

Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos.
Rakennustuotanto ja -talous. Raportti 8
Tampere University of Technology. Department of Civil Engineering.
Construction Management and Economics. Report 8

Juhani Heljo & Jaakko Vihola

**Energiansäästömahdollisuudet rakennuskannan
korjaustoiminnassa**



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos.
Rakennustuotanto ja -talous. Raportti 8
Tampere University of Technology. Department of Civil Engineering.
Construction Management and Economics. Report 8

Juhani Heljo & Jaakko Vihola

Energiansäästömahdollisuudet rakennuskannan korjaustoiminnassa

Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos
Tampere 2012

ISBN 978-952-15-2760-9 (painettu)
ISBN 978-952-15-2761-6 (PDF)
ISSN 1797-8904

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa on arvioitu toteutettavissa olevaa energiansäästöpotentiaalia vuoden 2010 rakennuskannassa vuoteen 2050 mennessä. Tarkastelun kohteena olivat asuin- ja palvelurakennusten korjaustoimintaan liittyvät energiansäästötoimenpiteet. Laskelmat tehtiin EKOREM -laskentamallilla talotyypeittäin ja ikäryhmittäin. Laskelmat osoittavat, missä osassa talotyyppejä ja rakennusosia säästöpotentiaalit sijaitsevat. Tarkastelu ei koskenut lämmitysjärjestelmämuutoksiin, sähkölaitteisiin, kiinteistöjen hoitoon eikä käyttötottumuksiin liittyviä energiansäästötoimenpiteitä.

Tutkimus kumosi yleisen käsityksen, että nykyisessä rakennuskannassa voisi saada huomattavasti enemmän ja nopeammin energian säästöä aikaan kuin uudistuotannossa. Tärkein peruste tähän johtopäätökseen on, että rakennustekniset energiansäästötoimenpiteet on kannattavaa tehdä pääsääntöisesti vain silloin, kun energiansäästön kohteena olevissa rakennusosissa on muutakin merkittävää korjaustarvetta kuin energiatehokkuuden parantamistarve.

Energiakorjausten tekemistä ei siis pystytä kovin paljon nopeuttamaan. Poikkeuksen tekevät selkeimmin ne yläpohjien lisäeristykset, jotka päästään helposti tekemään. Jos pyritään lisäämään energiansäästöä rakennuskannassa enemmän kuin mitä tarpeenmuokautusten yhteydessä on pienin lisäkustannuksin tehtävissä, voivat lisäkustannukset nousta moninkertaisiksi, eivätkä vähentyneet energiakustannukset välttämättä tule kattamaan lisäinvestointikustannuksia.

Energiansäästötoimenpiteiden tehokkuuteen voidaan vaikuttaa ohjaamalla tai määräämällä valitsemaan esimerkiksi energiatehokkaampi ikkuna, paksumpi lisäeriste tai tehokkaampi ilmanvaihdon lämmöntalteenottolaite kuin mitä perusratkaisuna korjausten yhteydessä muuten valittaisiin.

Kulttuurihistoriallisesti tai rakennustaiteellisesti arvokkaiden rakennusten ominaispiirteiden sekä kaikkien rakennusten rakennusaikakaudelle tyypillisten ratkaisujen ja materiaalien säilyttämistavoitteet tuovat rajoituksia rakennusosien korjaamiselle ja uusimiselle. Näissä rakennuksissa voidaan korjausten suunnittelu-, käyttö- ja ylläpitotoimien yhteydessä ottaa huomioon energiankäytön tehostaminen.

Merkittävässä roolissa korjaustoiminnassa ovat asuinrakennukset, joista noin 70 % on yksityisten ihmisten omistuksessa. Heitä ei voi houkuttaa tai määrätä tekemään korjauksia, joita he eivät koe järkeviksi tai joihin heillä ei ole varaa. Erityisesti tulevaisuudeltaan epävarmoilla alueilla taloudelliset edellytykset kalliille korjaustoimille ovat huonot.

Teoreettisesti on mahdollista säästää energiaa huomattavasti enemmän kuin mitä arvioidaan olevan toteutettavissa. Teoreettista säästömahdollisuutta arvioitiin muuttamalla laskentamallissa koko asuin- ja palvelurakennuskanta vastaamaan vuoden 2010 uudistuotannon energiamääräyksiä. Tällöin lämmitysenergian säästökseen nykyisessä rakennuskannassa saatiin noin 40 %. Yksittäisissä rakennuksissa näin suuri energian säästö on toteutettavissa. Koko rakennuskannassa tilanne on kuitenkin toinen. Koska osa rakennuksista ja rakennusosista on jo korjattu ja osa jää useista syistä korjaamatta, toteutuu tehtyjen arvioiden mukaan koko rakennuskannassa tästä teoreettisesta säästöpotentiaalista enintään puolet eli noin 20 % vuoteen 2050 mennessä. Toteutusta estävät mm. tekniset, taloudelliset, toiminnalliset ja päätöksentekoon liittyvät syyt.

Keskeisenä lähtötietona laskelmissa oli niiden korjaustoimenpiteiden määrä, joiden yhteydessä voidaan energiansäästötoimenpide tehdä. Keskimäärin rakennusosien korjausvauhti on noin 2 % vuosittain. Ikkunoita vaihdetaan enemmän ja muita rakennusosia vähemmän. Vuosittainen energiansäästön määrä riippuu korjausvauhdista ja valittujen korjausratkaisujen energiatehokkuuksista.

Toteutettavissa oleva korjaustoimintaan liittyvä lämmitysenergian vuosittainen lisäsäästö on eri arvioiden mukaan 0,2–0,7 % nykyisessä asuin- ja palvelurakennuskannassa. Vuonna 2020 kumuloitunut vuosisäästö olisi siten 2–7 % ja vuonna 2050 8–28 % vuoteen 2010 verrattuna. Väliarvot voi interpoloida lineaarisesti. Tässä tutkimuksessa tehtyjen laskelmien mukaan vuonna 2050 toteutettavissa oleva nykyisen rakennuskannan säästöpotentiaali olisi noin 20 %. Tämä olisi oletusten mukaan mahdollista, mutta ilman energiansäästön tehostamistoimia säästö voi jäädä ehkä vain puoleen tästä. Merkittävin epävarmuus säästömahdollisuuksien arvioinnissa liittyy ilmanvaihdon lämmöntalteenoton lisääntymiseen varsinkin asuinkerrostaloissa.

Tehtyjen laskelmien mukaan vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannan energiankulutus putoaa 91 TWh/a kulutuksesta alle 50 TWh/a kulutustasoon vuonna 2050. Kulutusta pudottavat rakennustekniset energiansäästötoimenpiteet, lämmitystapamuutokset sekä poistuma. Korjaustoimenpiteillä on mahdollista saada energian säästöä aikaan vuoden 2010 rakennuskannassa vuoteen 2050 mennessä lähes 20 % eli noin 10 TWh/a.

Rakennusten energiankäytön aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä vähentävät energiansäästön lisäksi ydinvoiman lisäys sähkön tuotannossa ja uusiutuvien polttoaineiden lisäys kaukolämmön ja sähkön tuotannossa. Lisäksi päästövähennyksiä saadaan aikaan varsinkin omakotitaloissa vaihtamalla lämmitysjärjestelmiä vähäpäästöisemmiksi. Nämä energihuoltomuutokset tulevat todennäköisesti vähentämään enemmän rakennuskannan aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä kuin energiansäästötoimet rakennuksissa. Molempia kuitenkin tarvitaan, jotta päästövähennystavoitteisiin päästään.

ABSTRACT

The study estimates the feasible energy savings potential in the 2010 building stock by 2050. The focus is on energy-saving measures related to renovation of residential and service buildings. The calculations were done by building types and age groups using the EKOREM calculation model. The calculations indicate the building types and structural elements where potential for savings exists. The study did not consider energy-saving measures related to changes in heating systems, electrical equipment, property maintenance or use habits.

The study disproved the common belief that considerably more energy savings could be achieved faster by focussing on the existing building stock instead of new construction. That is mainly due the fact that it generally pays to implement structural energy-saving measures only when the targeted elements also require other significant repairs besides energy-efficiency improvements.

Thus, energy renovations cannot be speeded up very much. The clearest exception are the extra insulations added to roof assemblies that are easy to implement. Attempts to save more energy in the building stock than can be achieved at a small additional cost in connection with needed renovations may multiply costs, and the saving in energy costs will not necessarily cover the additional investments.

The efficiency of energy-saving measures can be affected by recommending or ordering use of more energy efficient windows, thicker extra insulations or more efficient ventilation heat recovery systems than the standard solution selected in connection with renovations.

The goal of preserving the characteristics of buildings of cultural-historical or architectural value and the typical solutions and materials used in all buildings of a certain period limit the repair and renovation of structural elements. In the case of these buildings, improvement of energy efficiency can be considered in connection with the planning of renovations and the buildings' use and maintenance.

Residential buildings, about 70 % of which are owned by private individuals, play a major role in renovation. The owners cannot be enticed or ordered to implement renovations that they do not find sensible or cannot afford. Especially in areas facing an uncertain future, the financial capacity for expensive renovation measures is low.

In theory, it is possible to save considerably more energy than is considered feasible. The theoretical savings potential was estimated by making the entire residential and service building stock correspond to 2010 energy regulations for new construction in the calculation model. That resulted in about 40 % savings in the existing stock. That level

is, however, realisable only in the case of individual buildings. Since some buildings and structural elements have already been renovated, and some will not be renovated for various reasons, a maximum of half of this theoretical savings potential in the entire building stock (about 20 %) will be realised by 2050. The limiting factors are technical, economical, functional and decision-making related.

The key piece of input data for calculations was the number of renovation operations in connection with which energy-saving measures can be carried out. An average of about 2 % of structural elements are repaired annually. More windows are replaced than other elements. Annual energy savings depend on the rate of renovations and the energy efficiency of selected solutions.

The feasible annual extra savings in heating energy from renovations varies from 0,2–0,7 % in the case of the existing residential and service building stock. In 2020 the cumulative annual savings would thus be 2–7 % and in 2050 8–28 % compared to 2010. The in-between values can be interpolated linearly. Based on the calculations of this study, the realisable savings potential in the current building stock would be about 20 % in 2050. That is assumed possible, but without intensified energy-saving measures, the savings could be only half of that. The biggest uncertainty in the estimation of savings potential is related to increased ventilation heat recovery especially in blocks of flats.

Based on calculations, the energy consumption of the residential and service building stock in existence in 2010 will drop from 91 TWh/a to less than 50 TWh/a in 2050. Consumption will be reduced by structural energy-saving measures, changes in heating methods and loss of stock. It is possible to attain nearly 20% savings, about 10 TWh/a, in the 2010 building stock through renovation measures by 2050.

The greenhouse gas emissions from the energy used in buildings will be cut by energy savings as well as an increase in nuclear power-generated electricity and wider use of renewable fuels in the generation of district heat and electricity. Moreover, emissions will be reduced, especially in detached houses, by switching to heating systems that produce fewer emissions. These changes in energy supply will probably cut the greenhouse emissions of the building stock more than energy-saving measures in buildings. Yet, both are necessary to attain the reduction goals.

ALKUSANAT

Osana energia- ja ilmastopoliittisten toimenpiteiden valmistelua ympäristöministeriö teetti selvityksen *Energiatehokkuuden parantamisen menetelmät olemassa olevassa rakennuskannassa* (EPAT). Se koskee olemassa olevan rakennuskannan korjaustoimintaan liittyviä energiatehokkuuden parantamistoimenpiteitä ja -menetelmiä sekä energiansäästöpotentiaalia. Tämä raportti on selvityksen loppuraportti.

Tärkeimpänä tavoitteena oli arvioida toteuttamiskelpoinen energiansäästöpotentiaali vuoteen 2050 mennessä ja keinoja tavoitteeseen pääsemiseksi. Tehtävä oli erittäin haastava.

Tutkimuksen aikana toteutettiin asiantuntijatyöpäivä, jolloin korjausrakentamisen asiantuntijoilta kerättiin erittäin hyödylliset näkemykset korjausrakentamisen energiansäästömahdollisuuksista.

Välituloksia on hyödynnetty kansallisen toimintaohjelman ERA 17 taustaselvityksen laskelmissa sekä Helsingin ja Tampereen kaupungin rakennusten energiansäästömahdollisuuksia kartoittavissa laskelmissa. Kyseisistä laskelmista on ollut hyötyä myös tässä hankkeessa. Ne ovat varmistaneet laskentatuloksia ja johtopäätöksiä.

Ohjausryhmään kuuluivat ympäristöministeriöstä Juha-Pekka Maijala, Erkki Laitinen ja Minna Perähuhta.

Tutkimus toteutettiin Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) Rakennustekniikan laitoksella. Projektin johtajana ja tutkijana toimi TTY:llä Juhani Heljo ja tutkijoina Antti Kurvinen ja Jaakko Vihola. Eero Nippala Tampereen Ammattikorkeakoulusta toimi rakennuskannan, poistuman ja korjaustoiminnan asiantuntijana. Martti Hekkanen Oulun Ammattikorkeakoulusta toimi korjausasiantuntijana.

Tekijät vastaavat tutkimuksen sisällöstä.

Tampereella helmikuussa 2012

Juhani Heljo

SISÄLLYS

1. Johdanto.....	9
1.1. Tavoite	9
1.2. Toteutus	9
2. Nykyisen Rakennuskannan ja sen energiankulutuksen kehittyminen	13
2.1. Poistuma ja uudistuotanto	14
2.2. Korjausrakentaminen	17
2.2.1. Korjausrakentamisen kustannukset.....	17
2.2.2. Korjaustoimenpiteiden määrät	18
3. Korjaustoimenpiteiden vuosittaiset energiansäästövaikutukset.....	21
3.1. Energiansäästövaikutusten arviointiperiaatteet.....	21
3.2. Energiansäästötoimenpiteiden teoreettiset toteutusmäärät	23
3.3. Energiansäästötoimenpiteiden todelliset toteutusmahdollisuudet	26
3.4. Tarkastellut energiansäästötoimenpiteet.....	29
3.4.1. Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto	29
3.4.2. Vaipan lämmöneristyksen parantaminen	32
3.4.3. Muita toimenpiteitä	35
3.4.4. Yhteenveto energiansäästötoimenpiteistä	37
4. Energiansäästömahdollisuudet talotyypeittäin ja toimenpiteittäin.....	39
4.1. Energiansäästömahdollisuudet talotyypeittäin ja ikäryhmittäin	39
4.2. Energiansäästömahdollisuudet yhteensä	44
4.3. Toimenpiteiden kannattavuus ja elinkaarikustannusvaikutukset.....	47
4.4. Energiansäästön toteutuminen seurantakohteissa	51
5. Korjaustoimenpiteiden energiansäästö- ja päästövaikutukset	54
5.1. Vaikutusten kehittyminen 2010-2050.....	54
5.2. Energiansäästöt ja kasvihuonekaasupäästövähennykset lämmitystavoittain vuonna 2050.....	57
5.3. Korjaustoiminnan osuus energiansäästö- ja päästövähennystoiminnassa .	58
6. Yhteenveto ja johtopäätökset.....	61
Kirjallisuus	70
LIITTEET	75
Liite 1. Termit ja niiden määritelmät	75
Liite 2. Arvio asuinrakennuskannan bruttoalasta vuosina 2010, 2020 ja 2050 rakennustyypeittäin ja rakentamisvuosien mukaan	78
Liite 3. Asuin- ja palvelurakennusten energiankäytön ja kasvihuonepäästöjen kehitys (numeroarvot kuviin 5.3.1 ja 5.3.2).....	79

1. JOHDANTO

1.1. Tavoite

Tavoitteena oli selvittää tärkeimmät eri-ikäiseen rakennuskantaan, eri rakennustyyppeihin ja rakenteisiin sekä taloteknisiin järjestelmiin liittyvät energiansäästötoimenpiteet ja energiakorjausmenetelmät, niihin liittyvä toteutettavissa oleva energiansäästöpotentiaali, elinkaarikustannusvaikutukset sekä vaikutukset muihin rakennuksen laatutekijöihin (esim. terveellisyys, toiminnallisuus, arkkitehtoniset ja rakennustekniset ominaispiirteet, rakennusperintöarvot). Selvitykseen tuli sisällyttää myös energian tuotantotavan ja sähkökulutuksen tarkastelu. Työn tuloksia tulee voida käyttää energiakorjausta edistävän informaatio-ohjauksen, taloudellisen ja normiohjauksen valmistelun pohjana.

1.2. Toteutus

Projektin toteutus perustui asiantuntija-analyyseiin, tehtyihin tutkimuksiin sekä laskentamalleihin. Päälaskentamallina käytettiin EKOREM-laskentamallia (*Heljo et al. 2005*). Uusia apulaskentamalleja kehitettiin liittyen korjausmäärien ja poistuman kehityksen arviointiin.

Projekti toteutettiin seuraavina osatehtävinä:

- Kirjallisuus- ja aineistoselvitys
- Alustavien energiansäästöpotentiaalien laskenta
- Tarkasteltavien toimenpiteiden valinta
- Tyyppitalojen käsittely
- Perehtyminen toteutettuihin korjaushankkeisiin
- Energiansäästöjen määrittäminen
- Korjausmäärien arviointi
- Asiantuntijapäivän (workshop) järjestäminen
- Energiansäästöpotentiaalien laskenta
- Kannattavuus ja elinkaarikustannusvaikutukset
- Tulosten raportointi

Kirjallisuus- ja aineistoselvityksen osuudessa tutustuttiin viimeaikaisiin Suomessa tehtyihin selvityksiin. Energiansäästöpotentiaalien arvioinnin osalta perehdyttiin myös Ruotsissa tehtyihin vastaaviin selvityksiin.

Alustavat energiansäästöpotentiaalien sijoittumista kuvaavat laskelmat tehtiin talotyypeittäin ja ikäryhmittäin olettamalla, että kaikki rakennukset korjataan vastaaman vuoden 2010 energiamääräyksiä. Tällä tarkastelulla havainnollistettiin eri toimenpiteiden merkitystä talotyypeittäin. Näin lasketusta energiansäästöstä toteutuu käytännössä vai osa. Laskelma oli lähtökohtana tarkasteluille, joissa arvioitiin realistista toteutettavissa olevaa energiansäästöpotentiaalia.

Energiansäästömahdollisuuksia tarkasteltiin hankkeen alkuvaiheessa myös tyyppitalojen avulla. Vähäisten tyyppitalojen määrällä ei kuitenkaan olisi helposti hallittu koko rakennuskantaa ja sen muutoksia. Laskelmissa käytetty EKOREM-laskentamalli käsittelee rakennuskantaa tilastokeskuksen käyttötarkoituseräluokitusjajolla (ks. käsitteet, liite 1). Jokainen käyttötarkoituseräluokka (talotyyppi) on käsitelty mallissa jaettuna rakentamisvuoden mukaan viisivuotiskäluokkiin. Nämä ikäluokat muodostavat tavallaan koko rakennuskannan kattavan talotyyppikokoelman energiataloudellisten ominaisuuksien osalta. Asuin- ja palvelurakennusten osalta käyttötarkoituseräluokkia on 9 ja ikäluokkia nykyisen rakennuskannan osalta on jokaisessa käyttötarkoituseräluokassa 19. Nykyinen asuin- ja palvelurakennuskanta jakaantuu mallissa siten 171 osaan.

Teoreettisia laskelmia energiakorjausten säästöpotentiaalista on tehty aiemmissa eri selvityksissä runsaasti. Näiden yhteys todellisuuteen sekä teknisesti ja taloudellisesti toteutettavissa olevaan energiansäästöön on yleensä huono. Tässä hankkeessa pyrittiin arvioimaan ensisijassa toteuttamiskelpoisia todellisia saavutettavia säästöjä. Asuinkerrostalojen energiakorjausten todellisia vaikutuksia analysoitiin tarkemmin kahdessa kohteessa:

- asuinvuokrakerrostalon perusparannus Oulaisissa (*Hekkanen et al. 1997*)
- asuinvuokrakerrostalon perusparannus Tampereella (*Heljo 2004*).

Oulun kohteesta tehtiin tässä hankkeessa erillinen raportti (*Aho et al. 2009*).

Energia-avustusten vaikutuksista on tehty aiemmin selvitys, jonka perusteella voi arvioida laajemmin, mitä energiakorjauksia tyyppillisesti tehdään asuinkerros- ja rivitaloissa ja mitkä ovat energiakorjausten todelliset energiansäästövaikutukset (*Heljo 2009, julkaisematon*).

Julkisten rakennusten perusparannusten todellisia vaikutuksia energian kulutukseen on aiemmin selvitetty laajasti koulurakennusten osalta mm. Linkki-ohjelmassa (*Leskinen et al. 2001*).

Samanaikaisesti tämän hankkeen kanssa tehtiin selvitykset Helsingin kaupungin omien asuinrakennusten (*Heljo & Vihola 2010*) sekä Tampereen asuinrakennuskannan toteuttamiskelpoisista energiansäästömahdollisuuksista (*Vihola & Heljo 2011*).

Korjausmääriä ja korjausvauhtia arvioitiin pääasiassa VTT:n KORVO- ja REMO 2000 (*Vainio et al. 2002*) tutkimushankkeissa tuotettujen tietojen perusteella. Hankkeen aikana vuonna 2011 tarkistettiin käytettävissä olevien tietojen perusteella, kuinka hyvin silloiset korjausmäärät vastaavat nykytilannetta. Jo suoritettujen korjausten määriä ja korjaamatta jäävää osuutta arvioitiin asiantuntijoiden näkemysten perusteella ja erillisten apulaskentamallien avulla. Asiantuntijoiden näkemyksiä kerättiin mm. järjestämällä asiantuntijapäivä.

Hankkeessa kehitettiin apulaskentamalleja, jotta saatiin näkemys, miten poistuma ja suunnitelmallinen korjaustoiminta voisivat teoriassa kehittyä pitkällä aikajänteellä vuoteen 2050 asti. Poistuman kehityksestä tehtiin myös erillinen suppea selvitys (*Nippala 2010*). Selvityksen perusteella aikaisempia poistuma-arvioita pienennettiin.

Kannattavuuden ja elinkaarikustannusten osalta tarkasteltiin korjaustoimintaan liittyviä energiansäästötoimenpiteiden kustannusten määrittämisen erityispiirteitä.

Selvitystehtävän rajaukset:

- Selvityksessä tarkasteltiin vuoden 2010 rakennuskannan kehitystä vuoteen 2050 asti. Uudistuotantoa ei tarkasteltu.
- Energiansäästötoimenpiteitä ja niiden vaikutuksia tarkasteltiin asuin- ja palvelurakennuksissa. Tuotantorakennusten energiansäästötoimenpiteitä ei tarkasteltu erikseen. Toimenpiteitä voidaan soveltaa myös tuotantorakennuksissa.
- Energian kulutuksesta tarkasteltiin pääasiassa sitä osaa, johon energiakorjauksilla voidaan vaikuttaa. Tarkastelu sisälsi vaipan, ilmanvaihdon, lämpimän käyttöveden, säätötoimenpiteet ja kiinteistösähkön. Kiinteistösähkö oli mukana laskelmissa vain ilmanvaihtojärjestelmän osalta.
- Selvitys ei koske lämmitysjärjestelmien vaihtoja.
- Selvitys ei koske rakennusten käyttäjien toimintojansa varten hankkimia laitteita, kuten kylmäsäilytyslaitteita, pesukoneita, viihdelaitteita, valaisimia, toimistolaitteita ym.

Organisaatio

Selvitystyö suoritettiin Tampereen teknillisen yliopiston, Tampereen ammattikorkeakoulun ja Oulunseudun ammattikorkeakoulun välisenä yhteistyönä.

Tampereen teknillisellä yliopistolla vastuuyksikkönä toimi Rakennustuotannon ja talouden yksikkö. Toisena pääyksikkönä toimi Rakennetekniikan yksikkö. Molemmat kuuluvat Rakennustekniikan laitokseen. Lisäksi käytettiin asiantuntijana Arkkitehtuurin laitosta.

Projektipäällikkönä ja energia-asioista vastaavana tutkijana toimi lab.ins. Juhani Heljo Rakennustuotannon ja -talouden yksiköstä. Tutkijoina toimivat lisäksi dipl.ins. Jaakko Vihola ja dipl.ins. Antti Kurvinen.

Rakennuskannan koon, poistuman ja korjaustoiminnan määräärioiden vastuuhenkilönä toimi dipl.ins. Eero Nippala Tampereen ammattikorkeakoulusta. Asiantuntija-apua saatiin Terttu Vainiolta VTT:ltä liittyen rakennusten korjaustoimintaan.

Korjausten ja korjausten vaikutusten asiantuntijana toimi tekniikan lisensiaatti Martti Hekkanen Oulunseudun ammattikorkeakoulusta.

2. NYKYISEN RAKENNUSKANNAN JA SEN ENERGIANKULUTUKSEN KEHITTYMINEN

Nykyinen rakennuskanta ja sen energiankulutus muuttuu poistuman, korjaustoiminnan ja kiinteistönhoidon määrän ja laadun seurauksena. Primäärienergiämääriin ja energiantuotannon ympäristövaikutuksiin vaikuttavat lisäksi voimakkaasti lämmitysjärjestelmämuutokset. Lämmitysjärjestelmämuutoksilla ei aina saada energian säästöä aikaan, mutta vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin voivat olla suuremmat kuin mitä saadaan aikaan energiansäästötoimenpiteillä.

Poistunut purettu rakennus korvautuu useimmiten uudella rakennuksella joko samalla paikalla tai jossain muualla, koska rakennusten tarve ei ole vähenemässä. Poistuman aiheuttama energiankulutuksen muutos on poistuneen rakennuksen ja sitä korvaavan rakennuksen energiankulutuksen erotus.

Nykyisen rakennuskannan korjaamisella uskotaan saavutettavan merkittäviä energiansäästöjä. Tällöin kuitenkin unohdetaan, että rakennuksia korjataan pääsääntöisesti vain silloin kun rakennuksessa ilmenee selvä muu korjaustarve kuin energiatehokkuuden parantamistarve. Pelkästään energian säästön takia vaippa- ja ilmanvaihtoremonttia ei kannata tehdä. Poikkeuksen tähän muodostavat usein säätöjärjestelmäkorjaukset ja yläpohjan lisäeristäminen. Korjaustoiminta voidaan jakaa kahteen osaan. Ensimmäinen osa muodostuu suunnitelmallisesta korjaustoiminnasta, joka ajoittuu muun korjaustarpeen kuin energiatehokkuuden parantamisen perusteella. Tätä korjaustoimintaosuutta ei voi merkittävästi lisätä muulta osin kuin nykyistä korjausvelkaa poistamalla. Toinen osa (säätöjärjestelmäkorjaukset ja osa yläpohjien lisäeristämisestä ym.) ei ole yhtä sidottu suunnitelmalliseen korjaustoimintaan. Niiden toteuttamista voidaan lisätä helpommin.

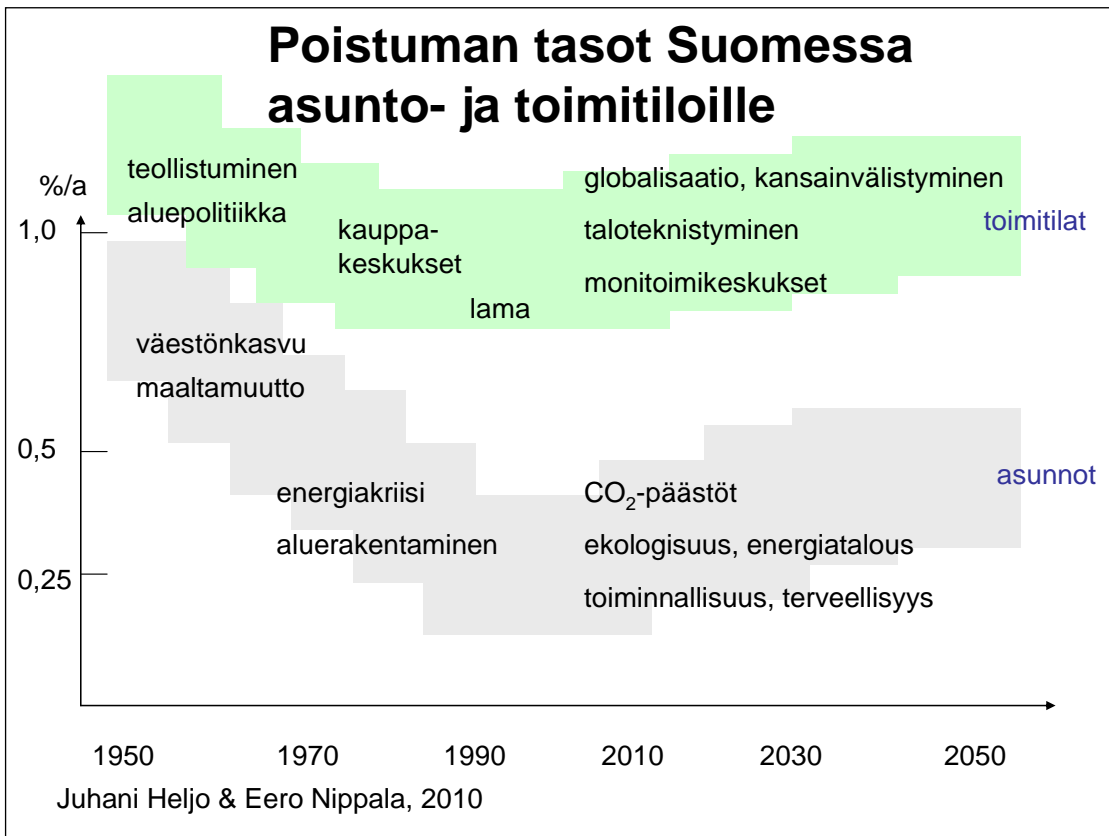
Kiinteistön hoito ja käyttökelpoisena pitäminen ovat jatkuvaa työtä, joilla mm. rakennusten energiankulutukset pidetään kurissa. Käytännössä se on vikojen korjaamista sekä lämpötilan, ilmanvaihdon ja valaistuksen ohjausta ja säätöä. Usein asetetaan tavoitteeksi pudottaa sisälämpötilaa noin yhdellä asteella, joka alentaisi tilojen lämmitykseen käytettyä energiamäärää noin 5 %. Tämä on houkutteleva mahdollisuus, koska se saataisiin aikaan nopeastikin ja pienillä lisäkustannuksilla. Toteutus käytännössä ei ole kuitenkaan helppo. Ilmanvaihtoa säätämällä ja tarkemmin ohjaamalla saadaan palvelurakennuksissa usein isojakin säästöjä aikaan. Asuinrakennuksissa sitä vastoin ilmanvaihtomäärät ovat todennäköisesti edelleen kasvamassa, koska sisäilman laatuvaatimukset ovat kasvaneet.

2.1. Poistuma ja uudistuotanto

Väestönkasvun, väljyyden kasvun sekä palvelujen lisätarpeen takia tarvitaan tehdyn arvion mukaan lähes 30 % asuin- ja palvelurakennuskannan koon kasvua vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoden 2010 kantaan. Lisäksi uudistuotannolla korvataan rakennuskannan poistumaa.

Asuinrakennusten poistuman arvioidaan olleen 2000-luvun lopulla 0,3 % asuinrakennuskannasta vuositasona. Palvelurakennusten vuosittaisen poistuman arvioidaan olevan 0,8–1,3 % (kuva 2.1.1). Poistumaprosentti oli aikaisemmin suurempi purettaessa mm. vanhoja puurakennuksia kuntien keskustoista uusien talojen tieltä pois. Tällä hetkellä rakennuskanta on keskimäärin niin nuorta, että poistumaprosentti on vähäisempi. Arvioiden mukaan tulevaisuudessa poistuma tulee jälleen kasvamaan kun 1960- ja 1970-luvuilla rakennetut suuret rakennusmäärät vanhenevat (kuva 2.1.4).

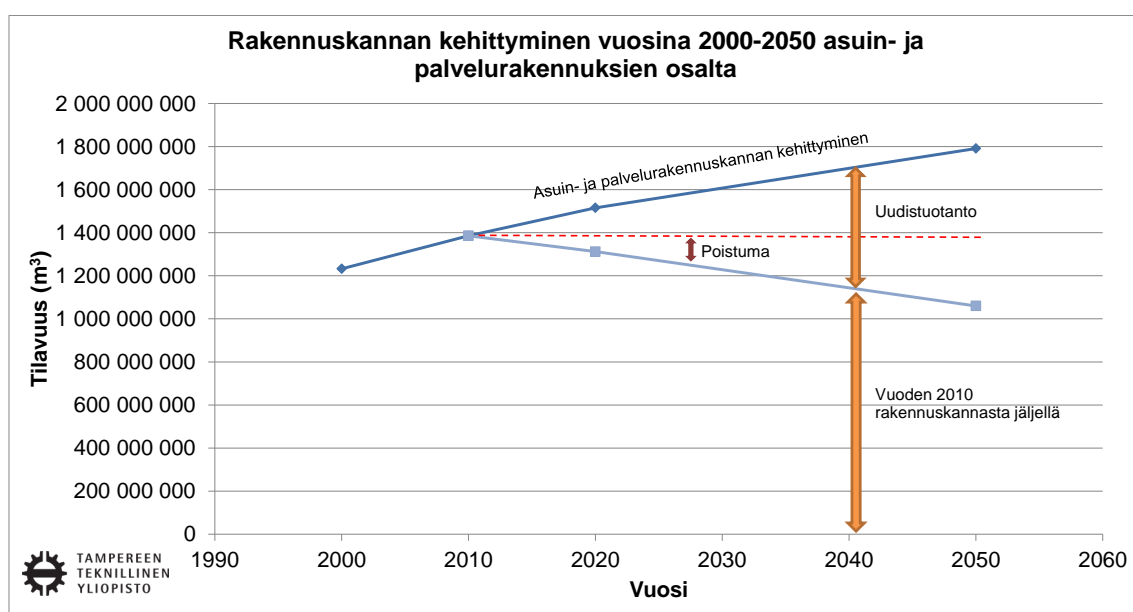
Euroopan tasolla asuntojen poistuma 2000-luvun lopulla on ollut 0,025...0,25 %. Vuokra-asuntojen poistuma on kuitenkin esim. Hollannissa tasolla 0,6 % vuosittain (Van der Flier & Thomsen 2006). Suomessa poistumaa ei ole tutkittu kovin tarkasti.



Kuva 2.1.1. Poistuman arvioidut tasot asunto- ja toimitiloissa Suomessa sekä niiden liittyminen yhteiskunnallisiin muutostrendeihin eri aikoina. Asunnoissa poistuma on pienempi kuin toimitiloissa. Poistuma on ehkä nyt alhaisimmillaan rakennuskannan ollessa keskimäärin suhteellisen nuorta.

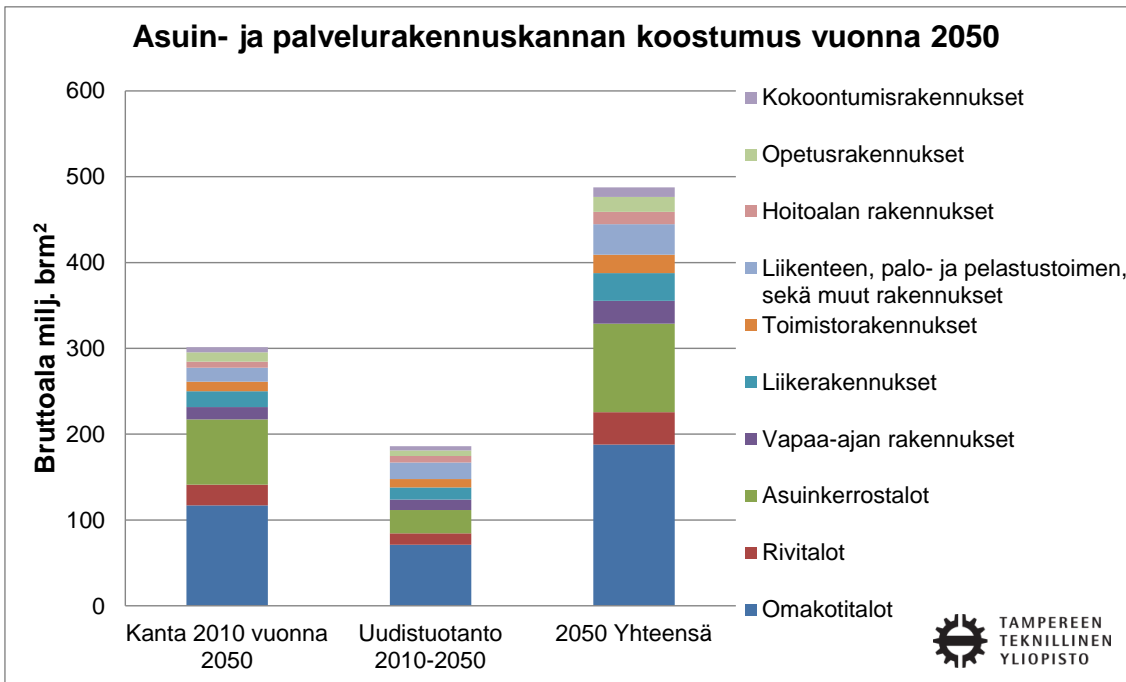
Vuonna 2050 vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannasta on jäljellä noin 75 %. Tämä osuus on arviolta 55–60 % senhetkisestä koko asuin- ja palvelurakennuskannasta (kuva 2.1.2). Vuoden 2010 jälkeen rakennettua uudistuotantoa olisi tällöin 40–45 %. Uudistuotannossa palvelurakennusten osuus on suurempi kuin vuonna 2050 jäljellä olevassa vuoden 2010 rakennuskannassa (kuva 2.1.3). Siten korjaustoiminnalla on suhteellisesti suurempi merkitys asuinrakennuksissa kuin palvelurakennuksissa ja uudistuotannolla on suhteellisesti suurempi merkitys palvelurakennuksissa kuin asuinrakennuksissa.

Poistuman suuruus vaikuttaa hieman energiansäästömahdollisuuksiin. Mahdollisuudet oleelliseen purkamisen lisäämiseen tai vähentämiseen ovat kuitenkin vähäiset ja siksi energiansäästövaikutuksetkin jäisivät vähäisiksi.

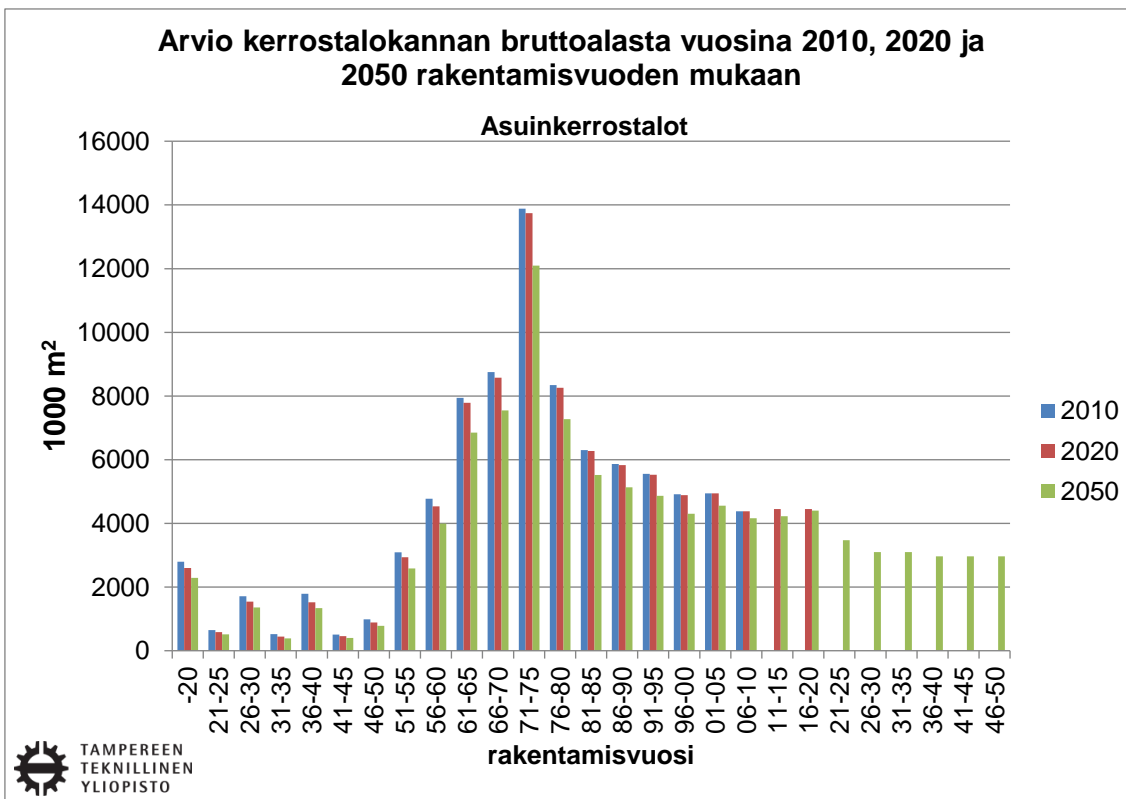


Kuva 2.1.2. Asuin- ja palvelurakennuskannan kehittyminen vuosina 2000–2050 jaettuna vuoden 2010 kantaan ja vuoden 2010 jälkeen rakennettuun kantaan (uudistuotanto 2010-2050).

Rakennuskannan kehittämisesimerkkinä on esitetty kuvassa 2.1.4, miten asuinkerrostalokanta muuttuu ikäryhmittäin vuosina 2020 ja 2050 verrattuna vuoteen 2010. Liitteessä 2 on esitetty vastaavat kuvat muistakin asuinrakennuksista.



Kuva 2.1.3. Asuin- ja palvelurakennuskanta käyttötarkoituksiluokittain vuonna 2050 jaetuna vuoden 2010 jäljellä olevaan kantaan ja vuoden 2010 jälkeen rakennettuun kantaan (EKOREM-malli). Palvelurakennusten osuus on uudistuotannossa suurempi kuin vanhassa rakennuskannassa.



Kuva 2.1.4. Asuinkerrostalojen bruttoala ikäryhmittäin vuosina 2010, 2020 ja 2050 (EKOREM-malli). Kuvasta näkyy poistuman vaikutus ajanjaksoina 2010-2020 ja 2020-2050 sekä uudistuotannon suhde vanhaan kantaan vuosina 2020 ja 2050.

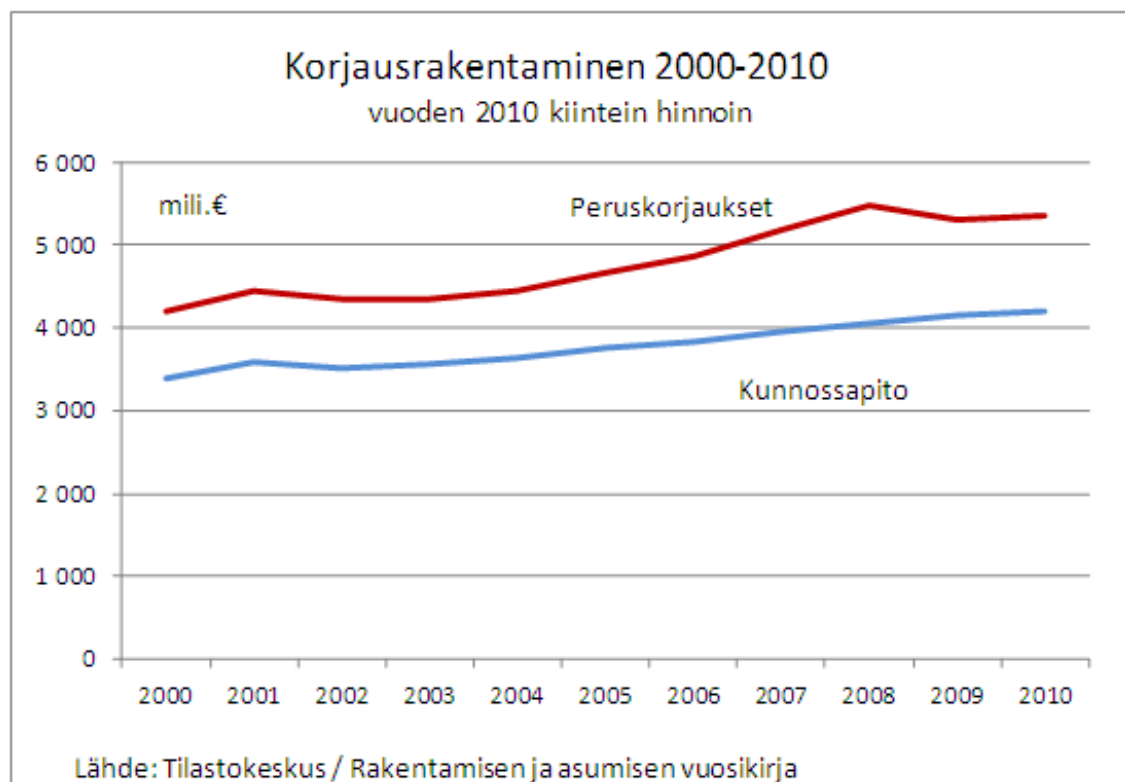
2.2. Korjausrakentaminen

Korjausrakentamisen määrää ja sisältöä ei tunneta niin hyvin kuin uudistuotantoa. Korjaushankkeiden seuranta ja tilastointi eivät ole samalla tavoin kattavaa kuin uudisrakentamisen. Luvanvarainen korjaustoiminta kattaa vain osan kaikesta korjaamisesta.

Tilastokeskus kokoaa vuosittain tietoja asunto-osakeyhtiöiden ja isojen rakennusliikkeiden korjaustoiminnan laajuudesta ja kohteista. Näitä tietoja sekä työvoimatiedustelua hyväksi käyttäen se estimoii korjausrakentamisen vuotuisen arvon. Estimointi perustuu korjausrakentamisen poikkileikkaustutkimukseen (Vainio et al. 2002) ja siihen tehtyyn tarkistukseen.

2.2.1. Korjausrakentamisen kustannukset

Korjausrakentamisen arvo oli vuonna 2010 yhteensä noin 9,5 miljardia euroa (kuva 2.2.1). Peruskorjauksiin käytettiin vuonna 2010 noin 5,3 miljardia euroa ja vuosikorjauksiin 4,2 miljardia euroa. Energiansäästökorjausten osuutta korjaustoiminnasta ei pysty erottelamaan. Yleinen arvio on, että energiansäästötoimenpiteet lisäävät peruskorjauskustannuksia 5 - 15 % eli 0,3 – 0,8 miljardia euroa.



Kuva 2.2.1. Talonrakennuksen korjaustoiminnan reaalikehitys. Energiansäästötoimenpiteet tehdään pääsääntöisesti peruskorjausten yhteydessä.

Asuinrakennusten osuus korjaustoiminnasta (60 %) on jonkin verran suurempi kuin niiden osuus rakennuskannasta. Julkisten rakennusten osuus korjaustoiminnasta on noin 20 prosenttia, liike- ja toimistorakennusten osuus on 10 prosenttia.

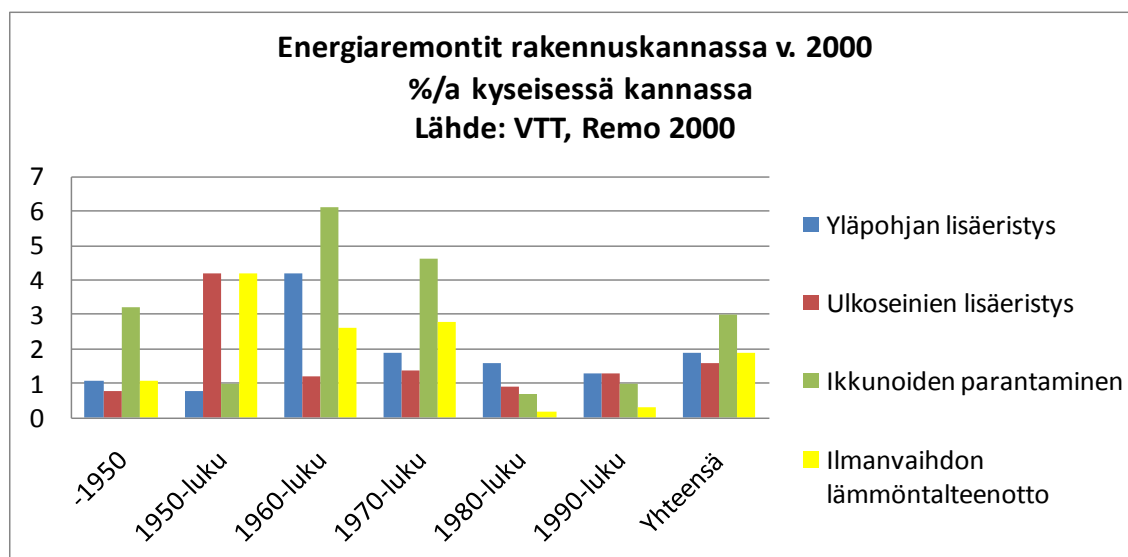
Jos tavoitteeksi asetetaan asuin- ja palvelurakennuksissa lämmitysenergian osalta yhden prosentin vuosisäästön lisäys vuosittain eli noin 600 GWh/a, aiheuttaa se alimmillaan n. 600 miljoonan euron lisäkustannukset korjauskustannuksiin vuosittain pakollisiin korjauskustannuksiin verrattuna eli noin 11 % peruskorjauskustannuksista. Kustannusarvio perustuu oletukseen, että energiansäästötoimenpiteiden takaisinmaksuaika olisi keskimäärin noin 10 vuotta energian hinnalla 10 snt / kWh. Tämä pätee vain, jos energiakorjaukset pystytään tekemään silloin kun kyseisiä rakennusosia muutenkin joudutaan korjaamaan. Tällöin energiansäästötoimenpiteiden aiheuttamat lisäkustannukset saadaan takaisin 5 – 20 vuoden kuluessa energiakustannusten vähenemisenä. Lähtökohtana laskelmissa voi siis pitää, että lisäkustannus on noin 1€ yhtä säästettyä vuosittaista kilowattituntia kohti. Mitä korkeammaksi prosentuaalinen säästöavoite asetetaan, sitä kalliimmaksi muodostuu säästetyn kilowattitunnin kustannus.

Jos pyritään lisäämään energiansäästöä rakennuskannassa enemmän kuin mitä tarpeenmukaisten korjausten yhteydessä on pienin lisäkustannuksin tehtävissä, voivat lisäkustannukset nousta moninkertaisiksi eivätkä vähentyneet energiakustannukset ehkä kata lisäinvestointikustannuksia rakennuksen jäljellä olevan elinkaaren aikana. Tätä on käsitelty tarkemmin kohdassa ”4.4. Toimenpiteiden kannattavuus ja elinkaarikustannusvaikutukset”.

2.2.2. Korjaustoimenpiteiden määrät

Energiansäästölaskelmissa tarvittavien vuosittaisten korjaustoimenpidemäärien arvioinnissa on käytetty apuna kymmenen vuota sitten tehdyn VTT:n REMO-tutkimuksen tuloksia (Vainio et al. 2002). Silloisia korjaustoimenpidemääriä verrattiin vuonna 2011 muihin selvityksiin. Korjausmäärät olivat keskimäärin ehkä hieman liian korkeat nykytilanteessa. Erot olivat kuitenkin niin pienet, että REMO-tutkimuksen korjausmääriä ei muutettu. Keskimäärin vaipan ja ilmanvaihdon energiakorjauksia tehtiin kahteen prosenttiin näistä rakennusosista (kuva 2.2.3). Alapohja ei ole tarkastelussa mukana, koska alapohjakorjauksia tehdään hyvin vähän. Yleisimmin tehtiin ikkunaremontteja (3 %).

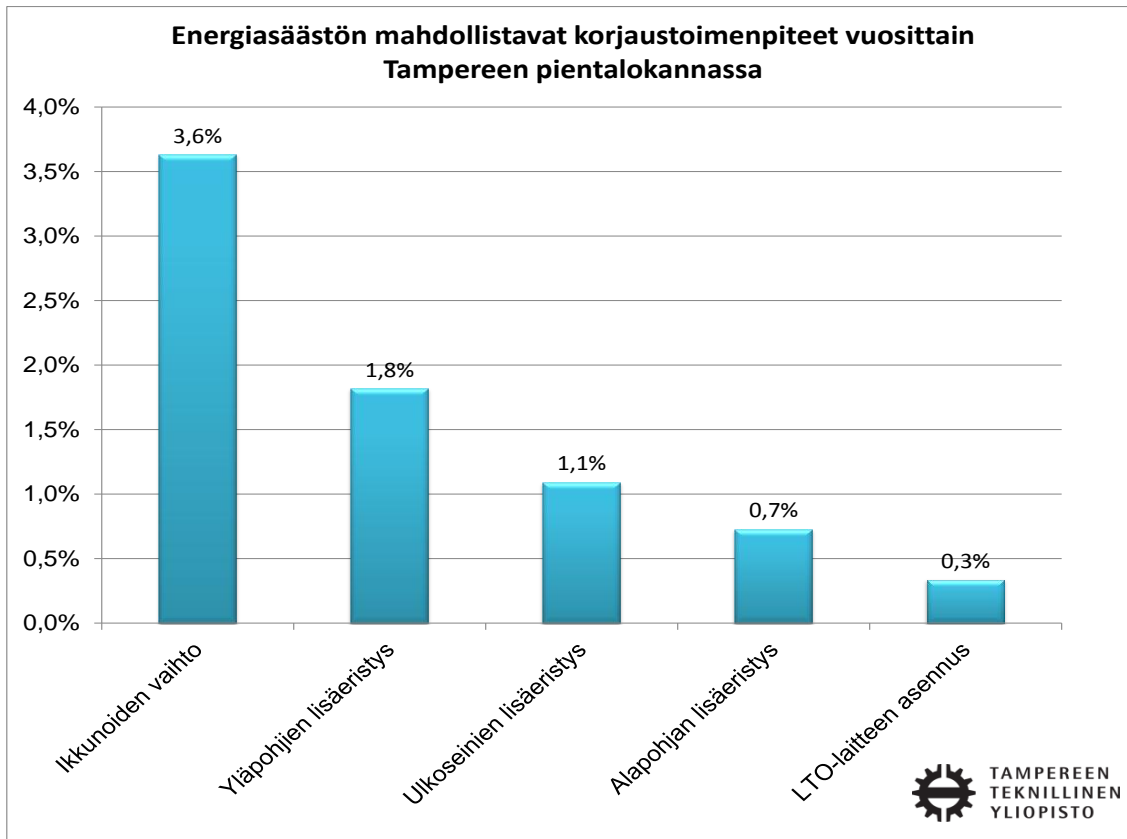
Kyseisen tutkimuksen mukaan keskimäärin kahteen prosenttiin tarkastelluista rakennusosista tehtiin energiakorjauksia. Jos näissä kaikissa korjauksissa pystyttäisiin vähentämään rakennusosakohtaiset energiankulutukset keskimäärin vähintään puoleen, vähenisi vanhan rakennuskannan lämmönkulutus lähes prosentin vuosittain. Raportissa myöhemmin esitetyt tarkastelut osoittavat, että näin suureen säästöön ei päästä.



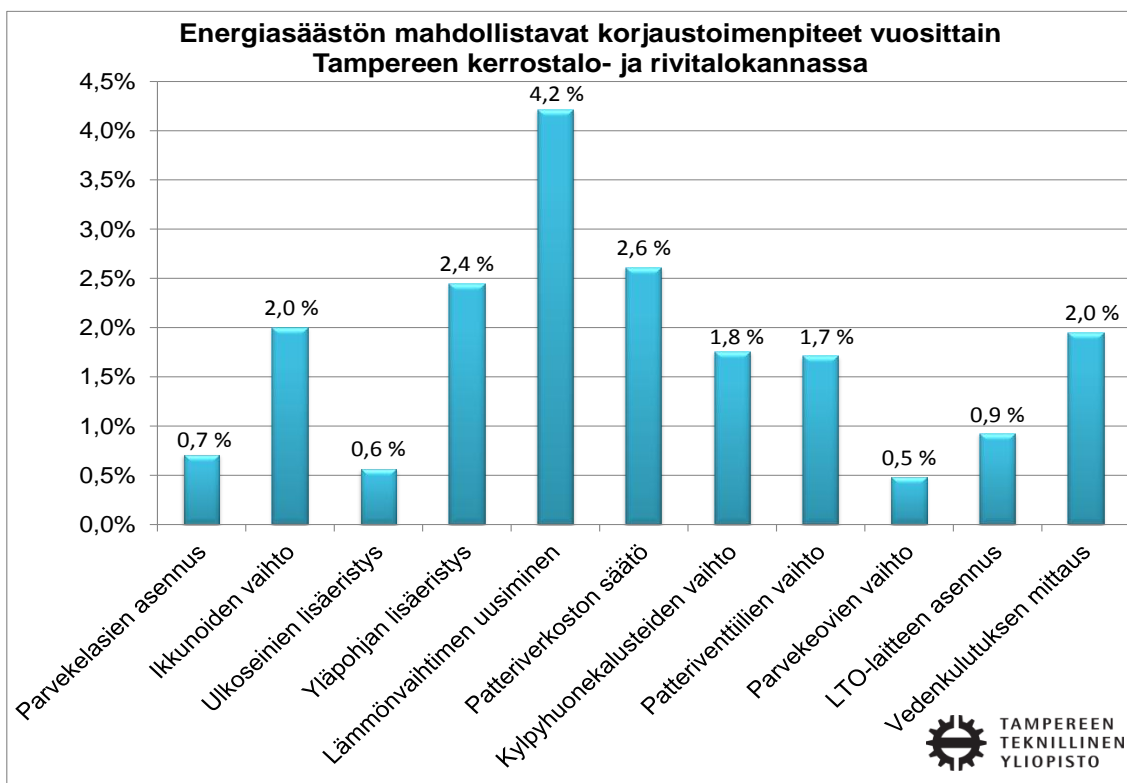
Kuva 2.2.2. Energiaremonttien kohdistuminen rakennuskannassa ikäluokittain vuonna 2000 (Vainio et al. 2002). Yleisimmin on tehty ikkunaremontteja 1960-luvun rakennuksiin.

Tutkimuksen aikana tehtiin myös selvitys energiansäästömahdollisuuksista Tampereen asuinrakennuskannassa (Heljo, Vihola 2011). Siinä arvioitiin tarkemmin omakotitalokannan korjaustoimenpiteitä (kuva 2.2.3). Arvio perustuu Rakennustutkimus RTS Oy:n tekemään kirjekyselyyn vuonna 2009. Kyselyn koski yksityisiä omakotikorjaajia Suomessa ja vastauksia kyselyyn kertyi noin 2300. Kyselyn vastausprosentti oli noin 36 %. Ikkunoiden vaihto ja yläpohjien lisäeristys on samaa suuruusluokkaa kuin REMO-tutkimuksessa, mutta ulkoseinien lisäeristys hieman vähäisempää ja ilmanvaihtoremontit oleellisesti vähäisempiä. Kuvassa 2.2.4 on arvio toteuttamiskelpoisista energiakorjaustoimenpiteiden määristä Tampereen asuin- ja rivitalokannassa. Se perustuu Helsingin kaupungin keräämiin tietoihin asuntoyhtiöiden PTS-suunnitelmista (Heljo, Vihola 2010). Kyseisen aineiston mukaan ulkoseinien lisäeristystä ja ilmanvaihtoremontteja tehtäisiin selvästi vähemmän kuin REMO-tutkimuksen mukaan. Myös ikkunoiden vaihtoja olisi vähän vähemmän. PTS-suunnitelmien toteutumisesta ei ole varmuutta. Todennäköisesti kaikkia PTS-suunnitelmissa esitettyjä korjaustoimenpiteitä ei tehdä tai ne tehdään suunniteltua myöhemmin. Siksi niiden perusteella tehdyt arviot energiansäästömahdollisuuksista ovat suuntaa-antavia.

Näiden uudempien otostietojen mukaan toteutettavissa olevien energiakorjausten määrät asuinrakennuskannassa näyttäisivät jäävän vähäisemmiksi kuin mitä tässä tutkimuksessa on laskettu REMO-tutkimuksen perusteella. Tämä koskee erityisesti seinien lisäeristystä ja ilmanvaihdon lämmöntalteenottoa.



Kuva 2.2.3. Vuosittainen korjaustoimenpiteiden laajuus Tampereen omakotitalokannassa. Lähteenä Rakennustutkimus RTS Oy:n tekemä kirjeksely omakotikorjaajille Suomessa.



Kuva 2.2.4. Vuosittainen korjaustoimenpiteiden laajuus Tampereen kerros- ja rivitalokannassa (Heljo, Vihola 2011).

3. KORJAUSTOIMENPITEIDEN VUOSIT- TAISET ENERGIANSÄÄSTÖVAIKUTUKSET

Rakennuskannan energiansäästöpotentiaalilaskelmia on tehty lukuisia eri hankkeissa. Niissä lasketaan, kuinka paljon voitaisiin teoriassa erilaisilla toimenpiteillä säästää energiaa rakennuskannassa ottamatta kantaa, onnistuuko se käytännössä, millä vauhdilla säästöä voidaan saada aikaan ja mitkä ovat kustannukset. Tässä selvityksessä paneuduttiin näihin vaikeasti arvioitaviin tekijöihin. Päätuloksena on mahdollisimman realistinen arvio, kuinka paljon pystytään vuosittain nykyisessä rakennuskannassa säästämään energiaa. Vuosittaiset säästömahdollisuudet täytyy arvioida, jotta pystytään arvioimaan, kuinka paljon on mahdollista saada energian säästöä aikaan määrättyinä aikavälinä.

3.1. Energiansäästövaikutusten arviointiperiaatteet

Toteutettavissa olevien energiansäästöjen ja kasvihuonekaasujen päästövähennysten määrää on arvioitu neljän erillisen laskelman avulla käyttäen laskelmien tekemiseen aiemmin kehitettyä EKOREM-laskentamallia (*Heljo et al. 2005*). Useita eri tavalla tehtyjä laskelmia tehtiin, jotta saatiin varmistettua laskelmien luotettavuus. Tuloksia verrattiin Ruotsissa tehtyihin laskelmiin sekä Helsingin kaupungin asuinrakennuksiin ja Tampereen asuinrakennuskantaan kohdistuneisiin vastaaviin tarkasteluihin.

Tarkastelujen tavoitteena oli määrittää korjaustoiminnalla aikaansaataavissa oleva toteutamiskelpoinen energiansäästöpotentiaali. Sillä tarkoitetaan tässä selvityksessä vaippaan, ilmanvaihtoon ja käyttöveteen kohdistuvia sellaisia lämmitysenergian säästötoimenpiteitä, jotka arvioidaan mahdolliseksi toteuttaa.

Tässä selvityksessä tehtiin EKOREM-laskentamallilla seuraavat laskelmat:

1. Peruskehitys, jossa poistuma on mukana, mutta energiansäästötoimenpiteitä ei tehdä.
2. Teoreettinen maksimipotentiaalilaskelma, missä koko rakennuskanta on muutettu vastaamaan vuoden 2010 uudistuotannon energiamääräyksiä
3. Teoreettinen suunnitelmallisen korjaustoiminnan mukainen kehitys ottaen huomioon asiantuntijanäkemyksen mukaiset rajoitukset.
4. Toteutuneen todellisen energiansäästöön liittyvän korjausrakentamisen määrän ja asiantuntija-arvioiden mukaisten rajoitusten mukainen kehitys

Peruskehitys ei vastaa nykyistä kehitystä, koska energiansäästötoimenpiteitä tehdään jonkin verran. Tämä valittiin vertailutasoksi sen takia, että nykyistä energiansäästötoimenpiteiden toteuttamisen määrää ei tunneta. Tämä laskelma voi kuvata myös tilannetta, missä laatutason nostot lisäävät energian kulutusta yhtä paljon kuin vähäiset energiansäästötoimenpiteet vähentävät. Varsinkin palvelurakennusten perusparannuksissa voi käydä näin. Ilmanvaihto on vanhoissa rakennuksissa usein liian vähäistä. Siksi perusparannuksissa ilmanvaihdon lisääminen syö usein osan energiansäästöä. Tyypillisesti perusparannuksissa myös sähkönkulutus kasvaa.

Teoreettiseksi maksimaaliseksi energiansäästöpotentiaaliksi valittiin oletus, että koko rakennuskanta muutetaan laskentamallissa nykyisten vuoden 2010 määräysten mukaiseksi. Tässä laskelmassa ei ole otettu huomioon sitä tosiasiaa, että osa rakennusosista on jo korjattu ja osa jää monista eri syistä korjaamatta. Kaikkien rakennusosien osalta ei myöskään päästä kyseiseen määräystasoon. Todellisuudessa toteuttamiskelpoinen säästöpotentiaali on rakennuskannassa siten paljon vähäisempi.

Teoreettisen suunnitelmallisen korjaustoiminnan mukaista kehitystä arvioitiin toimenpidekohtaisten laskentamallien avulla. Näissä malleissa rakentamisajankohtien ja rakenteiden korjausikähajonta-arvioiden perusteella saadaan arvioitua vuosittaisia korjausmääriä. Parhaiten malli toimii ehkä ikkunakorjausten osalta. Yläpohjien osalta mallia ei voi käyttää, koska yläpohjan lisäeristäminen ei ole kovin paljon sidoksissa vesikat-toremontteihin.

Toteutuvia todellisia korjausmääriä arvioitiin VTT:n REMO-tutkimuksen tulosten perusteella (Vainio et al. 2002). Koska tulokset koskivat vuoden 2000 korjaustoimintaa, ei niitä voitu suoraan käyttää laskentamallissa. Tuloksia käytettiin siten, että oletettiin ikäluokittaisten korjausosuuksien siirtyvän 10 vuotta nuorempiin ikäluokkiin kun tarkasteltiin 2010-luvun korjaustoimintaa ja 20 vuotta nuorempiin ikäluokkiin kun tarkasteltiin 2020-luvun korjaustoimintaa jne. Korjausmääriä verrattiin vuonna 2011 käytössä oleviin uudempiin tietoihin.

Kahdessa jälkimmäisessä tarkastelussa jätettiin korjaamatta se osuus rakennusosista, mihin asiantuntija-arviossa päädyttiin. Merkittävä osa asiantuntija-arvioista muodostettiin workshop-tilaisuudessa, johon oli kutsuttu laaja asiantuntijaryhmä.

Arvioita on hyödynnetty kansallisen toimintaohjelman ERA 17 taustaselvityksen laskelmissa (Vehviläinen et al. 2010) sekä Helsingin ja Tampereen kaupungin rakennusten energiansäästömahdollisuuksia kartoittavissa laskelmissa (Heljo, Vihola 2010 ja 2011). Kyseisistä laskelmista on ollut hyötyä myös tässä hankkeessa. Ne ovat varmistaneet, että tehdyt arviot ovat oikeata suuruusluokkaa.

Oleellisia muuttujia laskelmissa ovat korjausvauhti eli vuosittaisen korjaustoiminnan määrä, korjaamatta jäävä osuus rakennusosista sekä energiansäästötoimenpiteen suuruus. Korjausvauhdiksi muodostui keskimäärin noin kahden prosentin osuus tarkasteltavista rakennusosista vuosittain. Korjaamatta jäävien osuus vaihteli rakennusosittain ja talotyypeittäin. Keskimäärin korjaamatta jää noin puolet rakennusosista vuoteen 2050 mennessä. Suurin epävarmuus jäi asuinkerrostalojen ilmanvaihtoremonttien suorittamiseen.

Energiansäästön määrä rakennusosittain arvioitiin sen perusteella, mitä suuruusluokkaa energiansäästöt tällä hetkellä voisivat olla rakennuskannassa ikäluokittain ja talotyypeittäin. Keskimäärin energiansäästöksi muodostui rakennusosittain noin puolet aikaisemmasta kulutuksesta. Vanhoissa taloissa säästö on suurempi ja uusissa pienempi.

Rajanvetoa sille, mikä on toteuttamiskelpoista ja mikä ei, on vaikea vetää. Pääperiaatteena tarkasteluissa on ollut, että energiansäästötoimenpiteet tehdään suunnitellusti muun korjaustoiminnan yhteydessä. Eri syistä noin puoleen rakennuskannan rakennusosista keskimäärin ei energiansäästötoimenpidettä tehdä vuoteen 2050 mennessä.

Kulttuurihistoriallisesti tai rakennustaiteellisesti arvokkaiden rakennusten ominaispiirteiden sekä kaikkien rakennusten rakennusaikakaudelle tyypillisten ratkaisujen ja materiaalien säilyttämistavoitteet tuovat rajoituksia rakennusosien korjaamiselle ja uusimiselle. Näissäkin rakennuksissa voidaan kuitenkin korjaus-, käyttö- ja ylläpitotoimien yhteydessä ottaa huomioon energiankäytön tehostaminen.

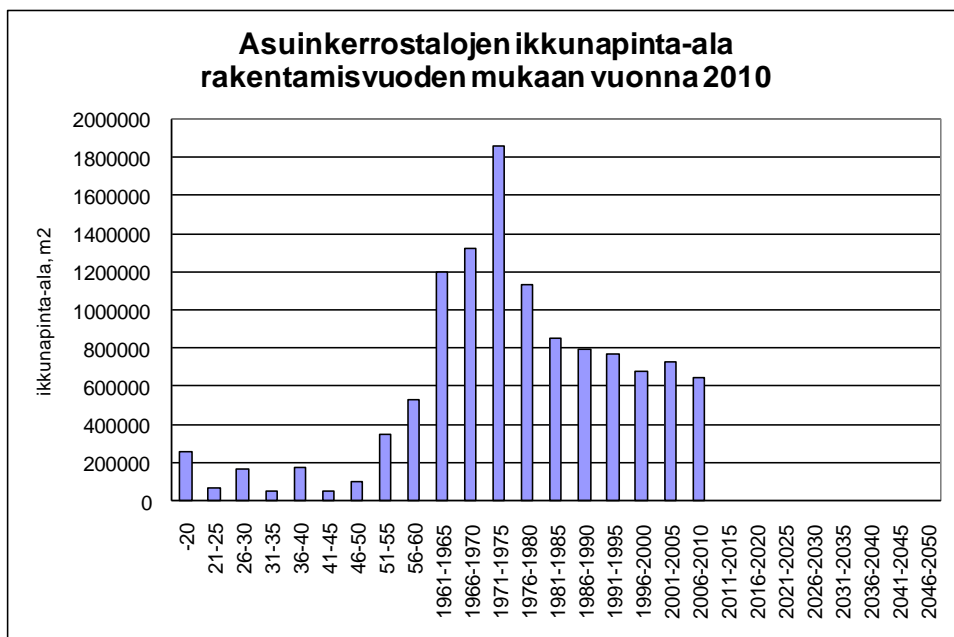
Uusimmat rakennukset ovat jo niin energiatehokkaita, että energiansäästötoimenpiteisiin ei useinkaan ole teknisiä eikä taloudellisia perusteita. Monet tekniset, taloudelliset ja päätöksentekoon liittyvät syyt estävät myös usein energiakorjausten tekemisen.

3.2. Energiansäästötoimenpiteiden teoreettiset toteutusmäärät

Arvioitaessa toteuttamiskelpoisia energiansäästömahdollisuuksia nykyisessä rakennuskannassa lähtökohtana on pääsääntöisesti, että rakennusosiin tehtävät energiansäästötoimenpiteet tehdään silloin, kun kyseisissä rakennusosissa on muutakin korjaustarvetta. Muu periaate ei ole realistinen. Ensin täytyy siten arvioida rakennusosien korjaustarpeiden määrien kehittyminen, jotta voidaan arvioida energiansäästömahdollisuuksia.

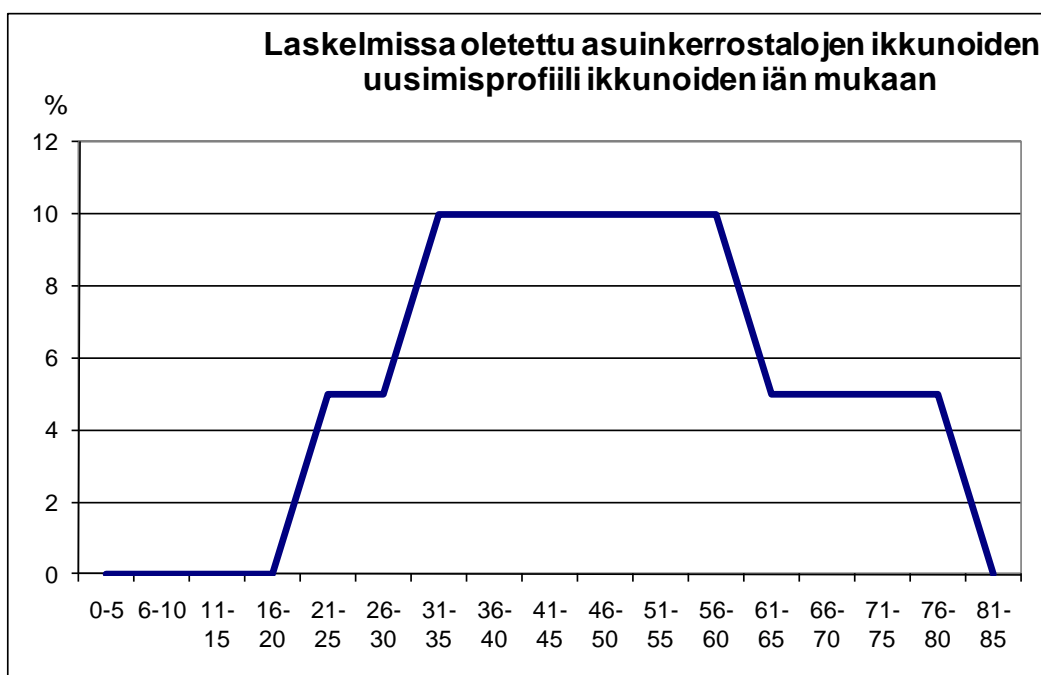
Ikkunakorjaukset

Esimerkkinä arviointiperiaatteesta on kuvattu, miten voidaan arvioida asuinkerrostalojen ikkunoiden vuosittaisen korjaustarpeen kehittymistä. Lähtökohtana ovat ikkunapinta-alat rakentamivuoden mukaan (*kuva 3.2.1*).



Kuva 3.2.1 Asuinkerrostalojen ikkunapinta-ala rakentamisvuoden mukaan vuonna 2010. Lähde: EKOREM –malli.

Tämän jälkeen pitää arvioida, missä iässä ikkunoiden uusiminen tai parantaminen tulee ajankohtaiseksi. Kaikkia ikkunoita ei uusita saman ikäisenä, joten laskelmissa pitää arvioida uusimisikäälle uusimisprofiili (kuva 3.2.2).

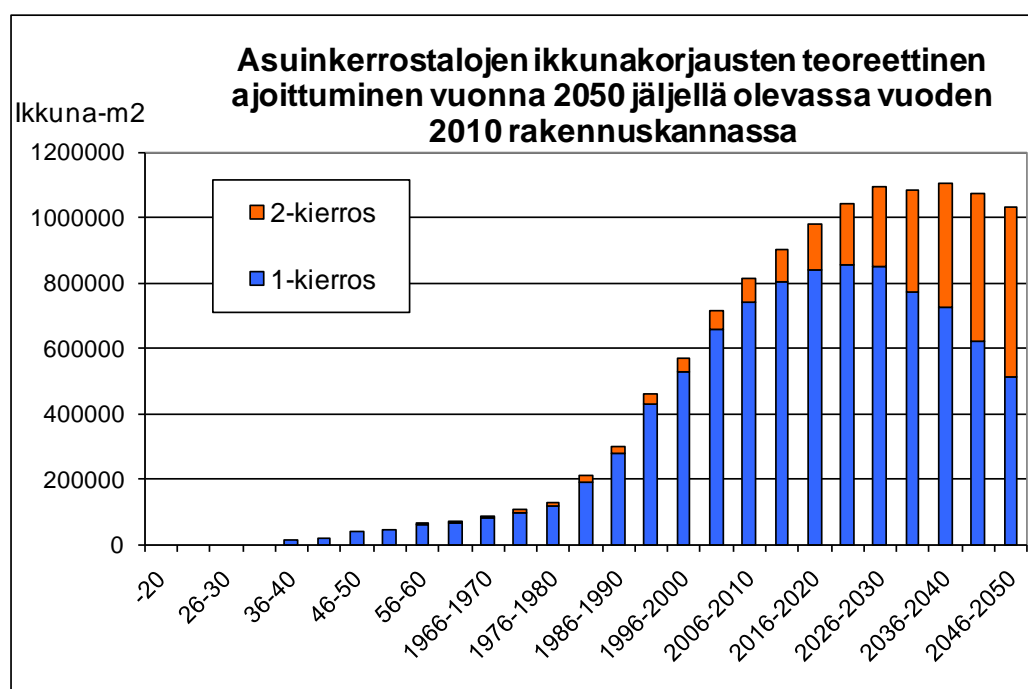


Kuva 3.2.2. Asuinkerrostalojen ikkunoiden oletettu uusimisprofiili ikkunan iän mukaan. Lähde: Eero Nippalan erillislaskelmat EPAT hankkeeseen..

Rakentamisajankohdan ja uusimisprofiilin avulla saadaan arvioitua miten uusimistarve vuosittain kehittyy (kuva 3.2.3). Todellisuudessa kaikkia ikkunoita ei uusita, vaikka uusimistarve olisikin.

Ikkunoiden ja julkisivujen korjaamisen teoreettisissa tarkasteluissa osa korjataan ennen vuotta 2050 jo toista kertaa. Ikkunat on esim. vaihdettu jo kertaalleen kaksilasisista ($U=2,7$) kolmilasisiin ($U=1,4-1,8$). Ennen vuotta 2050 osa niistä vaihdetaan nelilasisiin ikkunoihin ($U= n. 0,85$).

Varteenotettavana vaihtoehtona ikkunan uusimiselle on energiatehokkuuden parantaminen lisälasilla, sisäpuitteen vaihdolla tai sisäpuitteen eristyslaselementin vaihdolla.



Kuva 3.2.3. Asuinkerrostalojen ikkunoiden teoreettinen uusimistarve eri ajanjaksoilla. Ikkunoita aletaan tämän tarkastelun perustella uusia jo toiseen kertaan.

Teoreettista korjaustoiminnan mukaista kehitystä laskettaessa tarkastelu voitiin tehdä ikkunoiden ja julkisivujen osalta. Yläpohjien osalta oletettiin tässä laskelmassa, että kaikki helposti lisäeristettävät yläpohjat lisäeristettäisiin vuoteen 2020 mennessä.

Ilmanvaihtokorjaukset

Ilmanvaihtokorjauksille ei ole määritettävissä mitään teoreettista ajankohtaa niiden rakennusten osalta, joissa ei vielä ole koneellista sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihtoa. Tämä koskee erityisesti asuinkerrostaloja. Ilmanvaihtokorjaukset jaettiin koko tarkastelujaksolle 2020-2050. Asuinkerrostalojen osalta asiantuntijoilla näkemykset ilmanvaihtokorjausten määrästä poikkesivat erittäin paljon. Pessimistisessä arviossa 80 %:iin asuinkerrostaloista ei tule koneellista ilmanvaihton lämmöntalteenotolla varustettua sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihtoa. Optimistisessä arviossa vain 20 %:iin remonti

jää tekemättä (*taulukko 3.3.1*). Laskelmat tehtiin optimistisen arvion mukaan. Tällä on suuri merkitys saavutettavissa olevaan säästön määrään. Vanhoihin lämmöntalteenotolla varustettuihin ilmanvaihtojärjestelmiin oletettiin ilmanvaihtokoneiden uusimisia siten, että vuoteen 2050 mennessä hyötysuhde paranee keskimäärin 10 prosenttiyksikköä.

3.3. Energiansäästötoimenpiteiden todelliset toteutusmahdollisuudet

Energiansäästötoimenpiteitä ei tehdä koko nykyiseen rakennuskantaan monenlaisten syiden takia. Syitä on esitetty tämän luvun lopussa. Asiantuntija-arvioiden perusteella määritettiin, kuinka suureen osaan rakennuksista tarkastellut toimenpiteet on jo tehty ja kuinka suureen osaan jää tekemättä (*taulukko 3.3.1*). Suuri osa arvioista muodostettiin järjestetyn asiantuntijapäivän perusteella. Tällöin käytiin läpi talotyypeittäin ja rakennusosittain, kuinka paljon toimenpiteistä on arviolta jo tehty ja kuinka paljon jää tekemättä.

Toimenpiteet kohdistuisivat tehdyn arvion mukaan asuin- ja palvelurakennuskannassa noin puoleen lämmitysenergian kulutuksesta. Jos toimenpiteet vähentäisivät keskimäärin noin puolet korjatun rakennusosan lämmitysenergian kulutuksesta, vähenisi lämmitysenergian kulutus koko asuin- ja palvelurakennuskannassa noin 25 %. Tarkemmilla laskelmilla päädyttiin noin 20 % energiansäästöön vuoteen 2050 mennessä.

Ilmanvaihtokorjaukset

Asiantuntijat uskoivat, että lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtojärjestelmä rakennettaisiin suurimpaan osaan (80–95 %) rakennuksista ennen vuotta 2050. Asuinkerrostalojen osalta esitettiin myös vaihtoehto, että 80 prosenttiin asuinkerrostaloista jäisi uusi ilmanvaihtojärjestelmä rakentamatta ennen vuotta 2050. Tämä pessimistinen näkemys perustui siihen, että ei saada kehitettyä tekniikka ja ratkaisuja riittävän houkutteleviksi ja helpoiksi toteuttaa.

Vaippakorjaukset

Omakotitalojen seinät jakaantuvat lisäeristämisen toteutuksen helppouden kannalta kahden erilaiseen seinäratkaisuun. Puujulkisivuista arvioitiin jäävän lisäeristämättä vain 20 %, mutta tiiliverhotuista seinistä 70 % . Ennen vuotta 1950 rakennettujen kerrostalojen seinistä arvioitiin jäävän lisäeristämättä 90 % arkkitehtuurin takia. Vuoden 1950 jälkeen rakennetuissa taloissa jäisi lisäeristämättä vain 25 %.

Ikkunoista uskottiin jäävän vaihtamatta vain 10–20 %. Osittain ikkunoita vaihdetaan jo toiseen kertaan.

Tiiviys

Vaipan ilmapuotoihin liittyvän tiivistämisen osalta asiantuntijat olivat pessimistisiä. Arviona oli, että tiivistäminen hankaluutensa takia jäisi tekemättä 70–80 prosenttiin rakennuksista. Rakennusosien vaihdon yhteydessä vaippa luonnollisesti tiivistyy näiden rakennusosien osalta.

Käyttövesi

Huoneistokohtainen käyttöveden mittaus liittyy pääasiassa vain rivitalojen ja asuinkerrostalojen korjauksiin. Arviona esitettiin, että vain 5–10 prosenttia rivi- ja kerrostaloista olisi vuonna 2050 ilman huoneistokohtaista käyttöveden mittausta.

Taulukko 3.3.1. Asiantuntijanäkemyksiin perustuva arvio talotyypeittäin niiden energiansäästötoimenpiteiden osuudesta, jotka jo on tehty ennen vuotta 2010 ja joita ei tehdä ennen vuotta 2050.

Asiantuntija-arvio energiansäästötoimenpiteiden tekemisestä 2010-2050	Ikkunoiden vaihto		Seinien lisäeristys		Yläpohjan lisäeristys		Vaipan tiivistys		Ilmanvaihdon lämmön- talteenoton rakentaminen		Huoneisto-kohtainen veden kulutuksen mittaus	
	Tehty	Ei tehdä	Tehty	Ei tehdä	Tehty	Ei tehdä	Tehty	Ei tehdä	Tehty	Ei tehdä	Tehty	Ei tehdä
Omakotitalot	15 %	20 %	15 %	40 %	20 %	15 %	5 %	70 %	30 %	10 %	100 %	
Rivitalot	15 %	10 %	15 %	40 %	5 %	20 %	5 %	70 %				5 %
Kerrostalot	15 %	15 %	8 %	40 %	3 %	75 %	5 %	80 %	5 %	80% / 20%		10 %
Liike- ja toimistorakennukset	15 %	15 %	10 %	50 %	0 %	75 %	5 %	80 %	50 %	5 %		100 %
Julkiset rakennukset	15 %	15 %	10 %	50 %	0 %	75 %	5 %	80 %	50 %	5 %		100 %

Asiantuntija-arviot (taulukko 3.3.1) perustuvat pitkälti Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustekniikan laitoksen ja hankkeeseen osallistuneiden muiden tutkijoiden arvioihin sekä järjestetyn asiantuntijapäivän aikana ja perusteella tehtyihin arvioihin. Asiantuntijapäivän 18 osallistujaa edustivat seuraavia organisaatioita:

- Senaatti-kiinteistöt
- Teknillinen korkeakoulu
- VTT
- Mittaviiva Oy
- Vahanen Oy
- Helsingin kaupungin rakennusvirasto (HKR)
- Oulun ammattikorkeakoulu
- Tampereen ammattikorkeakoulu
- Tampereen teknillinen yliopisto
- Ympäristöministeriö

Yleisiä syitä, miksi energiansäästötoimenpiteitä ei tehdä, ovat:

Rakennusten ominaisuudet:

- rakennus on niin **nuori ja hyväkuntoinen**, että korjauksia ei vielä tarvitse tehdä
- rakennus on pääasiallisen **käyttöiän lopussa** tai toissijaisessa käytössä
- rakennus on suunniteltu **lyhytaikaiseen käyttöön** (esim. hallit, parakit)
- **suojelukohteet ja rakennusperinnön vaaliminen** tekevät energiansäästön haasteelliseksi.

Rakennuspaikka:

- rakennus sijaitsee alueella, missä **rakennuksen tarve on vähentynyt** ja taloudellisia edellytyksiä korjaamiselle ei enää ole

Osaaminen, asenteet ja päätöksenteko:

- asunnoista 75 % on kotitalouksien omistamia eli **päätöksentekijöitä on paljon**
- **osaaminen ei riitä**, koska korjaamisperinteitä ei vielä ole paljon
- energiansäästömahdollisuuksia juuri omassa talossa **ei osata arvioida**
- toimenpiteiden **sopivuudesta** juuri omaan taloon on **epäilyksiä**
- **tekniikkaa vierastetaan** eikä sitä ymmärretä (esim. koneellinen ilmanvaihto)
- **rakenteita pidetään arvokkaina** (esim. vanhat ikkunat)
- vanhan **korjaamista voidaan pitää ekotehokkaampana** kuin uusimista
- **ei ole aikaa** käsitellä energiansäästöasioita tai perusteita ei esitetä riittävän hyvin
- organisaatiossa **ei ole riittävää asiantuntemusta** tai motivaatiota
- **epävarmuus kosteusteknisestä toimivuudesta**

Tekniikka ja arkkitehtuuri:

- energiansäästötoimenpide on **vaikea toteuttaa teknisesti** (esim. tiiliulkoverho-
us, matala yläpohja, ilmanvaihdon lämmöntalteenoton kanavistojen sijoitus)
- **vaikea toteuttaa arkkitehtonisesti** onnistuneesti tai ominaisuuksia säilyttäen

Kannattavuus ja resurssit:

- **taloudellinen kannattavuus** ja taloudelliset mahdollisuudet
- jos rakennusosassa ei ole korjaustarvetta, on sen uusiminen **pelkästään energiansäästön takia useimmiten kannattamatonta**
- kannattavuus saatetaan laskea **liian lyhytnäköisesti**
- kannattavuuksista on **ristiriitaista tietoa**
- **rahoituksen järjestäminen** voi olla ongelma.

3.4. Tarkastellut energiansäästötoimenpiteet

Tässä selvityksessä on tarkasteltu ensisijassa rakennusten korjaamiseen liittyviä energiansäästötoimenpiteitä. Tarkastelu sisälsi vaipan, ilmanvaihdon, lämpimän käyttöveden, säätötoimenpiteet ja kiinteistösähkön. Kiinteistösähkö oli mukana laskelmissa vain ilmanvaihtojärjestelmän osalta. Näiden lisäksi on kuvattu myös kiinteistönhoitoon, lämmitysjärjestelmämuutoksiin ja sähkölaitteisiin liittyviä toimenpiteitä, joilla saadaan energian säästöä aikaan.

3.4.1. Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto

Pääkeinona ilmanvaihtojärjestelmän lämmönkulutuksen vähentämisessä on lämmöntalteenotolla varustetun tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän rakentaminen painovoimaisen ilmanvaihdon tai koneellisen poistoilmanvaihdon tilalle. Lisäksi voidaan vaihtaa vanhoja lämmöntalteenottolaitteita tehokkaammiksi. Poistoilman lämpö voidaan ottaa talteen vaihtoehtoisesti myös poistoilmalämpöpumpun avulla.

Ilmanvaihtomäärät lisääntyvät

Vuonna 2003 rakentamismääräykset muuttuivat monilta osin. Puolitehoinen ilmanvaihto ei enää ollut sallittua ja pakkasillakin piti ilmanvaihdon toteutua minimimäärän mukaan. Palvelurakennuksiin tuli vaatimus, jonka mukaan myös yö- ja viikonloppuaikoina piti rakennuksissa olla minimi-ilmanvaihto 0,2 kertaa tunnissa. Tilakohtaisia minimi-ilmanvaihtomääriä myös korotettiin, mikä johti siihen, että kerrostaloyksioissä kokonaisilmanvaihto kasvoi. Tähän tuli muutos vuoden 2005 määräyksissä. Hyvää sisäilman laatua varmistavien määräysten vaikutuksesta ilmanvaihtomäärät ovat kokonaisuudessaan kasvaneet. Myös korjaustoiminnassa sisäilman laatua parannetaan usein ilmanvaihtomääriä lisäämällä. Tämä vähentää todellista energiansäästön määrää.

Ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenotto rakennuskannassa

Omakotitaloissa sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihdot alkoivat yleistyä 1980-luvulla. 1990-luvulla noin 60 prosenttiin uusista omakotitaloista tuli koneellinen sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihto.

Asuinkerrostaloihin koneellisia sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihtoja on rakennettu ajanjaksolla 1980–2003 vain noin 5–10 prosenttiin rakennuksista. Vasta vuoden 2003 energiamääräykset käytännössä ohjasivat rakentamaan koneellisen sisäänpuhalluksen ja poiston lähes kaikkiin rakennuksiin.

Palvelurakennuksissa lämmöntalteenotolla varustettu sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihto on ollut yleistä jo 1980-luvulla.

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton tekniikka

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton perusratkaisussa on ristivirtakenno, jolla päästään konekohtaisesti n. 50 % vuosihyötysuhteeseen. Joitakin vuosia on ollut yleisemmin käytössä myös vastavirtakenno, jolla päästään n. 60 % hyötysuhteeseen. Pyörivällä kennolla on mahdollista päästä yli 70 % vuosihyötysuhteeseen. Jäätymisenesto voidaan toteuttaa tuloilmapuhallinta pysäyttämällä tai tuloilman sähköisellä esilämmityksellä. Esilämmitys tuhlaa hieman sähköä, koska lämmöntalteenottokeino ohjaa osan tästä lämmöstä ulos. Tuloilman jälkilämmitys hoidetaan usein sähkövastuksella, koska se on halvempi ja helpompi toteuttaa kuin lämmitysverkoston vedellä toteutettu jälkilämmitys.

Osa poistoilmasta on ohjattu lämmöntalteenoton ohi. Tällaisia ovat mm. omakotitalojen liesituulettimet ja palvelurakennusten WC-tilojen erillispoistot. Erillispoistoilla on iso merkitys, jos ne ovat jatkuvasti päällä minimi-ilmanvaihtovaatimusten takia.

Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto korjaustoiminnassa

Asuinkerrostalot

Vaihtoehtoina asuinkerrostalojen ilmanvaihtoremonteissa ovat keskitetty tai hajautettu ilmanvaihtojärjestelmä. Korjaustoiminnassa keskitetyn järjestelmän rakentaminen on mahdollista vain laajan perusparannuksen yhteydessä. Hajautettu järjestelmä on helpompi toteuttaa kuin keskitetty, jos hyväksytään poistoilman puhallus seinän läpi ulos. Tällä hetkellä seinästä ulos puhallus hyväksytään tapauskohtaisesti. Tämä on todennäköisesti suurin hidaste asuinkerrostalojen ilmanvaihtoremonttien yleistymiselle. Hajautettu järjestelmä voidaan toteuttaa myös asuntokohtaisesti asunto-osakeyhtiöaloissa. Asuntokohtaisella järjestelmällä päästään parempaan ilmanvaihdon tarpeenmukaiseen ohjaukseen kuin keskitetyllä järjestelmällä.

Vasta vuoden 1985 määräyksissä vaadittiin, että ilmanvaihdon korvausilmareitit pitää osoittaa. Vanhemmassa asuinrakennuskannassa tuli korvausilma ikkunatiivistöiden ja vaipan epätiiviyiskohtien läpi. Vaipan piti siis olla epätiivis, jotta ilmanvaihto toimi. Jos tällaiseen rakennukseen rakennetaan ilmanvaihdon koneellinen sisäänpuhallus- ja poistojärjestelmä, pitää vaippa tiivistää. Tiivistäminen onnistuu helpoimmin vaipan lisäeristämisen ja ikkunoiden uusimisen yhteydessä.

Ilmanvaihtojärjestelmäremontti lisää sähkön kulutusta. Sähkön kulutuksen muutosta voi arvioida sfp-luvun eli ominaissähkötehon avulla ($\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$). Rakentamismääräyskoelman mukaan koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän sfp-luku saa olla yleensä enintään $2,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ ja koneellisessa poistoilmajärjestelmässä yleensä enintään $1,0$. Ilmanvaihtopuhaltimien sähkönkulutus voi siis yli kaksinkertaistua ilmanvaihtoremontin yhteydessä.

Kun otetaan huomioon, että ilmanvaihtomäärät kasvavat ja sähkönkulutus kasvaa voi primäärienergian säästö olla esimerkiksi vain puolet siitä, mitä lämmöntalteenottolaitteen vuosihyötysuhteen perusteella voisi päätellä. Tuloksena saadaan kuitenkin entistä selvästi parempi sisäilma. Todennäköisesti tämä parempi sisäilma olisi jossain vaiheessa toteutettu tavalla tai toisella.

Omakotitalot

Vanhat omakotitalot saattavat olla niin epätiiviitä, että niihin ei ilman tehokasta tiivistystä kannata koneellista tulo- ja poistoilmajärjestelmää asentaa. Omakotitaloissa koneellisia tulo- ja poistojärjestelmiä kannattaakin asentaa perusparannusten yhteydessä, jolloin myös vaipan tiivistäminen onnistuu. Helpointa asennus on taloissa, joissa on ullakolla tilaa asentaa ilmanvaihtoputket.

Koska omakotitaloissa koneellisia tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmiä rakennettiin runsaasti jo 1980-luvulla, tullaan niitä uusimaan ennen vuotta 2050 teknisen vanhene-
misen takia. Tällöin voidaan vuosihyötysuhdetta parantaa jopa 20 %. Sähkön kulutusta-
kin saadaan alennettua, koska ominaissähkötehot ovat pienentyneet.

Palvelurakennukset

Palvelurakennuksissa koneelliset tulo- ja poistoilmajärjestelmät ovat olleet yleisempiä kuin asuinrakennuksissa. Hyötysuhteet ovat suhteellisen hyviä, koska pyörivä lämmön-
talteenotto on yleisesti käytössä suurissa palvelurakennuksissa.

Palvelurakennukset eroavat asunnoista ilmanvaihdon osalta siten, että niiden käyttöaste on vähäisempi ja ilmanvaihdon ohjaus korostuu enemmän. Palvelurakennuksissa on myös enemmän erillispoistoja, joissa ei ole lämmöntalteenottoa (erilliset WC:t, veto-
kaapit, ym.). Koska käyttöaste vuositasona on suhteellisen vähäinen (alle 30 %), on iso merkitys myös sillä, miten yö- ja viikonloppuajan minimi-ilmanvaihto on toteutettu. Jos se on toteutettu WC-tilojen erillispoistoilla, joissa ei ole lämmöntalteenottoa, tuhlaata merkittävästi energiaa.

Yhteenveto ilmanvaihdon lämmöntalteenotosta

Ilmanvaihdon tarpeenmukainen säätö on tärkeää sisäilmaston laadun ja energiansäästön takia. Yksi iso haaste tarpeenmukaiseen ohjaukseen liittyen on, että normaalisti tilojen käyttäjällä ei ole käsitystä ilmanvaihdon toiminnasta eikä sen laadusta. Jotta ilmanvaihdon toiminta voitaisiin varmistaa, pitäisi se saada ”näkyväksi” ja ymmärrettäväksi. Koneellinen ilmanvaihto ja sen yhteys tiiviyteen vaatii myös vielä runsaasti opastusta.

Asuinkerrostalojen ilmanvaihtokorjausten onnistuminen pitää varmistaa tehokkaalla päätöksentekoa tukevalla informaatio-ohjauksella, koska asukkaat tietävät ja ymmärtävät ilmanvaihtoon liittyviä asioita vielä erittäin huonosti.

Ilmanvaihtokorjausten säästö- ja päästövähennysvaikutusta voidaan tehostaa seuraavilla tavoilla:

- Ohjataan valintoja siten, että sähköllä ei korvata kaukolämpöä
- Varmistetaan, että asukkaat osaavat säätää tuloilman lämpötilaa järkevästi
- Ohjataan valitsemaan mahdollisimman tehokas lämmöntalteenottolaite
- Houkutellaan vaihtamaan omakotitaloissa tehokkaampaan lämmöntalteenotto-laitteeseen, kun vanhaan lämmöntalteenottolaitteeseen tulee korjaustarvetta.
- Erillispoistot ja liesikupujen poistoilma ohjataan lämmöntalteenoton kautta
- Energiatehokkaampien puhaltimien valinta
- Mahdollisimman pienen painehäviön aiheuttavin ilmansuodatinten valinta

Suurimmat ilmanvaihdon tekniset säästömahdollisuudet korjaustoiminnassa liittyvät asuinkerrostalojen perusparannusten yhteydessä tehtäviin ilmanvaihtojärjestelmien rakentamiseen, pientalojen ilmanvaihtolaitteiden uusimiseen ja palvelurakennusten ilmanvaihdon tarpeenmukaiseen säätöön.

3.4.2. Vaipan lämmöneristyksen parantaminen

Vaipan lämmöneristystä voidaan parantaa alapohjaa, yläpohjaa, seiniä, ikkunoita ja ovia sekä ilmatiiviyttä parantamalla. Vaipan lämmöneristyksen parantamisesta on julkaistu runsaasti kirjallisuutta eikä näitä toimenpiteitä siksi käsitellä tässä kovin tarkasti.

Vaipan lämmöneristys on uudistuotannossa toteutettu omakotitaloja ja ikkunoita lukuun ottamatta melko tarkasti kulloinkin voimassa olevien rakentamismääräysten mukaan. Omakotitaloissa on tyypillisesti tehty määräysten vaatimuksia paremmat lämmöneris-teet varsinkin sähkölämmitystaloissa. Kannattavin kohde vaippojen lisäeristämiseksi ovat todennäköisesti sähkölämmitteiset myytävänä tuotantona toteutetut rivitalot, koska niitä ei ole tyypillisesti lämmöneristetty yhtä hyvin kuin sähkölämmitteisiä omakotitalo-ja ja niissä säästötoimien kannattavuus on siten hyvä.

Alapohjat

Alapohjaa on hyvin harvoin mahdollista teknisesti ja taloudellisesti lisäeristää. Laskelmissa ei ole alapohjan lisäeristystä tämän takia mukana. Lisäeristystä voidaan tehdä jonkin verran pientalojen tuulettuviin alapohjiin.

Yläpohjat

Yläpohjien lisäeristäminen oli tyypillinen energiansäästötoimenpide energiakriisien jälkeen. Suurin osa helposti lisäeristettävistä yläpohjista on lisäeristetty jo kertaalleen. Tyypillinen energiakriisien jälkeinen lisäeristys oli omakotitaloissa 100 mm mineraalivillan lisääminen noin 200 mm purueristeen päälle. Tämä ei kuitenkaan enää nykyvaatimusten näkökulmasta riitä vaan nämä yläpohjat pitäisi lisäeristää uudelleen. Uudemmissakin yläpohjissa on lisäeristystarvetta.

Tuuletettujen ja harjakattoisten rakennusten yläpohjat on suhteellisen helppo ja halpa lisäeristää. Niiden lisäeristys ei ole sidoksissa rakennuksen muuhun korjaustoimintaan ja niiden lämmöneristystä voitaisiin parantaa hyvinkin nopealla aikataululla. Laskelmissa on oletettu, että lisäeristykset toteutetaan vuoteen 2020 mennessä. Tuulettumattomien yläpohjien lisäeristys voidaan tehdä käytännössä vain vesikatekorjausten yhteydessä. Vanhoissa kerrostaloissa ullakoilla sijaitsevat varastotilat hankaloittavat lisäeristämistä ja uudempien kerrostalojen tasakatot estävät sen. Vanhojen puolitoistakerroksisten omakotitalojen reunoilla olevat käyttöullakot ja uudempien pientalojen vinot sisäkatot myös hankaloittavat lisäeristämistä.

Yläpohjien lisäeristäminen vaikuttaa yläpohjan ja vesikaton välisen tilan rakennusfysiikkaaliseen toimintaan ja lisää kosteusvaurioriskiä. Tämän takia tarvitaan päivitettyä informaatiota, miten riskit vältetään.

Seinät

Seiniä lisäeristetään yleensä normaalisti vain silloin, kun seinissä ilmenee suuria korjaustarpeita. Tyypillisesti tarve syntyy, kun seinän ulkoverhous vaurioituu.

Lisäeristysratkaisuna on kerrostaloissa tyypillisesti lämpörappaus tai levyverhous. Levyverhouksia on useita vaihtoehtoja. Joissakin tapauksissa betonielementin ulkokuori uusitaan sen huonon kunnon takia ja vanha eriste korvataan uudella paremmalla lämmöneristeellä.

Omakotitaloissa lisäeristystä on tehty pääasiassa puu-ulkoverhousten uusimisen yhteydessä. Tiilitaloja ei ole paljon lisäeristetty. Tiiliulkoverhouksia ei pysty lisäeristämään niissä vaaditun tuuletusilmaraon takia muuten kuin poistamalla koko tiiliulkoverhous, joka on korjaustoimenpiteenä erittäin kallis eikä siten toteuttamiskelpoinen.

Jonkun verran kerrostalojen päätyjä lisäeristettiin energiakriisin jälkeen vaikka muuta korjaustarvetta ei ollutkaan. Päädyn lisäeristäminen on usein halvempaa ja tehokkaampaa kuin ikkuna- ja parvekejulkisivun lisäeristäminen. Ikkunoita täynnä olevan julkisivun lisäeristämisen tehokkuutta huonontavat runsaat ikkunapielet, joissa lämmön siirtymistä tapahtuu myös sivusuunnassa. Päätyjen lisäeristämiseen ollaan kehittämässä teollisesti valmistettuja ratkaisuja, joihin voidaan integroida myös LVI-tekniikkaa.

Julkisivujen ominaispiirteet vaikuttavat korjaustavan valintaan (Neuvonen 2009). Energiansäästömahdollisuuden vaikuttaa, mikä korjaustapa valitaan.

Sokkelin lisäeristämiskorjaus on usein kestävyydeltään huonompi kuin alkuperäinen betonipinta, mistä voi aiheutua ylläpitoon lisäkustannuksia.

Ikkunat

Ikkunoiden vaihdoilla ja parantamisilla on saatu aikaan huomattavasti energian säästöä. Seurantatutkimuksissa on myös todettu, että energiansäästöt toteutuvat keskimäärin hyvin (*Heljo 2009*). Säästöt voivat olla jopa laskennallisia suurempia ilmatiiviyden parantumisen ja vetohaittojen vähentymisen takia alentuneen sisälämpötilatarpeen ansiosta. Ikkunoiden vaihdosta on jo paljon kokemuksia eikä vaihtoon liity enää suuria ongelmia.

Kaikkia korjaustarpeessa olevia ikkunoita ei kuitenkaan vaihdeta, koska vanhimpia ikkunoita halutaan säilyttää arvokkaiden karmi- ja puiterakenteiden takia. Näiden energiatehokkuutta voidaan parantaa vaihtamalla sisäpuiteeseen energiaa säästävä eristyslasi.

Uusimmat ikkunat saattavat olla niin hyvin tehtyjä, että korjaustarvetta ei tule ennen vuotta 2050. Näidenkin osalta pitää kehittää tekniikkaa, jolla sisäpuiteen tai eristyslasielementin vaihtaminen energiatehokkaampaan olisi helppoa. Tällä hetkellä energiatehokkaana perusratkaisuna ovat U-arvoltaan noin 1,0 W/m²,K ikkunat. Rakennuskannalle asetettuihin energiansäästötavoitteisiin pääsemiseksi täytyisi kuitenkin valita energiatehokkaampia ikkunamalleja.

Energiatehokkuuden parantaminen tuo tullessaan pieniä haittojakin. Energiatehokkaimmat ikkunat saattavat joskus huurtua ulkopinnasta. Siitä ei ole muuta haittaa kuin läpinäkyvyyden heikkeneminen.

Ikkunoiden vaihto vähentää aina ilmapuotoja. Tiivistyminen vähentää oleellisesti painovoimaisen ja koneellisen poistoilmajärjestelmän ilmanvaihtomääriä, jos samalla ei varmisteta muita hallittuja korvausilmareittejä. Korvausilmaventtiilit keskittävät korvausilman tulon harvoihin pisteisiin ja siitä aiheutuu helposti vetohaittoja. Tietoa eri korvausilmaventtiilien toimintaperiaatteista ja kokemuksista toimivuudesta pitää kerätä ja jakaa korjaajille.

3.4.3. Muita toimenpiteitä

Suunnitelmallinen kiinteistönpito sisältää korjaustoimenpiteiden lisäksi säätöön, käyttöön, ylläpitoon ja mittaukseen liittyviä toimenpiteitä. Niitä on käsitelty tässä kohdassa. Tässä käsitellyistä toimenpiteistä sisältyy tehtyihin energiansäästö-laskelmiin vain käyttöveden mittaus.

Huoneistokohtainen käyttöveden mittaus

Useissa selvityksissä on havaittu, että huoneistokohtainen käyttöveden mittaus ja laskutus alentaa kulutusta pysyvästi noin 20 %. Mittauksen aloituksen jälkeen voi vähennys olla jonkin aikaa suurempikin. Uusissa rakennuksissa mittauksen vaikutus voi olla vähäisempi ja vanhoissa suurempi. Tämä johtuu siitä, että vanhoissa rakennuksissa uusitaan samalla laajemmin vesijärjestelmää ja kalusteita, jolloin painetasoja ja kalustekoh- taisia virtaamia usein alennetaan ja osa säästöstä syntyy näistä johtuen.

Lämmityksen säätö

Lämmityksen säädön aiheuttama energiansäästö perustuu lämmityskaudella tapahtuvaan keskimääräisen sisälämpötilan alentumiseen, jolloin lämpöhäviöt vähenevät. Sisälämpötilan alentaminen yhdellä asteella vähentää tilojen ja ilmanvaihdon lämmitysenergian kulutusta noin 5 %. Sisälämpötilan pudottaminen on halpa toimenpide ja se vaikuttaisi olevan toteutettavissakin oleva säästökeino. Käytännössä sisälämpötilan pudottaminen on kuitenkin vaikea toteuttaa laajassa mittakaavassa. Vaikka siinä onnistuttaisiinkin, ei vaikutus ole kovin pitkäaikainen ilman jatkuvaa ylläpitoa ja tiedotusta sisälämpötilojen kurissa pitämiseksi. Tavoitteeksi voi lämpötilan pudottamisen asettaa, koska se on nopein ja tehokkain energiansäästökeino. Sillä voidaan saada pudotettua kulutustaso nopeasti, mutta säästövaikutus ei sen jälkeen lisääntynyt. Se vaatii kuitenkin laajaa jatkuvaa kiinteistönhoitoon ja kiinteistöjen käyttöön kohdistuvaa koulutusta, informaatio- toimintaa ja motivointia. Toteutukseen sisältyy seuraavia toimenpiteitä:

- Selvitetään ja korjataan mahdolliset syyt, miksi rakennusten kylmimmissä asun- noissa on keskimääräistä kylmempää, koska näiden tilojen takia koko talon sisä- lämpötila säätty helposti liian korkeaksi. Lopuksi lämmitysverkoston perussää- döllä tasataan lämpötilat.
- Opastetaan kiinteistöjen käyttäjiä ja tilojen käyttäjiä termostaattisten venttiilien käytössä. Ymmärrys niiden käyttöperiaatteista on usein yllättävän heikkoa mm. venttiileissä olevien epäselvien lämpötila-asteikkojen takia. Tämä koskee lämpö- tilan säätimiä yleisemminkin. Selkeät ohjeet puuttuvat.
- Nykytekniikka mahdollistaa suhteellisen tarkan sisälämpötilan säädön ulko- olosuhteiden mukaan. Tällä hetkellä säätö riippuu useimmiten kiinteistönhoitaji- en osaamisesta ja mahdollisuuksista kokeilla oikeat säätökäyrät ja virittää niitä eri vuodenaikoina.

- Asennemuokkausta viileämmän sisälämpötilan sallimiseen ainakin toissijaisissa tiloissa kuten käytävillä ja auloissa.

Tarpeenmukainen ilmanvaihdon ohjaus

Varsinkin palvelurakennuksissa tärkeimpiä säästötoimenpiteitä ovat ilmanvaihdon tarpeenmukainen säätö ja ohjaus. Energiakatselmuksissa pääsääntöisesti tehdään tähän liittyviä ehdotuksia. Ongelmana on, että ilmanvaihdon ohjaus on lähes kokonaan kiinteistöhoitajien vastuulla eikä se aina vastaa todellista tarvetta. Hiilidioksidiohjauksella saadaan ilmanvaihtoa säädettyä tarpeen mukaan. Se voidaan tehdä automaattisesti tai tilojen käyttäjille voidaan näyttää hiilidioksidipitoisuudet, joiden perusteella ilmanvaihtoa voi säätää. Omakotitaloissa ja kerrostaloissa asukkaiden säädettävissä olevia asun- tokohtaisia ilmanvaihtolaitteita käytetään usein ääni- ja vetohaittojen mukaan. Ilmanvaihdon todellista tarvetta ja ilmanvaihtolaitteiden oikeaa säätöä on hyvin vaikea asukkaiden arvioida. Näidenkin osalta tarvitaan laajaa informaation jakamista.

Tarpeenmukainen valaistuksen ohjaus

Tarpeenmukaisella valaistuksen ohjauksella voidaan vähentää valaistusenergian kulu- tusta palvelurakennuksissa jopa 30 %. Suomessa valaistuksen käyttämästä energiasta saadaan suuri osa hyödyksi lämmityksessä. Palvelurakennuksissa valaistusenergiaa kannattaa kuitenkin useimmiten säästää voimakkaasti, koska se vähentää jäähdytystar- vettä. Yhteistuotannon kaukolämpötiloissa on lisäksi kannattavaa välttää sähköllä läm- mittämistä, koska se vähentää tehokkaasti primäärienergian käyttöä ja kasvihuonekaa- supäästöjä.

Vapaa-ajan asuntojen ja tyhjiä rakennusten lämmitysratkaisut

Rakennuskannassa osa rakennuksista on tyhjänä. Asuinrakennuksista tyhjänä on noin 4 %. Tyhjänä olevissa rakennuksissa voidaan sisälämpötilaa ja ilmanvaihtomääriä alentaa helpommin kuin käytössä olevissa rakennuksissa. Vapaa-ajan rakennukset ovat väliai- kaisesti pitkiäkin aikoja tyhjänä, jolloin niiden sisälämpötiloja voidaan alentaa.

Vapaa-ajan asuntojen varustetaso on kasvamassa ja sen myötä myös ns. peruslämpö lisääntyy. Peruslämmön lisääntyminen aiheuttaa lämmityssähkön kulutuksen kasvua. Sillä on merkitystä tarkasteltaessa sähkön kulutuksen kehittymistä. Peruslämmön vaih- toehdoksi on kehitetty ns. kuivanapitolämmityksen peruseräotteet. Kuivanapitolämmi- tyksellä voidaan vähentää keskimäärin puolet peruslämpöratkaisun sähkönkulutuksesta. Suuri osa vapaa-ajan rakennusten suunnittelijoista ja omistajista ei sitä kuitenkaan vielä tunne tai ymmärrä. Tiedon jakamista tarvitaan tästäkin lisää. (*Rytkönen & Kirkkari 2010.*).

3.4.4. Yhteenveto energiansäästötoimenpiteistä

Yhteenvetona on tarkasteltu toteuttamiskelpoisia energiansäästötoimenpiteitä *taulukossa 3.4.1* erikseen omakotitalojen ja rivitalojen, asuinkerrostalojen sekä palvelurakennusten osalta rakennusvuoden mukaan.

Käytännössä toimenpiteitä ei tehdä rakennusvuoden mukaan vaan rakenteiden kunnon ja alkuperäisten ratkaisujen perusteella. Toimenpiteiden sijoittaminen rakennusvuoden mukaan on siten vain suuntaa antavaa.

Aina ennen talokohtaisia korjauksia pitää tehdä ensin pidemmän aikavälin arvio tulevista korjauksista. Arvio voidaan tehdä esimerkiksi kuntoarvion yhteydessä PTS-suunnitelman muodossa. Tämän jälkeen yksittäiset korjaukset vielä suunnitellaan tarkemmin. Tällöin päätetään myös korjausten yhteydessä tehtävistä energiansäästötoimenpiteistä.

Vanhojen rakennusten ulkoseinien korjauksissa ja ikkunoiden vaihdoissa vaikutetaan aina ilmanvaihdon määrään ja vaipan rakennusfysikaaliseen toimintaan, minkä takia suunnittelussa pitää olla mukana näiden asioiden asiantuntija.

Taulukko 3.4.1 Suuntaa antava yhteenvedo vuoden 2010 rakennuskannan energiataloudellisesta korjaustoiminnasta vuosina 2010-2050.

Toteuttamiskelpoisia energiansäästö-toimenpiteitä vuoden 2010 rakennuskannassa	Rakennusvuosi						
	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Omakoti- ja rivitalot	Huom! Aina pitää tehdä ensin pidemmän aikavälin arvio tulevista korjauksista ja korjauksia pitää toteuttaa suunnitelmallisesti. Vanhojen rakennusten vaippakorjauksissa vaikutetaan aina ilmanvaihdon määrään ja vaipan rakennusfysikaaliseen toimintaan, minkä takia suunnittelussa pitää olla mukana näiden asioiden asiantuntija.						
Ulkoseinät, puuverhous	Korjaustarpeessa oleva ulkoverhous uusitaan ja lisätään noin 100 mm min villaa.						
Ulkoseinät, tiiliverhous					Tuuletusraollista tiiliverhousta ei voi lisäeristää poistamatta tiiliverhousta		
Yläpohjat	Lisäeristetään, jos tilaa. Usein lisäeristys jo toiseen kertaan 100-300 min.villa	Tasakatoissa lisäeristys kattokorjauksen yhteydessä		Lisäeristetään, jos tilaa. Vinot sisäkatot mahdollisuuksien mukaan			
Ikkunat	Huonokuntoiset vaihdetaan noin 30-40 vuoden iässä				Huonokuntoiset vaihdetaan noin 30-40 vuoden iässä tai vaihdetaan vain sisälasi energiatehokkaaksi		
Alapohjat	Alapohjista lisäeristetään vain rossipohjia						
Vaipan tiivistys	Poistoilmanvaihdossa varmistetaan ilmanvaihdon toiminnan				Sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihdossa korjataan tiivisteet ikkunoissa ja ovissa ja tiivistetään muualta korjausten yhteydessä		
Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto	Voidaan rakentaa sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihto, jos talo saadaan tiivistetyä ja ilmanvaihtokanaville on tilaa. Hankala, vierastetaan, ei ole hyvä epätiiviseen taloon. Vanhoja uusitaan tehokkaampiin.					Vanhat ilmanvaihtolaitteet voidaan vaihtaa uusiin energiatehokkaampiin ja toiminnallisempiin laitteisiin	
Muut	Vaipan lisäeristämisen, ikkunoiden vaihdon ja tiivistämisen yhteydessä on tärkeää tarkistaa lämmityksen säätö ja ilmanvaihdon toiminta. Lämmitysjärjestelmän putkien sekä ilmanvaihdon lämpimien kylmissä tiloissa menevien kanavien lämmöneristyksen tarkistus. Varaavan takan, ilmalämpöpumpun ja aurinkokeräimen käyttöönoton harkinta. Omistajille ja asukkaille energiataloudellisen käytön ohjeet.						
Asuinkerrostalot	Huom! Aina pitää tehdä ensin pidemmän aikavälin arvio tulevista korjauksista ja korjauksia pitää toteuttaa suunnitelmallisesti. Ikkunoiden korjaus vaikuttaa vanhoissa rakennuksissa aina ilmanvaihdon määrään, minkä takia suunnittelussa pitää olla mukana ilmanvaihdon asiantuntija.						
Ulkoseinät	Rakennus-perinnön säilyttämisen ja arkkitehtuurin ehdoilla	Lisäeristetään kun tekniset syyt aiheuttavat korjaustarpeen					
Yläpohjat	Lisäeristetään, jos käyttöullakko ei sitä estä	Lisäeristetään mahdollisuuksien mukaan kattokorjausten yhteydessä					
Ikkunat	Anokkaat karnit korjataan harkiten	Huonokuntoiset vaihdetaan noin 30-40 vuoden iässä tai vaihdetaan vain sisälasi energiatehokkaaksi. Kaksilasisten ikkunoiden vaihtoa voi aikaistaa.					
Alapohjat	Alapohjia lisäeristetään vain esim. käyttötarkeutusmuutosten yhteydessä						
Vaipan tiivistys	Poistoilmanvaihdossa tiivistetään varmistetaan samalla ilmanvaihdon toiminta				Sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihdossa korjataan tiivisteet ikkunoissa ja ovissa ja tiivistetään muualta korjausten yhteydessä		
Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto	Keskitetty sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihto voidaan tehdä perusparannusten tai putkiremonttien yhteydessä. Hajautetun huoneistokohtaisen ilmanvaihdon toteutusta helpottaa, jos poistoilman ulospuhallus seinästä sallitaan.						
Muut	Vaipan lisäeristämisen, ikkunoiden vaihdon ja tiivistämisen yhteydessä on erittäin tärkeää tarkistaa lämmityksen säätö ja ilmanvaihdon toiminta. Huoneistokohtainen käyttöveden mittaus toteutetaan putkiremontin yhteydessä. Asukkaille energiataloudellisen käytön ohjeet.						
Palvelu-rakennukset	Huom! Aina pitää tehdä ensin pidemmän aikavälin arvio tulevista korjauksista ja korjauksia pitää toteuttaa suunnitelmallisesti.						
Ulkoseinät	Rakennus-perinnön säilyttämisen ja arkkitehtuurin ehdoilla	Lisäeristetään kun tekniset syyt aiheuttavat korjaustarpeen					
Yläpohjat	Lisäeristetään mahdollisuuksien mukaan kattokorjausten yhteydessä						
Ikkunat	Anokkaat karnit korjataan harkiten			Huonokuntoiset vaihdetaan noin 30-40 vuoden iässä. Kaksilasisten ikkunoiden vaihtoa voi aikaistaa. Yksilasiset "näyteikkunat" kannattaa todennäköisesti vaihtaa energian säästöön ja			
Alapohjat							
Vaipan tiivistys	Tarkistetaan ja korjataan ikkunoiden ja ovien tiivisteet sekä karnien ja seinän väliset tiivistykset rakennuksissa, joissa on sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihto						
Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto	Keskitetty sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihto voidaan tehdä perusparannusten tai putkiremonttien yhteydessä. Hajautetun tilakohtaisen ilmanvaihdon toteutusta helpottaa, jos poistoilman ulospuhallus seinästä sallitaan.						
Muut	Lämmityksen, ilmanvaihdon ja valaistuksen tarpeenmukaista säätöä pitää kehittää ja ylläpitää. Jäähdytystarvetta vähennetään rakenteellisilla keinoilla ja yötuuletuksella. Kiinteistöhoitajille ja tilojen käyttäjille energiataloudellisen käytön ohjeet.						

4. ENERGIANSÄÄSTÖMAHDOLLISUUDET TALOTYPEITTÄIN JA TOIMENPITEITTÄIN

4.1. Energiansäästömahdollisuudet talotyypeittäin ja ikäryhmittäin

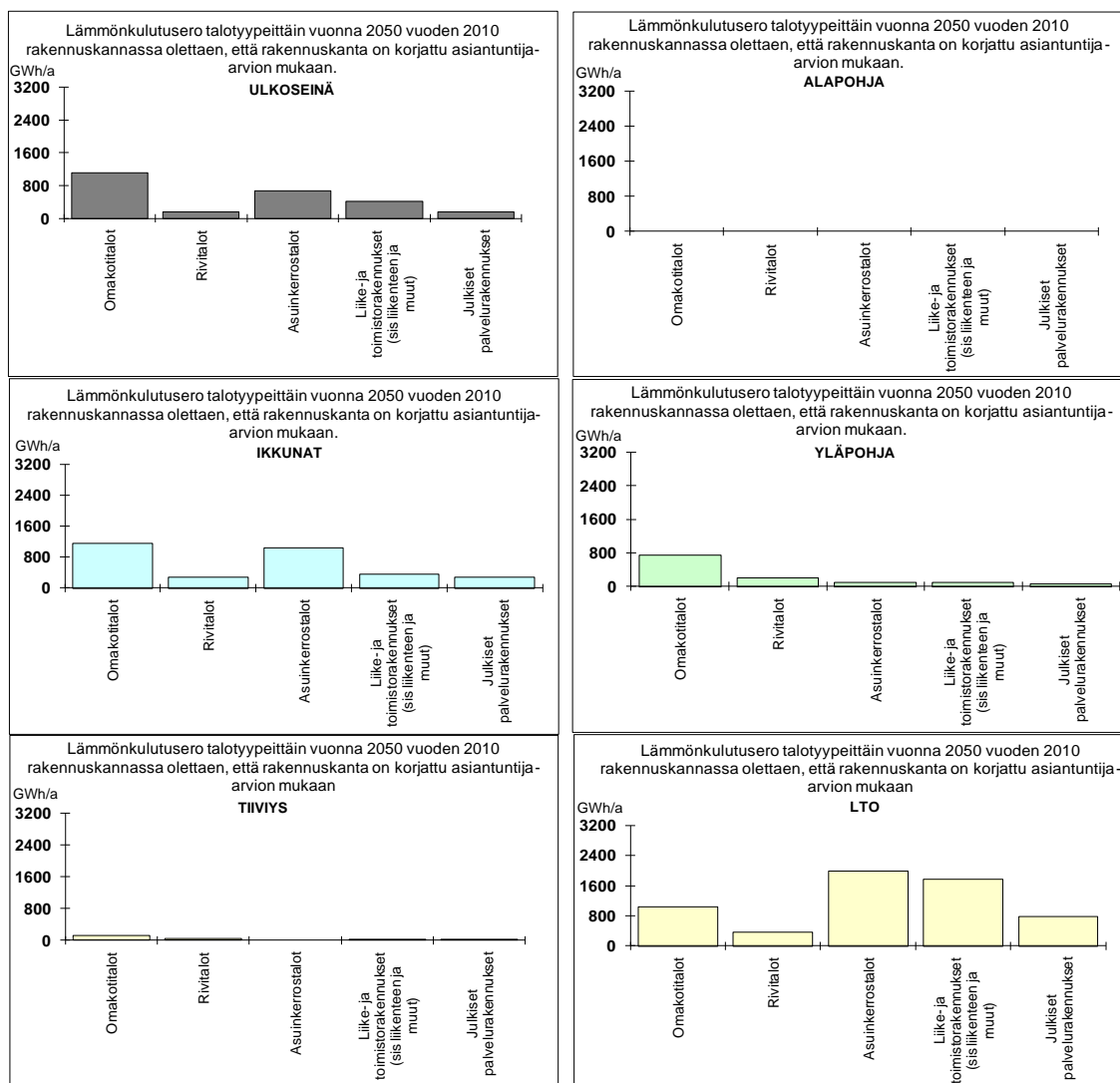
Asuin- ja palvelurakennuskannan korjaamiseen liittyviä toteuttamiskelpoisia energiansäästömahdollisuuksia on tässä verrattu talotyypeittäin, ikäryhmittäin ja toimenpiteittäin teoreettiseen säästöön.

Nämä EKOREM-laskentamallilla talotyypeittäin ja ikäryhmittäin tehdyt laskelmat kuvaavat, missä osassa talotyyppisiä ja rakennusosia säästöpotentiaalit sijaitsevat ja miltä osin teoreettiset ja toteuttamiskelpoiset säästöpotentiaalit eroavat toisistaan. Esitetyt kuvat on tehty samassa mittakaavassa, joten kuvien pylväitä vertailemalla voi suoraan nähdä niiden merkityksen.

Energiansäästömahdollisuudet nykyisessä vuoden 2010 rakennuskannassa on laskettu ensin yksinkertaisilla oletuksilla. Tämä laskelma kuvaa **teoreettista säästöpotentiaalia**, joka muodostuu kun kaikkien rakennusosien energiatehokkuusominaisuudet on laskentamallissa muutettu alkuperäisistä arvoista vuoden 2010 määräysten mukaisiksi (vertailuarvojen mukaisiksi). Todellisuudessa osa säästötoimenpiteistä on jo tehty ja osa jää useista syistä tekemättä. Toinen jäljessä esitetyistä laskelmista kuvaa **toteuttamiskelpoista säästöpotentiaalia**, jossa nämä rajoitukset on otettu huomioon aiemmin selostetun ”teoreettisen suunnitelmallisen korjaustoiminnan” perusteella tehdyssä laskelmassa. Kolmas aiemmin selostettu laskelma, joka perustuu arvioituihin todellisiin korjausmääriin oli niin lähellä tätä laskelmaa, että sitä ei ole tässä erikseen esitetty.

Peräkkäin ovat ensin laskelmat talotyyppiäjoilla (*kuvat 4.1.1 ja 4.1.2*) ja sen jälkeen ikäryhmäjoilla (*kuvat 4.1.3 ja 4.1.4*).

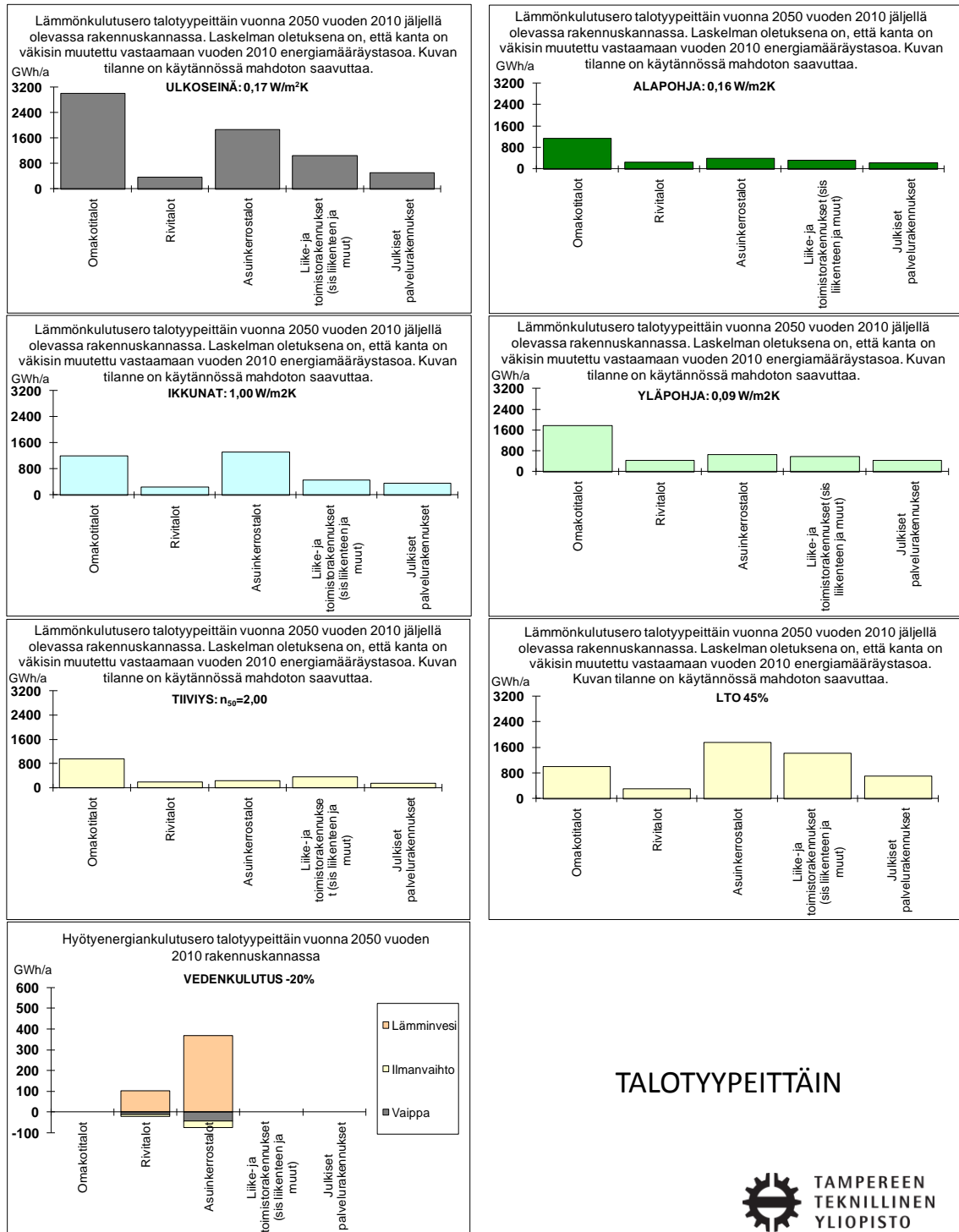
Suurimmat lämmönkulutuksen säästöpotentiaalit ovat 1960, 1970 ja 1980 -lukujen rakennuksissa. Rakennusosissa korostuvat omakotitalojen ja asuinkerrostalojen ulkoseinät ja ikkunat sekä ilmanvaihdon lämmöntalteenotto asuinkerrostaloissa sekä palvelurakennuksissa. Suurimmat erot laskelmissa ovat seinien ja alapohjien lisäeristämässä sekä vanhimman rakennuskannan lisäeristämässä.



TALOTYYPEITTÄIN



Kuva 4.1.1. Vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannan *toteuttamiskelpoinen energiansäästöpotentiaali* jaoteltuna rakennustyypeittäin olettaen, että rakennuskanta on korjattu asiantuntija-arvion mukaisten rajoitusten mukaan suunnitelmallisesti normaalin korjaustoiminnan yhteydessä. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton osalta toteuttamiskelpoinen potentiaali on suurempi kuin teoreettinen vuoden 2010 määräysten mukaan laskettu säästöpotentiaali. Tämä johtuu siitä, että käytännössä lämmöntalteenoton hyötysuhde voidaan helposti valita selvästi määräystasoa paremmaksi.

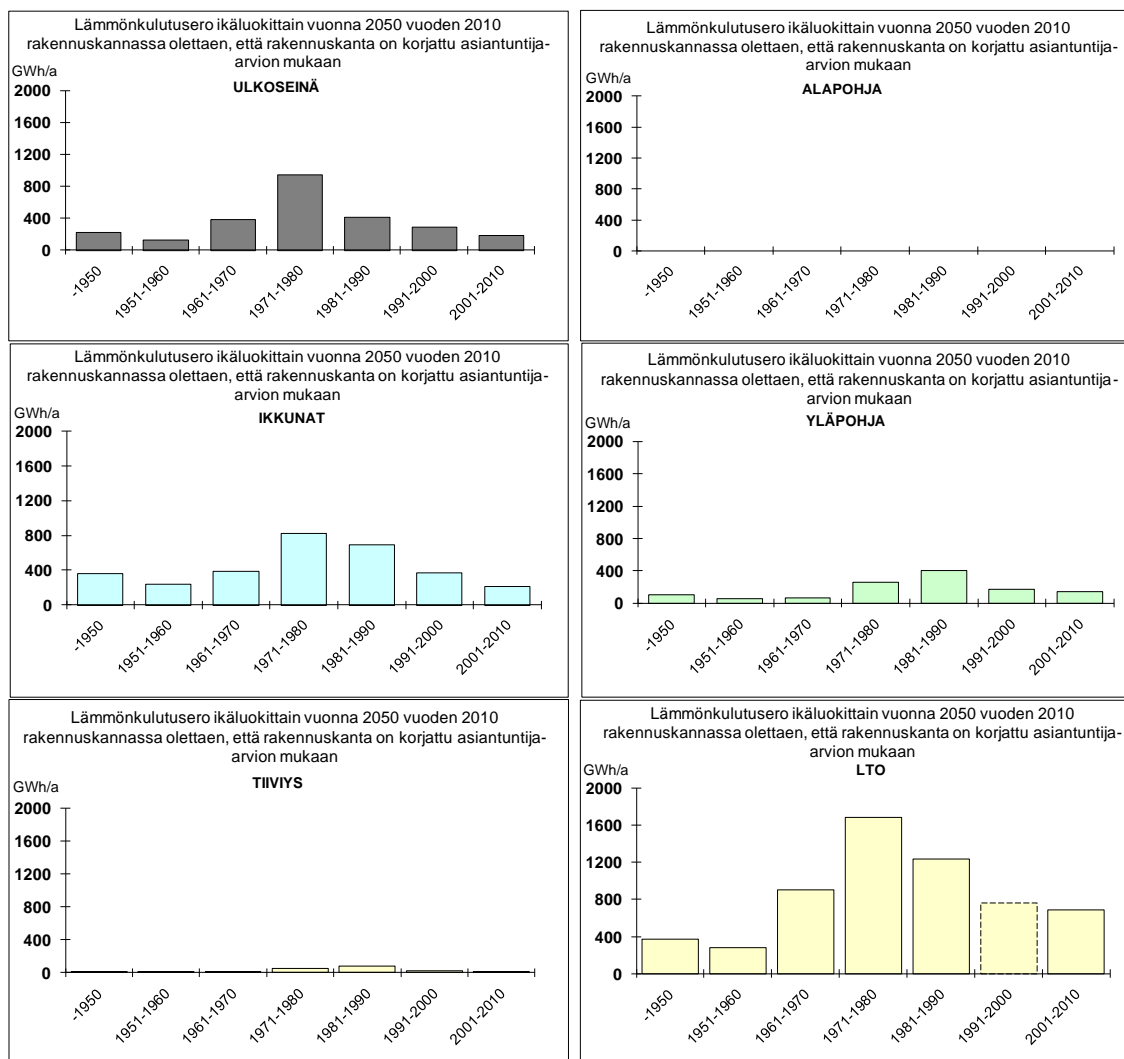


TALOTYYPEITTÄIN



TAMPEREEN
TEKNILLINEN
YLIOPISTO

Kuva 4.1.2. Vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannan *teoreettinen energiansäästöpotentiaali* rakennustyypeittäin ja säästötoimenpiteittäin olettaen, että koko jäljellä oleva kanta korjataan kuvissa mainitulle ominaisuustasolle vuoteen 2050 mennessä. Ominaisuudet vastaavat pääsääntöisesti vuoden 2010 uudistuotannon määräystasoa. Käytännössä vain noin puolet tästä potentiaalista on toteuttamiskelpoista.

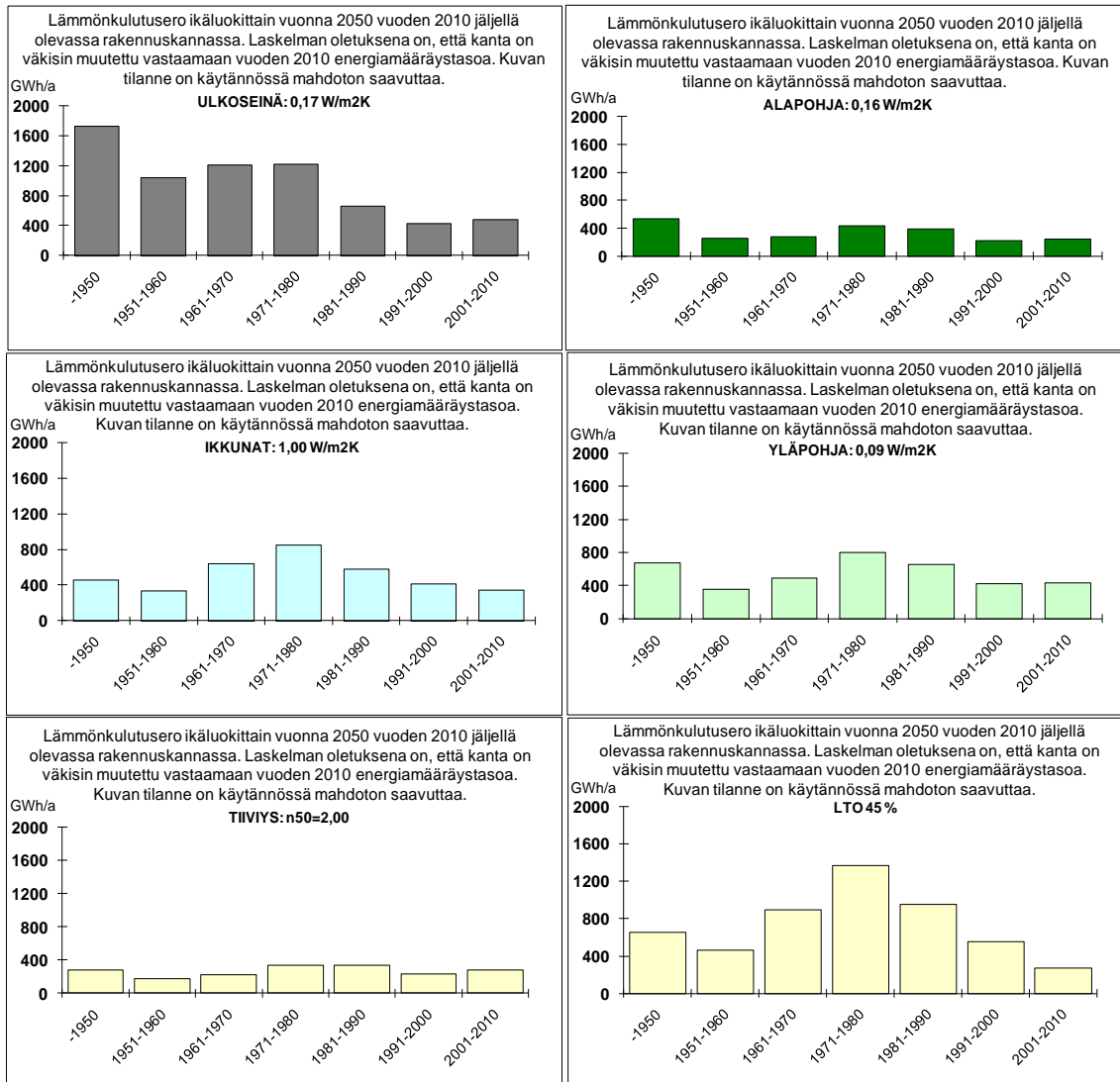


IKÄRYHMITTÄIN



TAMPEREEN
TEKNILLINEN
YLIOPISTO

Kuva 4.1.3. Vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannan *toteuttamiskelpoinen energiansäästöpotentiaali* jaoteltuna rakennuskannan ikäluokittain olettaen, että rakennuskanta on korjattu asiantuntija-arvion mukaisten rajoitusten mukaan suunnitelmallisesti normaalin korjaustoiminnan yhteydessä.



IKÄRYHMITTÄIN



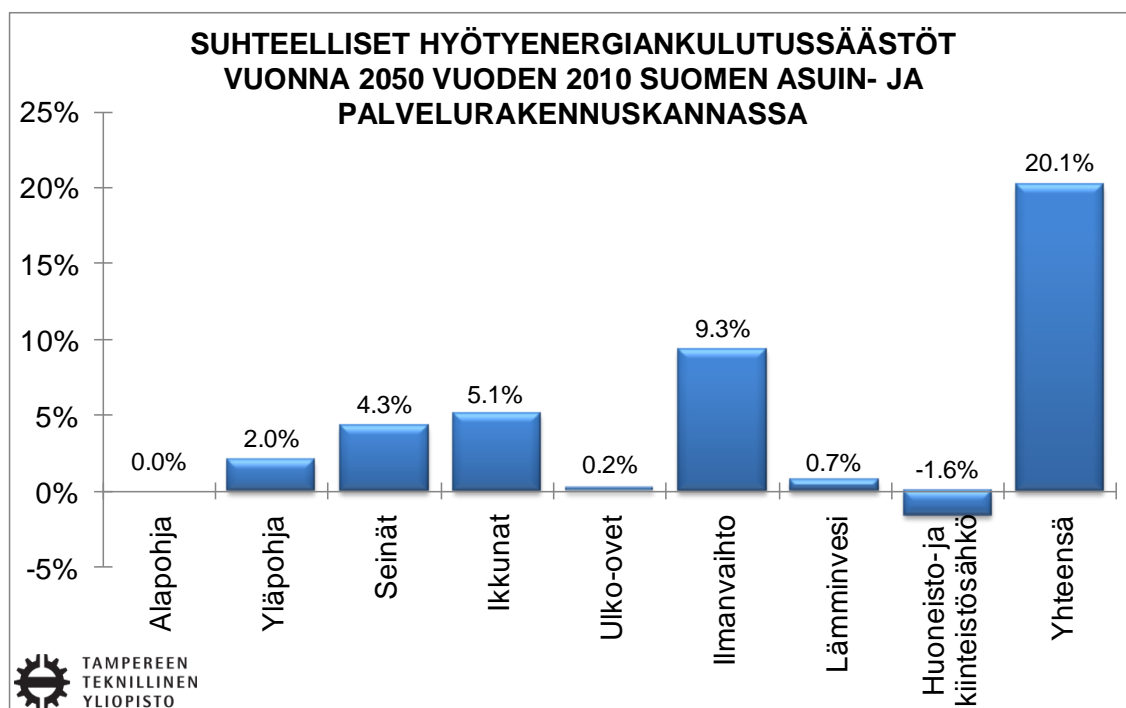
TAMPEREEN
TEKNILLINEN
YLIOPISTO

Kuva 4.1.4. Vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannan *teoreettinen energiansäästöpotentiaali* jaoteltuna rakennuskannan ikäluokittain ja säästötoimenpiteittäin olettaen, että koko jäljellä oleva kanta korjataan kuvissa mainitulle ominaisuustasolle vuoden 2050 mennessä.

4.2. Energiansäästömahdollisuudet yhteensä

Toteuttamiskelpoisen energiansäästöpotentiaalilaskelman tuloksena oli, että vuoteen 2050 mennessä voidaan nykyisen vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannan hyötyenergian kulutuksesta säästää noin 20 % (kuva 4.2.1.). Keskimääräinen vuotuinen energiansäästön lisäys olisi aluksi noin 0,6 % vuodessa eli kumulatiivisesti 6 % kymmenessä vuodessa. Jonkin verran tätä on mahdollista kiihdyttää esim. määräyksillä ja avustuksilla. Todennäköisesti kokonaissäästö muodostuu vähäisemmäksi kuin tässä esitetty säästö, koska viime vuosina tehdyissä muissa tarkasteluissa korjausmäärät ovat olleet osittain vähäisempiä kuin tässä tutkimuksessa lähtökohtana käytetyt korjausmäärät. Haastava tavoite on päästä edes tähän 0,6 prosentin vuosittaiseen energiansäästön lisääntymiseen.

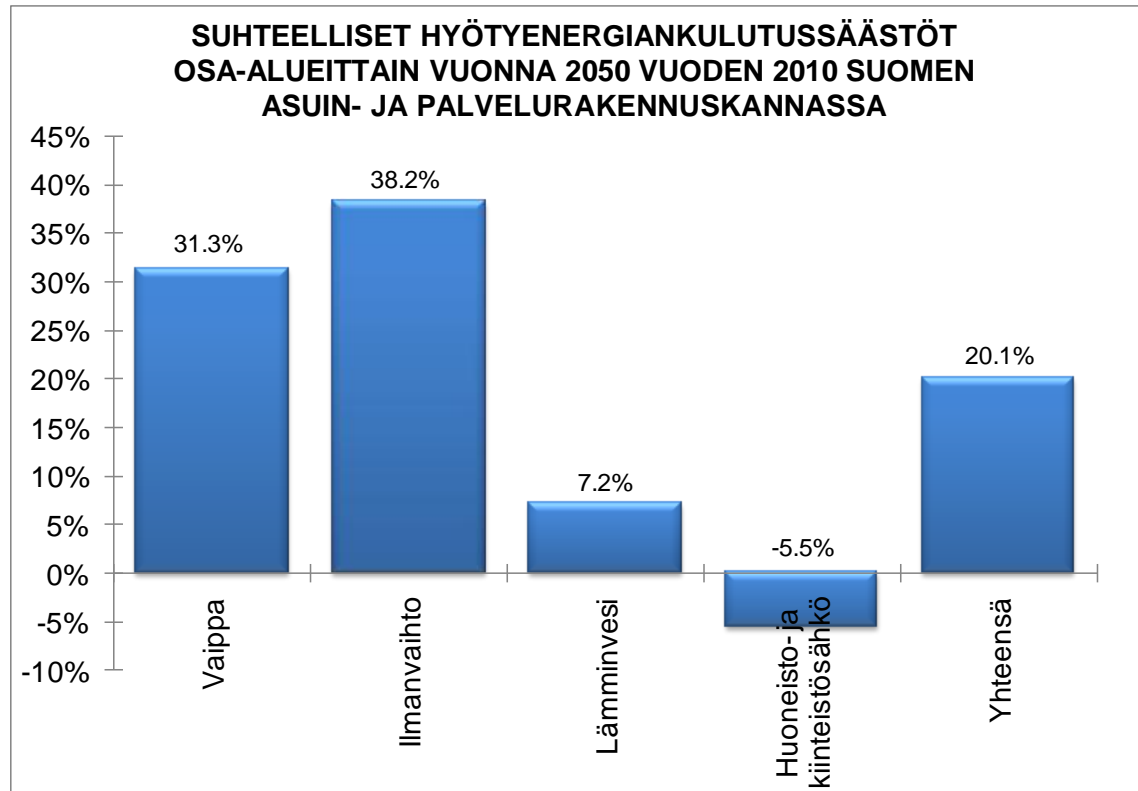
Tässä tutkimuksessa ei selvitetty nykyistä todellista korjaustoiminnan yhteydessä syntyvää energiansäästöä eikä sitä, kuinka suureen energiansäästöön se johtaisi vuoteen 2050 mennessä. Karkean arvion mukaan nykyisen tasoinen energian säästö voisi johtaa puoleen arvioidusta toteuttamiskelpoisesta 20 prosentin energiansäästöstä.



Kuva 4.2.1. Todellisen korjausrakentamisen määrän avulla saavutettavan hyötyenergiesäästön suhteellinen jakautuminen vuoden 2010 Suomen asuin- ja palvelurakennuskannassa vuonna 2050. Sähkön kulutuksen kasvu johtuu ilmanvaihtokorjauksista.

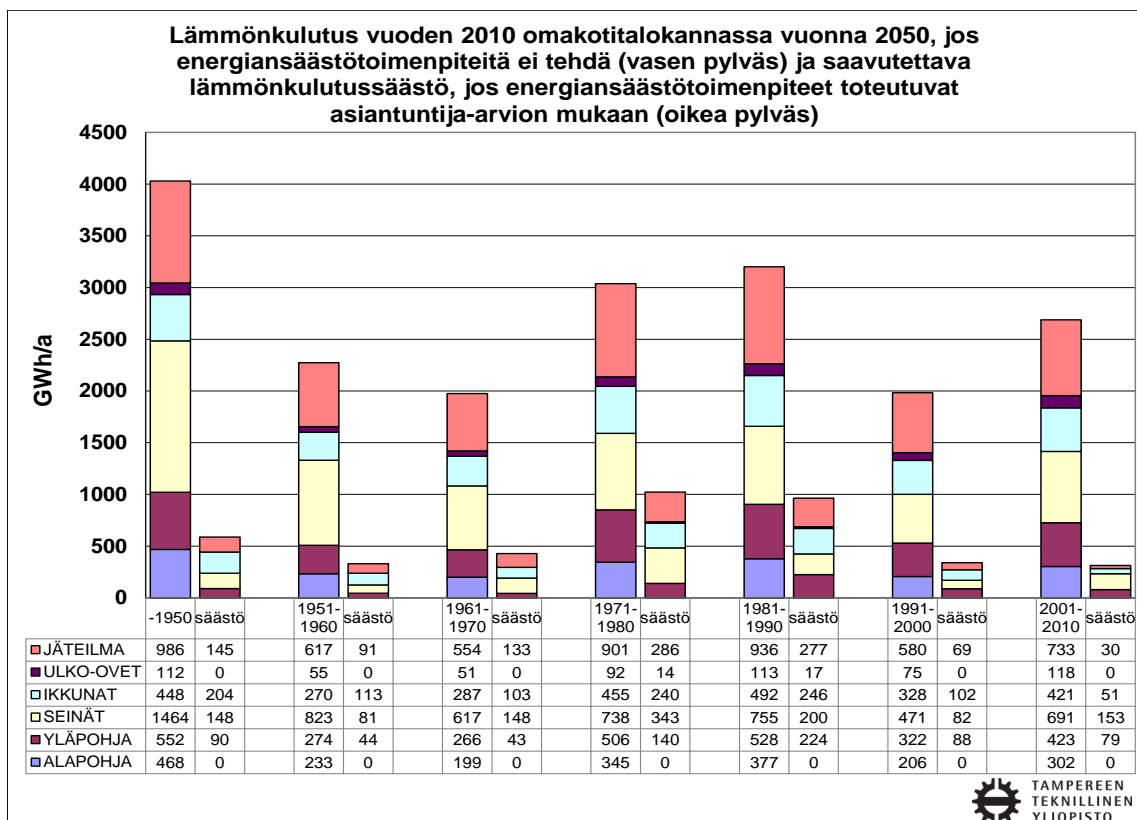
Kuvassa tiivistäminen on ilmanvaihtokohdan osana. Lisääntynyt sähkönkulutus johtuu ilmanvaihtojärjestelmien parantamisesta johtuvasta sähkönkulutuksen lisääntymisestä.

Toimenpidekohtaisesti tulokset tarkoittavat, että nykyisen asuin- ja palvelurakennuskannan vaipan energiankulutus vähenisi noin 31 %, ilmanvaihdon energiankulutus 38 % ja lämpimän käyttöveden energiankulutus 7 %. Sähkön kulutus kasvaisi ilmanvaihtoremonttien takia 5 % (kuva 4.2.2).

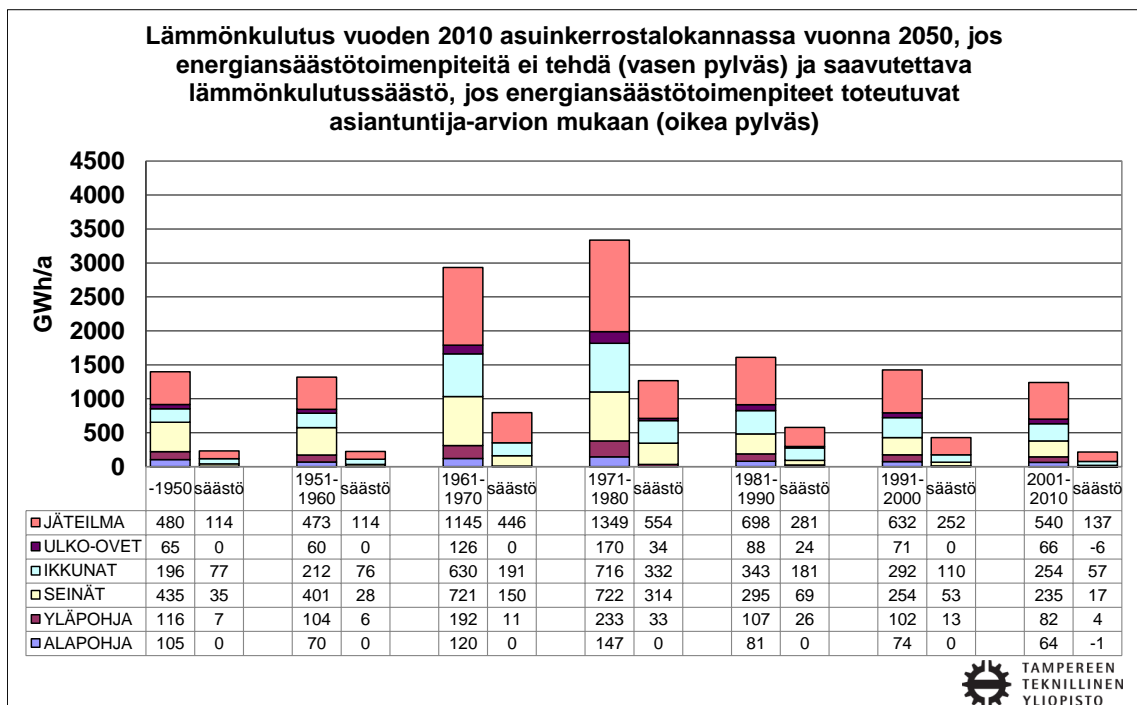


Kuva 4.2.2. Todellisen korjausrakentamisen määrän avulla saavutettavan hyötyenergian säästön suhteellinen jakautuminen kulutuslajeittain vuoden 2010 Suomen asuin- ja palvelurakennuskannassa vuonna 2050. Prosenttiluku ilmaisee, kuinka paljon kullakin osa-alueella energiankulutus vähenee verrattuna vuoden 2010 lähtötilanteeseen.

Toteutettavissa oleva energiansäästöpotentiaali kohdistuu omakotitalokannassa ja asuinkerrostalokannassa suhteellisesti voimakkaimmin 1960-luvun, 1970-luvun ja 1980-luvun rakennuskantaan (kuvat 4.2.3 ja 4.2.4).



Kuva 4.2.3. Todellisen korjausrakentamisen määrän (sisältäen asiantuntija-arvion rajoitukset) mukaisen laskelman ja peruskehityksen lämmönkulutuseroa on verrattu peruskulutukseen omakotitalokannassa rakentamisvuoden mukaan (EKOREM-malli).



Kuva 4.2.4. Todellisen korjausrakentamisen määrän (sisältäen asiantuntija-arvion mukaiset rajoitukset) mukaisen laskelman ja peruskehityksen lämmönkulutuseroa on verrattu peruskulutukseen asuinkerrostaloissa rakentamisvuoden mukaan (EKOREM-malli).

4.3. Toimenpiteiden kannattavuus ja elinkaarikustannusvaikutukset

Energiansäästötoimenpiteiden tekeminen on kannattavaa korjaustoiminnassa yleensä vain muusta syystä päätetyn korjaustoimen yhteydessä. Tämä tarkoittaa käytännössä, että esimerkiksi ikkunan energiatehokkuuden parantaminen on kannattavaa vain silloin, kun ikkuna muutenkin päätetään vaihtaa huonon kunnon tai toimimattomuuden takia.

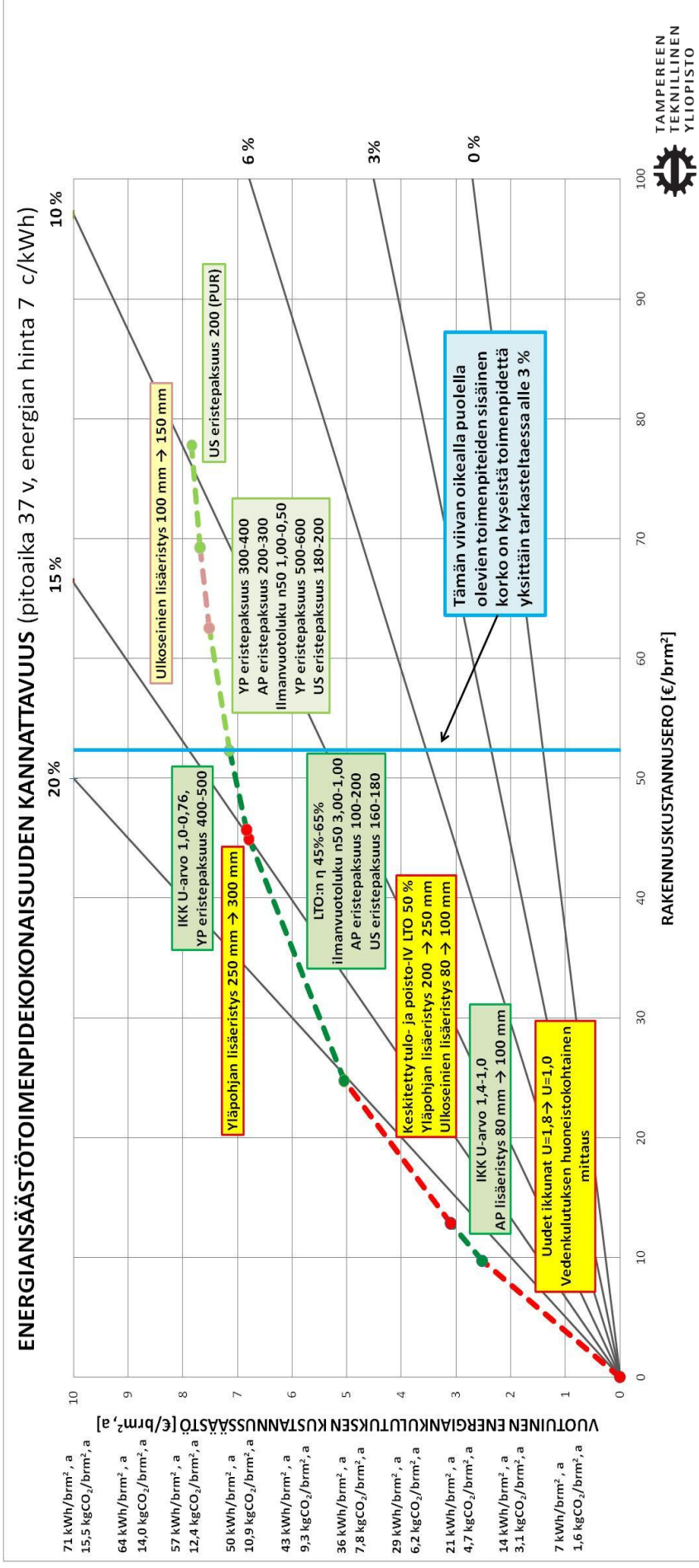
Ehjien ikkunoiden ja ehjien seinien korjaaminen vain energian säästön takia ei yleensä kannata siitä syystä, että tällöin energiansäästön kustannukseksi täytyy laskea suuri osa koko korjauksen kustannuksesta, joka voi olla jopa kymmenkertainen verrattuna siihen lisäkustannukseen, joka syntyy esimerkiksi valittaessa normaalin ikkunan sijasta energiatehokkaampi ikkuna.

Ulkoseinän lisäeristäminen kannattaa silloin, kun julkisivu joka tapauksessa pitää korjata. Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto kannattaa, jos ilmanvaihtoremontti päätetään tehdä paremman sisäilman saavuttamiseksi. Edellä mainittujen edellytysten ollessa voimassa voi energiansäästö olla korjaustoiminnassa jopa kannattavampaa kuin uudistuotannossa, koska energiatehokkuuden lähtötaso on alempi ja samalla toimenpiteellä voidaan korjaustoiminnassa saada suurempi energiansäästö kuin uudistuotannossa (*kuva 4.3.1*).

Energiansäästötoimenpiteiden tekeminen rakennusosiin kohdistuvien muiden korjausten yhteydessä lisää tyypillisesti korjauskustannuksia 5–15 %. Lisäkustannukset ovat siis kohtuullisen pienet ja kannattavuus on hyvä, kun energiansäästötoimenpide ajoitetaan oikein.

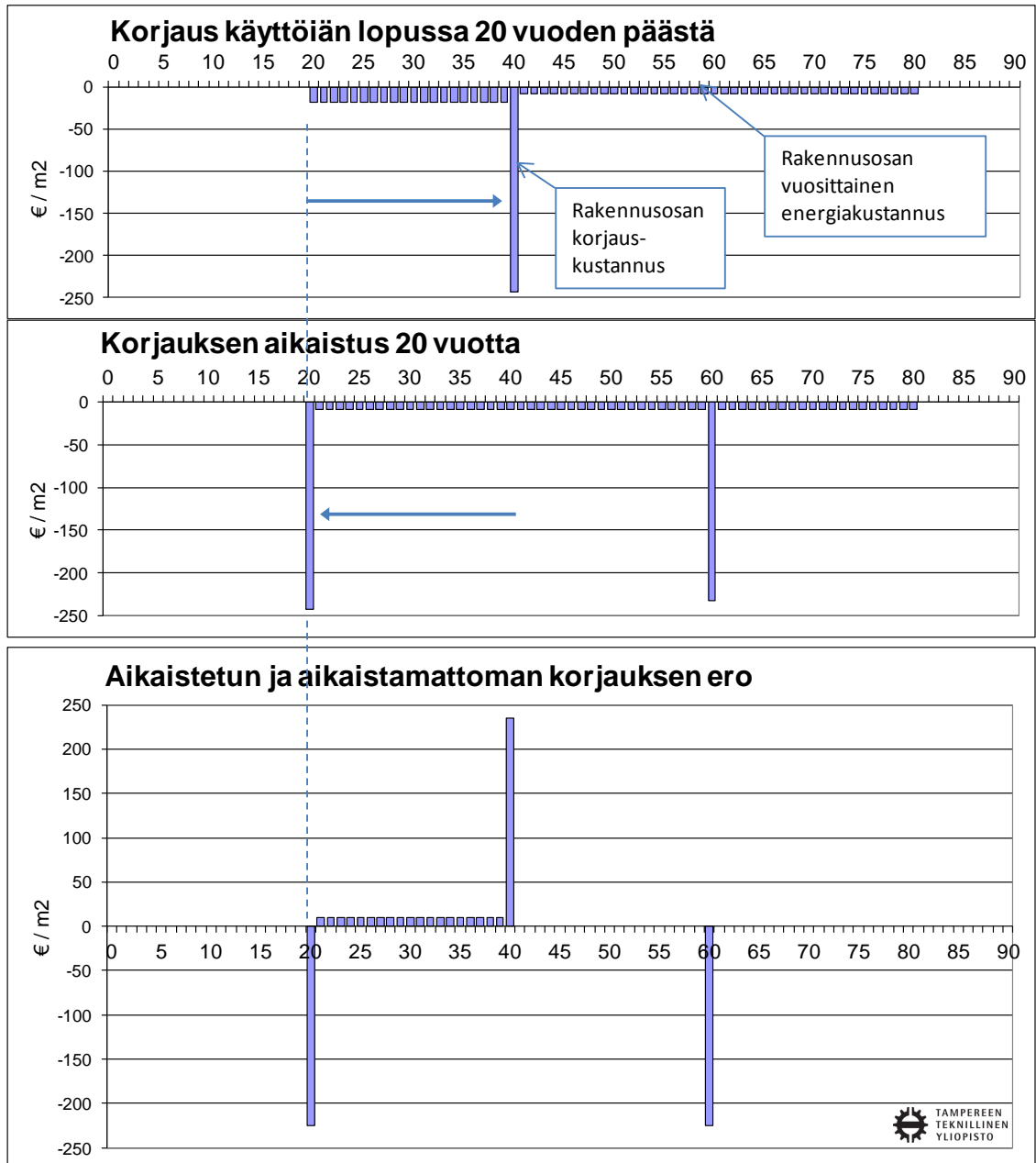
Kuvassa 4.3.1 on verrattu esimerkkitapausten avulla korjaustoiminnan energiansäästötoimenpiteiden vaikutusta ja kannattavuutta (keltaiset laatikot) uudistuotannon energiansäästötoimenpiteisiin. Yhtä toimenpidettä kuvaavan viivan pituus kertoo sekä rakentamisen lisäkustannuksen että energiakustannuksen vähennyksen määrän. Viivan kaltevuus ilmoittaa kannattavuuden. Kannattavuusasteikko on piirretty origosta lähtevinä viivoina. Parhaat alkupään toimenpiteet ovat hyvin kannattavia (sisäinen reaalikorko 15–20 %). Mentäessä energiansäästöä pidemmälle huononee kannattavuus ja viimeiset toimenpiteet ovat kannattamattomia vaikka koko ”energiansäästöpaketti” kannattavuus pysyy hyväksyttävällä tasolla.

Tämä tarkastelu luo mielenkiintoisen energiansäästöön liittyvän pohdinnan, joka koskee sekä uudistuotantoa että korjaustoimintaa. Voidaanko ajatella siten, että alkupään kannattavilla toimenpiteillä rahoitetaan loppupään kannattamattomia toimenpiteitä. Eikö loppupään kannattamattomille toimenpiteille löydy kannattavampia vaihtoehtoja? Tämä pohdinta tulee eteen viimeistään kun pyritään rakentamaan passiivitaloja ja ainakin kun pyritään lähes nollaenergiataloihin.



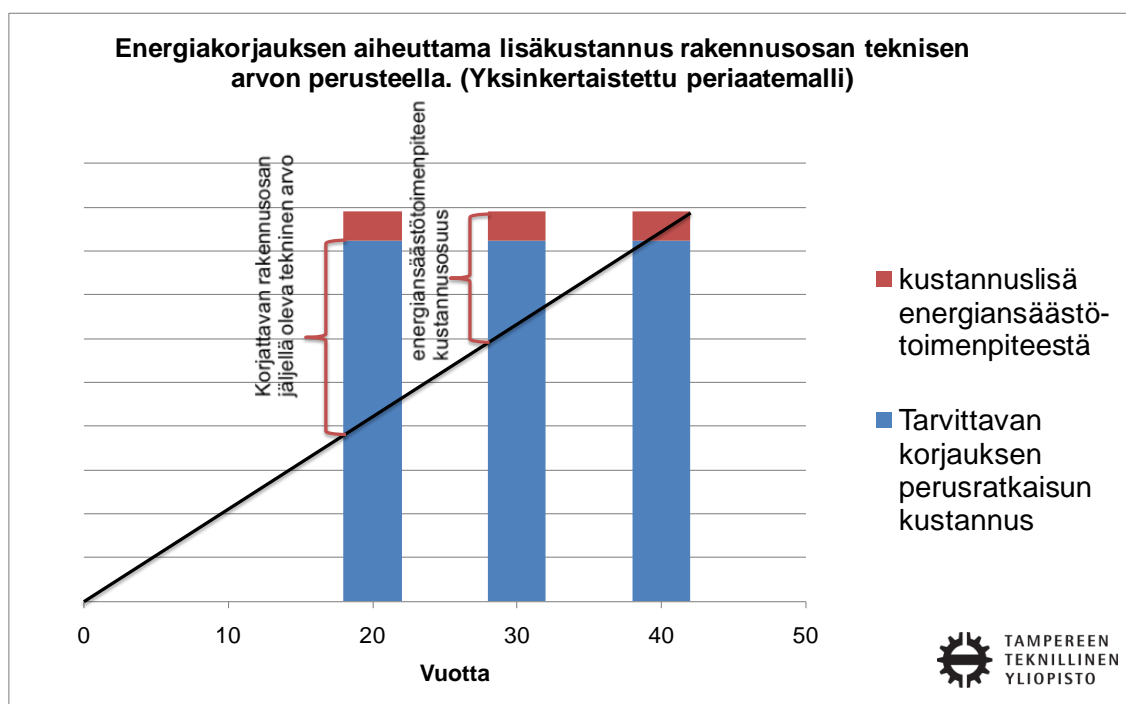
Kuva 4.3.1. Energiansäästötoimenpiteiden ja toimenpidekokonaisuuksien kannattavuus uudis- ja korjauskohteissa. Keltaisissa laatikoissa ovat korjaustoiminnan muiden korjausten yhteyteen ajoitetut energiansäästötoimenpiteet ja muissa laatikoissa uudistuotannon toimenpiteet. Katkoviiva kuvaa energiansäästön ja rakennuskustannusten lisääntymistä. Mitä pystympi viiva on, sitä kannattavampi on toimenpide. Viivan pituus kertoo säästön ja kustannusten suuruuden. Kulmakerroin kertoo sisäisen koron (asteikko vinoiviivoilla). Katkoviivan loppupiste ilmaisee kaikkien toimenpiteiden muodostaman kokonaisuuden kannattavuuden (sisäisen koron) ja vaikutukset. (Lähde: Vihola, Kurvinen)

Jos energiansäästöremontteja halutaan aikaistaa eli tehdä ennen kuin remontin kohteena olevaa rakennusosaa muuten tarvitsisi korjata, pitää ensin tarkastella rakennuksen elinkaarta ja suunnitelmaa rakennuksen tulevista korjauksista elinkaaren aikana. Ennen remontin aikaistamista pitää selvittää, ettei remontin aikaistaminen lisää rakennuksen elinkaaren aikana remonttikertoja (kuva 4.3.2). Kuvassa on esitetty karkeasti ikkunaremontin aikaistamisen vaikutus.



Kuva 4.3.2. Energiansäästötoimenpiteen (esim. ikkunaremontti) aikaistamisen vaikutus pitäisi tarkastella tarkasteluhetkestä (katkoviiva) rakennuksen elinkaaren kuviteltuun loppuun. Aikaistamisvaihtoehdon elinkaarta verrataan aikaistamattomaan vaihtoehtoon. Aikaistaminen ei saisi lisätä korjauskertoja elinkaaren aikana. Aikaistamisen kannattavuus on tapauskohtaista. Energiansäästöero vaihtoehdoille syntyy vain aikaistamisen ajanjaksolta.

Koska tulevien elinkaarivaihtoehtojen määrittäminen on vaikeaa, on aikaistamisen kannattavuutta tarkasteltu myös arvioimalla, missä vaiheessa elinkaarta tarkasteltava rakennusosa on (kuva 4.3.3). Kuvassa on oletettu korjauskohteena olevan rakennusosan elinkaareksi 40 vuotta. Kuvassa on esitetty, miten korjauskustannus voitaisiin jyvittää energiansäästötoimenpiteelle silloin, kun korjaus aikaistetaan energiansäästön takia. Tässä yksinkertaistetussa mallissa rakennusosan teknisen arvon ajatellaan vähenevän lineaarisesti elinkaaren ajan. Kun korjaus aikaistetaan, on teknistä käyttöarvoa vielä jäljellä määrä, joka riippuu aikaistamisen suuruudesta. Kun energiansäästötoimenpide tehdään rakennusosaa korjattaessa rakennusosan elinkaaren lopussa, tulee energiansäästön kustannukseksi vain siitä aiheutunut lisäkustannus. Tällöin toimenpiteet ovat useimmiten kannattavia. Jos energian säästön takia aikaistetaan korjausta esim. neljäsosa käyttöiän pituudesta, pitäisi koko korjauskustannuksesta jyvittää energiansäästötoimenpiteelle neljäsosa tämän ajatusmallin mukaan. Tällöin energiansäästötoimenpide ei todennäköisesti ole kovin kannattava.



Kuva 4.3.3. *Energiainsäästötoimenpiteen aikaistamisen vaikutus lisäkustannukseen teknisen arvon kehityksen perusteella. Energiainsäästöille pitää tämän mallin mukaan jyvittää sitä enemmän korjauskustannuksista mitä enemmän korjausta aikaistetaan energian säästön takia.*

Kun korjausta aikaistetaan siten, että se aiheuttaa ylimääräisen korjauskerran elinkaaren aikana ei aikaistaminen normaalisti kannata. Kun aikaistaminen ei aiheuta elinkaaren aikana ylimääräisiä rakennusosan vaihtoja, voi aikaistaminen olla kannattavaa. Aikaistamisen haittana ovat kustannusvaikutusten lisäksi lisääntyneet materiaalivirrat ja niiden myötä lisääntyneet ympäristövaikutukset.

4.4. Energiansäästön toteutuminen seurantakohteissa

Perusparannusten toteutuneisiin energiansäästövaikutuksiin perehdyttiin syvällisemmin kahdessa asuinkerrostalon perusparannuskohteessa. Palvelurakennusten osalta referoitiin aiemmin tehtyä Linkki-ohjelman tutkimusta koulujen perusparannusten todellisista vaikutuksista. Tässä on esitetty tiivistelmät. Laajemmin näitä on tarkasteltu erillisessä liiteraportissa (*Heljo et al. 2012*).

Energiansäästövaikutuksissa on tehtyjen eri tutkimusten mukaan käytännössä erittäin suuri hajonta, mikä tekee vaikeaksi arvioida todellisia energiansäästömahdollisuuksia rakennuskannassa tai sen osassa. Erityisen epävarmaa on ennustaa yksittäisen rakennuksen energiakorjausten vaikutuksia. Korjauksiin liittyy myös aina laatutasomuutoksia, jotka vaikuttavat energian kulutukseen. Merkittävimpiä ja tyyppillisiä näistä ovat ilmanvaihtomäärien lisääntyminen korjausten yhteydessä ja sähkölaitteiden lisäys.

Hajontaa aiheuttavat mm. muutokset ilmanvaihtomäärissä sekä sähkölaitemuutokset. Korjaukset aiheuttavat myös rakennuksen laitteiden käyttötapamuutoksia varsinkin heti korjausten jälkeen. Hajontaa tuloksiin aiheuttavat myös säätötoimenpiteet. Vaippakorjausten jälkeen pitää lämmitys ja ilmanvaihto säätää uudelleen. Jos säätöä ei tehdä huolellisesti, voi osa energian säästöstä jäädä saavuttamatta. Toisaalta pelkkä säätö voi säästää energiaa enemmän kuin tehdyt muut energiansäästötoimenpiteet.

Asuinkerrostaloissa laajoja perusparannuksia on tehty pääasiassa vuokrakerrostaloissa. Perusparannusten vaikutuksia on tarkasteltu kahden kohteen perusteella. Toinen kohde sijaitsee Oulaisissa (*Aho et al. 2009*) ja toinen Tampereella (*Heljo & Peuhkurinen 2004*). Yhteenvedot vaikutuksista on esitetty erillisessä liiteraportissa (*Heljo et al. 2012*).

Tarkastelukohteiden perusteella voidaan arvioida, että yksittäisissä kohteissa lämmitysenergian kulutuksessa (tilojen lämmitys ja lämmin käyttövesi) voidaan päästä noin 40 % säästöön energian kulutuksessa. Toisessa tarkastelluista kohteista energian säästö oli kuitenkin vain 27 % vaikka laskennallinen säästö oli yli 40 %. Tällaisten perusparannusten toteutus tulee helposti niin kalliiksi (lähellä uudisrakentamisen kustannusta), että laajassa mittakaavassa kaikkia korjaustoimenpiteitä ei jokaisessa perusparannuskohteessa tehdä.

Kiinteistösähkön kulutus lisääntyy perusparannuksissa mm. ilmanvaihtoremontin ja hissien rakentamisen seurauksena.

Energiatehokkaassa kerrostalokorjauksessa rakenteiden korjaaminen on helpompi tehdä kuin talotekniikan korjaaminen. Laadunvarmistus ja vaikutusten jatkuva seuranta pitää sisällyttää osaksi hankkeen rakennuttamista. Lämpökamerakuvauksella pystytään ikku-

noiden sekä ulko- ja parvekeovien korjauksessa varmistamaan asennuksen onnistumisen. Jos korjaus kohdistuu ilmanvaihtojärjestelmään, pitää varmistaa, että asukkaat osaavat käyttää ja huoltaa uutta järjestelmää oikealla tavalla.

Siitä huolimatta, että toisen tutkimuskohteen toteutuneessa kulutuksessa ei saavutettu laskennallisia säästöjä, vaikuttaisi kuitenkin siltä, että perusparannuksen yhteydessä toteutettu energiataloudellisten lisävalintojen kokonaisuus oli kannattava. Näin ollen energiansäästötoimenpiteiden tekemisen perusparannushankkeen yhteydessä voidaan todeta olevan kannattavaa, sillä perusparannusvaiheessa tehdyt lisäinvestoinnit tuottavat säästöinä lisätuottoja vielä takaisinmaksuaikansa jälkeenkin. Koska taloudelliset resurssit ovat aina niukkoja, on hankkeen suunnitteluvaiheessa syytä tarkastella energiataloudellisia valintoja systemaattisesti, jotta osataan valita tehokkaimmat säästötoimet ja käytävissä olevilla euroilla saavutettaisiin mahdollisimman suuri hyöty.

Asunto-osaakeyhtiöaloissa tehdään harvoin raskaita perusparannuksia. Yleisesti korjaukset ovat yksittäisiä tai muutama toimenpide kerrallaan ja ne jakaantuvat pitkälle aikajänteelle. Tällaisten korjausten energiansäästövaikutuksia on pystytty selvittämään mm. energia-avustusta saaneista kohteista (*Heljo 2009*).

Keskimäärin avustetuissa kohteissa tehtiin 2,4 avustettua energiansäästötoimenpidettä. Energian säästöt vastasivat keskimäärin melko hyvin suuruusluokaltaan laskennallisia energian säästöjä. Selvityksen mukaan avustusta saaneissa asuinkerrostaloissa olisi voitu yhteensä säästää energiaa noin 18 % koko lämmitysenergian kulutuksesta, jos olisi tehty kaikki vaipan korjaukset alapohjaa lukuun ottamatta ja vesimittareiden asennus asuntoihin.

Energian säästön hajonta oli suuri energia-avustusta saaneista kohteista kerätyn aineiston mukaan. Ilmanvaihdon perussäädöt lisäsivät kulutusta hieman melkein kaikissa kohteissa ja ikkunoiden uusimiset pääsääntöisesti vähensivät aina kulutusta. Toimenpideyhdistelmien osalta hajontaa oli enemmän. Tulosten perusteella voi päätellä, että ilmanvaihto on ollut ennen korjauksia pääsääntöisesti liian vähäistä.

Ikkunoiden uusiminen näyttäisi olevan melko varmatoiminen energiansäästötoimenpide. Keskimäärin ikkunoiden uusiminen vähensi lämmitysenergian kulutusta 6,5 %.

Palvelurakennusten osalta on vähemmän tietoa energiansäästötoimenpiteiden vaikutuksista kuin asuinrakennusten osalta. Linkki 2 –tutkimusohjelmassa selvitettiin peruskorjausten energiavaikutuksia kuntien palvelurakennuksissa. Kohteena oli pääasiassa kouluja. (*Leskinen et al. 2001*) Yhteenvedo vaikutuksista on esitetty erillisessä liiteraportissa (*Heljo et al. 2012*).

Yleisesti palvelurakennusten perusparannusten yhteydessä sähkön kulutus kasvaa oleellisesti ilmanvaihdon ja valaistuksen parantamisen yhteydessä sekä lisättäessä erilaisia

nykyvaatimusten mukaisia sähkölaitteita (esim. purun ja pölyn poisto koulujen käsityöluokissa).

Puolessa Linkki 2 –tutkimusohjelman hankkeen tutkituista kohteista lämmönkulutus pieneni ja puolessa kasvoi. Lämmönkulutuksen kasvun syyt eivät olleet yksiselitteiset. Sähkönkulutus kasvoi lähes kaikissa kohteissa. Sähkönkulutuksen kasvua selitti käyttöasteen kasvu sekä paljon sähköä kuluttavien tilojen ja laitteiden lisääntyminen kohteissa. Vedenkulutus pieneni lähes poikkeuksetta, paitsi sellaisissa kohteissa, joissa toiminnan muutos tai käytön kasvaminen aiheuttivat vedenkulutuksen kasvua.

Perusparannusten yhteydessä tehdyt ilmanvaihdon, valaistuksen ja toimintaan liittyvien sähkölaitteiden lisäykset lisäävät energiankulutusta. Tällöin energiansäästötoimenpiteistä huolimatta energian kokonaiskulutus usein kasvaa. Lisäksi käyttöasteen muutokset vaikuttavat energiankulutukseen.

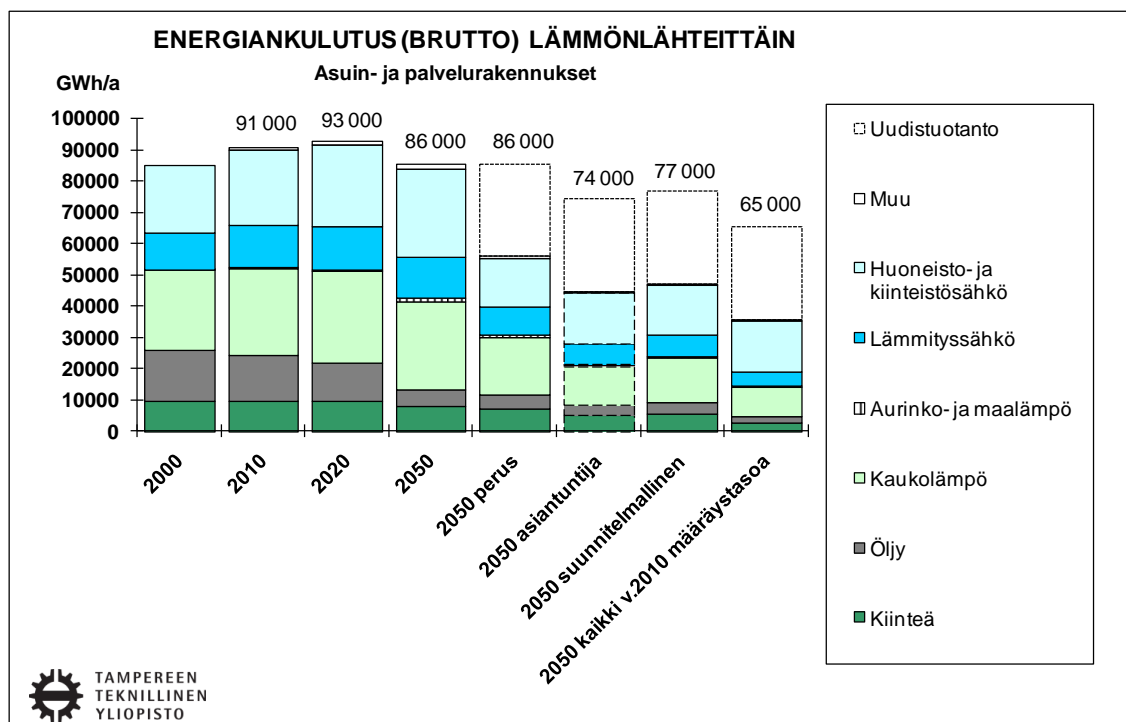
Varmimmin näyttäisi toteutuvan energiansäästö ikkunoiden osalta. Ikkunoissa tapahtuu myös teknistä kehitystä, jonka ansiosta energiansäästöt voivat olla suuremmatkin kuin mitä laskelmissa on esitetty. Tyhjiölaseja on kehitteillä ja ikkunakarmeihin voidaan kehittää energiaa säästävämpiä ratkaisuja.

Suurin epävarmuus liittyy ilmanvaihdon lämmöntalteenoton toteutumiseen. Koneellisen sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän rakentaminen vanhaan taloon on useimmiten hankala ja kallis remontti. Nykyiset vanhojen asuinrakennusten koneelliset poistoilmanvaihtojärjestelmät ja jopa painovoimaiset ilmanvaihtojärjestelmät koetaan usein riittävän hyväksi. Pelkästään energiansäästön takia ilmanvaihtoremonttia ei kannata tehdä.

5. KORJAUSTOIMENPITEIDEN ENERGIANSÄÄSTÖ- JA PÄÄSTÖVAIKUTUKSET

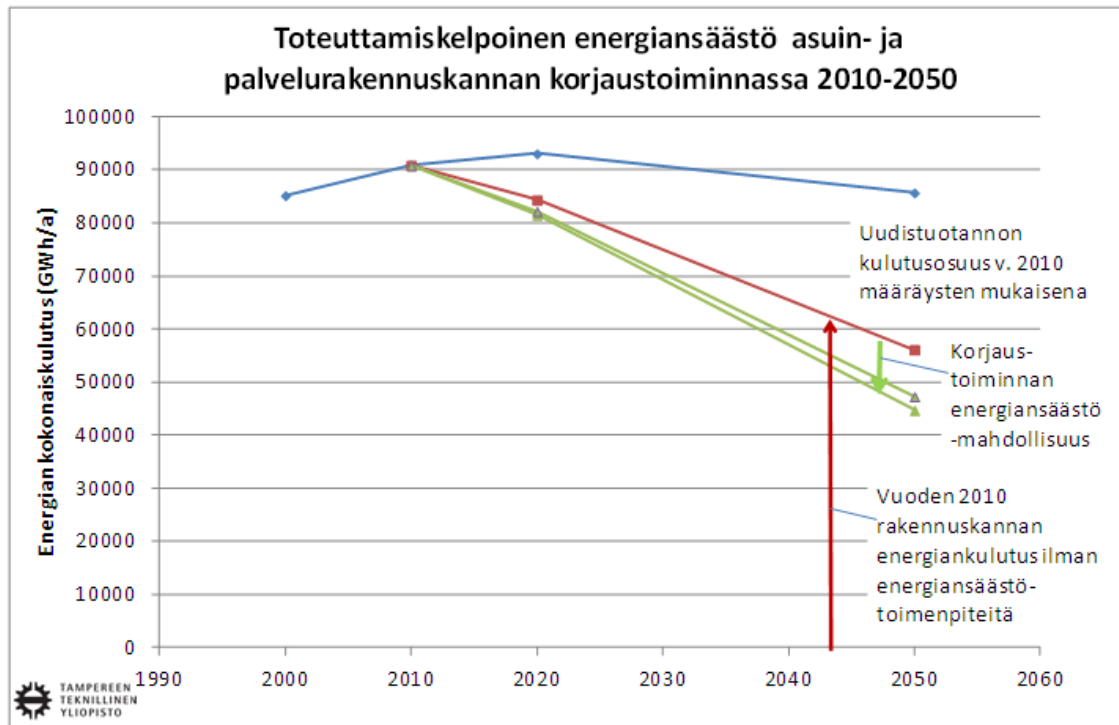
5.1. Vaikutusten kehittyminen 2010-2050

Kulutuksen kehityksen ääripäät arvioitiin tekemällä peruslaskelma ilman säästötoimia sekä teoreettinen maksimisäästölaskelma muuttamalla koko rakennuskanta vastaamaan vuoden 2010 energiamääräyksiä. Näiden väliin jäivät tarkastelut, joissa on esitetty kahden toteuttamiskelpoista energiansäästöä kuvaavan laskelman tulokset (kuva 5.1.1). Ensimmäinen perustuu asiantuntijanäkemyksiin ja käytettävissä olevaan tietoon korjaustoiminnan todellisesta määrästä. Toinen perustuu suunnitelmalliseen korjaamiseen, jossa taustalla on laskennallinen korjaustoiminnan kehittymisarvio rakennusten ikään ja rakennusosien elinkaareen perustuen. Nämä kaksi laskelmaa sijoittuvat likimain maksimi- ja minimilaskelman puoleen väliin. Nämä kaksi laskelmaa kuvaavat toteuttamiskelpoista kehitystä. Nykyisenlainen energiansäästötoiminta rakennuskannassa johtaisi todennäköisesti peruskehityksen ja kahden toteuttamiskelpoista energiansäästöpotentiaalia kuvaavan laskelman puoleen väliin.



Kuva 5.1.1. Vuoden 2010 rakennuskannan energiankulutuksen kehittyminen tehtyjen neljän laskelman mukaan. Toteuttamiskelpoista energiatehokasta kehitystä kuvaavat kaksi laskelmaa peruskehityksen ja määräystason 2010 laskelman välissä. Valkoisella pylväänosalla on esitetty vuoden 2010 jälkeen rakennetun uudistuotannon osuus.

Tehtyjen kahden laskelman mukaan energian vuosittainen kokonaiskulutus vähentyisi vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannassa vuoteen 2050 mennessä 9000 – 11 000 GWh/a (kuva 5.1.2).

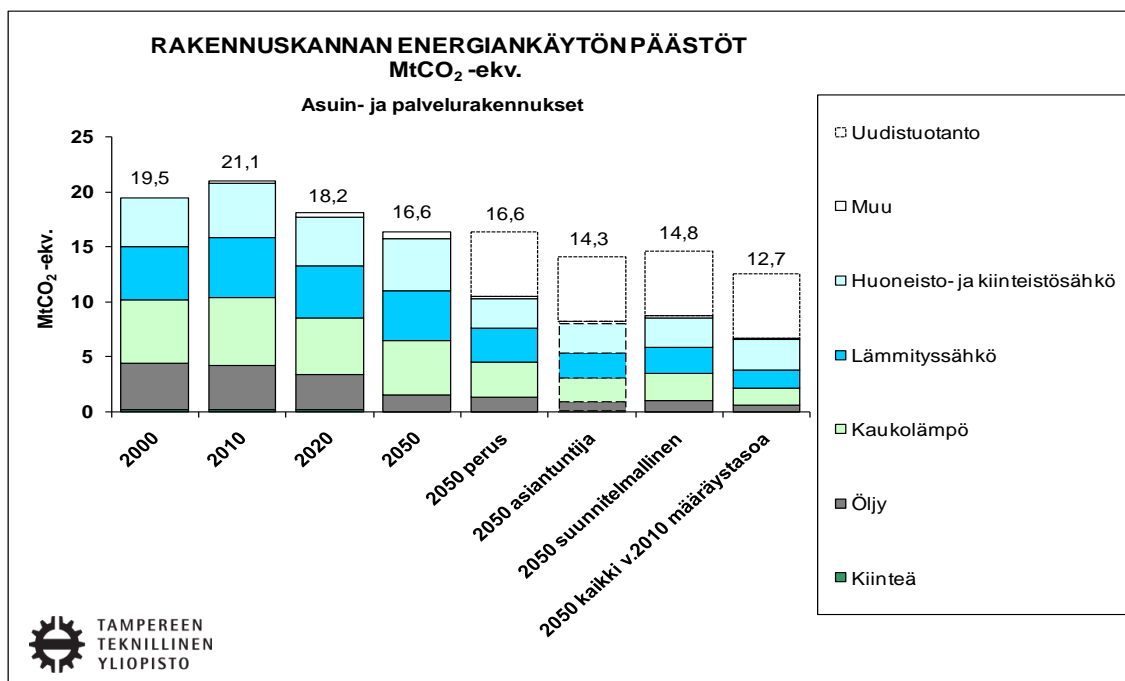


Kuva 5.1.2. Vuoden 2010 rakennuskannan toteuttamiskelpoisen energiansäästön osuus koko asuin- ja palvelurakennuskannan kulutuksesta kahden laskelman mukaan. Rakennuskannan korjaustoiminnalla saavutettava energiansäästö on samaa suuruusluokkaa kuin uudistuotannossa, jos oletetaan uudistuotannon säästöksi noin 30 %.

Kasvihuonekaasupäästöt vähenevät voimakkaammin kuin energian käyttö. Tämä johtuu siitä, että kaukolämmön ja sähkön tuotannossa lisätään uusiutuvien polttoaineiden käyttöä ja ydinvoimalaitoksia rakennetaan lisää. Tämän raportin laskelmissa on kuitenkin alennettu kaukolämmön ja sähkönkäytön aiheuttamia kasvihuonekaasujen ominaispäästöjä vain vuoteen 2020 asti taulukossa 5.1.1 esitettyjen päästökertoimien mukaisesti. Ominaispäästöt alenevat senkin jälkeen, mutta ennustetta alenemisesta ei vuoden 2020 jälkeiselle kehitykselle ole tässä selvityksessä tehty. Ominaispäästöt voivat mennä hyvinkin pieneksi vuoteen 2050 mennessä. Kehitykseen vaikuttaa mm. kuinka monta ydinvoimalaitosta rakennetaan ja ryhdytäänkö voimalaitosten päästöistä ottamaan hiilidioksidia talteen. Kaukolämmön ominaispäästöihin vaikuttaa, kuinka paljon pystytään lisäämään uusiutuvien polttoaineiden käyttöä kaukolämmön tuotannossa.

Vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannan energiankäytön kasvihuonekaasupäästöt vähenevät korjaustoiminnan, poistuman ja energiatuotannon ominaispäästöjen vähentämisen johdosta vuoden 2010 päästöistä 21,1 MtCO₂-ekv päästömäärään n. 8,5 MtCO₂-ekv vuoteen 2050 mennessä. Korjaustoiminnan energiansäästötoimenpiteiden osuus tästä vähenemisestä on noin 2 MtCO₂-ekv. Koko asuin- ja palvelurakennuskannassa uudistuotanto mukaan lukien (vuoden 2010 määräystasolla) vastaavat päästöt voisivat

olla vuonna 2050 n. 14,5 MtCO₂-ekv (kuva 5.1.3). Tässä arvossa ei ole mukana käyttöön ja huoltoon liittyvät säästötoimenpiteet eivätkä lämmitysjärjestelmämuutokset.



Kuva 5.1.3. Vuoden 2010 rakennuskannan kasvihuonekaasupäästöjen kehittyminen tehtyjen neljän laskelman mukaan. Laskelmissa käytetyt päästökertoimet kaukolämmön ja sähkön osalta on esitetty taulukossa 5.1.1. Päästökertoimet tulevat pienenevään todennäköisesti enemmän kuin mitä tässä on arvioitu. Valkoisella pylväänosalla on esitetty vuoden 2010 jälkeen rakennetun uudistuotannon osuus.

Vuosien 2010, 2020 ja 2050 väleiltä voi väliarvot interpoloida lineaarisesti.

Sähkölämmityksen osalta on käytetty laskelmissa lähtökohtana suurempaa kerrointa kuin muun sähkön käytön osalta johtuen erilaisesta vuositason käyttöprofiilista (Heljo et al. 2005). Arvio perustuu periaatteeseen, jossa kaukolämmön yhteistuotannon sähkö ajatellaan käytettävän pitkälti sähkölämmitystaloissa ja sähkön huipputeho arvioidaan tuotettavan pääasiassa hiililauhdevoimaloissa. Laskelmia tehtäessä ei ollut käytettävissä ennusteita, miten päästökertoimet voisivat kehittyä vuoden 2020 jälkeen. Siksi vuonna 2050 on käytetty samoja päästökertoimia kuin vuonna 2020 (taulukko 5.1.1).

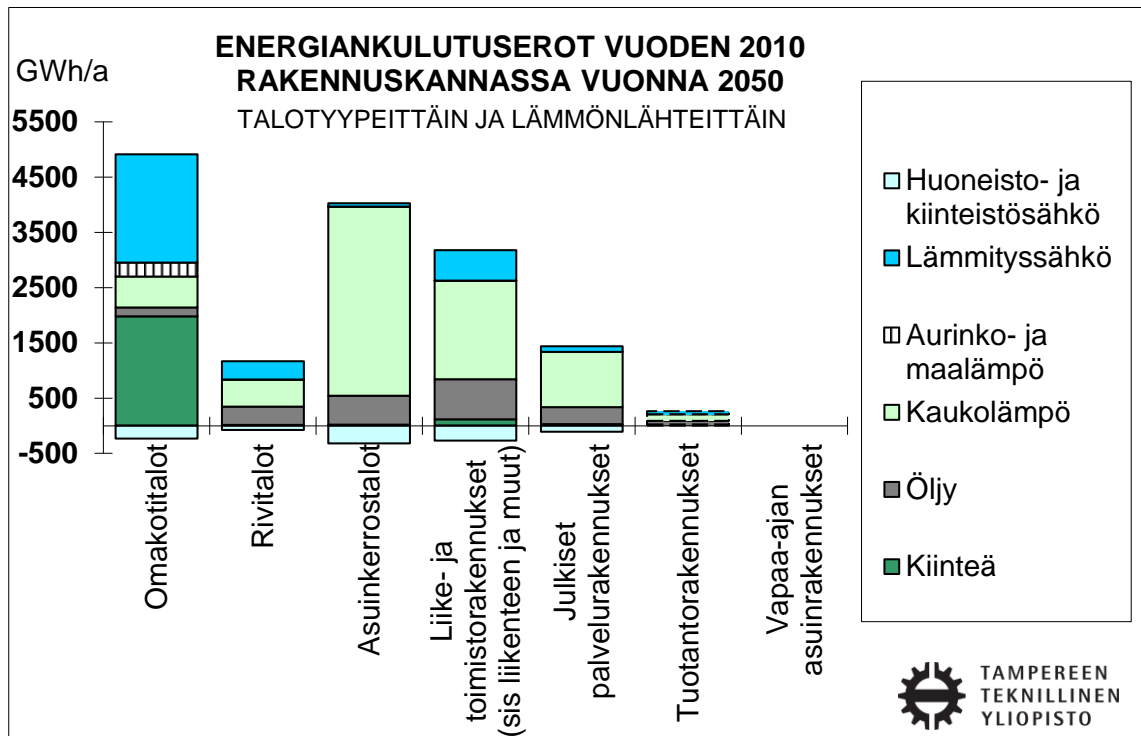
Taulukko 5.1.1 Laskelmissa käytetyt kasvihuonekaasupäästöjen kertoimet vuosina 2010 ja vuosina 2020-2050 (Heljo et al. 2005).

	Vuonna 2010 (kg CO ₂ -ekv/MWh)	Vuosina 2020-2050 (kg CO ₂ -ekv/MWh)
Puu	18	18
Kevyt polttoöljy	267	267
Lämmityssähkö	400	340
Kaukolämpö	226	175
Muu Sähkö	204	170

5.2. Energiansäästöt ja kasvihuonekaasupäästövähennykset lämmitystavoittain vuonna 2050

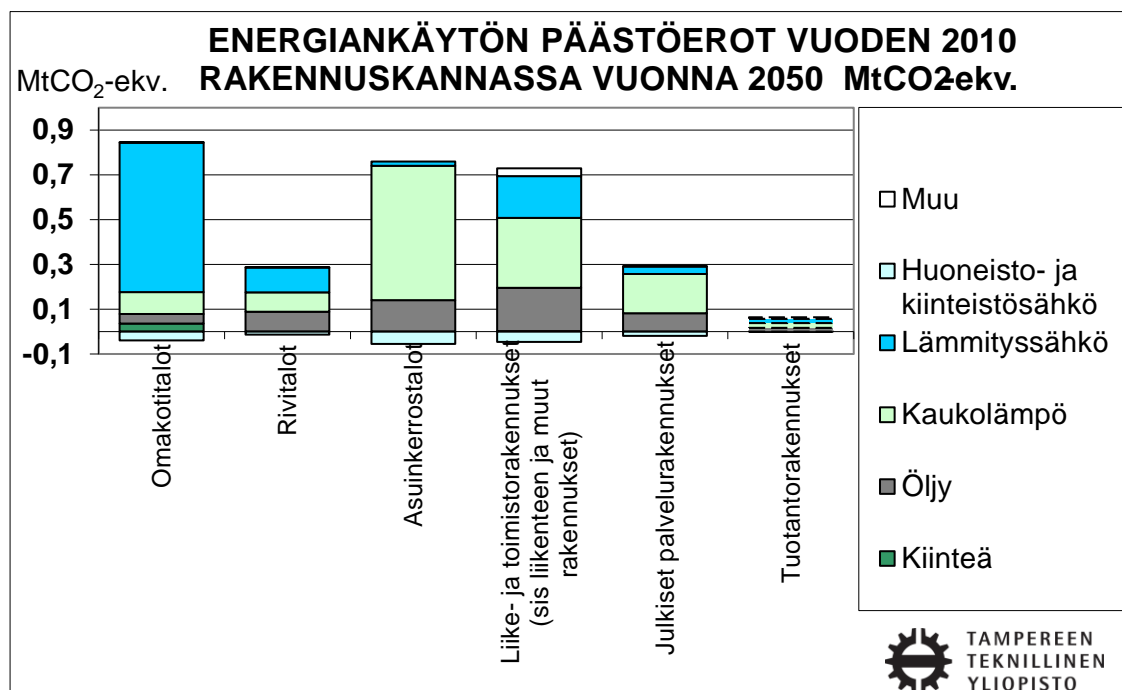
Toteuttamiskelpoisten energiansäästötoimenpiteiden energiansäästö- ja kasvihuonekaasupäästövaikutuksia rakennuskannassa on tarkasteltu talotyypeittäin ja lämmönlähteittäin

Arvioidusta toteuttamiskelpoisesta energiansäästöä on vuonna 2050 omakotitalojen osalta suurin osa sähkö- ja puulämmityksen säästöjä. Öljylämmitykseen kohdistuvia säästöjä ei enää näy, koska oletuksena laskelmissa on, että öljylämmitystä ei silloin enää ole merkittävästi omakotitaloissa. Asuinkerrostaloissa ja palvelurakennuksissa säästöä suurin osa on kaukolämmön säästöä (kuva 5.2.1).



Kuva 5.2.1. Todellisen korjausrakentamisen määrän mukaisen laskelman ja peruskehityksen energiankulutusero talotyypeittäin ja lämmönlähteittäin (EKOREM-malli).

Päästövähennystarkastelussa omakotitalojen suhteellinen osuus hieman pienenee johtuen siitä, että puunpolton hiilidioksidipäästöjä ei lasketa mukaan kasvihuonekaasupäästöihin (kuva 5.2.2). Puunpoltossa syntyy hieman myös metaanipäästöjä, joiden osalta kasvihuonekaasupäästöjä syntyy myös puunpoltosta.



Kuva 5.2.2. Todellisen korjausrakentamisen määrän mukaisen laskelman ja peruskehityksen kasvihuonekaasujen ero talotyypeittäin ja lämmönlähteittäin (EKOREM-malli).

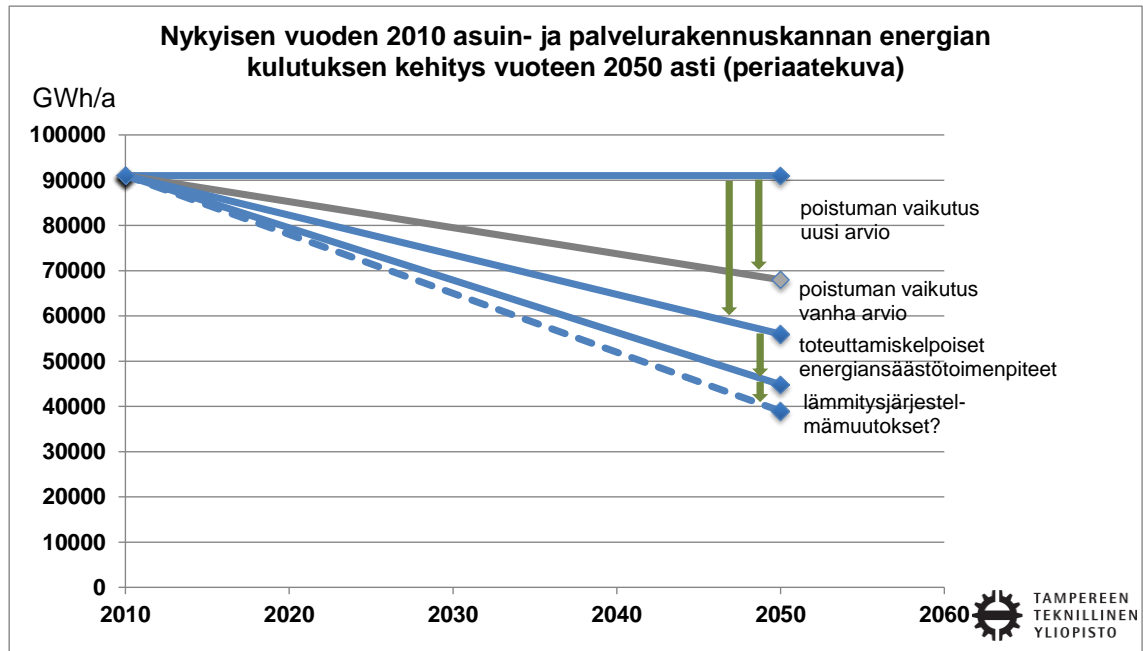
Kasvihuonekaasupäästöjen vähentymisen osalta suurin merkitys on sillä, miten sähkön ja kaukolämmön ominaispäästökertoimet kehittyvät eli kuinka paljon otetaan käyttöön ydinvoimaa ja kuinka paljon lisätään uusiutuvien käyttöä energiatuotannossa.

5.3. Korjaustoiminnan osuus energiansäästö- ja päästövähennystoiminnassa

Olemassa olevan rakennuskannan kokonaisenergiankulutusta vähentävät energiansäästötoimenpiteet, lämmitystapamuutokset sekä poistuma (kuva 5.3.1). Kokonaisenergiankulutuksella tarkoitetaan tässä ostetun energian energiasisältöä rakennustasolla.

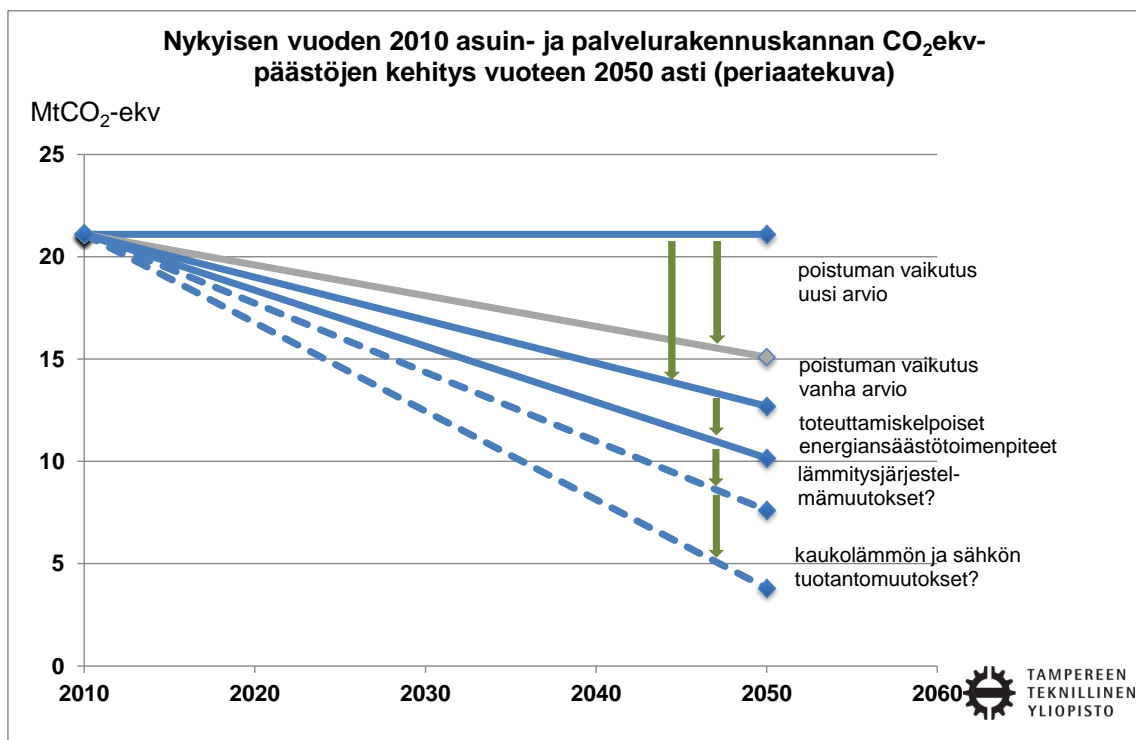
Lämmitysjärjestelmämuutoksilla (lämpöpumput, aurinkokeräimet, aurinkopaneelit, tuulivoima, ...) saadaan energiansäästöä lisäksi aikaan ostoenergian kulutuksen vähentämistä. Nämä muutokset vaikuttavat voimakkaimmin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen (kuva 5.3.2). Lämmitysjärjestelmämuutosten vaikutus on tässä arvioitu hyvin karkeasti. Tavoitteena on ollut hahmottaa eri vaikutusten suuruusluokat. Kuvassa esitetyissä korjaustoiminnan säästöissä ei ole mukana kiinteistöhoitoon liittyvät lämmityk-

sen, ilmanvaihdon ja valaistuksen säätötoimenpiteet. Kuvasta puuttuvat myös sähkölaitteisiin liittyvät säästötoimenpiteet.



Kuva 5.3.1. Periaatekuva nykyisen rakennuskannan energiankulutuksen vähenemisestä ajanjaksolla 2010–2050. Poistot ja toteuttamiskelpoiset korjaustoiminnan energiansäästömahdollisuudet perustuvat tässä tutkimuksessa tehtyihin arvioihin. Lämmitysjärjestelmämuutosten vaikutuksia ei ole tarkemmin arvioitu. Niiden vaikutuksesta on kuvassa esitetty vain suuruusluokka-arvio.

Uusiutuvien polttoaineiden ja ydinsähkön lisäys kaukolämmön ja sähkön tuotannossa vähentävät oleellisesti rakennusten kasvihuonekaasupäästöjä. Lisäksi päästövähennyksiä saadaan aikaan varsinkin omakotitaloissa vaihtamalla lämmitysjärjestelmiä vähäpäästöisemmiksi. Nämä lämpöhuoltomuutokset tulevat vähentämään huomattavasti enemmän rakennuskannan aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä kuin energiansäästötoimet olemassa olevassa rakennuskannassa (kuva 5.3.2). Lämpöpumpuilla säästetään myös huomattavasti energiaa ja ne tulevat olemaan osittain vaihtoehtoja rakennusosien energiansäästökorjauksille. Vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin ovat pienemmät kuin vaikutukset energian säästö, jos lämpöpumpuilla korvataan vähäpäästöisiä lämmitystapoja. Sellaista on esimerkiksi kaukolämpö, jos lämpö tuotetaan uusiutuvilla polttoaineilla tai kaukolämpöä tuotetaan lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksissa.



Kuva 5.3.2. Periaatekuva nykyisen rakennuskannan energiankulutuksen aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen vähenemisestä ajanjaksolla 2010-2050. Poistuma ja toteuttamiskelpoiset korjaustoiminnan energiansäästömahdollisuudet perustuvat tässä tutkimuksessa tehtyihin arvioihin. Lämmitysjärjestelmämäärämuutosten ja tuotantomuutosten vaikutuksia ei ole tässä selvityksessä tarkemmin arvioitu. Niiden vaikutuksesta on vain suuruusluokka-arvio kuvassa. Päästökertoimien kehityksenä on käytetty kohdassa 5.3 esitettyjä kertoimia. Päästökertoimet tulevat pieneneään todennäköisesti enemmän kuin mitä tässä on arvioitu.

Vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannan korjaustoiminnan toteuttamiskelpoisilla energiansäästötoimenpiteillä voidaan alentaa vuosittaisia kasvihuonekaasupäästöjä vuoteen 2050 mennessä noin 2 Mt CO₂-ekv/a (kuva 5.3.2).

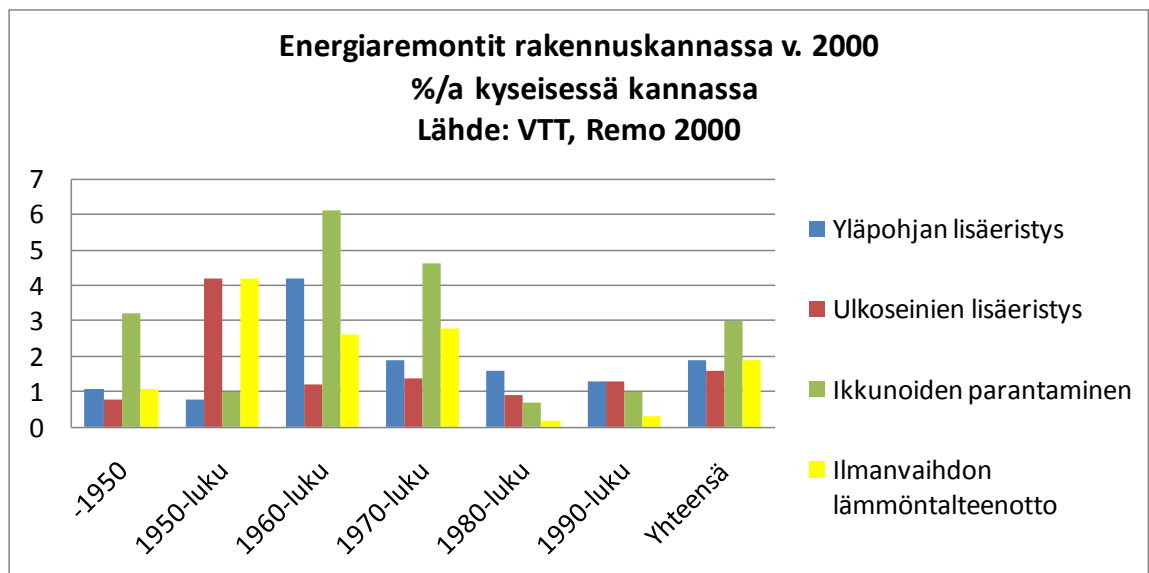
6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Energiansäästömahdollisuudet rakennuskannan korjaustoiminnassa

Korjausmäärät

Nykyisen rakennuskannan korjaamisella uskotaan saavutettavan merkittäviä energiansäästöjä. Tutkimus kumosi kuitenkin yleisen käsityksen, että nykyisessä rakennuskannassa voisi saada huomattavasti enemmän ja nopeammin energian säästöä aikaan kuin uudistuotannossa. Arvioitaessa toteuttamiskelpoisia energiansäästömahdollisuuksia nykyisessä rakennuskannassa lähtökohtana pitää olla, että rakennusosiin tehtävät energiansäästötoimenpiteet tehdään pääsääntöisesti silloin, kun kyseisissä rakennusosissa on muutakin korjaustarvetta. Muu periaate ei ole realistinen, koska se johtaa liian suuriin lisäkustannuksiin. Energiatehokkuuskorjausten lähtökohtana tulee olla kiinteistöjen käytön, ylläpidon ja korjaamisen suunnitelmallisuuden tuottama pohja teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisten energiaterhokkuuskorjausten valinnalle.

Korjausvauhti on suuruusluokaltaan noin 2 % tarkasteltujen rakennusosien kokonaismäärästä vuodessa. Ikkunoita korjataan suhteellisesti enemmän ja ilmanvaihtoremontteja sekä alapohjien korjauksia tehdään suhteellisesti vähemmän. Ikkunoiden osalta korjausmääriä pystytään arvioimaan melko hyvin. Vaipan muiden osien osalta arviot ovat epävarmempia. Tämänhetkiset arviot korjausmääristä ovat hieman alempia kuin tutkimuksessa käytetyt oheisessa kuvassa esitetyt arviot.



Kuva 6.1. Energiaremonttien arvioitu kohdistuminen rakennuskannassa ikäluokittain. Yhtä tarkkaa selvitystä ei ole tehty vuoden 2000 jälkeen. Tämänhetkisten arvioiden mukaan korjausten yhteismäärät ovat ehkä vähän alempia.

Rakennuskannan energiansäästöpotentiaalitarkasteluissa unohdetaan usein, että rakennuksia korjataan normaalisti vain silloin, kun niissä ilmenee selvä muu rakennusosan tai rakenteen teknisestä vanhenemisesta tai vaurioitumisesta johtuva korjaustarve kuin energiatehokkuuden parantaminen. Energiakorjausten vuosittainen määrä muodostuu siis pääsääntöisesti muun korjaustarpeen kuin energiakorjausten tekemisen tarpeen perusteella.

Tutkimuksen tavoitteena oli määrittää rakennuskannassa toteutettavissa oleva energiansäästöpotentiaali. Tämä tarkoittaa teknisesti, toiminnallisesti, taloudellisesti ja rakennuksen ominaisuudet huomioon ottavaa sekä energiatehokkuutta parantavaa korjausta. Korjausten toteuttamisen mahdollisuuksia ohjaavat mm. hallinta- ja omistusmuoto, rakennuksen fyysiset ominaisuudet sekä viime kädessä omistajien päätökset ja taloudelliset mahdollisuudet.

Toteutettavissa oleva säästöpotentiaali tarkoittaa säästömahdollisuutta, joka syntyy kun suunnitelmallisen kiinteistönpidon mukaisten korjausten yhteydessä tehdään myös teknisesti ja taloudellisesti järkevät energiansäästötoimenpiteet rakennuksen eri ominaisuudet huomioon ottaen.

Energiansäästötoimenpiteiden toteutusmahdollisuudet

Yksittäisissä rakennuksissa voidaan saada aikaan yli 40 % energiansäästö. Koko rakennuskannassa tilanne on kuitenkin toinen. Koska osa rakennuksista ja rakennusosista on jo korjattu ja osa jää useista syistä korjaamatta, toteutuu tehtyjen arvioiden mukaan koko rakennuskannassa tästä yksittäisissä rakennuksissa mahdollisesta säästöpotentiaalista enintään puolet eli noin 20 % vuoteen 2050 mennessä. Korjausten toteutukseen ryhtymiseen vaikuttavat mm. tekniset, taloudelliset ja päätöksentekoon liittyvät syyt. Merkittävässä roolissa korjaustoiminnassa ovat asuinrakennukset, joista noin 70 % on yksityisten ihmisten omistuksessa. Korjauksiin ryhtyminen on vaikeaa, jos niitä ei koeta järkeviksi tai joihin ei ole varaa. Monissa kunnissa taloudelliset edellytykset laajoille ja kalliille perusparannuksille ovat huonot. On myös hiipuvia tai tulevaisuudeltaan epävarmoja alueita, joilla investointihalukkuus on huono.

Asiantuntija-arvio energiansäästötoimenpiteiden tekemisestä 2010-2050	Ikkunoiden vaihto		Seinien lisäeristys		Yläpohjan lisäeristys		Vaipan tiivistys		Ilmanvaihdon lämmön- talteenoton rakentaminen		Huoneisto-kohtainen veden kulutuksen mittaaminen	
	Tehty	Ei tehdä	Tehty	Ei tehdä	Tehty	Ei tehdä	Tehty	Ei tehdä	Tehty	Ei tehdä	Tehty	Ei tehdä
	Omakotitalot	15 %	20 %	15 %	40 %	20 %	15 %	5 %	70 %	30 %	10 %	100 %
Rivitalot	15 %	10 %	15 %	40 %	5 %	20 %	5 %	70 %				5 %
Kerrostalot	15 %	15 %	8 %	40 %	3 %	75 %	5 %	80 %	5 %	80% / 20%		10 %
Liike- ja toimisto rakennukset	15 %	15 %	10 %	50 %	0 %	75 %	5 %	80 %	50 %	5 %		100 %
Julkiset rakennukset	15 %	15 %	10 %	50 %	0 %	75 %	5 %	80 %	50 %	5 %		100 %

Kuva 6.2. Asiantuntijanäkemyksiin perustuva arvio talotyypeittäin niiden energiansäästötoimenpiteiden osuudesta, jotka jo on tehty ennen vuotta 2010 ja joita ei tehdä ennen vuotta 2050.

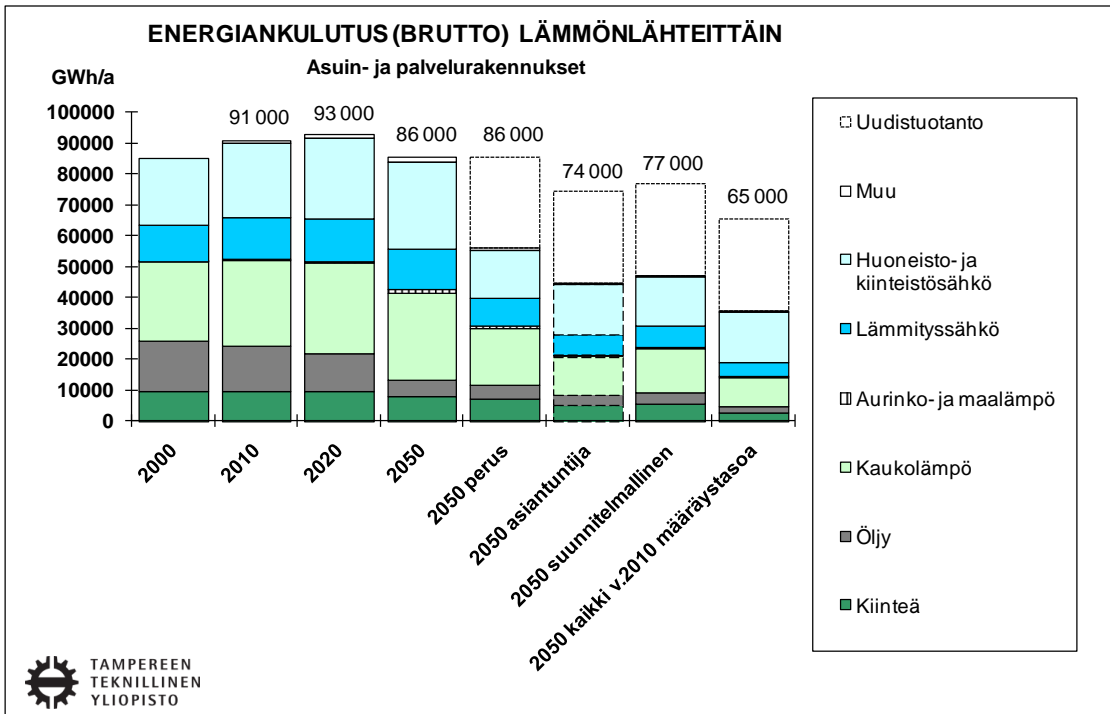
Myös niissä rakennuksissa, joissa on kulttuurihistoriallisesti tai rakennustaiteellisesti arvokkaita ominaispiirteitä sekä rakennusaikakaudelle tyypillisiä ratkaisuja ja materiaaleja voidaan kuitenkin korjaus-, käyttö- ja ylläpitotoimien yhteydessä ottaa huomioon energiankäytön tehostaminen.

Energiansäästöpotentiaali ja vaikutukset rakennuskannassa

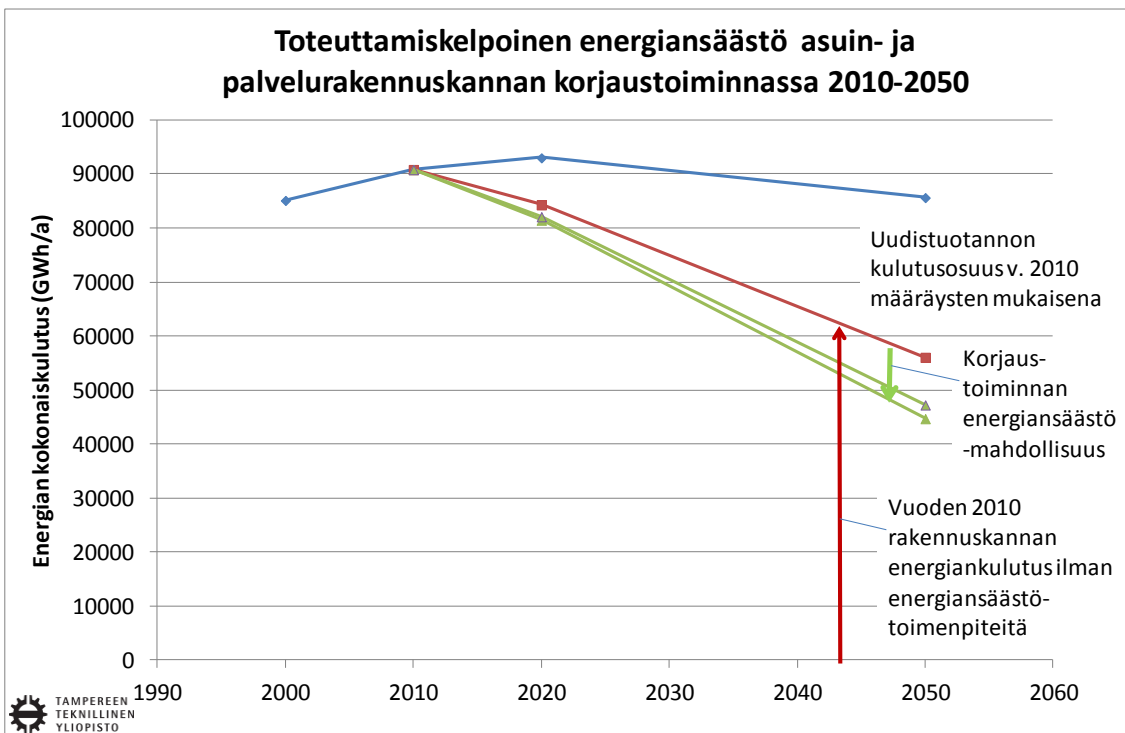
Vuoden 2010 olemassa olevassa asuin- ja palvelurakennuskannassa korjaustoiminnan toteuttamiskelpoinen energiansäästöpotentiaali on noin 20 % vuoteen 2050 mennessä. Tähän pääseminen edellyttää keskimäärin noin 0,5-0,6 prosentin vuosittaista lisäenergiesästä, joka tarkoittaa edellisten vuosien säästöjen lisäksi vuoden aikana aikaansaatua uutta energiansäästöä. Näin suuri säästö ei kuitenkaan kokonaisuudessaan toteudu helposti. Viime vuosina tehtyjen muiden tutkimusten ja selvitysten perusteella toteuttamiskelpoinen energiansäästöpotentiaali on mieluummin liian suuri. Poistumakin voi jäädä arvioitua pienemmäksi.

Tehtyjen laskelmien mukaan vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannan ostoenergiankulutus (brutto) putoaa 91 TWh/a kulutuksesta alle 50 TWh/a kulutustasoon vuonna 2050 (kuvat 6.3 ja 6.4). Kulutusta pudottavat energiansäästötoimenpiteet, lämmitystapamuutokset sekä poistuma. Toteutettavissa olevilla korjaustoimenpiteillä on mahdollista saada energian säästöä aikaan vuoden 2010 rakennuskannassa vuoteen 2050 mennessä lähes 20 % eli noin 10 TWh/a.

Tästä 20 %:n toteuttamiskelpoisesta energiansäästöpotentiaalista noin puolet voi toteutua normaalin korjaustoiminnan yhteydessä ilman korjaustoiminnan energiansäästön tehostamistoimia. Toisen puolen toteutumista voidaan varmistaa sopimuksilla, viestinnällä, määräyksillä ja avustuksilla sekä tehostamalla suunnitelmallista korjaustoimintaa.



Kuva 6.3. Vuoden 2010 rakennuskannan energiankulutuksen kehittyminen tehtyjen neljän laskelman mukaan. Toteuttamiskelpoista energiatehokasta kehitystä kuvaavat kaksi laskelmaa peruskehityksen ja määrätystason 2010 laskelman välissä. Valkoisella pylväänosalla on esitetty vuoden 2010 jälkeen rakennetun uudistuotannon osuus.

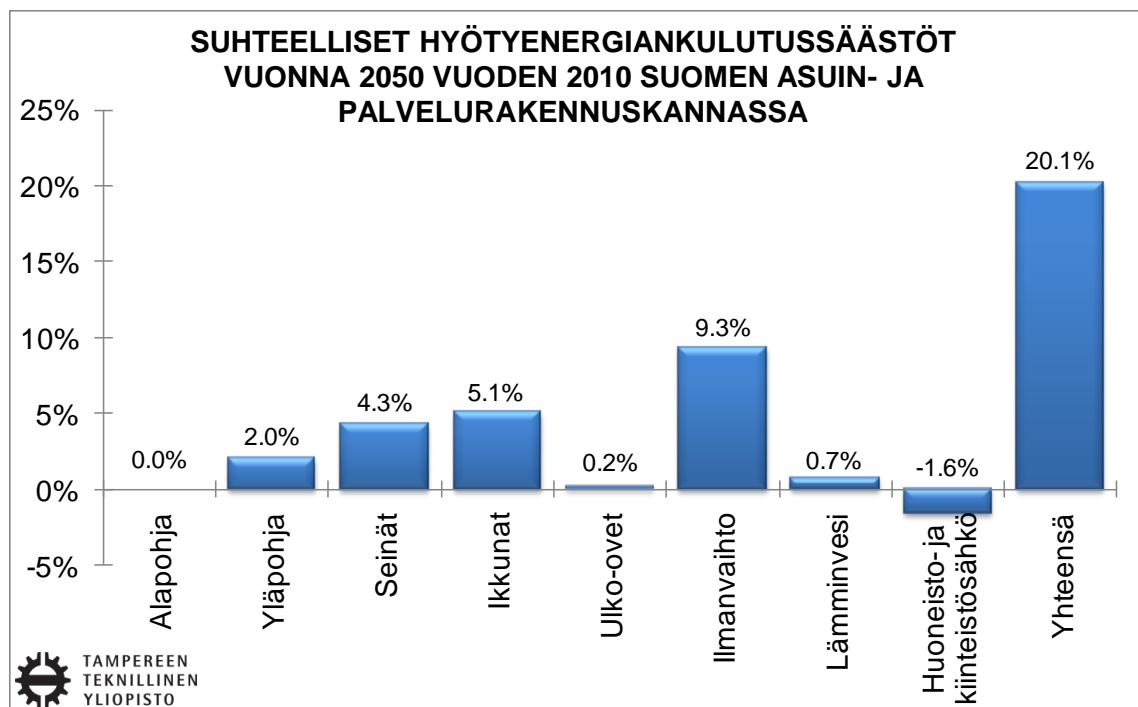


Kuva 6.4. Vuoden 2010 rakennuskannan toteuttamiskelpoisen energiansäästön osuus koko asuin- ja palvelurakennuskannan kulutuksesta. Rakennuskannan korjaustoiminnalla saavutettava energiansäästö on samaa suuruusluokkaa kuin uudistuotannossa, jos oletetaan uudistuotannon säästöksi noin 30 %.

Toteutuvaa energiansäästöä vähentää rakennuksen laatutason nosto. Vanhassa rakennuskannassa on mm. rakennuksia, joissa sisäilmaston laatu ei vastaa nykyään asetettuja vaatimuksia. Perusparannusten yhteydessä ilmanvaihtomääriä lisätäänkin usein, minkä takia ilmanvaihdon lämmöntalteenoton energiansäästövaikutus ei toteudu kokonaan. Usein perusparannusten yhteydessä lisätään myös valaistusta ja erilaisia sähkölaitteita, jotka lisäävät sähkön kulutusta varsinkin palvelurakennuksissa. Laatutason nostosta aiheutuva energian kulutuksen kasvu ei ole mukana tämän tutkimuksen laskelmissa.

Toimenpidekohtaiset säästömahdollisuudet

Toimenpidekohtaisten laskelmien tulos oli, että vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannan vaipan energiankulutus vähenisi vuonna 2050 jäljellä olevissa rakennuksissa noin 31 %, ilmanvaihdon energiankulutus 38 % ja lämpimän käyttöveden energiankulutus 7 %. Sähkön kulutus kasvaisi ilmanvaihtoremonttien takia 5 %. Arvioidusta 20 % kokonaissäästöstä kohdistuisi noin 8 prosenttiyksikköä ilmanvaihdon lämmöntalteenottoon, 5 ikkunoihin, 4 seiniin, 2 yläpohjiin ja 1 käyttöveteen ja muihin toimenpiteisiin.



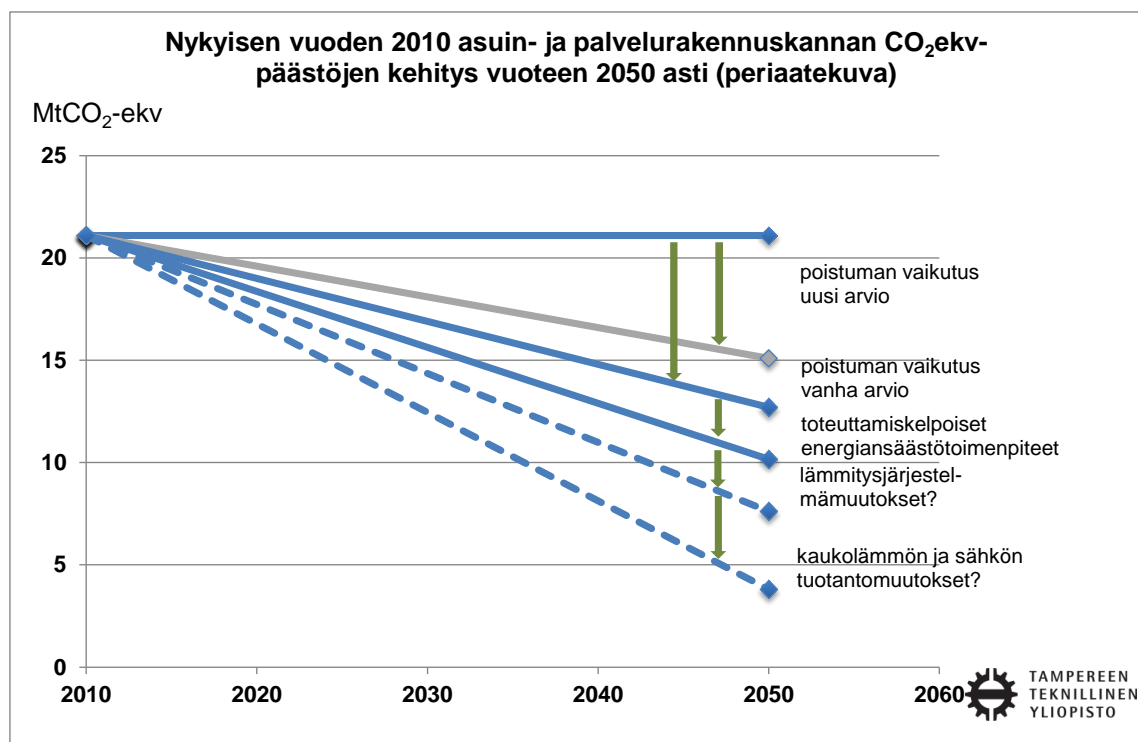
Kuva 6.5. Todellisen korjausrakentamisen määrän avulla saavutettavan hyötyenergiesäästön prosentuaalinen jakautuminen vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannassa vuonna 2050. Sähkön kulutuksen kasvu johtuu ilmanvaihtokorjauksista.

Ilmanvaihdon energiansäästön toteutuminen on erittäin epävarmaa. Ilmanvaihdon osalta laskelma perustuu optimistiseen arvioon, jonka mukaan asuinkerrostaloissa vain 20 % ilmanvaihtojärjestelmien muutoksista jäisi tekemättä ennen vuotta 2050. Pessimistinen arvio on, että vuonna 2050 80 % asuinkerrostalojen ilmanvaihtojärjestelmien perusparannuksista olisi vielä tekemättä. Tämä merkitsisi energian kokonaissäästön 20 % puuttamista 15 %:iin.

Tarkastelun ulkopuolella olevien toimenpiteiden merkitys

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin rakennusosien korjaamisen ja käyttöveden mittauksen vaikutuksia. Tarkastelun ulkopuolelle jäivät säätöön ja lämmitykseen liittyvät toimenpiteet. Lämmityksen säätötoimenpiteillä sekä ilmanvaihdon ja valaistuksen tarpeenmukaisella säädöllä on varsinkin palvelurakennuksissa suuri merkitys pyrittäessä vähentämään energian kulutusta.

Rakennusosiin kohdistuvien energiansäästötoimenpiteiden sijasta tai lisäksi energiaa voidaan säästää huomattavasti myös lämpöpumpuilla. Lämpöpumput säästävät energiaa ja tuottavat halpaa lämpöä. Halpa lämpö tekee rakenteisiin kohdistuvat energiansäästötoimenpiteet huomattavasti kannattaviksi. Lämpöpumput tulevat olemaan osin vaihtoehtoja rakennuksen vaippaan ja ilmanvaihtoon kohdistuville energiansäästötoimenpiteille. Ne vähentävät tehokkaasti energian kulutusta, mutta vaikutukset primäärienergian kulu- tukseen ja kasvihuonekaasupäästöihin voivat olla vähäisemmät.



Kuva 6.6. Periaatekuva nykyisen rakennuskannan energiankulutuksen aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen vähenemisestä ajanjaksolla 2010-2050. Poistuma ja toteuttamiskelpoiset korjaustoiminnan energiansäästämahdollisuudet perustuvat tässä tutkimuksessa tehtyihin arvioihin. Lämmitysjärjestelmämuutosten ja tuotantomuutosten vaikutuksia ei ole tässä selvityksessä tarkemmin arvioitu. Niiden vaikutuksesta on vain suuruusluokka-arvio kuvassa.

Uusiutuvien polttoaineiden ja ydinsähkön lisäys kaukolämmön ja sähkön tuotannossa vähentävät oleellisesti rakennusten kasvihuonekaasujen ominaispäästöjä. Lisäksi päästövähennyksiä saadaan aikaan varsinkin omakotitaloissa vaihtamalla lämmitysjärjestelmiä vähäpäästöisemmiksi (maalämpö ja puulämmitys). Kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteisiin koko rakennuskannan osalta päästään taloudellisesti tekemällä

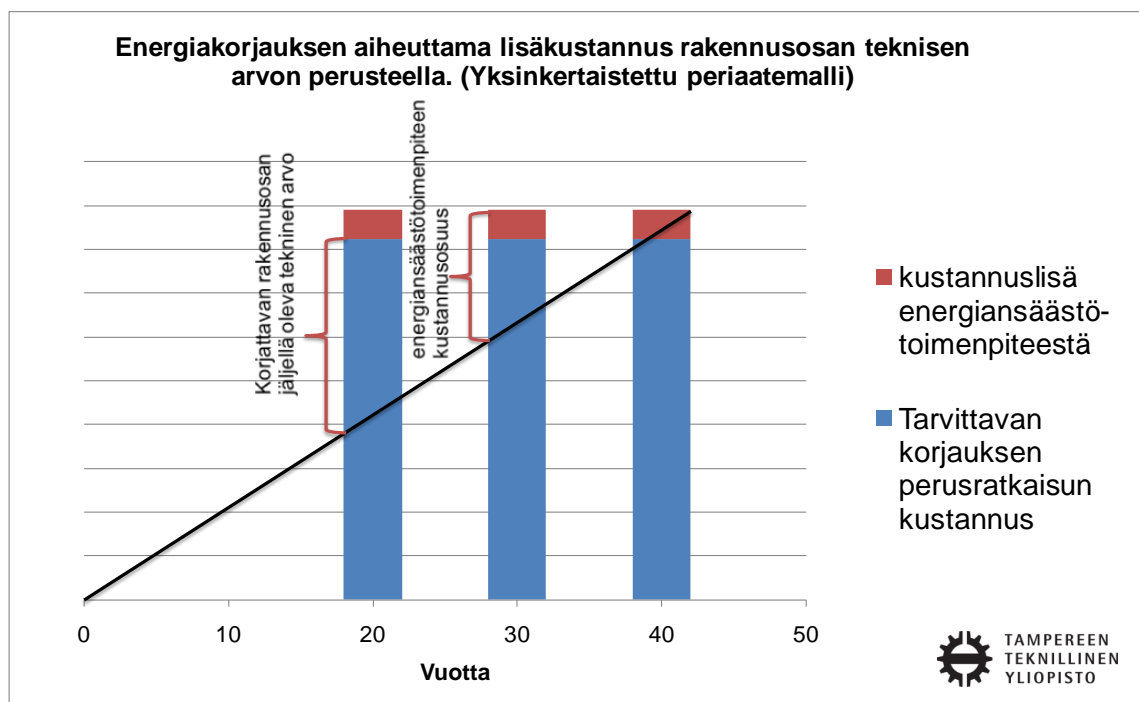
sopivassa suhteessa energiansäästötoimenpiteitä ja lämmitystapamuutoksia rakennuksissa sekä alentamalla sähkön ja kaukolämmön tuotannon kasvihuonekaasujen ominaispäästöjä. Valintoja tehdään pitkälti taloudellisilla perusteilla.

Kustannukset ja kannattavuus

Energiansäästötoimenpiteiden tekeminen energiansäästötoimenpiteiden kohteena oleviin rakennuksiin kohdistuvien muiden korjausten yhteydessä lisää korjauskustannuksia 5–15 %. Lisäkustannukset ovat kohtuullisen pienet ja kannattavuus on hyvä, kun energiansäästötoimenpiteet ajoitetaan oikein.

Jos pyritään lisäämään energiansäästöä rakennuskannassa enemmän kuin mitä suunnitelmallisten ja tarpeenmukaisten korjausten yhteydessä on pienin lisäkustannuksin tehtävissä, voivat lisäkustannukset nousta moninkertaisiksi eivätkä vähentyneet energiakustannukset kata näitä lisäinvestointikustannuksia.

Energiansäästöremontteja voidaan jonkin verran aikaistaa eli tehdä korjaukset ennen kuin remontin kohteena olevaa rakennusosaa olisi pakko muuten korjata tai uusida. Ennen aikaistamispäätöstä pitää ensin tarkastella rakennuksen koko elinkaarta ja suunnitella rakennuksen tulevista korjauksista elinkaaren aikana. Aikaistaminen ei saa lisätä tarkasteltavien rakennusosien uusimiskertoja rakennuksen elinkaaren aikana.



Kuva 6.7. Energiansäästötoimenpiteen aikaistamisen vaikutus lisäkustannukseen teknisen arvon kehityksen perusteella. Energiansäästöille pitää tämän mallin mukaan jyvittää sitä enemmän korjauskustannuksista mitä enemmän korjausta aikaistetaan energian säästön takia.

Asuin- ja palvelurakennuksissa lämmitysenergian osalta yhden prosentin vuosisäästön lisäys vuosittain eli noin 600 GWh/a säästö aiheuttaisi alimmillaan n. 600 miljoonan euron lisäkustannukset vuosittain pakollisiin korjauskustannuksiin verrattuna eli noin 11 % lisäyksen peruskorjauskustannuksiin. Kustannusarvio perustuu oletukseen, että energiansäästötoimenpiteiden takaisinmaksuaika olisi keskimäärin noin 10 vuotta energian hinnalla 10 snt / kWh. Näin hyvä kannattavuus on mahdollista vain, jos energiakorjaukset pystytään tekemään silloin kun kyseisiä rakennusosia muutenkin joudutaan korjaamaan. Lähtökohtana karkeissa laskelmissa voi siis pitää, että lisäkustannus on noin 1€ yhtä säästettyä vuosittaista kilowattituntia kohti. Mitä korkeammaksi säästötavoite asetetaan, sitä kalliimmaksi muodostuu säästetyn kilowattitunnin kustannus. Kustannusnousu johtuu korjausten aikaistamisesta ja siitä, että säästetyn kilowattitunnin kustannus kasvaa kiihtyvästi rakennuskohtaista energiankulutusta pienennettäessä.

Kannattavuustarkasteluissa energiansäästötoimenpiteen kustannukseksi lasketaan vain välttämättömän korjaustarpeen mukaisen perusratkaisun ylittävä energiatehokkuuden parantamisesta aiheutuva lisäkustannus. Perusratkaisu valitaan pitkälti teknisin ja arkkitehtonisin perustein. Perusratkaisun ja energiansäästötoimenpiteen kustannusosuuksien määrittäminen on usein ongelmallista. Siksi korjaustoiminnan energiansäästötoimenpiteiden kannattavuusarviot vaihtelevat erittäin paljon.

Ehdotus rakennusten korjaustoimintaan liittyviksi toimenpiteiksi

Selvityksen yhteydessä on syntynyt linjaus liittyen nykyisen rakennuskannan energiatehokkaaseen korjaamiseen:

Yleislinjaukset:

1. Energiatehokkuuskorjausten perustana painotetaan kiinteistöjen käytön, ylläpidon ja korjaamisen suunnitelmallisuuden merkitystä ja elinkaariajattelua. Suunnittelun tueksi tarvitaan uusia suunnittelutyökaluja ja vanhojen kehittämistä.
2. Suunniteltujen korjausten yhteydessä varmistetaan niiden energiatehokkuuden parantamistoimenpiteiden tekeminen, jotka tällöin ovat kohtuullisen pienin lisäkustannuksin ja kannattavasti tehtävissä. Samalla varmistetaan, että valitaan mahdollisimman tehokkaat energiansäästöratkaisut.
3. Jos energiansäästötoimenpiteitä halutaan aikaistaa eli tehdä aikaisemmin kun ilmenee muu korjaustarve, pitää ensin tehdä elinkaaritarkastelu, jolla varmistetaan aikaistamisen järkevyys. Elinkaaritarkastelujen suorittamista pitää opastaa.
4. Toimenpiteiden tueksi tarvitaan informaatio-ohjausta ja erityisesti neuvontapalveluja.

Keskeisimmät merkittävät toteuttamiskelpoiset tekniset parannustoimenpiteet:

- Pyritään lisäeristämään lähivuosina kaikki yläpohjat, joissa se on helposti mahdollista toteuttaa. Lisäeristetään myös vanhimpia yläpohjia, jotka on jo kerran lisäeristetty. Lisäeristäminen pitää ohjeistaa siten, että se ei aiheuteta kosteusriskejä.
- Uusimmassa rakennuskannassa ikkunat ovat teknisesti niin hyviä, että niiden vaihtotarvetta ei välttämättä tule kovin nopeasti. Siksi tarpeenmukaisen ja säästävän korjausrakentamisen hengessä pitääkin edistää myös ikkunoiden korjaamista, jossa uusitaan vain ikkunoiden sisäpuite tai sisäpuitteen lasielementti energiatehokkaammaksi.

Vanhoissa rakennuksissa ikkunat vaihdetaan sitä mukaa kun niissä alkaa tulla vaihtotarvetta muutenkin. Vaihtoa voidaan jonkin verran aikaistaa tapauksesta riippuen. Vuoteen 2050 mennessä suurin osa ikkunoista vaihdetaan mahdollisimman energiatehokkaiksi. Aluksi valitaan U-arvoltaan alle 1,0 W/m²,K ikkunoita (esim. 0,85) ja myöhemmin mielellään vielä parempia (esim. 0,65) kun tekniikka kehittyy. Energiansäästöt toteutuvat käytännössä hyvin ikkunoiden osalta. Ongelmiakin on yleensä vähemmän kuin muissa vaippakorjauksissa.

- Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton rakentaminen vanhoihin asuinkerros- ja rivitaloihin säästäisi paljon energiaa ja parantaisi sisäilmaston laatua. Toteutuminen on kuitenkin erittäin epävarmaa, koska uusien ilmanvaihtojärjestelmien rakentaminen vanhoihin taloihin on usein hankalaa ja kallista.

Asuntokohtaisten ilmanvaihtoratkaisujen toteutusmahdollisuuksia pitää vielä selvittää mm. seinästä ulospuhallettavan poistoilman osalta kerrostaloissa. Ulospuhallusmahdollisuus helpottaisi ilmanvaihtojärjestelmien rakentamista. Nykyiset alle 50 % lämmöntalteenoton hyötysuhteella toimivat vanhimmat ilmanvaihtokojeet voidaan vaihtaa suurelta osin jo ennen vuotta 2020 hyötysuhteeltaan 20 % parempiin ja toiminnallisuudeltaan muutenkin parempiin laitteisiin.

Ilmanvaihtoratkaisuista tarvitaan korjausten tueksi laajaa informaatiotoimintaa.

KIRJALLISUUS

Adalberth, K. & Wahlström, Å. 2008. Energibesiktning av byggnader – flerbostadshus och lokaler. Solna, SIS Förlag AB. 205 s.

Aho, K., Matilainen, J. & Hekkanen, M. 2009. Energiakorjausten pitkäaikaistoimivuus asuinkerrostalossa. KOY Kaari-Salpa, Oulainen. Oulunseudun ammattikorkeakoulu. 43 s.

Asuinkerrostalojen linjasaneeraus – hankeprosessi ja tekniset ratkaisut 60- ja 70-lukujen kerrostaloissa. Osa 1: Perusteet ja ohjeet. RIL 252-1-2009. 201 s.

Asuinkerrostalojen linjasaneeraus – hankeprosessi ja tekniset ratkaisut 60- ja 70-lukujen kerrostaloissa. Osa 2: Malliratkaisuja. RIL 252-2-2009. 98 s.

Lehtinen, E., Nippala E, Jaakkonen L. & Nuutila H. 2005. Asuinrakennukset vuoteen 2025. Tampere, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. ISBN 952-5004-59-7. 43 s. + liitt. 12 s.

Asuntokorjaaja 2009. Kesäkuu 2009. Rakennustutkimus RTS Oy.

Awano, H. 2005. Towards the sustainable use of building stock. Paris.

Dalenbäck, J., Göransson, A., Jagemar, L., Nilsson, A., Olsson, D. & Pettersson, B. 2005. Åtgärder för ökad energieffektivisering i bebyggelse. Göteborg, Chalmers University of Technology, Chalmers EnergiCentrum (CEC). CEC rapport 2005:1. 105 s. + liitt. 59 s.

Göransson, A. & Pettersson, B. 2008. Energieffektiviseringspotential i bostäder och lokaler - Med fokus på effektiviseringsåtgärder 2005–2016. Göteborg, Chalmers tekniska högskola, Chalmers EnergiCentrum (CEC). CEC rapport 2008:3. 26 s. + liitt. 5 s.

Hekkanen, M., Kauppinen, T. & Santalo, M. 1997. Matalaenergiapientalon toteuttaminen korjausrakentamalla. Tusina, Oulainen. VTT Tiedotteita 1871. 64 s.

Heljo, J., Eskola, A. & Saarni, R. 1996. Energiansäästötoimenpiteiden vaikutukset rakennuskannassa ja rakennuksissa. Tampere, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Rakentamistalouden julkaisuja 1996/4. 135 s.

Heljo, J. & Peuhkurinen, T. 2004. Asuinkerrostalon perusparantamisen ja laajuusmuutosten vaikutus energiankulutukseen ja elinkaarikustannuksiin. SUREURO-projektin

osatutkimus. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto. Rakentamistalouden laitos. Raportti 2004:5.

Heljo, J., Nippala E. & Nuutila H. 2005. Rakennusten energiankulutus ja CO₂-ekv päästöt Suomessa. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto. Rakentamistalouden laitos. Raportti 2005:4. 55 s. + liitt. 49 s.

Heljo, J. & Nippala, E. 2007. 2007. Energiatehokkuus julkisissa hankinnoissa – Rakentaminen ja rakennukset. JUHA-projektin osaraportti 6.9.2007. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustuotannon ja -talouden laitos. 91 s.

Heljo, J. 2009. Asuinrakennusten energia-avustusten vaikutukset. Tampereen teknillinen yliopisto. Julkaisematon. 27 s.

Heljo, J. & Vihola, J. 2010. Toteutettavissa olevat energiansäästöpotentiaalit Helsingin kaupungin asuinalueissa. Osaselvitys liittyen Helsingin kaupungin asuinalueiden AESS-sopimusten mukaisen toimenpideohjelman laatimiseen. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Julkaisematon. 20 s. + liitt. 6 s.

Heljo, J. & Vihola, J. 2011. Toteutettavissa olevat energiansäästöpotentiaalit Tampereen kaupungin asuinrakennuskannassa. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennustuotanto ja -talous. Raportti 5. 40 s.

Heljo, J., Kurvinen, A., Vihola, J. 2012. Energiansäästömahdollisuudet rakennuskannan korjaustoiminnassa. Liitteet. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennustuotanto ja -talous. 51 s.

Heljo, J. & Nippala, E. Comparing life cycle implication in energy impact and cost and profitability in building retrofit and replacement. 22nd International Housing Research Conference. ENHR 2010, 4-7 July, Istanbul.

Holopainen, R., Hekkanen, M., Hemmilä, K. & Norvasuo, M. 2007. Suomalaisen rakennuksen energiakorjausmenetelmät ja säästöpotentiaalit. Espoo, VTT Tiedotteita 2377. 104 s. + liitt. 2 s.

Karjalainen, K. & Kimari, P. 1999. Koulujen sisäilma ja energiatalous. Helsinki, Suomen Talotekniikan Kehityskeskus (TAKE).

KH 90-00314. Asuinalueiden kuntoarvio. Laajennettu energiatalouden selvitys. Rakennustieto Oy. 21 s.

KH 90-00403. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Rakennustieto Oy. 33 s.

KIMU. Kerrostalon ilmastomuutos – energiatalous ja sisäilmasto kuntoon. Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastelu – lisähanke, KIMULI. Loppuraportti 31.5.2010. LVI-talotekniikkateollisuus ry., Suomen Kiinteistöliitto ry, Aalto-yliopiston Teknillinen korkeakoulu, VTT. 57 s.

Korjausrakentamisen kustannuksia 2010. 2010. Tallinna, Rakennustieto Oy. 59 s.

Korjausrakentamisen strategia 2007-2017. 2007. Helsinki, Ympäristöministeriö. 34 s.

Kouhia I., Nieminen J. & Pulakka S. 2010. Rakennuksen ulkovaipan energiakorjaukset. Espoo, VTT:n tutkimusraportti VTT-R-04017-10. 45 s.

Kurvinen, A. 2010. Korjaustoiminnan energiataloudellisten valintojen systematiikka. Saatavissa: <http://www.ara.fi/download.asp?contentid=23983&lan=fi>. Diplomityö. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. 109 s. + liitt. 32 s.

Lahdensivu, J., Julkisivujen ja parvekkeiden kestävyys muuttuvassa ilmastossa. 2010. Suomen ympäristö 17/2010. Ympäristöministeriö. 64 s.

Lahdensivu, J., Varjonen, S. & Köliö, A. 2010. BeKo – Betonijulkisivujen korjausstrategiat. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Tutkimusraportti 148. 77 s.

Lappalainen, M. 2011. Kerrostalon peruskorjaus. Rakennustieto Oy. 80 s.

Lehtinen, E., Nippala, E., Jaakkonen, L. & Nuutila, H. 2005. Asuinrakennukset vuoteen 2025. Uudistuotannon ja perusparantamisen tarve. Tampere, Valtion teknillinen tutkimuskeskus. 44 s.

Lehtinen, E., Nippala, E., Jaakkonen, L. & Nuutila, H. 2005. Asuinrakennukset vuoteen 2025. Uudistuotannon ja perusparantamisen tarve. Liiteraportti (Uudisrakentamisen kuvatulosteet, koko maa ja maakunnat sekä Perusparantamisen taulukkotulosteet, koko maa, maakunnat ja aravavuokratalot). Tampere, Valtion teknillinen tutkimuskeskus. 75 s.

Leskinen, M., Heljo, J., Holopainen, R. & Haakana, M. 2001. Perusparannusten energiavaikutukset julkisissa rakennuksissa. Helsinki, LINKKI 2 Energiansäästön päätöksenteon ja käyttäytymisen tutkimusohjelman julkaisu 20/2001. 65 s. + liitt. 30 s.

Linne, S. Ulkovaipan lämpötalouteen vaikuttavat korjaustoimenpiteet käytännössä. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. 84 s.

Jagemar, L & Pettersson, B. 2009. Energieffektivisering - möjligheter och hinder. [PDF].[Viitattu:27.8.2010].Saatavissa:

http://www.iva.se/PageFiles/8960/4_ENERGIEFFEKTIVISERING_web.pdf. Stockholm, IVA. ISBN/ISSN: 978-91-7082-802-7. 36 s.

Matalaenergiarakentaminen. Asuinrakennukset. RIL 249-2009. Suomen Rakennusinsinöörien liitto 2009. 291 s.

Mäkiö, E., Malinen, M., Neuvonen, P., Sinkkilä, J., Tuunanen, A-M. & Saarenpää, J. 1990. Kerrostalot 1940-1960. Porvoo, Rakennustieto Oy. 272 s.

Neuvonen, P. 2009. Kerrostalon julkisivukorjaus. Julkisivun ominaispiirteet ja korjaustavan valinta. Suomen ympäristö 37/2009. Helsinki, Ympäristöministeriö. 46 s.

Neuvonen, P. (toim.). 2006. Kerrostalot 1880-2000 – arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen. Tampere, Rakennustieto Oy. 288 s.

Nippala, E. 2010. Suomen rakennuskannan poistumalaskelmat TAMK. Julkaisematon.

Nuutila, H. Rakennuskanta 2007, Tilastokeskus, erillisselvitys, julkaisematon.

Nuutila, H. Rakennusten energiankulutus Suomessa 2005, EKOREM-laskentamalli, julkaisematon.

Renoveringshandboken för hus byggda 1950-75. 2010. Stockholm, VVS Företagen. 172 s.

Rytkönen, A. & Kirkkari A-M (toim.). 2010. Vapaa-ajan asumisen ekotehokkuus (VA-PET). Suomen ympäristö 6/2010. Helsinki, Ympäristöministeriö. 122 s.

Saari, A. 2008. Uudisrakennusten lämmitysenergian kulutuksen pienentämisen kustannusvaikutukset. Espoo, TKK Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitoksen julkaisu- ja B:5. 33 s.

Saari, A., Jokisalo, J., Keto, M., Alanne, K., Niemi, R., Lund, P., Paatero, J., Kestävä energia – loppuraportti. 2010. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. TKK rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitoksen julkaisuja B:24. 95 s.

SOU 2008:110. 2008. Vägen till ett energieffektivare Sverige – Slutbetänkande av Energieffektiviseringsutredningen (EnEff). Statens offentliga utredningar. Stockholm 2008. [PDF]. Saatavissa:

<http://www.sweden.gov.se/content/1/c6/11/58/55/94065b3d.pdf>. 557 s. + liitt. 155 s.

SOU 2008:25. 2008. Ett energieffektivare Sverige – Delbetänkande av Energieffektiveringsutredningen (EnEff). Statens offentliga utredningar. Stockholm 2008. [PDF]. Saatavissa: <http://www.sweden.gov.se/content/1/c6/10/01/76/9e6cf104.pdf>. 320 s. + liitt. 119 s.

Suomen Kiinteistöliitto. 2010. Kestävä korjausrakentaminen Euroopassa: SUREURO-hankkeen esittelysivu verkossa. [WWW]. [Viitattu 23.4.2010]. Saatavissa: <http://www.kiinteistoliitto.fi/tutkimus/toteutuneet/sureuro/>

Thomsen, A. 2010. Building retrofit or replacement. ENHR2010 Urban Dynamics and Housing change Conference, 2010.

Tilastokeskus. 2010. Energiatilasto – Vuosikirja 2009.

Undvik fel och fällor som ökar energianvändningen i byggnader. 2008. Sveriges Byggindustrier. 102 s.

Vainio, T. & Nippala, E. 2006. Kuntien rakennusten hallinta, ylläpito ja peruskorjaaminen Ruotsissa ja Norjassa. Helsinki, Kuntaliitto. 32 s.

Vainio, T., Jaakkonen, L., Nippala, E., Lehtinen, E. & Isaksson, K. 2002. Korjausrakentaminen 2000-2010. Espoo, VTT Tiedotteita 2154. 60 s.

Vainio, T. 2009. Rakennuskanta ja korjausrakentaminen. Helsinki, Ympäristöministeriö. Energiatohokkuuden parantaminen nykyisessä rakennuskannassa (EPAT) – seminaari 23.1.2009.

Van der Flier, K & Thomsen A. 2006. Demolition of buildings in Netherlands.

Vehviläinen, I. 2010. Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt. Sitran selvityksiä 39. 125 s.

Vihola, J., Heljo, J. 2011. Toteutettavissa olevat energiansäästöpotentiaalit Tampereen kaupungin asuinrakennuskannassa. Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustuotannon ja -talouden yksikön raportti 5. 40 s.

Virta, J., Ojajärvi, M., Taloyhtiön korjaushanke. 2009. Kiinteistöalan Kustannus Oy. 144 s.

Vroman, H. 1982. Systematische benadering van de levensduur van onroerend goed, in Misset Beheer en Onderhoud, 1982, (96)

Wassenberg, F. 2006. Motives for demolition in Housing in an expanding Europe. Ljubljana, ENHR Conference 2006.

LIITTEET

Liite 1. Termit ja niiden määritelmät

EKOREM-malli Koko rakennuskannan lämmön- ja energiankulutusta sekä kasvihuonekaasuja tarkasteleva Excel-laskentamalli.

Energiäkäsitteet

Lämmön kulutus Rakennuksesta ulos kulkeutuva lämpö vaipan läpi (*kuva 1*). Mahdollinen lämmön talteenotto vähentää jäteilman ja jäteveden lämmön määrää.

Energian kulutus Rakennukseen tuodun energian määrä, jolla tarkoitetaan tässä raportissa ostetun tai muuten hankitun energian (lämmitysenergian ja sähkön) määrää. Se ei sisällä ihmisten tuottamaa lämpöä eikä auringon säteilyenergiaa eikä lämpöpumpeilla maasta ja ilmasta pumpattua lämpöä. Energian kulutus voidaan jakaa useisiin *kuvassa 1* esitettyihin osiin.

Hyötylämmitysenergia Se osa rakennukseen tuodusta lämmitysenergiasta, joka käytetään hyödyksi lämmityksessä (tilojen lämmitys ja lämmin käyttövesi). On huomattava, että lämmönkulutuksen määrä on suurempi kuin hyötylämmitysenergian määrä. Erotus katetaan huoneisto- ja kiinteistösähköstä, auringosta ja ihmisistä ”passiivisesti” hyödyksi saadulla lämmöllä (ns. ilmaisenergioilla).

Huoneisto- ja kiinteistösähkö

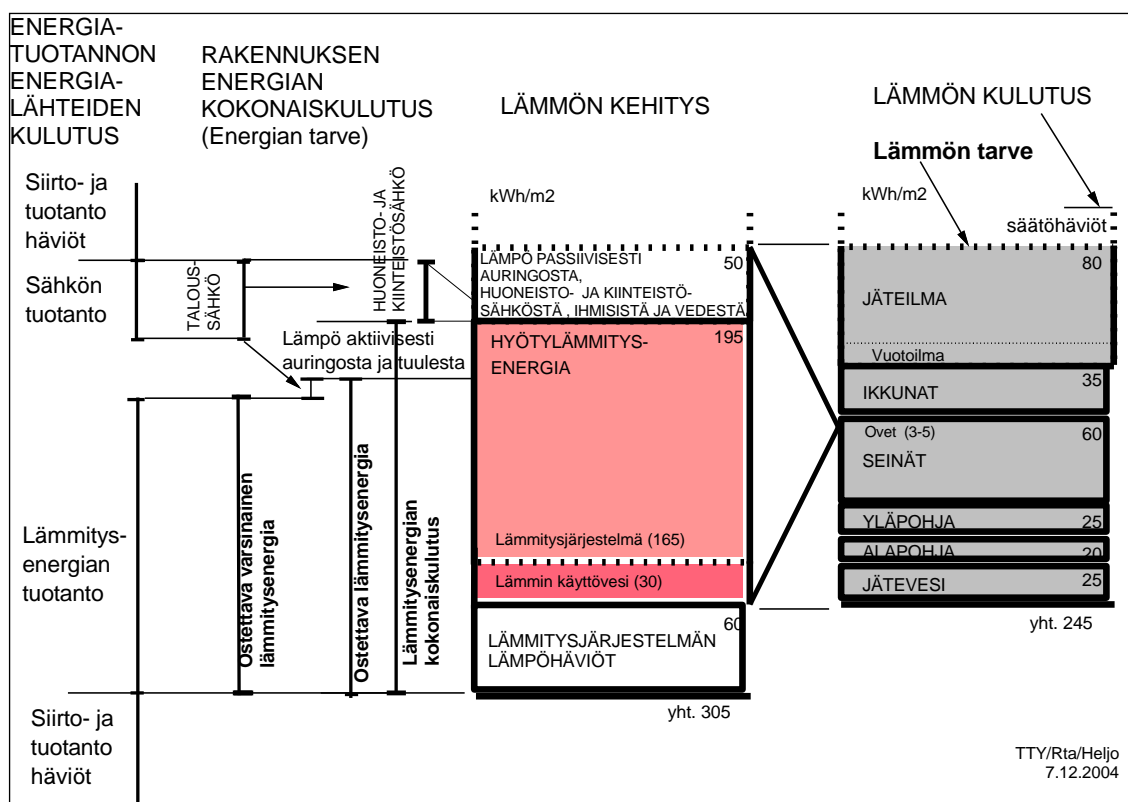
Huoneisto- ja kiinteistösähkö sisältää kotitalouksissa kulutetun huoneistosähkön, palvelurakennusten huoneistosähkön sekä asuin- ja palvelurakennusten kiinteistösähkön. Se ei sisällä lämmityssähköä.

Yhteistuotannon kaukolämpö

Yhteistuotannon kaukolämmöllä tarkoitetaan kaukolämpöä, joka on tuotettu voimalaitoksessa, jossa on yhdistettyä sähkön ja lämmön tuotantoa. Tällaisessa laitoksessa sähkön tuotanto on riippuvainen kaukolämmön käytön määrästä.

Toteuttamiskelpoinen energiansäästöpotentiali

Toteuttamiskelpoinen säästöpotentiali saadaan kun valituilla laskentaoletuksilla lasketaan ensin teoreettiset energiansäästöt ja tämän jälkeen poistetaan se osa säästöpotentialista, joka on jo toteutettu tai jota ei eri syistä toteuteta käytännössä.



Kuva 1. Tässä raportissa käytetyt energian- ja lämmönkulutuksen käsitteet. Pääperiaatteena käsitteissä on, että rakennuksesta menee ulos lämpöä ja rakennukseen tuodaan energiaa.

Päästökäsitteet

CO₂-ekv

Hiilidioksidiekvivalentti, joka kuvaa ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen vaikutusta. Kaikkien ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen vaikutus on muutettu vastaamaan hiilidioksidin ilmastovaikutusta 100 vuoden tarkastelujaksolla. Tällöin CH₄-päästöt kerrotaan 21:llä ja N₂O-päästöt 310:lla. Tärkein kasvihuonekaasu on vesihöyry, mutta se jätetään käsittelemättä, koska ihmisen toiminta ei sen pitoisuuksiin juuri vaikuta. Puunpolton hiilidioksidipäästöjä ei lasketa mukaan, koska sen ei oleteta vaikuttavan pitkällä tähtäimellä oleellisesti hiilidioksidimäärään ilmakehässä.

Rakennuskantakäsitteet

Palvelurakennukset

Palvelurakennuksilla tarkoitetaan vanhan jaottelun liike- ja julkisia rakennuksia. Oheisessa kuvassa 2 palvelurakennuksia ovat liike- ja toimistorakennukset sekä julkiset palvelurakennukset. EKOREM-mallissa liikenteen rakennukset ovat liike- ja toimistorakennusten ryhmässä.

Tuotantorakennukset

Tuotantorakennuksia ovat teollisuusrakennukset, varastorakennukset ja maatalousrakennukset.

Toimitilat

Toimitiloja ovat palvelurakennukset sekä teollisuusrakennukset, varastorakennukset, maa-, metsä- ja kalatalouden rakennukset ja muut rakennukset.

Rakennusten käyttötarkoitukseluokitus		Käyttötarkoitukseluokkien yhdistelmät	
Nykyinen luokitus (1994 -)			
Erilliset pientalot (=omakotitalot)	Kytkeytyt pientalot (=rivi- ja ketjutalot)	Asuinrakennukset	Asuinrakennukset
Asuinkerrostalot			
Vapaa-ajan asuinrakennukset (=kesämökkit)			
yksityiset palvelurakennukset = liike- ja toimistorakennukset	Liikerakennukset Toimistorakennukset Liikenteen rakennukset	(Yksityiset ja julkiset) palvelurakennukset	Toimitila
julkiset palvelurakennukset	Hoitoalan rakennukset Opetusrakennukset KokoonntumISRakennukset Pelastustoimen rakennukset		
tuotanto-rakennukset	Teollisuusrakennukset Varastorakennukset Maatalousrakennukset Muut rakennukset		
		Tuotanto- ja muut rakennukset	

Kuva 2. Rakennusten käyttötarkoitukseluokitus. Rakennuksen käyttötarkoitus määräytyy sen mukaan mitä toimitilaa tai asuinkäyttöä on rakennuksessa pinta-alallisesti eniten. Rakennustyyppien pääjaottelu EKOREM-mallin laskelmien tulostuksessa on esitetty kuvan vasemmalla puoliskolla. Vähäinen ”muut rakennukset” on yhdistetty yksityisiin palvelurakennuksiin. Usein käytetään yhdistelmää asuin- ja palvelurakennukset, joka tarkoittaa siis kaikkia muita paitsi tuotantorakennuksia. Palvelurakennukset on jaettu yksityisiin ja julkisiin palvelurakennuksiin. Yksityisistä palvelurakennuksista käytetään nimitystä liike- ja toimistorakennukset.

Poistuma

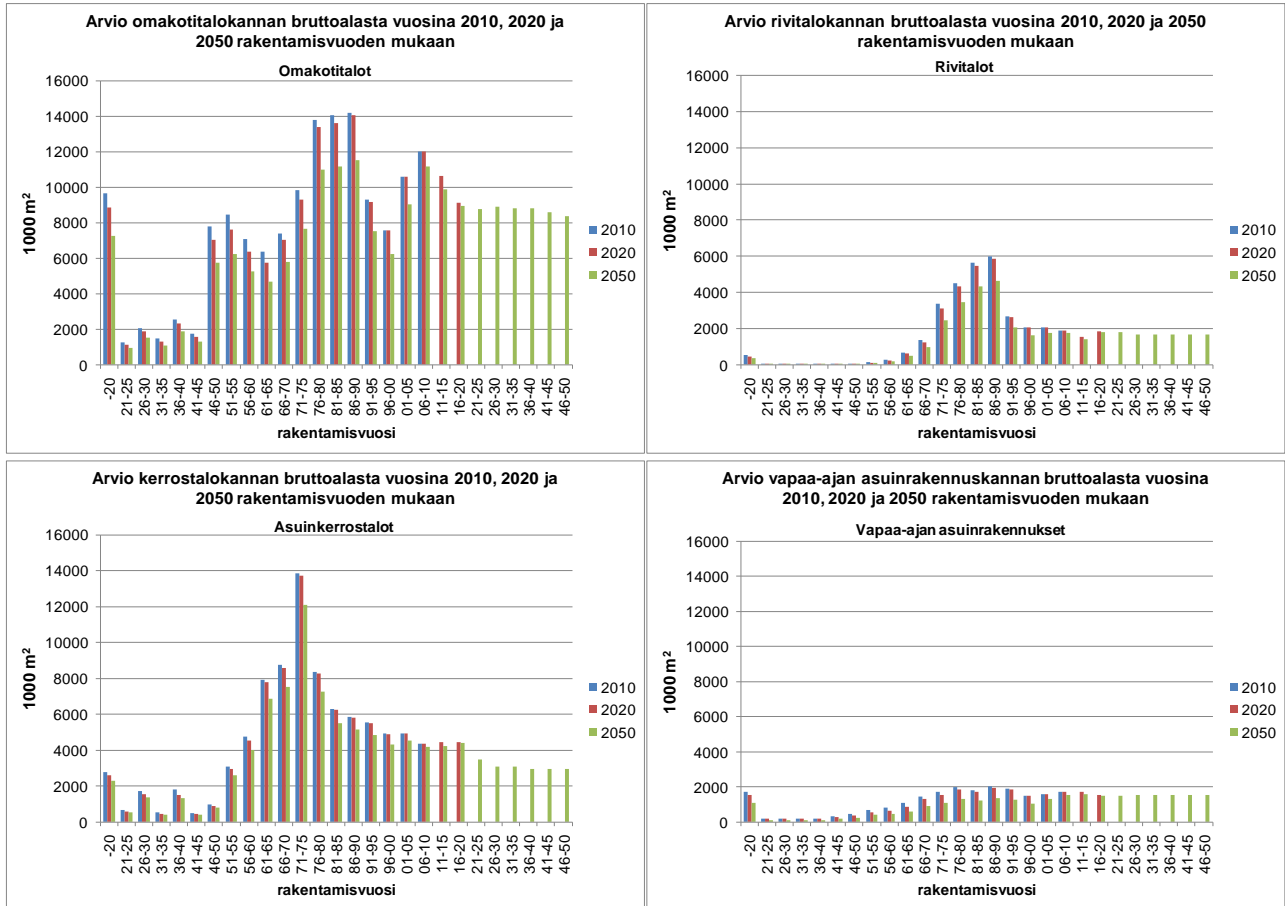
Rakennusten poistumalla tarkoitetaan tässä esim. rakennusten palamista, purkamista, muutoin tuhoutumista tai vähitellen ränsistymistä käyttökeltvottomaan kuntoon. Rakennusten poistumaan kuuluu myös käyttötarkoituksen muutos (tässä selvityksessä käyttötarkoituksen muutos ei ole poistumassa mukana). Tällöin jonkin talotyypin rakennuskanta vähenee ja toisen kasvaa.

Uudistuotanto

Talonrakennusten uudistuotanto on kokonaan uuden rakennuksen rakentaminen (uudisrakennus) tai vanhan rakennuksen laajentaminen (laajennus) uudella tilalla välittömästi vanhan rakennuksen yhteyteen. Laajennus vanhaan rakennukseen kirjautuu vanhan rakennuksen ikäluokkaan. Tämän takia vanhan rakennuskannan tilavuus tilastojen mukaan voi jopa kasvaa poistumasta huolimatta.

Liite 2. Arvio asuinrakennuskannan bruttoalasta vuosina 2010, 2020 ja 2050 rakennustyypeittäin ja rakentamisvuosien mukaan

Asuinrakennukset, brm²



Liite 3. Asuin- ja palvelurakennusten energiankäytön ja kasvihuonepäästöjen kehitys (numeroarvot kuviin 5.3.1 ja 5.3.2)

Kuviin 5.3.1 ja 5.3.2 liittyvät numeroarvot.

Kuvassa 2 päästöt on laskettu tekstin taulukossa 5.3.1 esitettyjen kasvihuonekaasujen päästökertoimien mukaan.

Kuva 1 ENERGIANKULUTUS (BRUTTO) LÄMMÖNLÄHTEITTÄIN ASUIN- JA PALVELURAKENNUKSISSA										Uudistuotanto 2010-2050					
GWh/a		Kiinteä	Öljy	Kauko- lämpö	Aurinko- ja maa- lämpö	Läm- mitys- sähkö	Huo- neisto- ja kiin- teistö- sähkö	Muu	Kanta 2010 yhteen- sä	Uudis- tuotanto 2010- 2050	Koko kanta	Kanta 2010	Eröt kan- nassa 2010	2010- 2050	
											%	%	%	%	
2000	koko kanta	9808	16022	25653	47	12035	21598	0			85162	94 %			
2010	koko kanta	9457	15046	27772	157	13563	24001	886			90881	100 %	100 %	100 %	
2020	koko kanta	9672	12042	29342	566	14085	26105	1237			93049	102 %			
2050	koko kanta	7900	5270	28347	1086	13292	27882	1906			85683	94 %			
2050 peruskehitys	kanta 2010	7042	4509	18553	770	9125	15456	648	56103	29580	85683	94 %	62 %	100 %	33 %
2050 asiantuntija-arvio	kanta 2010	5306	3006	12563	565	6527	16261	523	44751	29580	74330	82 %	49 %	80 %	33 %
2050 suunnitelmallinen	kanta 2010	5566	3513	14318	580	6819	15935	561	47292	29580	76872	85 %	52 %	84 %	33 %
2050 kaikki 2010 määräystasoa	kanta 2010	2807	2005	9219	340	4670	16356	460	35858	29580	65437	72 %	39 %	64 %	33 %
2050 peruskehitys	kanta 2010	13 %	8 %	33 %	1 %	16 %	28 %	1 %	100 %						
2050 asiantuntija-arvio	kanta 2010	12 %	7 %	28 %	1 %	15 %	36 %	1 %	100 %						
2050 suunnitelmallinen	kanta 2010	12 %	7 %	30 %	1 %	14 %	34 %	1 %	100 %						
2050 kaikki 2010 määräystasoa	kanta 2010	8 %	6 %	26 %	1 %	13 %	46 %	1 %	100 %						

Kuva 2 RAKENNUSKANNAN ENERGIANKÄYTÖN PÄÄSTÖT										Uudistuotanto 2010-2050					
Asuin- ja palvelurakennukset										Uudistuotanto 2010-2050					
Mt CO2-ekv		Kiinteä	Öljy	Kauko- lämpö	Aurinko- ja maa- lämpö	Läm- mitys- sähkö	Huo- neisto- ja kiin- teistö- sähkö	Muu	Kanta 2010 yhteen- sä	Uudis- tuotanto 2010- 2050	Koko kanta	Kanta 2010	Eröt kan- nassa 2010	2010- 2050	
											%	%	%	%	
2000	koko kanta	0,2	4,3	5,8	0,0	4,8	4,4	0,0			19,5	92 %			
2010	koko kanta	0,2	4,0	6,3	0,0	5,4	4,9	0,3			21,1	100 %	100 %	100 %	
2020	koko kanta	0,2	3,2	5,1	0,1	4,8	4,4	0,4			18,2	86 %			
2050	koko kanta	0,1	1,4	5,0	0,2	4,5	4,7	0,6			16,6	79 %			
2050 perus	kanta 2010	0,1	1,2	3,2	0,2	3,1	2,6	0,2	10,7	5,9	16,6	79 %	51 %	100 %	28 %
2050 asiantuntija	kanta 2010	0,1	0,8	2,2	0,1	2,2	2,7	0,2	8,4	5,9	14,3	68 %	40 %	79 %	28 %
2050 suunnitelmallinen	kanta 2010	0,1	0,9	2,5	0,1	2,3	2,7	0,2	8,9	5,9	14,8	70 %	42 %	83 %	28 %
2050 kaikki 2010 määräystasoa	kanta 2010	0,1	0,5	1,6	0,1	1,6	2,8	0,1	6,8	5,9	12,7	60 %	32 %	64 %	28 %
2050 perus	kanta 2010	1 %	11 %	30 %	1 %	29 %	25 %	2 %	100 %						
2050 asiantuntija	kanta 2010	1 %	10 %	26 %	1 %	27 %	32 %	2 %	100 %						
2050 suunnitelmallinen	kanta 2010	1 %	11 %	28 %	1 %	26 %	31 %	2 %	100 %						
2050 kaikki 2010 määräystasoa	kanta 2010	1 %	8 %	24 %	1 %	23 %	41 %	2 %	100 %						

Tampereen teknillinen yliopisto
PL 527
33101 Tampere

Tampere University of Technology
P.O.B. 527
FI-33101 Tampere, Finland