

Henna Pekkala

**ENERGIATEHOKKUUTEEN VAIKUTTAVAT KORJAUKSET 1960-  
JA 1970-LUVUN ASUINKERROSTALOISSA**

# **ENERGIATEHOKKUUTEEN VAIKUTTAVAT KORJAUKSET 1960- JA 1970-LUVUN ASUINKERROSTALOISSA**

Henna Pekkala  
Opinnäytetyö  
Kevät 2014  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, rakennesuunnittelu

---

Tekijä(t): Henna Pekkala

Opinnäytetyön nimi: Energiatehokkuuteen vaikuttavat korjaukset 1960- ja 1970-luvun asuinkerrostaloissa

Työn ohjaaja(t): Kimmo Illikainen, Anu Sirviö

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: K 2014      Sivumäärä: 51

---

Tavoitteena oli selvittää, millaisia energiatehokkuutta parantavia korjauksia on tehty 1960- ja 1970-luvulla rakennettuihin asuinkerrostaloihin. Tarkoituksena oli selvittää energiatehokkuuteen vaikuttavien korjausten investointikustannukset ja niiden vaikutus rakennuksen energiatehokkuuteen. Tarkoituksena oli löytää tietoa toteutuneista korjauksista eikä pelkkiä arvioita korjausten kustannuksista ja niiden vaikutuksista energiankulutukseen.

Lämmitysverkoston säädöllä ja patteriventtiilien uusimisella voidaan saada aikaan suuria säästöjä pienillä investointikustannuksilla, jos huoneistojen lämpötilat ovat ennen säätöä keskimäärin korkeat. Lämmönvaihti säättää asuntojen lämpötilat sopiviksi ja on kannattava investointi lyhyiden takaisinmaksuaikojen takia.

Ikkunoiden uusiminen, ulkoseinien lisäeristys sekä ilmanvaihdon lämmöntalteenottolaitteiston asentaminen ovat yleensä kalliita korjauksia, joilla on pitkät takaisinmaksuajat. Ulkoseinien lisälämmöneristys ulkopuolelta kannattaa tehdä yleensä vain, jos ulkoverhous on muutenkin korjauksen tai uusimisen tarpeessa.

1960- ja 1970-luvulla rakennettujen asuinkerrostalojen kaukolämpöjärjestelmät alkavat olla käyttöikänsä päässä. Lämmitysmuodon vaihtoa on ajankohtaista harkita silloin, kun lämmitysjärjestelmä joudutaan muutenkin uusimaan tai korjaamaan. Lämmitysmuodon vaihdon investointikustannukset ovat suuret, mutta esimerkiksi öljylämmityksen tai kaukolämmön maalämpöön vaihtamisen takaisinmaksuajat ovat työssäni tutkituissa kohteissa kolmesta vuodesta 13 vuoteen.

Yhdistetyssä korjauksessa kerrostalokiinteistöön on tehty energiatehokkuuteen vaikuttavina korjaustoimenpiteinä lisälämmöneristys, ikkunoiden ja ovien vaihto sekä uusittu ilmanvaihtojärjestelmä. Kohteeseen on tehty myös lisäksi korjaustoimenpiteitä, jotka eivät vaikuta energiatehokkuuteen. Pelkästään energiatehokkuuteen vaikuttavien korjausten investointikustannusten takaisinmaksuaika on noin 20 vuotta.

---

Asiasanat: energiatehokkuus, asuinkerrostalo, korjausrakentaminen

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Civil Engineering, Structural Design

---

Author(s): Henna Pekkala

Title of thesis: Repairs Affecting Energy Efficiency in Residential buildings of 1960's and 1970's

Supervisor(s): Kimmo Illikainen, Anu Sirviö

Term and year when the thesis was submitted: S 2014

Pages: 51

---

The aim of this study was to find out what kind of energy efficiency repairs have been made in apartment blocks of 1960's and 1970's. The aim was to find out the investment costs of repairs affecting energy efficiency and their impact on the efficiency. The aim was to find information about the actual repairs instead of researching estimates of the cost of repairs and their effects.

Big savings can be achieved by adjusting the heating system. A temperature control system set the temperature of homes in an appropriate level and is a worthwhile investment because of the short payback period.

Window replacement, additional installation of exterior walls and installation of heat recovery equipment are usually expensive repairs that have long payback periods. External wall insulation from the outside is more profitable to do usually only if the exterior cladding is otherwise in need of repair or replacement.

District heating systems in apartment blocks of 1960's and 1970's are beginning to be in need of repair. The exchange of the heating mode is timely to be considered when the heating system has to be otherwise renewed or repaired. The investment costs of heating mode changes are high, but for example, exchange of geothermal energy provides great savings in heating energy consumption.

Supplementary insulation, replacing of windows and doors and redesigned climate control had been made in combined repairs. Renovations that do not affect the energy efficiency have been made in addition. The payback period of repairs which affect to the energy efficiency is about 20 years.

---

Keywords: energy efficiency, apartment block, renovation

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 ASUINKERROSTALOJEN ENERGIAEHOVUUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	8
3 ENERGIAEHOVUUDEN PARANTAMINEN	11
3.1 Lämmitysverkoston perussäätö	11
3.2 Lämmönvahti	21
3.3 Ikkunat ja ovet	26
3.4 Ulkoseinät	27
3.5 Lämmitysmuodon vaihto tai täydennys	33
3.6 Ilmanvaihtojärjestelmä	39
3.7 Yhdistetty korjaus	41
4 YHTEENVETO	44
LÄHTEET	47

# 1 JOHDANTO

Aiheen työhöni sain SBHN-hankkeesta (Sustainable Buildings for the High North). SBHN-hankkeen tavoitteena on edistää kaupankäyntiä erityisesti ympäristöä säästävän rakennusteollisuuden osalta pohjoisen napapiirin alueilla, erityisesti skandinaavisten maiden ja Venäjän välillä. Työni tavoitteena on selvittää, millaisia energiatehokkuutta parantavia korjauksia on tehty 1960- ja 1970-luvulla rakennettuihin asuinkerrostaloihin. Tarkoituksena on selvittää näiden korjausten investointikustannukset ja vaikutus energiatehokkuuteen. Työssäni on tärkeämpänä tavoitteena tutkia korjauksia, joilla on halvat investointikustannukset ja suhteessa kustannuksiin suuri säästö lämpöenergiankulutuksessa, kuin kalliita korjauksia, joilla saadaan suhteessa kustannuksiin pienet säästöt energiankulutuksessa.

Suurella osalla Suomessa 1960- ja 1970-luvulla rakennetuissa asuinkerrostaloissa on puutteita niiden energiatehokkuudessa. Tyypillisesti 1950 – 1970-luvun asuinkerrostalojen lämpöhäviöt jakautuvat suunnilleen niin, että ilmanvaihdon kautta lämpöenergiaa häviää 36 – 37 %, ikkunoista 19 – 20 %, yläpohjasta 2 – 6 %, ulkoseinistä 17 – 21 %, viemärin kautta 21 – 24 % ja alapohjasta 4 – 6 %. Lämpöhäviö on suurinta ilmanvaihdon kautta ja vähäisintä ylä- ja alapohjasta. Rakennukseen puolestaan tulee lämpöenergiaa lämmityksestä 60 %, ihmisistä ja auringosta 20 % ja sähkölaitteista 20 %. (1.)

Suomen asuinkerrostaloista noin 40 % on rakennettu 1960- ja 1970-lukujen aikana. Nopeimmillaan kerrostaloja rakennettiin vuoden 1974 aikana, jolloin niitä valmistui Suomessa noin 46 200. Kerrostaloja rakennettiin silloin nopeasti ja edullisesti asunnontarpeen kysynnän nousun vuoksi. Nopealla tahdilla rakennettaessa kerrostalojen laatu jäi usein heikoksi. Arvioiden mukaan 1960- ja 1970-luvulla rakennettujen asuinkerrostalojen käyttöikä on vain noin 30 – 40 vuotta, joten ne alkavat olla nykyään korjaustarpeessa. Korjausurakka on suuri, koska sinä aikana rakennetuissa betonirunkoisissa asuinkerrostaloissa on asuntoja yhteensä noin 570 000. (2; 3.)

1960- ja 1970-luvun asuinkerrostalot ovat pääasiassa betonirakenteisia. 1960-luvun alussa rakennetut elementtikerrostalot ovat vaihtelevan mallisia, mutta vuosikymmenen loppupuolella teollisen elementtirakentamisen myötä suorakaitaisen särmiön muotoiset kerrostalot yleistyivät. Asuntojen muodossa pyrittiin yksinkertaisuuteen ja materiaalien määrää rajoitettiin, jotta saavutettiin mahdollisimman tehokas sarjatuotanto. Julkisivujen materiaalina olivat yleensä maalattu, ohutrapattu tai pinnoittamaton betoni sekä 1960-luvun lopulta alkaen myös pesubetoni. Tuolloin tehtyjen betonielementtirakenteiden ongelmana ovat nykyään elementtien ansaiden ja kiinnikkeiden huono kestävyys, betonin kosteusvauriot sekä huono pakkasenkestävyys ja betonilaatu. (3.)

Koko Suomen rakennuskannan korjausvelan on arvioitu olevan kymmeniä miljardeja, ja se kasvaa koko ajan. Kiinteistöliitolla on parhaillaan käynnissä tutkimushanke, jossa selvitetään Suomen asuntorakennuskannan korjausvelan todellista suuruutta. Suomessa 1960- ja 1970-luvulla rakennetuissa asuinkerrostaloissa on suuri potentiaali korjausrakentamiselle. Huonokuntoisia asuinkerrostaloja on paljon, ja niiden energiatehokkuus on heikolla tasolla. Venäjällä, esimerkiksi Murmanskissa, on yleinen asuinkerrostalojen kunto verrattavissa Suomessa 1960- ja 1970-luvulla rakennettujen asuinkerrostalojen huonoon kuntoon ja puutteelliseen energiatehokkuuteen. SBHN-hankkeessa pyritäänkin edistämään skandinaavisten maiden korjausrakentamisen osaamisen osalta kaupankäyntiä Venäjälle, jossa on paljon potentiaalia korjausrakentamiselle. (4.)

## 2 ASUINKERROSTALOJEN ENERGIATEHOKKUUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Asuinkerrostalojen energiatehokkuuteen vaikuttaa monta eri osatekijää. Yleensä asunnon energiankulutuksesta noin 50 % koostuu lämmitysenergiankulutuksesta. Lämmitysenergiaa kuluu ilmanvaihtoon, tilojen jäähdytykseen, johtumishäviöihin sekä käyttöveden lämmitykseen. Rakennuksen johtumishäviö tarkoittaa rakennuksen vaipan läpi siirtyvää lämpöä. Rakennuksen vaippa koostuu ylä- ja alapohjasta, ulkoseinistä, ikkunoista ja ovista. Johtuminen tapahtuu rakennuksen sisä- ja ulkopuolen lämpötilaerosta. Lämpötilaerot pyrkivät tasoittumaan, ja lämpöenergia siirtyy korkeammasta lämpötilasta matalampaan. Johtumishäviöiden määrään vaikuttaa rakennuksen ulkoseinien sekä ylä- ja alapohjan lämmöneristepaksuus sekä rakenteiden tiiveys. (5.)

Kylmää ulkoilmaa pääsee sisään rakenteista tai niiden liittymäkohdista, joissa on huono tiiveys. Tiiveyttä voidaan parantaa esimerkiksi tiivistämällä ikkunoita ja ulko-ovia. Ilmanvaihdon energiankulutukseen vaikuttavat sen kautta vaihtuvat ilmamäärät ja ilmanvaihtojärjestelmän ominaisuudet. Ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutus koostuu puhallinsähköstä sekä mahdollisten pumppujen, taajuusmuuntajien ja säätölaitteiden energiankulutuksesta. Rakennuksen lämmönkulutukseen vaikuttaa lisäksi monta tekijää, kuten rakennusajankohta, rakennuksen paikallinen ja maantieteellinen sijainti sekä rakennuksen muoto ja koko. Avoimella ja tuulisella paikalla lämmönkulutus on yleensä suurempaa kuin suojaisessa paikassa. Asukkaat, rakennustyön laatu ja rakennuksen huolto vaikuttavat myös osaltaan lämmönkulutukseen. (5; 6; 7.)

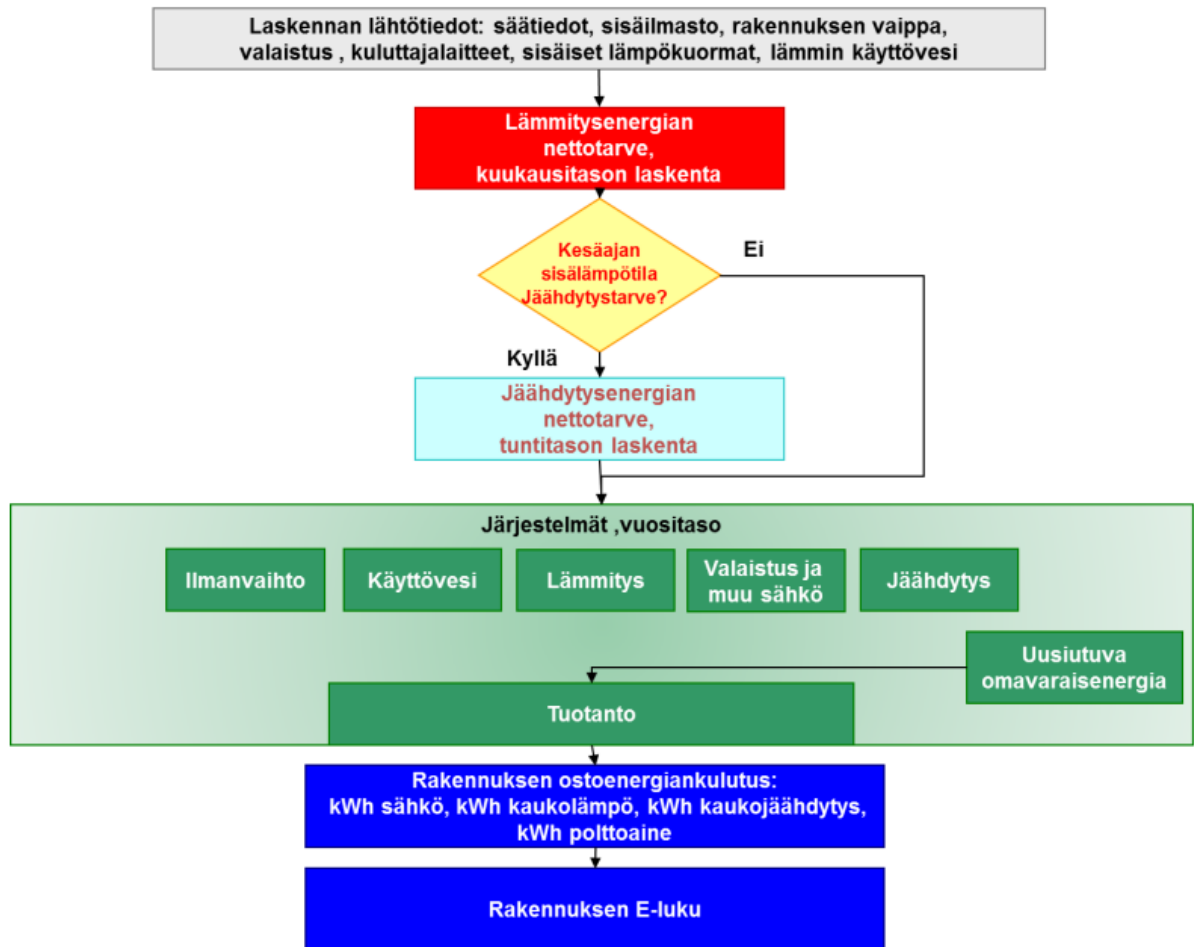
Suomalainen käyttää vettä tyypillisesti 90 – 270 l/vrk. Lämmintä käyttövettä kuluu keskimäärin 40 – 50 l/vrk asukasta kohden. Käyttöveden osuus on suuri asuinrakennuksen energiankulutuksesta, koska noin 20 % koko asuinrakennuksen energiankulutuksesta kuluu käyttöveden lämmitykseen. Käyttöveden lämmitykseen kuluvaan lämmitysenergian määrään vaikuttavat vesikalusteiden



kunto ja vedenkulutus, putkiston eristystaso, asukkaiden kulutustottumukset sekä vesijohtoverkoston painetaso. (5.)

Kiinteistösähkönkulutus muodostuu useiden laitteiden sähkönkulutuksesta ja valaistuksesta. Kiinteistösähkөөn sisältyy esimerkiksi porraskäytävien ja yhteisten tilojen valaistus, hissit, talosauna, pesutuvan laitteet ja autolämmityspistorasiat. Huoneistojen käyttösähkö koostuu huoneiston valaistuksen sekä kodin laitteiden sähkönkulutuksesta, kuten kodinkoneista ja viihde-elektroniikasta. Valaistuksen sähkönkulutus on lähes puolittunut, kun verrataan vuoden 2009 valaistuksen sähkönkulutusta vuoden 2011 vastaavaan arvoon. Valaistuksen sähkönkäytön osuus oli vuonna 2011 noin 8 % koko rakennuksen käyttösähkөөstä. Valaistuksen sähkönkulutuksen pienenemisen selittää hehkulamppujen poistuminen markkinoilta ja niiden vaihtuminen vähemmän energiaa kuluttaviin energiansäästölamppuihin. (5.)

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D5 on ohjeet energiankulutuksen ja lämmitystehotarpeen laskentaan. Ostoenergian kulutus lasketaan kuvassa esitetyissä vaiheissa (kuva 1). Lämmitysenergian nettotarve saadaan vähentämällä lämmitysenergian tarpeesta rakennukseen tulevan auringon säteilyn, poistoilman lämmöntalteenoton ja sisäisten lämpökuormien määrät. (7.)



KUVA 1. Ostoenergiankulutuksen laskennan vaiheet (7)

Lämmitysjärjestelmän energiankulutuksen laskennassa huomioidaan järjestelmähäviöt, jotka aiheutuvat lämmitysenergian luovutuksen, jakelun ja varastoinnin häviöistä. Lisäksi otetaan huomioon järjestelmän höytysuhteet ja tuotettu omavaraisenergia. Omavaraisenergia voi olla esimerkiksi aurinkolämpöä, tuulitai aurinkosähköä. Jäähdytysjärjestelmän energiankulutuksessa huomioidaan myös järjestelmähäviöt, jäähdytysjärjestelmään tuotettu omavaraisenergia sekä jäähdytyksen tuoton häviöt ja muunnokset. (7.)

## 3 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

### 3.1 Lämmitysverkoston perussäätö

Lämmönjakokeskuksessa sijaitseva kiertopumppu pumppaa säädetyllä virtaamalla ja paineella vettä koko lämmitysverkostoon. Vesikiertoisessa patterilämmitysjärjestelmässä patteriventtiilit säätävät vesivirtaa pattereille ja siten myös patterin luovuttamaa lämpötehoa huoneistoon. Linjasäätöventtiilillä mitataan ja säädetään lämmitysverkostossa kunkin linjan vesivirtaa. Linjasäätöventtiili on lämmitysputkiston paluuputkessa, ja parina on yleensä sulkuventtiili menoputkessa. (8; 9.)

Linjasäätöventtiilissä on mittausyhteet, joilla voidaan mitata paine-ero nesteessä venttiilin säätöosan eri puolilla. Paine-eron avulla saadaan laskettua venttiilin läpi kulkevan nesteen virtaaman suuruus. Mitatun paine-eron ja lasketun virtaaman perusteella voidaan valmistajan käyttöohjeesta valita oikea esisäätöarvo linjasäätöventtiilille. Yleisemmin käytettyjen käsisäätöisten linjasäätöventtiilien lisäksi on olemassa myös automaattisia linjasäätöventtiilejä, jotka pitävät linjan paine-eron haluttuna verkoston paineen tai lämpötilan muutoksista huolimatta. Automaattiset linjasäätöventtiilit ovat huomattavasti käsisäätöisiä kalliimpia. (8; 9.)

Patteriventtiilin tehtävänä on huonekohtainen lämmönsäätö. Virtaama sekä patterin koko ja malli määrittävät patterin lämmönluovutustehon. Patteriventtiilissä on kiinni termostaatti tai käsisäätöpyörä, josta patterin luovuttamaa lämpöä voidaan säädellä. Patteritermostaatit säätävät patteria automaattisesti huonelämpötilan mukaan. Patteritermostaatin sisällä anturissa on paljejärjestelmä, jonka sisällä on nestekaasua tai vahaa. Paljejärjestelmässä huonelämpötilan nousu höyrystää nestemuodossa olevaa kaasua, jonka seurauksena paine kasvaa palkeessa ja venttiili sulkeutuu. Kun lämpötila laskee, paine palkeessa pienenee ja palje avautuu jousen avulla. Termostaatissa on säätöasteikko, jonka tarkat lämpötilat on ilmoitettu valmistajan ohjekirjassa. Yleensä korkein lämpötila-asetus patteritermostaateissa on 25 – 26 °C ja matalin 5 – 7 °C, jottei patteri pääse jäätymään. (8; 9.)

Patteritermostaattiventtiilit ovat yleensä kaksitoimisia, mikä tarkoittaa, että niissä on erillinen esisäätöosa, jonka avulla tehdään vesivirran perussäätö. Lisäksi huonelämpötilaa säädellään venttiilirungossa kiinni olevalla termostaatilla. Käsisäätöpyörä ei säätele patterin toimintaa huonelämpötilan mukaan, vaan sillä voidaan pelkästään säätää patteriventtiiliä kiinni tai auki. Nykyään käsisäätöpyörää käytetään yleensä vain paikoissa, joihin patteritermostaatit eivät sovelu tekniikkansa puolesta. Sitä käytetään esimerkiksi ahtaissa paikoissa, joissa patteritermostaatin ympärillä oleva ilma ei pääse leviämään tarpeeksi ja lämpeene enemmän kuin muualla huoneessa, minkä seurauksena patteritermostaatti sulkee patterin tarpeettomasti. Ahtaissa paikoissa on myös mahdollista käyttää irtointuria, joka ilmoittaa oikean huonelämpötilan kapillaariputken avulla patteritermostaatille. (8; 9.)

Säätökäyrällä säädetään koko rakennuksen lämmitystehoa. Säätökäyrä säätää patteriverkoston menoveden lämpötilaa ulkolämpötilan mukaan. Säätökäyrän menoveden lämpötilojen asetusarvot määritetään eri ulkolämpötiloille. Tavoitteena on, että huoneiden lämpötila pysyisi samana ulkolämpötilasta riippumatta. Säätökäyrää voi säätää sen jyrkkyyttä muuttamalla sekä suuntaissiirtämällä sitä pystysuunnassa, jotta aikaansaadaan tasainen sisälämpötila ulkolämpötilan vaihtelusta riippumatta. (8; 9.)

Lämmitysverkoston perussäädön ajankohtaa suunniteltaessa kannattaa kiinnittää huomiota vuodenaikoihin. Huonelämpötilojen mittaukset tulisi suorittaa lämmityskaudella, jolloin ulkolämpötila on pakkasen puolella, jotta mittauksilla saadaan luotettavat tulokset lämmitysjärjestelmän toiminnasta. Vuodenaika ei vaikuta patteri- ja linjasäätöventtiilien säätöön itsessään eikä virtausmittausten tuloksiin. Kannatta kuitenkin huomioida, että jos osa perussäädön toimenpiteistä tehdään kesäaikaan, koko perussäädön kesto venyy pitkäksi, koska vasta talvella voidaan suorittaa huonelämpötilojen mittaukset luotettavasti. (8; 9.)

Lämmitysverkoston perussäätöä varten lasketaan rakennuksen lämmitykseen tarvittava teho, jonka laskemiseen löytyvät ohjeet Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D5. Lisäksi perussäätöä varten lasketaan patteri- ja linjasäätöventtiilien virtaama. Näiden tietojen avulla voidaan laskea patteriverkoston

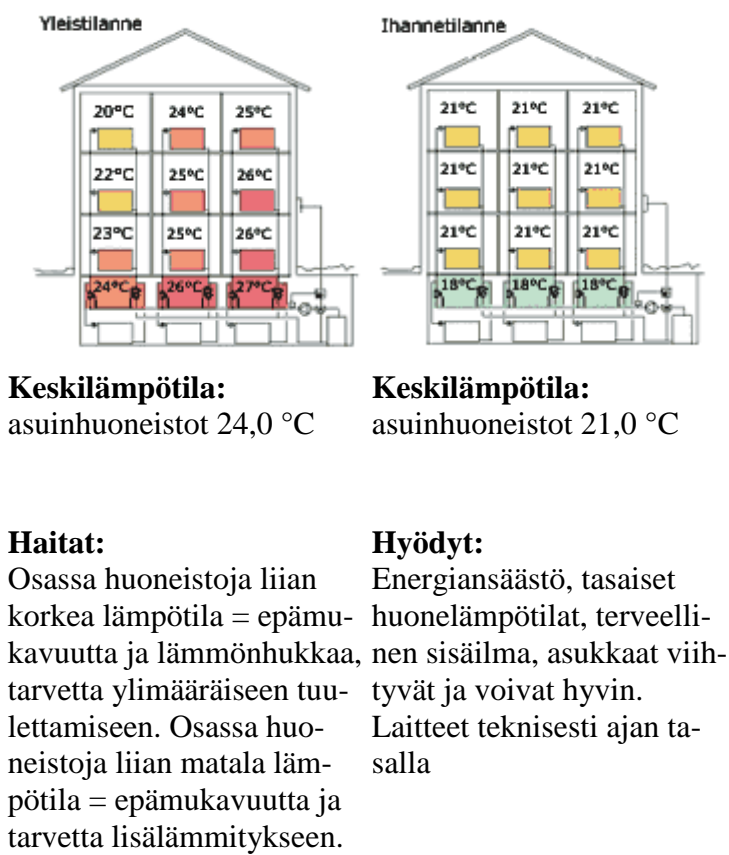
painehäviöt. Painehäviöiden laskemisen jälkeen määritetään patteri- ja linjasäätöventtiilien esisäätöarvot venttiilien valmistajien käyrästä. (8; 9.)

Lämmitysverkoston perussäätö aloitetaan asettamalla suunnitellut patteri- ja linjasäätöventtiilien esisäätöarvot, jonka jälkeen patterit tulee ilmata huolellisesti. Ilmaamisen jälkeen tehdään linjasäätöventtiilien virtausmittaukset. Huolellisella ilmaamisella saadaan linjasäätöventtiilien virtausmittauksista luotettavat tiedot virtaamien suuruudesta, mahdollisista putkiston tukoksista, linjaventtiilien toiminnasta sekä pumpun sopivuudesta ja sen säädön onnistumisesta. Suunnittelija tarkistaa linjasäätöventtiilien virtausmittausten tulokset, että ne ovat suunniteltujen mukaiset. Lopuksi mitataan huonelämpötilat, jotta ne ovat suunnitellulla tasolla, joka on yleensä  $21\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ . (8; 9.)

Lämmitysverkoston säädöllä saadaan aikaan rakennuksen eri huoneissa sama tavoitelämpötila. Jos lämmitysjärjestelmä ei ole tasapainossa ja kerrostalon eri huoneiden lämpötiloissa on eroja, joudutaan kaikkia huoneita lämmittämään kylmimmän mukaan. Seurauksena osaa huoneista lämmitetään liikaa ja joudutaan tuulettamaan, jolloin lämpöenergiaa menee hukkaan. Arviolta noin kahdessa kolmasosassa Suomen asuinrakennuksista lämmitysverkostoa ei ole säädetty oikein tavoitelämpötilojen aikaansaamiseksi. Asuinrakennuksissa, joissa säätöä ei ole suoritettu lainkaan, arvioidaan lämpötilaerojen olevan eri huoneissa keskimäärin yli  $3\text{ °C}$ . Yleensä asuinhuoneistojen tavoitelämpötilat ovat  $21 - 23\text{ °C}$ . (10; 11.)

Turhan korkeat lämpötilat asuinhuoneistoissa aiheuttavat ylimääräistä tuuletusta ja energianhukkaa. Yleensä suosituslämpötiloja matalampien huonelämpötilojen seurauksena asumisviihtyvyyksensä kärsii ja voi olla tarvetta lisälämmitykselle (kuva 2). (10.)

## Tyypillinen tilanne ennen perussäätöä ja sen jälkeen



KUVA 2. Tyypillinen tilanne ennen perussäätöä ja sen jälkeen (10)

Oikeanlaisella säädöllä on yleensä suhteessa perussäädön kustannuksiin merkittävä vaikutus energiankulutuksen pienenemiseen. Lämmitysverkoston perussäädöllä voidaan saavuttaa suuriakin säästöjä, jos huonelämpötiloissa on suuria eroja ennen säätöä. Huonelämpötilan laskemisesta yhdellä asteella seuraa lämmityskulujen pienentyminen 5 %:lla. (10.)

### As Oy Piilikuja 4

Asunto-osakeyhtiö Piilikuja 4 on hyvä esimerkki lämmitysjärjestelmän säädön vaikutuksesta energiatehokkuuteen. Asuinkerrostalo on valmistunut vuonna 1985, ja siinä on 55 asuntoa sekä päiväkotia. Kyseiseen kohteeseen tehtiin lämmitysjärjestelmän säätö syksyllä 2000. Perussäätö tehtiin, koska kiinteistön asukkaat olivat toistuvasti valittaneet huoneistojen lämpötiloista. (12.)

Lämmitysverkoston kumisista äänenvaimentimista oli irronnut ainesta, joka tukki lämmitysverkostoa. Lämmitysvirtaamat olivat epätasaisia tästä syystä. Hauras-tuneet äänenvaimentajat poistettiin ja putkistot huuhdeltiin. Lisäksi termostaatit ja venttiilit vaihdettiin uusiin. Esisäädettäviä linjaventtiilejä ei vaihdettu, koska ne olivat vielä käyttökelpoiset. (12.)

Perussäädön jälkeen huonelämpötilaksi saatiin suunniteltu 21 °C. Ennen korjausta kyseisen kiinteistön keskimääräinen energiankulutus viiden vuoden ajalta oli 54,4 kWh/rm<sup>3</sup> ja sen jälkeen 49,4 kWh/rm<sup>3</sup>. Lämmitysjärjestelmän perussäädöllä saavutettiin 8,6 %:n säästö energiankulutuksessa. (12.)

### **As Oy Rautapakka**

Asunto-osakeyhtiö Rautapakka on toinen esimerkki siitä, kuinka iso vaikutus lämmitysjärjestelmän säädöllä voi olla energiatehokkuuteen. Kyseisen asuinkerrostalon pohjakerroksessa toimii pizzeria, joka kuluttaa paljon energiaa. (13.)

Kiinteistössä uusittiin rikkinäiset termostaatit, huoneistojen lämpötilat säädettiin sopivalle tasolle ja huippuimureiden tehoa säädettiin talven ajaksi puolta pienemmäksi. Lisäksi tarkistettiin porraskäytävän ja ulkoalueiden valaistuksen pajoajat sekä saunojen lämmitysajat. (13.)

Korjausten tuloksena saavutettiin 20 %:n säästö kerrostalon energiankulutuksessa. Energiakustannukset pienenevät 7500 € vuodessa. Huoneistoa kohti säästöä tuli energiakustannuksissa 10 €/kk. (13.)

### **As Oy Simontörmä**

Asunto Oy Simontörmä sijaitsee Espoossa ja koostuu kahdesta kerrostalosta, joissa on yhteensä 72 huoneistoa. Kiinteistö on valmistunut vuonna 1984. Kiinteistössä uusittiin patteriventtiilit ja tehtiin lämmitysjärjestelmän säätö vuonna 2011. Patteriventtiilien uusiminen ja lämmitysjärjestelmän perussäätö maksoi 30 500 €. Taulukossa on As Oy Simontörmän perustiedot (taulukko 1). Taulukossa on esitetty As Oy Simontörmän lämmönkulutus ennen lämmitysjärjestelmän säätöä ja sen jälkeen (taulukko 2) sekä lämmönkulutus seurantajaksolla 2009 – 2013 (taulukko 3). (14.)

TAULUKKO 1. As Oy Simontörmän perustiedot (14)

	Huoneisto- ala [m <sup>2</sup> ]	Tilavuus [m <sup>3</sup> ]	Kerrokset	Valmistumis- vuosi	Huoneistot
As Oy Si- montörmä	3 876	16 629	7	1984	72

TAULUKKO 2. As Oy Simontörmän lämmön- ja sähkönkulutus keskimäärin  
vuodessa ennen perussäätöä ja sen jälkeen (14)

	Lämmön- kulutus en- nen perus- säätöä [kWh/htm <sup>2</sup> ]	Lämmön- kulutus pe- russäädön jälkeen [kWh/htm <sup>2</sup> ]	Sähkön- ku- lutus ennen perussäätöä [kWh/htm <sup>2</sup> ]	Sähkönkulutus perussäädön jälkeen [kWh/htm <sup>2</sup> ]
As Oy Si- montörmä	168	160	18	16

TAULUKKO 3. As Oy Simontörmän lämmönkulutus aikavälillä 2009 – 2013  
(14)

	2009	2010	2011	2012	2013
Lämmönkulutus [MWh]	660,1	698,0	614,1	637,0	591,0
Normeerattu läm- mönkulutus [MWh]	666,5	635,6	638,0	630,7	609,0
Lämpöindeksi [kWh/Rm <sup>3</sup> ]	40,08	38,22	38,36	37,93	36,62
Muutos [%]	-1,2	-4,6	+0,4	-1,1	-3,5



Sähkönkulutus on pienentynyt noin 10 % vuoden 2011 jälkeen. Sähkönkulutuksen pienentyminen voi selittyä sillä, että vuonna 2011 As Oy Simontörmässä tehtiin myös ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja säätö. Normeerattu lämmönkulutus kertoo käytetyn lämpöenergiamäärän lämpötilakorjattuna normaalivuoteen verrattuna. Sääkorjauksella eri vuosien lämpöenergiankulutuksista saadaan vertailukelpoisia ulkoilman lämpötilaeroista huolimatta. Kun tarkastellaan lämmitysjärjestelmän säädön ja patteriventtiilien uusimisen vaikutusta lämmönkulutukseen, verrataan siis keskenään normeerattua lämmönkulutusta ennen ja jälkeen säädön. (14.)

Vuosina 2009 ja 2010 ennen perussäätöä normeerattu lämmönkulutus on ollut keskimäärin 651,05 MWh. Säädön jälkeen vuosina 2012 ja 2013 normeerattu lämmönkulutus on ollut keskimäärin 619,85 MWh. Säästöä lämmönkulutuksessa on saatu noin 5 %, kun verrataan keskimääräisiä normeerattuja lämmönkulutuksia kahden vuoden ajalta ennen säätöä ja kaksi vuotta säädön jälkeen. Säästöjä lämmönkulutuksessa on saavutettu noin 31 MWh vuodessa. Vuosien 2009 – 2013 Espoon keskimääräisellä kaukolämmön hinnalla, noin 69 €/MWh, rahallinen säästö kaukolämmön kulutuksessa on noin 2139 € vuodessa. Jos arvioidaan säästöjen olevan joka vuosi 2139 €, lämmitysverkoston perussäädön takaisinmaksuajaksi saadaan noin 14 vuotta. (14.)

### **As Oy Kala-Matinraitti**

Asunto Oy Kala-Matinraitti on kerrostalo, jossa on 42 huoneistoa ja se sijaitsee Espoossa. Kiinteistö on valmistunut vuonna 1983. Patteriventtiilien uusiminen ja lämmitysjärjestelmän perussäätö maksoi 22 000 €. Kiinteistössä uusittiin patteriventtiilit ja tehtiin lämmitysjärjestelmän perussäätö vuonna 2012. Taulukossa on As Oy Kala-Matinraitin perustiedot (taulukko 4). Taulukossa on esitetty taloyhtiön lämmön- ja sähkönkulutus ennen lämmitysjärjestelmän perussäätöä ja sen jälkeen (taulukko 5). Kiinteistön lämmönkulutus on taulukossa seurantajaksoilta vuosilta 2009 – 2013 (taulukko 6). (14.)

TAULUKKO 4. As Oy Kala-Matinraitin perustiedot (14)

	Huoneisto- ala [m <sup>2</sup> ]	Tilavuus [m <sup>3</sup> ]	Kerrokset	Valmistumis- vuosi	Huoneistot
As Oy Kala- matinraitti	2 912	11 560	8	1983	42

TAULUKKO 5. As Oy Kala-Matinraitin lämmön- ja sähkönkulutus keskimäärin  
vuodessa ennen perussäätöä ja sen jälkeen (14)

	Lämmön- kulutus en- nen perus- sätöä [kWh/htm <sup>2</sup> ]	Lämmön- kulutus pe- russäädön jälkeen [kWh/htm <sup>2</sup> ]	Sähkönkulutus ennen perus- sätöä [kWh/htm <sup>2</sup> ]	Sähkönkulutus perussäädön jälkeen [kWh/htm <sup>2</sup> ]
As Oy Kala- matinraitti	145	148	17	18

TAULUKKO 6. As Oy Kala-Matinraitin lämmönkulutus aikavälillä 2009 – 2013  
(14.)

	2009	2010	2011	2012	2013
Lämpö [MWh]	434,7	447,6	402,9	402,1	416,8
Normeerattu läm- mönkulutus [MWh]	439,3	410,0	416,7	397,7	429,8
Lämpöindeksi [kWh/Rm <sup>3</sup> ]	38,00	35,46	36,05	34,40	37,18
Muutos [%]	+1,7	-6,7	+1,6	-4,6	+8,1

Normeerattu lämmönkulutus on ollut ennen perussäätöä kolmen vuoden aikana keskimäärin 422 MWh. Säädön ja patteriventtiilien uusinnan jälkeen vuonna 2013 lämmönkulutus on ollut 429,8 MWh. Normeerattu lämmönkulutus on kasvanut säädön jälkeen 7,8 %, kun verrataan vuoden 2013 normeerattua lämmönkulutusta kolmen säätöä edeltävän vuoden keskimääräiseen normeerattuun lämmönkulutukseen. Syytä lämmityskulujen kasvamiselle perussäädön jälkeen ei ole tiedossa. (14.)

### **As Oy Säästötiina**

As Oy Säästötiina koostuu kolmesta kerrostalosta, joissa on yhteensä 72 asuinhuoneistoa. Kiinteistö on valmistunut vuonna 1975. Kiinteistössä uusittiin patteriventtiilit ja tehtiin lämmitysjärjestelmän säätö vuonna 2010. Patteriverkoston kunnostus maksoi 24 000 €. Taulukossa on esitetty As Oy Säästötiinan perustiedot (taulukko 7). Taulukossa on kiinteistön lämmön- ja sähkönkulutus keskimäärin vuodessa ennen perussäätöä ja sen jälkeen (taulukko 8). Taloyhtiön lämmönkulutus on taulukossa aikaväliltä 2009 – 2013 (taulukko 9). (14.)

*TAULUKKO 7. As Oy Säästötiinan perustiedot (14)*

	Huoneisto- ala [m <sup>2</sup> ]	Tilavuus [m <sup>3</sup> ]	Kerrokset	Valmistumis- vuosi	Huoneistot
<b>As Oy Säästötiina</b>	3 911	19 853	4	1975	72

TAULUKKO 8. As Oy Säästötiinan lämmön- ja sähkönkulutus keskimäärin vuodessa ennen perussäätöä ja sen jälkeen (14)

	Lämmön- kulutus en- nen perus- säättöä [kWh/htm <sup>2</sup> ]	Lämmön- kulutus pe- russäädön jälkeen [kWh/htm <sup>2</sup> ]	Sähkönkulutus ennen perus- säättöä [kWh/htm <sup>2</sup> ]	Sähkönkulutus perussäädön jälkeen [kWh/htm <sup>2</sup> ]
<b>As Oy Säästötiina</b>	250	263	24	19

TAULUKKO 9. As Oy Säästötiinan lämmönkulutus aikavälillä 2009 – 2013 (14)

	2009	2010	2011	2012	2013
Lämpö [MWh]	969,3	1153,4	994,2	1052,6	974,2
Normeerattu läm- mönkulutus [MWh]	978,5	1026,8	1036,0	1039,4	1005,8
Lämpöindeksi [kWh/Rm <sup>3</sup> ]	49,29	51,72	52,18	52,35	50,66
Muutos [%]	-3,5	+4,9	+0,9	+0,3	-3,2

Normeerattu lämmönkulutus on ollut ennen perussäätöä vuonna 2009 978,5 MWh. Kolmen vuoden aikana säädön jälkeen normeerattu lämmönkulutus on ollut keskimäärin 1027,07 MWh. Normeerattu lämmönkulutus on siis kasvanut säädön jälkeen 48,57 MWh vuodessa, kun verrataan normeerattua lämmönkulutusta ennen perussäätöä vuonna 2009 perussäädön jälkeiseen kolmen vuoden normeeratun lämmönkulutuksen keskiarvoon. Normeeratun lämmönkulutuksen kasvun syytä perussäädön jälkeen ei tiedetä. Sähkönkulutus on pienen-

tynyt lämmitysverkoston perussäädön jälkeen noin 20 %. Sähkönkulutuksen pienentyminen voi selittyä sillä, että vuonna 2010 As Oy Säästötiinassa tehtiin myös ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja säätö. (14.)

### **3.2 Lämmönvahti**

Ekonor-lämmönvahti huomioi auringon, ihmisten, sähkölaitteiden ja muiden ilmaisten lämmönlähteiden tuottaman lämpöenergian ja yleensä pienentää lämmityskuluja. Lämmönvahti asennetaan lämmönjakohuoneeseen. Vaatimuksena lämmönvahdin asentamiselle on, että taloyhtiössä, johon lämmönvahti aiotaan asentaa, on lämmitysmuotona kaukolämpö sekä vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, joka on valmistunut tai tasapainotettu viimeisen 15 vuoden sisällä. Lisäksi tulee olla toimivat patteritermostaatit. (15.)

Lämmönvahti liitetään vesikiertoiseen patteriverkoston ja lämmönsäätöautomaatioon. Se mittaa patteriverkoston paine-eroa ja ilmoittaa havaitsemansa muutokset lämmönsäätimelle, joka jakaa lämmitysverkoston sopivan määrän lämpöä. Lämmönvahti siis tunnistaa todellisen lämmitystarpeen eikä säädä lämmitystä pelkän ulkolämpötilan mukaan. (15.)

Ekonorilla on kaksi vaihtoehtoa lämmönvahdin maksamiselle. INVEST on sopiva vaihtoehto, jos haluaa maksaa kiinteän hinnan, jolloin lämmönvahti maksaa 3350 €, jonka lisäksi se maksaa 0,21 €/m<sup>3</sup>. Toinen vaihtoehto on nimeltään DEAL, jossa maksetaan 520 €:n vuosimaksu ja sen lisäksi taloyhtiö maksaa Ekonorille kuvan mukaisesti lämmönvahdilla saaduista säästöistä viiden vuoden ajan (kuva 3). Investoinnin turvaa säästötakuu. Jos lämmönvahdilla saa ensimmäisen vuoden aikana säästöjä alle 5 %, siitä maksetut rahat saa takaisin. (15.)



KUVA 3. Investointivaihtoehdot DEAL ja INVEST (15)

Taulukossa on esitetty kuuden 1960- ja 1970-luvuilla rakennetun asuinkerrosta-  
 lon perustiedot, joihin on asennettu Ekonor-lämmönvahti (taulukko 10). (15.)

TAULUKKO 10. Asuinkerrostalojen perustiedot (15)

	Paikkakunta	Valmistumis- vuosi	Tilavuus [m <sup>3</sup> ]	Kerroksia
As Oy Oulunkangas	Oulu	1968	14 360	3
As Oy Valtatie 15- 17	Oulu	1962	8 000	4
As Oy Oulun Ter- vaporvari	Oulu	1965	7 150	5
As Oy Lassintie 1	Oulu	1963	9 560	3
As Oy Tuirantie 13	Oulu	1976	16 220	9
As Oy Kokkokallion- tie 1	Helsinki	1974	50 618	9

Taulukossa on esitetty kohteiden ominaislämmönkulutus seurantajakson ajalta korjauksen jälkeen ja samanpituiselta aikajaksolta keskimäärin ennen lämmönvahdin käyttöönottoa. Taulukossa on esitetty myös lämmönvahdin seurantajaksoit lämmönvahdin käyttöönoton jälkeen jokaisessa kuudessa kohteessa ja lämmönvahdilla saadut säästöt lämpöenergiankulutuksessa sisältäen säästöt kaukolämmön perusmaksussa. (Taulukko 11.) (15.)

TAULUKKO 11. 1960- ja 1970-luvulla rakennettujen asuinkerrostalojen seuranta-  
taksot lämmönvahdin käyttöönoton jälkeen ja sillä saadut säästöt sekä läm-  
pöenergian ominaiskulutus ennen lämmönvahdin asennusta ja sen jälkeen (15)

Kohde	Seuranta- jakso	Säästö [%]	Saavutettu rahallinen säästö läm- mön- kulutuksessa [€]	Lämpö- energian omi- naiskulutus ennen [kWh/m <sup>3</sup> ]	Lämpö- energian ominaisku- lutus jäl- keen [kWh/m <sup>3</sup> ]
As Oy Oulun- kangas	Tammikuu 2012- Heinäkuu 2012	12	2 355	27,86	24,91
As Oy Valtatie 15-17	Tammikuu 2012- Heinäkuu 2012	20	2 285	27,92	24,74
As Oy Oulun Tervaporvari	Helmikuu 2012- Heinäkuu 2012	27	2 129	21,60	16,52
As Oy Lassintie 1	Tammikuu 2012- Heinäkuu 2012	14	2 144	32,27	29,17
As Oy Tuirantie 13	Maaliskuu 2011- Joulukuu 2011	12	2 811	28,20	26,04
As Oy Kokko- kalliontie 1	Huhtikuu 2012- Maaliskuu 2013	20	32 795	56,51	44,61



Kuudessa 1960- ja 1970-luvulla rakennetuissa kerrostaloissa lämmönvahdin käyttöönoton jälkeen on saatu säästöjä keskimäärin noin 17 %. Suurimmat säästöt saatiin As Oy Oulun Tervaporvarissa, jossa säästettiin lämmityskustannuksissa 27 % lämmönvahdin käyttöönoton jälkeen. Pienimmät säästöt lämmönvahdilla saatiin As Oy Tuirantie 13:ssa ja As Oy Oulunkankaassa, joissa molemmissa säästöä kertyi 12 %. Ekonor-lämpövahdin takaisinmaksuaikaan vaikuttaa, valitaanko investointitavaksi DEAL vai INVEST. DEAL:n hinta määräytyy vuosimaksun 520 € lisäksi lämmönvahdilla saaduista säästöistä, joten sitä ei voi tietää tarkkaan etukäteen. INVEST:n hinnan voi laskea taloyhtiön tilavuuden perusteella. Taulukossa on kuuden tutkitun asuinkerrostalon lämmönvahdin hinta INVEST-maksuvaihtoehdolla (taulukko 12). Lämmönvahdin takaisinmaksuaika on Ekonorin mukaan keskimäärin vajaa kaksi vuotta. (15.)

*TAULUKKO 12. Lämmönvahdin hinta tutkituissa asuinkerrostaloissa INVEST-maksutavalla (15)*

	Lämmönvahdin hinta INVEST:llä [€]
<b>As Oy Oulunkangas</b>	6 365,60
<b>As Oy Valtatie 15-17</b>	5 030,00
<b>As Oy Oulun Tervaporvari</b>	4 851,50
<b>As Oy Lassintie 1</b>	5 357,60
<b>As Oy Tuirantie 13</b>	6 756,20
<b>As Oy Kokkokalliontie 1</b>	13 979,78

### **3.3 Ikkunat ja ovet**

Ikkunoiden ja ovien tiivistämisellä on kustannuksiin verrattuna suuri vaikutus energiatehokkuuden paranemiseen. Lämmitysenergiantarpeen pienenemisen lisäksi asumisviihtyvyys paranee, koska vedon tunne vähenee. Ikkunoiden tiivistys on edullisin energia- ja viihtyvyyskorjaus. (16.)

#### **Ikkunoiden ja ovien tiivistäminen**

Ikkunoiden ja ovien tiivistäminen vähentää lämpövuotoja ja vedon tunnetta niin paljon, että huonelämpötilaa voi laskea 1 – 3 astetta tinkimättä asumisviihtyvyydestä. Huoneen yhden asteen lämpötilan lasku vähentää 5 % lämmityskuluja. Näin ollen säästöä ovien ja ikkunoiden tiivistämisellä on mahdollista saada keskimäärin 8 % lämmitysenergiankulutuksesta. Ilmanvaihtoon kannattaa kiinnittää huomiota tiivistettäessä, koska vanhoissa taloissa korvausilma on voinut tulla ikkunoiden ja ovien raoista. (16.)

#### **Ikkunoiden ja ovien uusiminen**

Ikkunat ja ovet uusitaan usein julkisivuremontin yhteydessä. Niiden asennuksessa tulee kiinnittää erityisesti huomiota ilmatiiveyden saavuttamiseen energiatehokkuuden parantamiseksi. Täytyy kuitenkin muistaa huomioida myös tiiviyn vaikutus ilmanvaihdon toimivuuteen. Uusia ikkunoita valittaessa kannattaa kiinnittää huomiota niiden lämpötekniisiin ominaisuuksiin sekä auringon säteilynläpäisevyyteen. Ikkunoiden säteilynläpäisevyydellä voidaan vaikuttaa kuumien kesäpäivien huonelämpötiloihin. (17.)

Ikkunoiden ja ovien uusimiskustannuksissa on suuria eroja, koska kustannuksiin vaikuttavat halutut ominaisuudet, kuten U-arvo, G-arvo ja puitteiden materiaali. Kustannuksiin vaikuttaa lisäksi se, asennetaanko uudet ikkunat ja ovet tyhjiin vai asuttuihin asuntoihin sekä se, tehdäänkö asennustyö ulkoa vai sisältäpäin. (18.)

#### **Tutkimus: Energiansäästöikkunan käytön edistäminen**

Tutkimuksessa on selvitetty, mikä on energiasäästöikkunan todellinen energiansäästövaikutus asuinkerrostalojen korjausrakentamisessa. Kyseisessä tutki-

muksessa ikkunaremontiksi kutsutaan ikkunoiden uusimista tai perusteellista kunnostamista. Tutkimuksessa on verrattu 40 asuinkerrostalon energiankulutusta ennen ikkunaremonttia ja sen jälkeen. Osassa kiinteistöjä oli tehty ulkoseinien lisälämmöneristys joko ennen ikkunaremonttia tai sen yhteydessä. Muita rakenteellisia energiankulutusta pienentäviä korjauksia ei ollut tehty kohteissa. (19.)

Melkein kaikissa 40 asuinkerrostalossa vanhat ikkunat olivat kaksilasisia (U-arvo=noin 2,5 W/m<sup>2</sup>K) ja suurin osa vaihdettiin energiansäästöikkunoihin (U-arvo=1,1-1,2 W/m<sup>2</sup>K). Osa kaksilasisista ikkunoista vaihdettiin myös tavallisiin kolmilasisiin (U-arvo=1,8 W/m<sup>2</sup>K), ilmatäytteisiin selektiivi-ikkunoihin tai argontäytteisiin tavallisiin kolmilasisiin ikkunoihin (U-arvo=1,4-1,5 W/m<sup>2</sup>K). Kolmessa kiinteistössä vanhat ikkunat olivat kolmilasisia ja ne uusittiin energiansäästöikkunoiksi. (19.)

Kaikkien kiinteistöjen energiankulutuksen keskiarvo oli ennen ikkunaremontteja 52,5 kWh/m<sup>3</sup> vuodessa ja remontin jälkeen 49,2 kWh/m<sup>3</sup> vuodessa. Ikkunaremontilla kaikkien kiinteistöjen energiankulutus pieneni keskimäärin noin 6,2 %. Samanaikaisesti vedenkulutus on pienentynyt keskimäärin 6 %, joka on myös osaksi vaikuttanut energiankulutuksen pienenemiseen, koska kiinteistöissä ei mitattu erikseen käyttöveden lämmitykseen tarvittavaa energiankulutusta. Kolmilasisien ikkunoiden uusiminen energiansäästöikkunoiksi säästi vain 2 % lämmitysenergiaa, joka on tutkituista ikkunaremonteista selvästi pienin saavutettu säästö. Suurimmat säästöt lämmitysenergiassa saatiin 23 kiinteistössä, joissa kaksilasiset ikkunat oli uusittu energiansäästöikkunoihin, ja säästöä lämmitysenergiassa saatiin keskimäärin noin 10 %. Suurimmat säästöt tutkituista 40 asuinkerrostalosta saatiin kiinteistöissä, joissa ikkunoiden lämmöneristävyys oli parantunut eniten. (19.)

### **3.4 Ulkoseinät**

Ulkoseinillä on suuri osuus lämpöhäviöistä, koska ne muodostavat suurimman osan rakennuksen vaipasta. 1960- ja 1970-luvun asuinkerrostalojen ulkoseinät ovat huonoja lämmöneristävyydeltään verrattuna tämän päivän rakennuksiin.

Siksi niiden korjaaminen paremmin lämmöneristäväksi vähentää huomattavasti lämpöhäviöitä. (11.)

### **Lisäeristäminen ulkopuolelta**

Kun lisäeristetään ulkoseinää ulkopuolelta, vanhasta höyrynsulusta sekä väli-seinien ja välipohjien paikoista ei tarvitse välittää. Kastepisteen syntymisen välttämiseksi uusi lämmöneriste ja ulkoverhous eivät saa olla liian vesihöyrytiivitä verrattuna alkuperäiseen rakenteeseen. Hyvä ratkaisu on käyttää mineraalivil-laa eristeenä ja huolehtia ulkoverhouksen taustan tuuletuksesta, jolloin kaste-pistettä ei pääse syntymään. (11.)

Vanha ulkoverhous joudutaan usein poistamaan, jotta olosuhteet lisäeristykselle olisivat mahdollisimman hyvät. Ulkopuolelta lisäeristäminen on tämän takia kannattavaa silloin, kun ulkokuoren uusiminen tai korjaaminen on muutenkin ajankohtaista. (11.)

### **Lisäeristäminen sisäpuolelta**

Lisäeristäminen ulkoseinien sisäpuolelta on kannattavaa silloin, kun sisäver-houksen uusinta on ajankohtaista tai rakenteessa on puutteellinen höyryn- tai ilmansulku. Kun käytetään kosteutta läpäisevää lämmöneristettä, tulee yleensä uuden verhouslevyn alle asentaa höyrynsulku. Ainoastaan ohuita lämmöneris-teitä asennettaessa ei ole tarvetta höyrynsululle, kuten esimerkiksi asennetta-essa parin sentin paksuista huokoista puukuitulevyä puru- tai hirsiseinän pin-taan. Kastepisteen syntymisen välttämiseksi tulee yleensä vanha höyrynsulku poistaa. (11.)

### **Lämmöneristeen vaihto**

Lämmöneristeen uusiminen kokonaan on kannattavaa yleensä vain rakennuk-sissa, joissa eristeenä on purua. Purun lämmönjohtavuus on noin puolet suu-rempi kuin esimerkiksi mineraalivillalla, joten sen vaihtaminen mineraalivillaan ei kasvata rakennepaksuutta, mutta lämmöneristävyys paranee noin puolella. Mi-neraalivillan asentaminen vanhan eristeen tilalle vaatii höyrynsulun asentami-sen verhouslevyn taakse, joten se täytyy tehdä ulkoseinän sisäpuolelta. (11.)

## Diplomityö, Stina Linne

Stina Linne on tehnyt tutkimuksen, jossa hän on selvittänyt, kuinka paljon julkisivujen lisälämmöneristäminen todellisuudessa vaikuttaa rakennusten lämpöenergiankulutukseen. Tutkimusotantana on 37 kohdetta, joissa on yhteensä 78 erillistä rakennusta. Kymmenessä kohteessa on tehty ainoana korjaustoimenpiteenä ulkoseinien lisälämmöneristys. Näiden kymmenen kohteen perustiedot on esitetty taulukossa (taulukko 13). (6.)

TAULUKKO 13. Kohteiden 1-10 perustiedot (6)

Kohde	Kaupunki	Rakennusvuosi	Rakennuksia	Talotyyppi	Tilavuus (m <sup>3</sup> )	Omistuspohja	Alkuperäinen rakenne
1	Kemi	1958	1	torni	6608	vuokra / omistus	kevytbetoni + teräsbetoni
2	Tampere	1971	3	lamelli	33000	vuokra / omistus	betonielementti
3	Lieto	1974	1	torni	7130	vuokra / omistus	tiilipintainen betonielementti
4	Vantaa	1971	2	torni	23320	omistus	betonielementti
5	Oulu	1962	1	lamelli	4701	vuokra	kevytsorabetoni + teräsbetoni
6	Helsinki	1970	1	lamelli	5907	vuokra	kevytbetoni
7	Turku	1962	5	korkea lamelli+ lamelli	59000	vuokra	betonielementti
8	Lahti	1971	3	korkea lamelli+ lamelli	24780	vuokra	betonielementti
9	Pori	1973	1	torni	7880	vuokra	tiili+ lämmöneriste / kevytbetoni
10	Pori	1973	1	torni	7880	vuokra	tiili+ lämmöneriste / kevytbetoni

Kohteissa 1 – 10 on eripaksuisia lisäeristepaksuuksia. Suuressa osassa on kuitenkin käytetty lisäeristepaksuutena 50 mm. Kohteen 2 vastaavaa paksuutta ei ole tiedossa. Taulukossa on kohteiden 1 – 10 korjausten tiedot (taulukko 14) ja lämmönkulutus ennen ja jälkeen korjauksen (taulukko 15). (6.)

TAULUKKO 14. Kohteiden 1-10 korjausten tiedot (6)

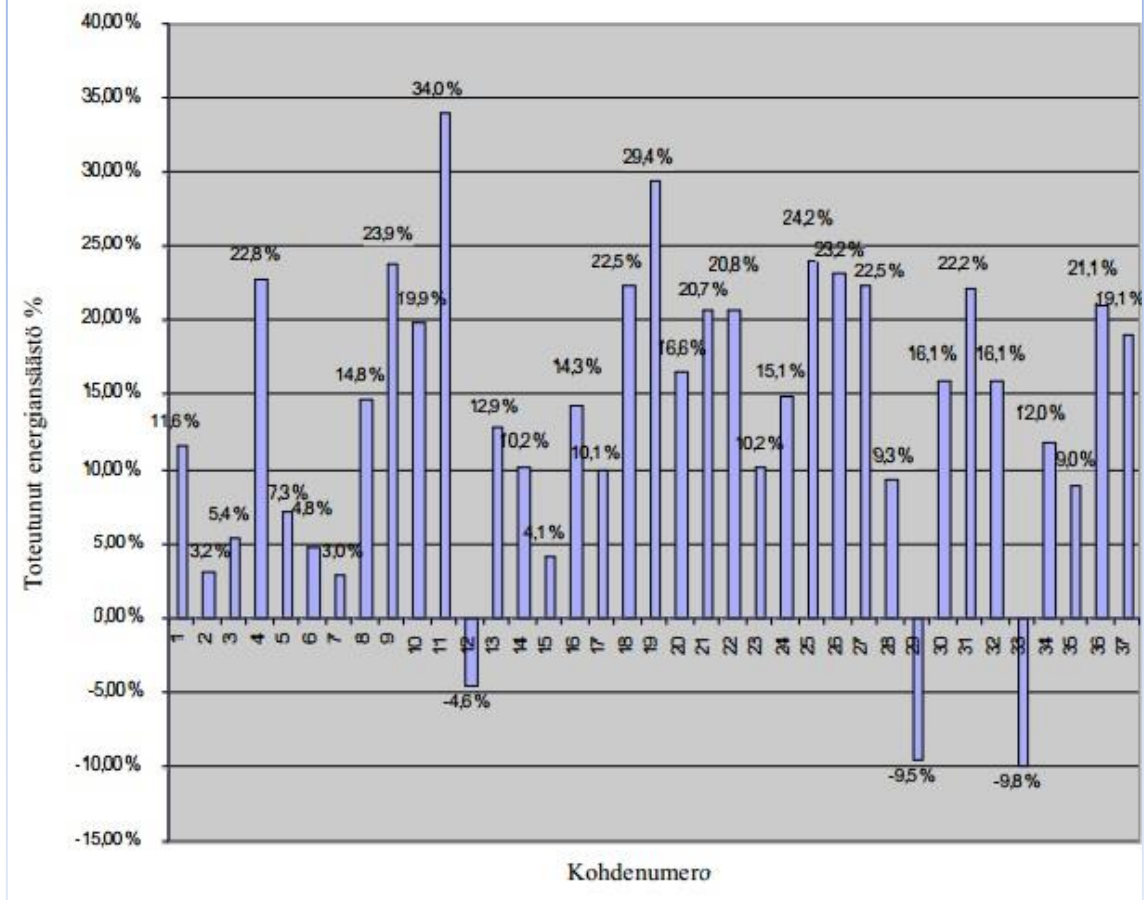
Kohde	Julkisivu- korjaus (vuosi)	Ikkunoiden korjaus (vuosi)	IV säädöt (vuosi)	Lämm. järj. säädöt (vuosi)	Korjaus	Huom!	Lisä- eriste- paksuus (mm)
1	1999	1994	-	-	kolmikerroseriste- rappaus		70
2	2005	2002	-	-	levyverhous		-
3	2002	1997	2005	2005	levyverhous avosaumoilla		50
4	2005	1992	2002	2009	levyverhous avosaumoilla		50
5	2003	2000	2008	-	ohuteristerappaus	polystyreeni, vain osittain lisäeristetty	50
6	2004	1995	2001	2007	ohuteristerappaus		50
7	1999	2004	2008	-	levyverhous umpisaumoilla		50
8	1992	1996	2004	-	levyverhous umpisaumoilla		50
9	2005	2002	2005	2002	levyverhous avosaumoilla / ulkokuoren uusinta	osittain purettu ulkokuorta	50 / 175
10	2005	2002	2005	2002	levyverhous avosaumoilla / ulkokuoren uusinta	osittain purettu ulkokuorta	50 / 175

TAULUKKO 15. Kohteiden 1-10 lämmönkulutus ennen korjausta ja sen jälkeen  
(6)

Kohde	Lämmönkulutus ennen korjausta [kWh/m <sup>3</sup> ]	Lämmönkulutus korjauksen jälkeen [kWh/m <sup>3</sup> ]
1	49,36	43,63
2	30,34	29,37
3	25,33	23,97
4	49,20	37,97
5	48,65	45,10
6	38,91	37,04
7	42,99	41,69
8	37,40	31,87
9	38,08	28,98
10	34,70	27,78

Ulkoseinien lisälämmöneristämällä aikaansaadun energiansäästön keskiarvo kohteissa 1 – 10 on 11,68 %. Energiankulutuksen muutos on selvitetty laske-  
malla keskiarvokulutus keskimäärin kolme vuotta ennen julkisivukorjausta ja  
kolme vuotta sen jälkeen. Toteutunut energiansäästö kohteittain on esitetty ku-  
vassa (kuva 4). (6.)

## 5. TOTEUTUNUT MUUTOS LÄMMÖNKULUTUKSESSA



KUVA 4. Toteutunut energiansäästö (6)

### Sitran tutkimus

Sitran tutkimuksessa, jossa on selvitetty kokemuksia kerrostalojen ulkoseinien lisälämmöneristämisestä, on ollut tutkimusaineistona 134 kohdetta. Näiden kohteiden ulkoseinät on lisälämmöneristetty ulkoseinän ulkopuolelta vuosina 1979 – 1987. Vain kuudesta kohteesta on olemassa tarkat kulutustiedot. Taulukossa esitetään lisälämmöneristyksellä saatu säästö lämmönkulutuksessa (taulukko 16). (20.)



TAULUKKO 16. Lisälämmöneristyksellä saatu säästö lämmönkulutuksessa (20)

KOHDE	kWh/a	kWh/rm <sup>3</sup> a	kWh/er- m <sup>2</sup> a	%
1.	-6000	-1,4	-14,4	-2,8
2.	-4000	-0,3	-4,1	-0,60
3.	+75000	+11,7	+117,0	+19,3
4.	+42000	+4,3	+49,6	+7,6
5.	-49000	-3,0	-25,9	-4,2
6.	+25000	+8,3	+38,5	+9,0
+ = energiankulutus pienentynyt (säästöä)				
- = energiankulutus lisääntynyt				

Kolmessa kohteessa lämmönkulutus pieneni lisäeristuksen jälkeen. Keskimäärin näissä kolmessa kohteessa lämmönkulutus pieneni 12,0 % ja enimmillään se pieneni 19,3 %. Kolmessa kohteessa lämmönkulutus jopa kasvoi lisälämmöneristuksen jälkeen. (20.)

### 3.5 Lämmitysmuodon vaihto tai täydennys

Kaukolämpö on Suomen asuinkerrostaloissa yleisin lämmitysmuoto. Jopa noin 95 % asuinkerrostaloista lämpiää kaukolämmöllä. 1960- ja 1970-luvulla rakennettujen asuinkerrostalojen kaukolämpöjärjestelmät alkavat olla käyttöikänsä päässä. Myös sen ajan öljykattilat kaipaavat uusimista. Kun olemassa olevan lämmitysjärjestelmän korjaaminen on muutenkin ajankohtaista, on hyvä aika miettiä, kannattaako lämmitysmuoto vaihtaa kokonaan toiseen, jos lämmitysmuodon vaihdolla olisi mahdollista saada säästöä lämmityskuluissa. Vaihtoehtona voi myös harkita mahdollista lisäenergianlähdettä esimerkiksi kaukolämmön rinnalle, kuten aurinkokeräintä tai poistoilmalämpöpumppua. (21.)

### Kaukolämmöstä maalämpöön

Asunto-osakeyhtiö Taivalkunnantie vaihtoi lämmitysjärjestelmänsä kaukolämmöstä maalämpöön vuonna 2009. Taloyhtiön kaukolämpöjärjestelmän korjaus olisi ollut muutenkin ajankohtainen, ja sen korjaaminen olisi tullut maksamaan arvioiden mukaan noin 50 000 €. Yhtiön kaksi kerrostaloa on rakennettu vuonna 1975, ja niissä on yhteensä 62 asuntoa. (22.)

Maaliskuussa 2009 aloitettiin reikien poraaminen maaperään lämmönkeräämistä varten. Kolmen viikon kuluttua oli maahan tehty 18 muutaman sadan metrin syvyistä reikää. Niistä putket keräävät lämpöä kolmelle maalämpöpumpulle. Maan sulettua kaivinkoneet muokkasivat pihaa ja tyhjään sisätilaan asennettiin viisi 750 litran varaajaa. Varmistukseksi asennettiin sähkökattila. Lämmönjakojärjestelmä oli toimintakunnossa syyskuussa 2009. (22.)

Hankkeen kustannukset olivat 300 000 €, josta valtion avustus 15 %. Eli taloyhtiölle maksettavaksi jäi avustuksen jälkeen 255 000 €. Vuoden seurannan mukaan As Oy Taivalkunnantielle on kertynyt säästöjä lämmityskuluissa maalämmöllä noin 20 000 €. Jos maalämmöllä saadaan säästöjä joka vuosi 20 000 €, maalämmön takaisinmaksuaika on noin 13 vuotta. (23.)

### **Öljylämmityksestä maalämpöön**

Asunto-osakeyhtiö Hirosentie 52 on valmistunut vuonna 1957 ja siinä on 28 huoneistoa. Hirosentie 52:ssa vaihdettiin öljylämmitys maalämpöön helmikuussa 2013. Maalämpö oli tässä kohteessa paras vaihtoehto öljylämmityksen tilalle, koska kiinteistö ei sijainnut tarpeeksi lähellä silloista kaukolämpöverkkoa, jotta siihen liittyminen olisi ollut kustannustehokasta. (24; 25.)

Hirosentie 52:een porattiin viisi porakaivoa, joiden syvyys on 260 m. Maalämpöpumppu, kaivot, asennukset, säädöt, valvonnat, käyttöönotto ja poraukset maksoivat yhteensä noin 129 000 €. Lisäksi taloyhtiö joutui vaihtamaan isompaan sähköliittymään, jotta sen kapasiteetti riittää maalämpöjärjestelmälle. Sähköliittymän vaihto maksoi kaikkiaan 4300 €. Pihaa jouduttiin siistimään porauksen jäljiltä. Koska pihaa nurmetettiin ja siistittiin muiltakin osin kuin asennuksen jälkien korjaamiseksi olisi ollut tarpeellista, se tuli maksamaan 5000€. Kiinteistön isännöitsijä arvioi pelkästään maalämmön asennuksen jälkien siistimisen maksavan noin 1000 €. Maalämpöön vaihdon kustannukset olivat yhteensä noin 134 300 €. (24; 25.)

Lämmityskustannukset pienenevät huomattavasti lämmitysmuodon vaihdon seurauksena. Vuonna 2012 Hirosentie 52:ssa öljylämmitys maksoi 18 500 €. Maalämpöön vaihdon jälkeen lämmityskustannukset olivat aikavälillä helmikuu 2013

- helmikuu 2014 noin 5000 €. Lämmitysmuodon vaihdolla saadaan siis säästöä lämmityskustannuksissa noin 13 500 €. Takaisinmaksuaika on tässä tapauksessa siis lähes 10 vuotta. Mutta jos öljyn hinta jatkaa nousua tulevina vuosina, takaisinmaksuaika voi olla lyhyempikin. (24; 25.)

### **Öljylämmityksestä maalämpöön Kirkkonummella**

As Oy Kirkkonummen Harju on rakennettu vuonna 1965, ja siinä on 84 asuntoa. Kerrostaloyhtiön öljylämmitys oli uusimisen tarpeessa, ja se päädyttiin vaihtamaan maalämpöön, johon siirryttiin huhtikuussa 2013. (26; 27.)

Maalämpöä varten porattiin 21 kaivoa, joiden syvyys on 245 metriä. Kaivojen lukumäärä varmistettiin TRT-testin (Thermal Response Test) avulla. TRT-testissä maaperään pumpataan lämpöä tietty määrä, jonka avulla saadaan selville maaperän lämmönjohtavuus. Kiinteistöön asennettiin kolme 83 kW:n lämpöpumppua. Lisäksi asennettiin sähköinen lisälämmitysjärjestelmä -30 °C:een tai sitä kylmempien ulkolämpötilojen varalle. (26; 27.)

Maalämpöjärjestelmä maksoi kahdessa kerrostalossa yhteensä noin 380 000 euroa. Lisäksi kustannuksia aiheuttivat öljylämmitysjärjestelmän purkaminen, sähköjärjestelmän muutostyöt ja pihan siistiminen. Taloyhtiö otti lainaa lämmitysmuodon vaihtoa varten noin 600 000 euroa. Öljylämmitys maksoi noin 115 000 euroa vuodessa. Seitsemän kuukauden seurannan jälkeen maalämmöllä saadaan säästöä lämmityskuluissa öljylämmitykseen verrattuna noin 80 000 euroa vuodessa. Maalämpöön vaihtamisen takaisinmaksuaika tässä kohteessa on noin seitsemän vuotta. (26; 27.)

### **Öljylämmityksestä maalämpöön Lohjalla**

As Oy:t Rautionmäki ja Rautionvuori sijaitsevat Lohjalla. Kerrostalot on rakennettu 1960- ja 1970-luvun vaihteessa ja niissä on asuntoja yhteensä 69. Taloyhtiössä vaihdettiin lämmöntuotantomuoto maalämpöön vuoden 2010 loppupuolella. Öljylämmitysjärjestelmä säilytettiin kuitenkin varalla maalämmön lisäksi. Kohteeseen asennettiin kolme maalämpöpumppua, ja tontille porattiin 16 lämpökaivoa. (28.)

Pelkästään öljylämmityksellä aiemmin lämmenteet kerrostalot kuluttivat polttoöljyä lämmitykseen noin 103 000 litraa vuodessa. Maalämmöllä taloyhtiö säästää lämmityskuluissa noin 62 000 euroa vuodessa. Takaisinmaksuaika on tässä tapauksessa noin neljä vuotta. ARA:lta hankkeeseen sai avustusta noin 35 000 euroa. Jos avustus huomioidaan, takaisinmaksuaika on vain noin 3,2 vuotta. (28.)

### Poistoilmalämpöpumppu

Tero Huhntasen insinööriyössä on selvitetty poistoilmalämpöpumpun kannattavuutta kaukolämmön rinnalla. Tutkimuksen kohteena on ollut yksi 1970-luvulla rakennettu asuinkerrostalo, jossa on poistoilmalämpöpumppu lämmönlähteenä kaukolämmön rinnalla. Lisäksi tutkimuksessa vertailukohteina ovat kolme kaukolämmöllä lämpenevää samalla vuosikymmenellä rakennettua asuinkerrostaloa. Vertailukohteet ovat tilavuudeltaan samaa kokoluokkaa kuin kiinteistö, jossa on kaukolämmön lisäksi poistoilmalämpöpumppu. Kaikki tutkimuskohteena olleet kerrostalot sijaitsevat Tampereella. Taulukossa on tutkimuskohteena olleiden asuinkerrostalojen perustiedot (taulukko 17). (29.)

TAULUKKO 17. Kohteiden 1 – 4 perustiedot (29)

Kohde	Lämmitysmuoto	Rakennusvuosi	Tilavuus [m <sup>3</sup> ]
1	kaukolämpö+PILP	1974	6800
2	kaukolämpö	1976	7510
3	kaukolämpö	1979	7380
4	kaukolämpö	1977	7580

Kiinteistöjen 1 – 4 lämmönkulutukset on normitettu, jotta kulutuksia voidaan paremmin vertailla keskenään. Koska kohdetta 1, jossa on poistoilmalämpöpumppu, vertaillaan kohteisiin 2 – 4, kohteiden 2 – 4 kulutusarvoista on laskettu keskiarvo. Taulukossa on kohteen 1 normitettu kaukolämpö- ja sähköenergian kus-

tannus sekä niiden kustannukset yhteensä vuoden ajalta euroina (taulukko 18). Lisäksi taulukossa on kohteiden 2 – 4 normitetuista ominaislämpö- ja ominais-sähköindekseistä laskettu kaukolämmön ja sähköenergian keskiarvokulutus kiinteistön 1 tilavuudella. Kohteiden 2 – 4 energiakustannukset on laskettu kiinteistön 1 tilavuudella, jotta ne olisivat vertailukelpoisia kohteen 1 kanssa niiden tilavuudesta huolimatta. Vertailussa ei huomioida sähköenergian eikä kaukolämmön perusmaksuja. (29.)

*TAULUKKO 18. Seurantavuoden 2011 kaukolämmön ja sähköenergian kustannukset kohteissa 1 – 4 (29)*

<b>Kohde</b>	<b>Kaukolämpöenergian kustannus [€/a]</b>	<b>Sähköenergian kustannus [€/a]</b>	<b>Kaukolämmön ja sähköenergian kustannukset yhteensä [€/a]</b>
<b>1</b>	11 691 (normitettu)	8 567	20 258
<b>2-4</b>	17 475	4 147	21 622

Seurantavuoden 2011 ajalta olevien kustannustietojen mukaan kohteen 1, joka saa energiaa kaukolämmön lisäksi ilmalämpöpumpulla, kaukolämpöenergian kustannus on 11 691 € vuodessa. Samana aikana kohteissa 2 – 4 on kaukolämmön kustannukset olleet 17 475 € vuodessa. Eli pelkästään kaukolämmöllä lämpenevissä kiinteistöissä kaukolämmön kustannukset ovat 5 784 € enemmän kuin kohteessa 1. Kohteissa 2 – 4 sähköenergian kustannukset ovat 4420 € pienemmät kuin kohteessa 1. Seurantavuonna 2011 kiinteistön 1 kaukolämmön ja sähköenergian kustannukset olivat yhteensä 20 258 €. Samana vuonna vertailukiinteistöjen 2 – 4 kaukolämmön ja sähköenergian kustannukset olivat yhteensä kohteissa keskimäärin 21 622 €. Kun siis huomioidaan sekä sähköenergian että kaukolämmön kustannukset, kohteen 1 energiakustannukset ovat 1364 € pienemmät. (29.)

Kohteessa 1 ilmalämpöpumpun hankintakustannus oli 50 000 €. Huoltokustannuksiksi on arvioitu noin 150 €/a. Säästöä energiakustannuksissa laskettiin ilmalämpöpumpulla saavutettavan noin 1364 €, joten takaisinmaksuajaksi saadaan noin 41 vuotta oletuksella, että järjestelmä toimii niin kauan. (29.)

### Aurinkokeräin

Tero Huuhtasen insinööriyössä on selvitetty myös aurinkokeräinten kannattavuutta kaukolämmön rinnalla. Tutkimuksen kohteena on ollut Porvoossa sijaitseva 1970-luvulla rakennettu asuinkerrostalo, jossa kaukolämmön rinnalla on energianlähteenä aurinkokeräin. Vertailukohteena on lisäksi saman aikakauden kolme asuinkerrostaloa, joissa lämmitysmuotona on ainoastaan kaukolämpö. Vertailukohteet ovat samaa kokoluokkaa kuin kerrostalo, jossa on aurinkokeräin ja sijaitsevat myös Porvoossa. Taulukossa on tutkimuskohteiden perustiedot (taulukko 12). (29.)

TAULUKKO 19. Kohteiden 1 – 4 perustiedot (29)

Kohde	Lämmitysmuoto	Rakennusvuosi	Tilavuus [m <sup>3</sup> ]
1	kaukolämpö+AK	1974	7240
2	kaukolämpö	1979	5825
3	kaukolämpö	1969	5907
4	kaukolämpö	1973	7460

Aurinkokeräinjärjestelmän kustannussäästöjä laskettaessa ei huomioida sähköenergian kulutusta, koska aurinkokeräinjärjestelmän kuluttama sähkö on kokonaisenergiasta vähäinen. Taulukossa on esitetty kohteen 1 normeerattu kaukolämpöenergian kulutus sekä kohteiden 2 – 4 normitetuista ominaislämpöindekseistä laskettu kaukolämmön keskiarvokulutus kiinteistön 1 tilavuudella. (29.)

TAULUKKO 20. Kaukolämpöenergian kustannus seurantavuoden 2011 ajalta kohteissa 1 – 4 (29)

Kohde	Kaukolämpöenergian kustannus [€/a]
1	20 676
2-4	22 468

Seurantavuonna 2011 kohteessa 1, jossa on kaukolämmön lisäksi aurinkokeräinjärjestelmä, ovat kaukolämpöenergian kustannukset olleet 1792 € pienemmät kuin kohteissa 2 – 4 keskimäärin. Aurinkokeräinjärjestelmä maksoi kohteessa 1 noin 60 000 €. Huoltokustannuksia ei aurinkokeräinjärjestelmässä normaalisti ole. Takaisinmaksuajaksi saadaan aurinkokeräinjärjestelmälle noin 33 vuotta. (29.)

### 3.6 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän perussäädössä järjestelmä säädetään toimimaan suunnitelmien mukaisesti. On mahdollista tehdä parannuksia järjestelmään, jotka tehdään olemassa olevalla tekniikalla. Enemmän kustannuksia vaativia korjaustoimenpiteitä voivat olla huonokuntoisten osien uusiminen, kunnostus ja laatutason nostaminen. (11.)

1970-luvun asuinkerrostalot on yleensä varustettu huippuimureilla, ja sitä vanhemmissa kiinteistöissä ilmanvaihto tapahtuu painovoimaisella ilmanvaihdolla. Sisäilman laatu jää usein jälkimmäisellä ratkaisulla huonoksi. (18.)

### Painovoimaisesta ilmanvaihdosta koneelliseksi

Painovoimaisen ilmanvaihdon muuttaminen koneelliseksi tarkoittaa käytännössä uuden järjestelmän rakentamista. Tällaiselle korjaukselle on olemassa il-

manvaihtomääräyksiä, joita yleensä täytyy noudattaa. Poistoilmakanavat voidaan asentaa vanhan poistohormin viemään tilaan. Tuloilma voidaan puhaltaa porraskäytävään tai rakentaa uudet tuloilmakanavat. Ilmanvaihtokone voidaan sijoittaa kerrostalon vinttitiloihin. (11.)

Vaatimuksen mukaan rakennuksessa täytyy olla alipaine. Tästä syystä koneellinen tuloilmavirta mitoitetaan 10 – 30 % pienemmäksi kuin poistoilmavirta. Ilmanvaihto on mitoitettava rakennuksen tiiviyden mukaan. Jos rakenne ei ole tiivis, se voi aiheuttaa energianhukkaa täysin koneellisessa ilmanvaihtojärjestelmässä. Läpivientien lisääminen todennäköisesti heikentää rakennuksen tiiviyttä. (11.)

Kerrostaloissa on mahdollista käyttää myös huoneistokohtaista lämmöntalteenotolla varustettua tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmää. Tällöin tulo- ja poistoilmavirta täytyy säätää yhtä suuriksi, jolla estetään takaisinvirtaus muista painovoimaisesti toimivista hormoneista. Tuloilma otetaan rakennuksen seinästä kanaavaa pitkin. (11.)

Levylämmöntalteenottolaite voidaan asentaa vain, jos tulo- ja poistoilmakoneet sijaitsevat samassa tilassa. Jos ne sijaitsevat eri tiloissa, vesiglykolijärjestelmä sopii paremmin. Tyypillinen kuiva lämpötilahyötysuhde levylämmönsiirtimen tuloilmalle on 50 – 60 %, vesi-glykolijärjestelmän 40 – 50 % ja pyörivän kennon 60 – 75 %. Poistoilmalämpöpumppu kerää höyrystin- tai liuos patterin avulla poistoilmasta talteen lämpöä, jolla voidaan lämmittää tuloilmaa tai käyttövettä tai hyödyntää lämmitysverkostossa. Laitteella voi myös jäähdyttää kesäaikana. (11.)

### **Espoon asunnot Oy**

Soukanahde 6:ssa sijaitsevaan kerrostaloon asennettiin poistoilman lämmöntalteenottojärjestelmä. Seitsemänkerroksinen kerrostalo on rakennettu vuonna 1969, ja siinä on 35 asuntoa. (30.)

Ennen LTO-järjestelmän asentamista ostettava lämmitysenergia oli 338 500 kWh vuodessa ja asentamisen jälkeen 190 330 kWh vuodessa. LTO-järjestelmällä saadaan vuosittain säästöä lämmitysenergiassa 148 170 kWh.



Soukanahde 6 sai poistoilman LTO-järjestelmän rakentamiseen energia-avustusta. Se huomioiden investoinnin takaisimaksuajaksi on laskettu noin kahdeksan vuotta. LTO-järjestelmän rakentamiseen on mahdollista hakea tukea enintään 15 % urakan kokonaiskustannuksista. (30.)

### **As Oy Vuorikilpi**

As Oy Vuorikilpi on rakennettu vuonna 1971, ja siinä on 60 asuntoa. Kerrostaloon asennettiin tammikuussa 2013 ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenottojärjestelmä. Lämmitysenergian vuosikulutus laski LTO-järjestelmän asentamisen jälkeen yhden vuoden seurantatulosten perusteella 37 %. Rahallisesti säästöä on saatu vuoden aikana 17 000 €. (31.)

### **3.7 Yhdistetty korjaus**

Oulaisissa vuonna 1971 valmistuneeseen asuinkerrostaloon tehtiin mittava perusparannus vuosina 1995 – 1996. Korjauksessa kattorakenne muutettiin harjakatoksi ja yläpohja lisälämmöneristettiin (200 mm). Ulkoseinät samoin lisälämmöneristettiin (70 mm), ja asennettiin samalla uusi ulkoverhous. Lisäksi ikkunat ja ovet uusittiin. Ilmanvaihtojärjestelmä uusittiin myös, ja asennettiin seinäpuhaluksella toimiva huoneistokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmöntalteenotolla. Käyttövesiputkistot, viemärit ja vesikalusteet olivat myös tulleet käyttöikänsä päähän, joten nekin vaihdettiin uusiin. Sähköjärjestelmä laitettiin myös uusiksi sekä huoneistojen pinnat ja kalusteet uusittiin kokonaan. (32.)

Taulukossa on esitetty lämmitys- ja sähköenergian- sekä vedenkulutus ennen perusparannusta ja sen jälkeen (taulukko 21). Lämmönkulutukset on normeerattu, jotta ne olisivat vertailukelpoisia. Keskimääräiset kulutukset perusparantamisen jälkeiseltä ajalta on laskettu vuosien 1998 – 2007 seurantajakson perusteella. Sähkönkulutuskemia seurantajaksolla vuosina 2001 ja 2002 ei ole huomioitu keskimääräisessä sähkönkulutuksessa, koska niiden mittausjakso on poikkeava muihin seurantajakson vuosiin verrattuna. (32.)

TAULUKKO 21. Keskimääräinen lämmitys- ja sähköenergian- sekä vedenkulutus ennen perusparannusta ja sen jälkeen (32)

	lämmitysenergia [kWh/htm <sup>2</sup> ,a]	sähköenergia [kWh/htm <sup>2</sup> ,a]	vesi [l/henk,vrk]
Ennen korjaustoimenpiteitä	225	70	223
Korjaustoimenpiteiden jälkeen	139	52	102

Vuodessa laajan perusparannuksen seurantatulosten perusteella lämmitysenergiankulutus on laskenut keskimäärin 86 kWh/htm<sup>2</sup> vuodessa, sähköenergiankulutus laskenut 18 86 kWh/htm<sup>2</sup> vuodessa ja vedenkulutus on pienentynyt huimat 121 l/hlö vuorokaudessa. Lämmitysenergian keskimääräisestä kulutuksen laskusta, joka on vuodessa 86 kWh/htm<sup>2</sup>, lämpimän käyttöveden osuus on noin 26 kWh/htm<sup>2</sup> vuodessa. Vedenkulutus laski perusparannuksen jälkeen, koska vesikalusteet vaihdettiin vettä säästäviin kalusteisiin. Lämmitysenergiankulutuksen laskuun vaikuttivat vaipan lisälämmöneristys ja uusittu lämmöntalteenotolla toimiva ilmanvaihtojärjestelmä. (32.)

Perusparannus maksoi kaikkiaan vuoden 1996 kustannustasossa 2745 mk/htm<sup>2</sup>. Siitä energiatehokkuutta parantavien korjaustoimenpiteiden osuus on noin 360 mk/htm<sup>2</sup>. Asuinkerrostalon huoneistoala on yhteensä 1 833 htm<sup>2</sup>. Ainoastaan energiatehokkuutta parantavat korjaukset ovat maksaneet koko kerrostalossa 659 880 mk. Lämmitysenergian kulutus, joka sisältää käyttöveden lämmityksen, on pienentynyt 86 kWh/htm<sup>2</sup> vuodessa. Vuodessa säästöä saadaan korjauksella koko kiinteistössä lämmitysenergian kulutuksessa noin 158 MWh. Vuosien 1998 – 2007 keskimääräinen kaukolämmön kokonaishinta on Tilastokeskuksen mukaan noin 38 €/MWh. Säästöä korjauksella seurantajaksolla 1998 – 2007 saadaan rahallisesti yhteensä noin 60 040 €, joka on markkoina noin 357 000 mk. Kymmenen vuoden seurannan aikana saaduilla säästöillä

saadaan siis maksettua takaisin noin 54 % energiatehokkuutta parantavista korjauksista. Niiden takaisinmaksuaika on siis kokonaisuudessaan noin 20 vuotta. Laskelmissa ei otettu huomioon sähköenergian kulutuksen muutosta, koska korjaukset eivät vaikuttaneet siihen. (32.)

## 4 YHTEENVETO

Työni tavoitteena oli selvittää, millaisia energiatehokkuutta parantavia korjauksia on tehty 1960- ja 1970-luvuilla rakennettuihin asuinkerrostaloihin. Tarkoituksena oli selvittää näiden korjausten investointikustannukset ja vaikutus energiatehokkuuteen. Tarkoituksena oli löytää tietoa toteutuneista korjauksista eikä pelkästään arvioita ja laskelmia korjausten kustannuksista ja energiansäästöistä.

Lämmitysverkoston perussäädöllä ja patteriventtiilien uusimisella saatiin As Oy Piilikuja 4:ssä säästöä lämmitysenergiankulutuksessa 8,6 %. As Oy Rautapakassa säästöjä saatiin samalla korjaustoimenpiteellä jopa 20 %. As Oy Simontörmässä säästöt olivat kyseisellä korjauksella 5 %. Kahdessa tutkituista kohteista lämmönkulutus oli jopa noussut säädön jälkeen, minkä syytä ei ole tiedossa.

Lämmitysverkoston perussäädöllä saaduissa säästöissä on siis suuria eroja, ja aina sillä ei edes saada säästöjä lämmityskuluissa. Säästöjen saamiseen lämmitysverkoston perussäädöllä vaikuttaa lämmitysverkoston tilanne ennen säätöä ja perussäädön onnistunut toteutus. Jos lämmitysverkosto jakaa ennen säätöä lämpöä epätasaisesti eri huoneisiin, lämmitysjärjestelmän perussäätö taspainottaa lämpötilaerot huoneistojen välillä. Jos kerrostalon huoneistoissa on keskimäärin liian kuumat lämpötilat, perussäädöllä lämpötila lasketaan sopivalle tasolle ja näin saadaan säästöä lämmityskuluissa. Lämmitysverkoston perussäätö on hyvä tehdä myös asumisviihtyvyyden takia.

Lämmitysverkoston perussäätö ei vaikuta kaukolämmöllä lämpenevässä taloyhtiössä sähkönkulutukseen. Kahdessa työssä tutkituissa kohteissa, joihin on tehty lämmitysverkoston perussäätö, on sähkönkulutus kuitenkin pienentynyt perussäädön jälkeen. Syynä siihen voi olla, että samaan aikaan on tehty näissä kahdessa kohteessa, As Oy Simontörmässä ja As Oy Säästötiinassa, ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja säätö. Näin ollen As Oy Säästötiinassa on ilmanvaihtojärjestelmän puhdistuksella ja säädöllä saavutettu säästöä sähkönkulutuksessa jopa 20 %.

Ekonor-lämmönvahti säättää lämmitysenergian todellisen lämmöntarpeen mukaan. Lämmönvahdilla saatiin hyviä tuloksia lämmönkulutuksen säästöissä. Tutkimuskohteena oli kuusi 1960- ja 1970-luvuilla rakennettua asuinkerrostaloa. Niissä säästöä saatiin lämmönvahdilla keskimäärin noin 17 %. Säästöä saatiin lämmityskuluissa As Oy Oulun Tervaporvarissa huimat 27 %. Ekonor-lämmönvahti on melko turvallinen investointi, koska siitä on mahdollista saada maksamansa rahat takaisin, jos säästöä saa lämmönvahdilla ensimmäisen vuoden aikana alle 5 % lämmitysenergiassa.

Ikkunaremontilla kaikkien tutkittujen asuinkerrostalojen lämpöenergiankulutus pieneni keskimäärin noin 6,2 %. Suurimmat säästöt tutkituista 40 asuinkerrostalosta saatiin kiinteistöissä, joissa ikkunoiden lämmöneristävyys oli parantunut eniten. Säästöt ikkunaremontilla eivät ole kovin suuret, joten ikkunaremontti kannattaa ajoittaa niin, että ikkunat ovat muutenkin niin huonossa kunnossa, että ne ovat uusimisen tarpeessa.

Stina Linnen diplomityössä tutkituissa kymmenessä asuinkerrostalokohteessa on asennettu ulkoseiniin lisälämmöneristys, jonka paksuus on suurimmassa osassa kohteista 50 mm. Lisälämmöneristyksellä on näissä kymmenessä kohteessa saatu säästöjä lämmitysenergiankulutuksessa keskimäärin 11,68 %. Sitran tutkimuksen kohteena olleet kuusi asuinkerrostaloa on lisälämmöneristetty ulkoseinän ulkopuolelta. Näistä kolmessa kohteessa lisälämmöneristyksellä saatiin säästöä lämpöenergiankulutuksessa, ja kolmessa kulutus jopa nousi. Enimmillään säästöjä saatiin 19,3 %. Kolmessa kohteessa kulutus nousi keskimäärin noin 2,5 %. Ulkoseinien lisälämmöneristys ulkopuolelta kannattaa ajoittaa siten, että ulkoverhous on muutenkin uusimisen tai korjaamisen tarpeessa, koska lisäeristämällä saavutetun säästön suuruus vaihtelee paljon kohteittain.

1960- ja 1970-luvuilla rakennettujen asuinkerrostalojen kaukolämpöjärjestelmät alkavat olla käyttöikänsä päässä. Lämmitysmuodon vaihtoa on ajankohtaista harkita silloin, kun lämmitysjärjestelmä joudutaan muutenkin uusimaan tai korjaamaan. As Oy Taivalkunnantie on saanut säästöjä noin 20 000 euroa vuodessa lämmityskuluissa vaihtaessaan lämmitysmuodon kaukolämmöstä maalämpöön. Takaisinmaksuaika Taivalkunnantien lämmitysmuodon vaihdolle on noin

13 vuotta. Kolmessa kerrostalossa, joissa on vaihdettu öljylämmitys maalämpöön, arvioidut takaisinmaksuajat vaihtelevat kymmenestä vuodesta noin kolmeen vuoteen. Poistoilmalämpöpumpun ja aurinkokeräimen takaisinmaksuajat ovat kymmeniä vuosia pitkät Tero Huuhtasen insinööriyön tutkimuskohteiden mukaan.

Ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen koneelliseksi ja lämmöntalteenotolla varustetuksi voi tulla kalliiksi, jos joudutaan rakentamaan kokonaan uusi tuloilmakanava. Vaihtoehtoisesti tuloilman voi puhaltaa myös porraskäytävään. Ilmanvaihtosaneerauksessa täytyy huolehtia, että sisätiloissa on alipaine. Soukanahde 6 sijaitsevassa kerrostalokiinteistössä ilmanvaihdon lämmöntalteenottolaitteistolle on laskettu takaisinmaksuajaksi energia-avustus huomioiden noin kahdeksan vuotta.

Yhdistetyssä korjauksessa kerrostalokiinteistöön on tehty energiatehokkuuteen vaikuttavina korjaustoimenpiteinä lisälämmöneristys, ikkunoiden ja ovien vaihto sekä uusittu ilmanvaihtojärjestelmä. Kohteeseen on tehty myös lisäksi korjaustoimenpiteitä, jotka eivät vaikuta energiatehokkuuteen. Pelkästään energiatehokkuuteen vaikuttavien korjausten investointikustannusten takaisinmaksuaika on noin 20 vuotta.

Lämmitysverkoston perussäätöä ja lämmönvahdin asentamista lukuun ottamatta energiatehokkuutta parantavat korjaukset kannattaa yleensä ajoittaa niin, että kerrostalon korjattava rakenne tai laitteisto on muutenkin uusimisen tarpeessa. Esimerkiksi lisäeristämistä ei yleensä ole kannattavaa tehdä ulkoseinän ulkopuolelle, jos ulkoverhous on hyväkuntoinen.

Eri korjauksista on työssäni melko pieni tutkimusotanta kohteita, joten tulosten perusteella ei voi kovin luotettavasti päätellä, paljonko säästöä milläkin korjauksella saadaan aikaan keskimäärin. Työn tuloksista saa kuitenkin suuntaa antavaa tietoa eri korjausten mahdollisuuksista energiansäästön osalta ja niiden kannattavuudesta.

## LÄHTEET

1. Tee parannus! -viestintäohjelma. Rakennuksen lämpöenergiatase. Saatavissa:  
<http://www.teeparannus.fi/parhaatkaytannot/ratkaisuja/kerrostalonenergiatas/e/>. Hakupäivä: 17.05.2014.
2. Mustalahti, Anniina 2011. Betonista kallis lasku. Saatavissa:  
<http://www.kaleva.fi/uutiset/kotimaa/betonista-kallis-lasku/428143/>. Hakupäivä: 16.05.2014.
3. Lindh, Tommi. Rakennusperintö. Betonibrutalismista ruutuelementteihin 1960-1975, asuinkerrostaloarkkitehtuurin vaiheet 4/5. Saatavissa:  
[http://www.rakennusperinto.fi/kulttuuriymparisto/artikkelit/fi\\_FI/asuinkerrostalot4/](http://www.rakennusperinto.fi/kulttuuriymparisto/artikkelit/fi_FI/asuinkerrostalot4/). Hakupäivä: 16.05.2014.
4. Pietiläinen, Matti 2014. Savon sanomat. Kiinteistöliitto tutkii korjausvelan. Saatavissa: <http://www.savonsanomat.fi/uutiset/talous/kiinteistoliitto-tutkii-korjausvelan/1772595>. Hakupäivä: 17.05.2014.
5. Motiva 2014. Mihin energiaa kuluu? Saatavissa:  
[http://motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/mihin\\_energiaa\\_kuluu](http://motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu). Hakupäivä: 18.05.2014.
6. Linne, Stina 2010. Ulkovaipan lämpötalouteen vaikuttavat korjaustoimenpiteet käytännössä. Diplomityö. Saatavissa:  
<http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/images/stories/File/tutkittua/lisalammoneristetutkimus.pdf>. Hakupäivä: 25.11.2013.
7. Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012. D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, ohjeet. Saatavissa:  
[http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma). Hakupäivä: 19.05.2014.

8. Holmberg, Sami 2012. Vesikiertoisen patterilämmityksen perussäätö. Opinnäytetyö. Saatavissa: [http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/45906/Holmberg\\_Sami.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/45906/Holmberg_Sami.pdf?sequence=1). Hakupäivä: 16.05.2014.
9. Pitkälä, Miika 2013. Paine-erokompensointimenetelmän soveltuvuus kiinteistöihin. Opinnäytetyö. Saatavissa: [http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/59171/Pitkala\\_Miika.pdf?sequence=1](http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/59171/Pitkala_Miika.pdf?sequence=1). Hakupäivä: 16.05.2014.
10. Motiva 2013. Lämmitysverkoston perussäätö. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/lammitysverkoston\\_perussaaato](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/lammitysverkoston_perussaaato). Hakupäivä: 05.11.2013.
11. Holopainen, Riikka – Hekkanen, Martti – Hemmilä, Kari – Norvasuo, Markku. 2007. Suomalaisten rakennusten energiakorjausmenetelmät ja säästöpotentiaali. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2377.pdf>. Hakupäivä 19.11.2013.
12. Motiva 2013. Perussäätö kerrostalossa. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/lammitysverkoston\\_perussaaato/perussaaato\\_kerrostalossa](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/lammitysverkoston_perussaaato/perussaaato_kerrostalossa). Hakupäivä 05.11.2013.
13. Goman, Antti 2013. Säästöä pannuhuoneesta. Kaleva 18.09.2013.
14. Päivärinte, Hemmo 2014. Re: Opinnäytetyö. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Henna Pekkala. 11.3.2014.
15. Ekonor. Saatavissa: <http://ekonor.fi/ekonor-lammonvahti/>. Hakupäivä: 18.4.2014.
16. Korjaustieto. Ikkunoiden tiivistys on edullisin energia ja -viihtyvyysskorjaus. Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/component/content/article/52-julkaisut/1312-ikkunoiden-tiivistys-on-edullisin-energia-ja-viihtyvyysskorjaus.html>. Hakupäivä: 21.2.2014.



17. Ilpo Kouhia – Jyri Nieminen – Sakari Pulakka. 2010. Rakennuksen ulkovoipan energiakorjaukset. Saatavissa:  
<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT-R-04017-10.pdf>. Hakupäivä 16.11.2013.
18. Puotiniemi, Kari 2013. Re: Opinnäytetyö. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Henna Pekkala. 25.10.2013.
19. Kari Hemmilä – Risto Saarni – Kirsi Taivalantti. 2000. Energiansäästöikkunan käytön edistäminen. Saatavissa:  
<http://www.tts.fi/tts/linkki2/files/julk15.pdf>. Hakupäivä: 14.1.2014.
20. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. 1989. Julkisivun lisäeristäminen. Sitran raportin osakopio.
21. Energiateollisuus ry 2007. Käytä kaukolämpöä oikein. Saatavissa:  
[http://energia.fi/sites/default/files/kayta\\_kaukolampoa\\_oikein\\_0.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/kayta_kaukolampoa_oikein_0.pdf). Hakupäivä: 15.4.2014.
22. Nokialla taloyhtiö siirtyi kaukolämmöstä maalämpöön. 2010. Saatavissa:  
<http://www.teeparannus.fi/parhaatkaytannot/ratkaisuja/uudetlammitysratkaisut/maalampo/>. Hakupäivä: 18.11.2013.
23. CO2-raportti 2010. Kerrostalon maalämpö kannattavaksi jopa alle 10 vuodessa – esimerkkikohteessa heti 20 000 euron säästö. Saatavissa:  
[http://www.co2-raportti.fi/?page=ilmastouutisia&news\\_id=2662](http://www.co2-raportti.fi/?page=ilmastouutisia&news_id=2662). Hakupäivä: 20.11.2013.
24. Edistyksellinen taloyhtiö siirtyi maalämpöön. Isännöinnin ykkönen. Asiakaslehti maaliskuu/2013. S. 24 – 25.
25. Gallén, Petri 2004. Isännöitsijä, Oulun Isännöitsijätoimisto Oy. Haastattelu 18.3.2014.
26. Lämpöykkönen. Maalämpö toi kiinteistölle 70 % säästöt, yli 80 000 € vuodessa. Saatavissa:

- <http://lampoykkonen.fi/uutiskirje/lampokompassi0213/maalampo-toi-kiinteistolle-70-saastot-yli-80-000-e-vuodessa/>. Hakupäivä: 5.2.2014.
27. Verkkonummi 2013. Harjun kerrostalot lämpenevät maalämmöllä. Saatavissa: <http://verkkonummi.fi/kirkkonummi/kaavoitus/2301-harjun-kerrostalot-lampenevat-maalammolla.html>. Hakupäivä: 5.2.2014.
28. ST1. Maalämpö Lohja, As Oy:t Routionmäki & Routionvuori. Saatavissa: <http://st1maalampo.fi/referenssi/oyt-routionmaki-routionvuori/>. Hakupäivä: 15.3.2014.
29. Huuhtanen, Tero 2012. Poistoilmalämpöpumppujen ja aurinkokeräinten kannattavuusvertailu kerrostalokiinteistössä. Insinööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu, talotekniikan koulutusohjelma. Saatavissa: <http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/40443/Poistoilmalampopumppujen%20ja%20aurinkokerainten%20kannattavuusvertailu%20kerrostalokiinteistossa.pdf?sequence=1>. Hakupäivä: 12.4.2014.
30. Senera. Kerrostalo Espoossa täydensi kaukolämpöä poistoilman lämmön talteenotolla. Saatavissa: [http://www.senera.fi/Rivi\\_ ja\\_ kerrostalot/Maalampo\\_referenssit/Maalampo\\_R\\_eferenssit\\_Kerrostalot/](http://www.senera.fi/Rivi_ ja_ kerrostalot/Maalampo_referenssit/Maalampo_R_eferenssit_Kerrostalot/). Hakupäivä: 17.12.2013.
31. Enermix. As Oy Vuorikilpi. Saatavissa: <http://enermix.fi/asennuskohteitamme/kerrostalot/as-oy-vuorikilpi>. Hakupäivä: 14.12.2014.
32. Kimmo Aho – Jenni Matilainen – Martti Hekkanen. 2009. Energiakorjausten pitkäaikaistoimivuus asuinkerrostaloissa. Saatavissa: [http://www.tut.fi/ee/Materiaali/Epat/Oulun\\_raportti\\_Kerrostalon\\_energiakorjaus.pdf](http://www.tut.fi/ee/Materiaali/Epat/Oulun_raportti_Kerrostalon_energiakorjaus.pdf). Hakupäivä: 09.04.2014.

