2935	Kerrostalo	Keskitetty tulo- ja poisto	2016	20 662	5,5 %
Kohde 9	2010	2595	Kerrostalo	Huoneistokohtainen tulo- ja poisto	2020	-32 369	-6,5 %
Kohde 10	2010	2780	Kerrostalo	Keskitetty tulo- ja poisto	2019	28 427	7,4 %

Vedensäästötoimenpiteiden vaikutus veden- ja energiankulutukseen

Kohde	Talotyyppi	Asuntojen lukumäärä	Rakennusvuosi	Kulutuksen muutos (m ³)	Kulutuksen muutos (%)	Kulutuksen muutos (MWh)	Kulutuksen muutos (%)
Kohde 1	Kerrostalo	72	2015	-751	-10,9 %	-	-
Kohde 2	Rivitalo	25	2013	-205	-11,6 %	-	-
Kohde 3	Rivitalo	40	2010	-859	-23,7 %	-	-
Kohde 4	Kerrostalo	33	2015	-12	-0,6 %	-	-
Kohde 5	Paritalo	6	1998	-242	-17,7 %	-	-

Liite 1
1 (7)

Kohde 6	Kerrostalo	87	2011	-511	-6,1 %	-	-
Kohde 7	Paritalo	68	2015	312	8,0 %	-	-
Kohde 8	Paritalo	10	1997	-300	-32,8 %	-	-
Kohde 9	Kerrostalo	56	2010	-1 123	-10,5 %	-	-
Kohde 10	Pienkerrostalo	52	2014	-1 068	-22,7 %	-	-
Kohde 11	Kerrostalo	39	2010	-301	-11,1 %	-	-
Kohde 12	Rivitalo	38	2010	-530	-22,7 %	-	-
Kohde 13	Kerrostalo	38	2010	-283	-7,8 %	-	-
Kohde 14	Rivitalo	80	2001	-113	-2,3 %	-	-
Kohde 15	Kerrostalo	91	2016	-94	-2,4 %	-	-
Kohde 16	Paritalo	44	2000	-292	-6,8 %	-	-
Kohde 17	Rivitalo	24	2011	-706	-17,1 %	-	-
Kohde 18	Kerrostalo	67	2015	-1 170	-19,7 %	-	-
Kohde 19	Kerrostalo	29	2011	50	1,5 %	-	-

Kohde	Talotyyppi	Asuntojen lukumäärä	Rakennusvuosi	Kulutuksen muutos (m ³)	Kulutuksen muutos (%)	Kulutuksen muutos (MWh)	Kulutuksen muutos (%)
Kohde 20	Kerrostalo	73	2016	-2 076	-29,7 %	-	-
Kohde 21	Rivitalo	22	2010	-28	-2,4 %	3 393	-2,9 %
Kohde 22	Kerrostalo	37	2005	224	10,5 %	-	-
Kohde 23	Kerrostalo	70	1998	-470	-8,2 %	-	-
Kohde 24	Rivitalo	40	1994	-286	5,2 %	-	-
Kohde 25	Kerrostalo	49	2013	-48	-1,2 %	-	-
Kohde 26	Kerrostalo	56	1998	-100	-2,2 %	-	-
Kohde 27	Kerrostalo	62	2013	541	10,7 %	-	-
Kohde 28	Kerrostalo	52	2016	-1 268	-24,4 %	-	-
Kohde 29	Rivitalo	77	2015	-1 092	-18 %	-	-
Kohde 30	Rivitalo	30	2000	-249	-12,4 %	-	-
Kohde 31	Rivitalo	52	2006	-1 113	-26,9 %	26 207	-9,3 %
Kohde 32	Luhtitalo	44	2012	-228	-6 %	-	-
Kohde 33	Kerrostalo	36	2012	-928	-20,1 %	-	-
Kohde 34	Rivitalo	74	1993	1 050	14,9 %	-	-
Kohde 35	Kerrostalo	55	1994	283	8,1 %	-	-
Kohde 36	Rivitalo	71	2010	-411	-8,7 %	-	-
Kohde 37	Luhtitalo	18	2005	-69	-6,6 %	-	-
Kohde 38	Kerrostalo	64	1993	-129	-1,9 %	35 608	4,7 %
Kohde 39	Luhtitalo	15	1997	-8	-0,5 %	-	-
Kohde 40	Rivitalo	51	1998	-265	-5,6 %	-	-
Kohde 41	Rivitalo	18	2006	-29	-6,5 %	-	-
Kohde 42	Rivitalo	18	2008	-68	-5,4 %	1 301	1,1 %
Kohde 43	Kerrostalo	18	2010	-386	-14,3 %	-	-
Kohde 44	Kerrostalo	26	2010	-1 711	-32,9 %	-	-
Kohde 45	Kerrostalo	44	2011	-1 104	-29,3 %	-	-
Kohde 46	Rivitalo	86	2013	-106	-1,6 %	-	-
Kohde 47	Kerrostalo	33	2007	7	0,4 %	-	-
Kohde 48	Pienkerrostalo	21	2011	-188	-8,0 %	-	-

Liite 1
2 (7)

Kohde 49	Kerrostalo	90	2012	-1 544	-17,4 %	-	-
Kohde 50	Rivitalo	70	2003	-717	-20,9 %	-	-
Kohde 51	Kerrostalo	72	1997	-1 146	-15,1 %	-	-
Kohde 52	Rivitalo	14	1995	-30	-2,8 %	-	-
Kohde 53	Kerrostalo	61	2012	-507	-9,5 %	- 10 312	-2,5 %
Kohde 54	Kerrostalo	38	2012	-997	-25,0 %	-	-
Kohde 55	Kerrostalo	49	2014	399	8,8 %	-	-
Kohde 56	Kerrostalo	17	1995	-67	-19,8 %	-	-
Kohde 57	Rivitalo	29	2010	156	7,3 %	7 047	3,5 %
Kohde 58	Rivitalo	19	1995	6	0,5 %	-	-
Kohde 59	Rivitalo	31	2002	-435	-20,3 %	-	-
Kohde 60	Kerrostalo	61	2010	-710	-9,2 %	-	-
Kohde 61	Rivitalo	58	2015	-282	-7,3 %	-	-

Kohde	Talotyyppi	Asuntojen lukumäärä	Rakennusvuosi	Kulutuksen muutos (m ³)	Kulutuksen muutos (%)	Kulutuksen muutos (MWh)	Kulutuksen muutos (%)
Kohde 62	Rivitalo	31	2015	-289	-10,2 %	-	-
Kohde 63	Rivitalo	39	2016	-462	-16,4 %	-	-
Kohde 64	Rivitalo	8	1997	3	0,5 %	-	-
Kohde 65	Rivitalo	46	2010	-277	-8,9 %	-	-
Kohde 66	Kerrostalo	39	1994	-555	-14,5 %	- 14 173	-3,7 %
Kohde 67	Kerrostalo	60	2015	-992	-13,9 %	-	-
Kohde 68	Paritalo	20	1997	39	2,4 %	- 8 070	-4,7 %
Kohde 69	Rivitalo	40	1996	-506	-16,2 %	-	-
Kohde 70	Rivitalo	58	2012	-177	-4,4 %	-	-
Kohde 71	Rivitalo	24	1999	-389	-13,6 %	-	-
Kohde 72	Rivitalo	28	1998	-523	-13,6 %	25 972	6,3 %
Kohde 73	Pienkerrostalo	16	1997	-194	-13,2 %	- 1 177	-0,6 %
Kohde 74	Kerrostalo	94	1999	-255	-2,9 %	-	-
Kohde 75	Rivitalo	4	1995	-630	-38,4 %	-	-
Kohde 76	Kerrostalo	69	2011	-1 010	-18,9 %	-	-
Kohde 77	Rivitalo	38	2001	38	1,5 %	-	-
Kohde 78	Kerrostalo	55	2017	-761	-11,9 %	-	-
Kohde 79	Rivitalo	10	1999	11,20	20,8 %	-	-
Kohde 80	Paritalo	32	1997	-1625,70	-5,2 %	-	-
Kohde 81	Rivitalo	28	1996	-36,83	-2,2 %	-	-
Kohde 82	Kerrostalo	26	2010	114,18	5,7 %	- 1 623	-1,2 %
Kohde 83	Rivitalo	50	2004	-42,93	-1,2 %	4 184	1,0 %
Kohde 84	Rivitalo	60	2015	32,88	0,9 %	-	-
Kohde 85	Luhtitalo	54	2015	-402,38	-10 %	-	-
Kohde 86	Rivitalo	35	2000	-407,37	-13,9 %	-	-
Kohde 87	Rivitalo	62	2015	11,21	0,3 %	-	-
Kohde 88	Kerrostalo	34	2011	-920,97	-22,9 %	- 35 891	-14,0 %
Kohde 89	Rivitalo	61	2013	115,83	3,7 %	-	-
Kohde 90	Pienkerrostalo	27	1993	-533,53	-16,1 %	-	-
Kohde 91	Rivitalo	22	2017	-470,55	-15,7 %	-	-

Liite 1
3 (7)

Kohde 92	Rivitalo	58	2016	-452,70	-9,7 %	-	-
Kohde 93	Rivitalo	25	2009	-73,32	-5,0 %	-	-
Kohde 94	Luhtitalo	30	2006	-109,87	-7 %	-	-
Kohde 95	Paritalo	66	2000	-1464,80	-26,4 %	-	-
Kohde 96	Rivitalo	30	1997	-374,63	-20,1 %	- 3 032	-1,5 %
Kohde 97	Luhtitalo	34	1993	-591,93	-17 %	- 3 373	-0,8 %
Kohde 98	Paritalo	20	1995	-12,40	-0,9 %	-	-
Kohde 99	Kerrostalo	37	1993	-500,67	-17,2 %	-	-
Kohde 100	Luhtitalo	20	2008	-86,20	-5,9 %	-	-
Kohde 101	Rivitalo	52	2014	-920,80	2,4 %	- 22 042	-9,2 %
Kohde 102	Kerrostalo	20	1993	-391,33	-22,3 %	-	-
Kohde 103	Rivitalo	44	2015	-313,83	-9,3 %	-	-

Kohde	Talotyyppi	Asuntojen lukumäärä	Rakennusvuosi	Kulutuksen muutos (m ³)	Kulutuksen muutos (%)	Kulutuksen muutos (MWh)	Kulutuksen muutos (%)
Kohde 104	Kerrostalo	39	2010	-1007,02	-14,4 %	-	-
Kohde 105	Rivitalo	44	2006	-488,97	-14,8 %	-	-
Kohde 106	Rivitalo	35	2003	-675,30	-16,1 %	6 609	1,4 %
Kohde 107	Rivitalo	24	2003	-260,87	-9,5 %	- 5 835	-1,8 %
Kohde 108	Luhtitalo	33	1999	-232,67	-8,1 %	-	-
Kohde 109	Rivitalo	22	2014	-539,57	-10,9 %	-	-
Kohde 110	Rivitalo	60	2015	547,25	11,5 %	-	-
Kohde 111	Rivitalo	44	2011	-584,50	-15,3 %	-	-
Kohde 112	Rivitalo	44	2016	-19,65	-0,6 %	-	-
Kohde 113	Rivitalo	86	1993	-242,93	-4,6 %	-	-
Kohde 114	Kerrostalo	16	2005	122,60	9,2 %	-	-
Kohde 115	Luhtitalo	21	2002	236,90	16,0 %	-	-
Kohde 116	Rivitalo	68	2011	-992,03	-17 %	-	-
Kohde 117	Rivitalo	91	1994	-601,97	-8,9 %	-	-
Kohde 118	Kerrostalo	19	2010	-262,77	-13,2 %	- 24 281	-15,5 %
Kohde 119	Kerrostalo	26	2013	-296,73	-10,9 %	-	-
Kohde 120	Rivitalo	26	2004	-79,67	-4,3 %	-	-
Kohde 121	Rivitalo	28	2011	307,60	20,5 %	-	-
Kohde 122	Rivitalo	52	2010	-667,40	-17 %	19 238	5,4 %
Kohde 123	Kerrostalo	32	2002	-58,27	-2,7 %	-	-
Kohde 124	Kerrostalo	70	2012	-52,97	3,3 %	-	-
Kohde 125	Rivitalo	78	1997	-261,67	-4,6 %	-	-
Kohde 126	Rivitalo	30	1996	135,53	5,8 %	-	-
Kohde 127	Kerrostalo	76	2016	-347,75	-9,6 %	-	-
Kohde 128	Kerrostalo	61	2010	-929,23	-14,5 %	-	-
Kohde 129	Kerrostalo	79	2015	-292,67	-4,9 %	-	-
Kohde 130	Paritalo	22	1994	-178,03	-9,6 %	-	-
Kohde 131	Kerrostalo	47	1996	405,40	10,3 %	1 866	0,4 %
Kohde 132	Kerrostalo	96	2012	-1716,13	-17,2 %	- 117 064	-16,1 %
Kohde 133	Kerrostalo	33	2010	-334,83	-10,0 %	-	-
Kohde 134	Rivitalo	21	2010	-184,17	-12,2 %	7 224	5,2 %

Kohde 135	Kerrostalo	16	1996	-419,73	-25,5 %	-	-
Kohde 136	Rivitalo	18	2016	-690,93	-23,4 %	-	-
Kohde 137	Rivitalo	22	2001	-418,43	-22,3 %	-	-
Kohde 138	Rivitalo	39	2003	-441,67	-2,0 %	-	-
Kohde 139	Kerrostalo	45	2000	-433,93	-10,7 %	-	-
Kohde 140	Rivitalo	36	2002	-190,40	-17,9 %	-	-
Kohde 141	Kerrostalo	50	2014	-736,33	-23,8 %	-	-
Kohde 142	Rivitalo	28	2004	-170,70	-7,5 %	-	-
Kohde 143	Rivitalo	35	1998	-18,67	-0,5 %	-	-
Kohde 144	Kerrostalo	40	2010	-605,53	-15,7 %	- 56 331	-13,9 %
Kohde 145	Kerrostalo	61	2014	-582,77	-12,9 %	-	-

Kohde	Talotyyppi	Asuntojen lukumäärä	Rakennusvuosi	Kulutuksen muutos (m ³)	Kulutuksen muutos (%)	Kulutuksen muutos (MWh)	Kulutuksen muutos (%)
Kohde 146	Rivitalo	28	2011	-476,83	-21,0 %	-	-
Kohde 147	Rivitalo	28	1998	89,17	4,2 %	-	-
Kohde 148	Kerrostalo	39	1998	-402,87	-11,2 %	-	-
Kohde 149	Rivitalo	22	2004	-89,90	-5,8 %	-	-
Kohde 150	Rivitalo	11	1997	280,47	29,9 %	-	-
Kohde 151	Kerrostalo	44	2010	-1302,83	-25,8 %	-	-
Kohde 152	Pienkerrostalo	28	1996	-408,37	-16,2 %	23 851	6,7 %
Kohde 153	Kerrostalo	54	2012	100,20	2,3 %	-	-
Kohde 154	Rivitalo	20	2000	213,80	15,4 %	-	-
Kohde 155	Kerrostalo	30	2016	-655,13	-24,1 %	-	-
Kohde 156	Rivitalo	66	2011	-673,43	-12,5 %	-	-
Kohde 157	Pienkerrostalo	38	2013	-328,37	-7,9 %	-	-
Kohde 158	Rivitalo	46	2010	-818,05	-20,2 %	-	-
Kohde 159	Kerrostalo	35	1994	-631,53	-17,8 %	- 30 929	-10,9 %
Kohde 160	Rivitalo	23	1998	-201,43	-2,7 %	-	-
Kohde 161	Kerrostalo	38	2000	-458,53	-8,0 %	-	-
Kohde 162	Rivitalo	35	2000	-957,47	-22 %	20 029	5,1 %
Kohde 163	Paritalo	40	2017	-1197,15	-16,6 %	-	-

Huonelämpötilaan perustuva lämmönsäätö

Kohde	Talotyyppi	Rakennusvuosi	Energiankulutuksen muutos (kWh)	Energiankulutuksen muutos (%)
Kohde 1	Rivitalo	1993	- 57 186	-8,4 %
Kohde 2	Kerrostalo	1993	- 38 110	-4,8 %
Kohde 3	Luhtitalo	1993	- 16 459	-3,8 %
Kohde 4	Pienkerrostalo	1994	- 37 839	-7 %
Kohde 5	Kerrostalo	1994	- 26 225	-4,4 %
Kohde 6	Kerrostalo	1994	- 4 755	-1,1 %
Kohde 7	Paritalo	1994	4 248	1,0 %

Kohde 8	Rivitalo	1994	4 641	1,4 %
Kohde 9	Paritalo	1994	7 682	3,4 %
Kohde 10	Paritalo	1995	- 9 303	-4,5 %
Kohde 11	Rivitalo	1995	5 793	1,2 %
Kohde 12	Kerrostalo	1995	6 239	3,1 %
Kohde 13	Paritalo	1995	20 733	16,3 %
Kohde 14	Kerrostalo	1996	- 58 551	-10,0 %
Kohde 15	Rivitalo	1996	- 37 681	-8,8 %
Kohde 16	Rivitalo	1996	- 26 391	-8,5 %
Kohde 17	Rivitalo	1996	- 10 170	-4,7 %

Kohde	Talotyyppi	Raken- nus- vuosi	Energian- kulutuksen muutos (kWh)	Energian- kulutuksen muutos (%)
Kohde 18	Kerrostalo	1996	- 7 242	-3,9 %
Kohde 19	Rivitalo	1996	7 539	3,3 %
Kohde 20	Paritalo	1996	38 595	10,7 %
Kohde 21	Rivitalo	1997	- 7 176	-9,9 %
Kohde 22	Pienkerrostalo	1997	- 17 941	-8,5 %
Kohde 23	Rivitalo	1997	- 11 742	-8,0 %
Kohde 24	Paritalo	1997	- 9 965	-7,5 %
Kohde 25	Rivitalo	1997	- 9 485	-3,8 %
Kohde 26	Paritalo	1997	3 017	3,5 %
Kohde 27	Rivitalo	1997	19 783	3,6 %
Kohde 28	Paritalo	1997	23 720	15,9 %
Kohde 29	Rivitalo	1998	- 47 369	-9,6 %
Kohde 30	Rivitalo	1998	- 27 598	-6,6 %
Kohde 31	Paritalo	1998	- 6 740	-4,5 %
Kohde 32	Kerrostalo	1998	- 24 034	-4,4 %
Kohde 33	Rivitalo	1998	- 16 965	-3,2 %
Kohde 34	Kerrostalo	1998	10 982	2,4 %
Kohde 35	Kerrostalo	1998	22 683	5,0 %
Kohde 36	Rivitalo	1998	15 370	8,6 %
Kohde 37	Kerrostalo	1999	- 70 914	-15,7 %
Kohde 38	Rivitalo	1999	- 22 157	-7,1 %
Kohde 39	Rivitalo	1999	5 127	1,3 %
Kohde 40	Rivitalo	1999	3 751	3,5 %
Kohde 41	Rivitalo	2000	- 24 524	-7,6 %
Kohde 42	Rivitalo	2000	- 3 357	-0,2 %
Kohde 43	Rivitalo	2001	- 17 888	-6,3 %
Kohde 44	Rivitalo	2001	10 866	1,7 %
Kohde 45	Rivitalo	2002	- 42 802	-10,8 %
Kohde 46	Rivitalo	2002	- 20 711	-4,8 %
Kohde 47	Rivitalo	2003	- 26 388	-5,2 %
Kohde 48	Rivitalo	2003	- 24 460	-5,0 %
Kohde 49	Rivitalo	2004	- 34 552	-7,9 %

Kohde 50	Kerrostalo	2005	3 319	1,1 %
Kohde 51	Luhtitalo	2006	- 53 788	-23,6 %
Kohde 52	Rivitalo	2006	- 19 980	-6,0 %
Kohde 53	Rivitalo	2006	- 5 496	-3,5 %
Kohde 54	Rivitalo	2006	- 1 354	-0,5 %
Kohde 55	Rivitalo	2006	9 605	3,8 %
Kohde 56	Luhtitalo	2008	- 8 317	-5,5 %
Kohde 57	Rivitalo	2008	- 1 386	-1,2 %
Kohde 58	Rivitalo	2009	- 17 871	-14,4 %

Kohde	Talotyyppi	Rakennusvuosi	Energiankulutuksen muutos (kWh)	Energiankulutuksen muutos (%)
Kohde 59	Rivitalo	2010	- 22 217	-15,3 %
Kohde 60	Rivitalo	2010	- 22 386	-10,6 %
Kohde 61	Rivitalo	2010	- 8 749	-7,7 %
Kohde 62	Rivitalo	2010	- 3 281	-2,2 %
Kohde 63	Rivitalo	2010	- 3 892	-1,9 %
Kohde 64	Kerrostalo	2011	- 37 158	-16,8 %
Kohde 65	Kerrostalo	2011	- 107 184	-14,8 %
Kohde 66	Rivitalo	2012	- 98 285	-16,4 %
Kohde 67	Kerrostalo	2012	- 11 520	-7,1 %
Kohde 68	Kerrostalo	2012	- 27 338	-6,9 %
Kohde 69	Rivitalo	2012	- 14 084	-2,6 %
Kohde 70	Kerrostalo	2013	- 26 023	-17,0 %
Kohde 71	Kerrostalo	2014	- 47 347	-14,3 %
Kohde 72	Kerrostalo	2014	- 7 969	-6,0 %
Kohde 73	Rivitalo	2014	- 3 028	-1,2 %
Kohde 74	Rivitalo	2016	- 48 633	-20,4 %
Kohde 75	Pienkerrostalo	2016	- 36 832	-20,3 %
Kohde 76	Kerrostalo	2016	- 42 583	-7,0 %
Kohde 77	Rivitalo	2016	- 5 175	-2,6 %
Kohde 78	Kerrostalo	2016	- 4 813	-1,7 %
Kohde 79	Kerrostalo	2016	18 370	3,0 %
Kohde 80	Kerrostalo	2017	- 41 963	-8,4 %

Patteriverkoston perussäätö

Kohde	Talotyyppi	Rakennusvuosi	Energiankulutuksen muutos (kWh)	Energiankulutuksen muutos (%)
Kohde 1	Rivitalo	1993	45308	5 %
Kohde 2	Luhtitalo	1997	-10162	-5 %
Kohde 3	Rivitalo	1998	-28006	-6 %
Kohde 4	Rivitalo	1998	18083	3 %

Liite 1
7 (7)

Kohde 5	Luhtitalo	1994	4033	2 %
Kohde 6	Kerrostalo	1995	7461	4 %
Kohde 7	Kerrostalo	2010	-10945	-2 %
Kohde 8	Rivitalo	1997	-1723	-2 %
Kohde 9	Rivitalo	1996	4062	-3 %
Kohde 10	Kerrostalo	1999	-92051	-10 %
Kohde 11	Kerrostalo	2009	4104	1 %
Kohde 12	Rivitalo	2000	13258	5 %

LIITE 2

Paritalon E-luvun laskenta

		Nykytilanne	IV-saneeraus	IV-saneeraus ja ILP
Energian nettotarve kWh/m ² ,v	Lämmitys	188	155	155
Energiantarve, kWh/m ² , v	Lämmitys (tilat+iv)	172,6	117,0	96,4
	Lämmin käyttövesi	41,3	41,3	41,3
	LVI- ja apulaitteet	5,8	6,1	6,1
	Huonelaitteet	15,8	15,8	15,8
	Valaistus	5,3	5,3	5,3
Uusiutuva omavaraisenergia kWh/m ² , v	Lämpö ulkoilmasta	0	0	11,25
Ostoenergia, kWh/m ² , v	Uusiutuva polttoaine	9,4	9,4	9,4
	Sähkö	288,8	239,4	222,2
	E-luku, kWh/m²,v	299	249	232
	E-luku/E-luku alkup.	1	0,83	0,78

LIITE 3

Esimerkki lämpimän käyttöveden säästöistä kokonaisenergiankulutuksessa

Rakennustyyppi	Kerrostalo		
Rakennustilavuus	10 190	m ³	
Asuinhuoneistot	38	kpl	
Kiinteistön energiankulutus vuodessa	308	MWh	
Lämpimän käyttöveden osuus (18 %)	55,4	MWh	
Oletettu säästö	Säästö (MWh)	Kokonaiskulutuksesta (%)	
Säästö vedenkulutuksessa 30 %	16,6	5,4 %	
Säästö vedenkulutuksessa 20 %	11,1	3,6 %	
Säästö vedenkulutuksessa 15 %	8,3	2,7 %	
Säästö vedenkulutuksessa 10 %	5,5	1,8 %	
Säästö vedenkulutuksessa 5 %	2,8	0,9 %	