



ENERGIATEHOKKUUDEN PARAN- TAMINEN KORJAUSHANKKEILLA

Anu Männistö

Opinnäytetyö
Marraskuu 2014

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

MÄNNISTÖ, ANU:

Energiatehokkuuden parantaminen korjaushankkeilla

Opinnäytetyö 85 sivua, joista liitteitä 17 sivua
Marraskuu 2014

Rakentaminen ja rakennukset aiheuttavat kolmanneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Olemassa olevien rakennusten ympäristövaikutukset riippuvat pitkälti rakennuksen energian- ja veden kulutuksesta. Korjausrakentamisessa rakennuksen energiatehokkuuden parantamista ohjataan maankäyttö- ja rakennuslaissa ja sen nojalla annetuissa ympäristöministeriön asetuksissa.

Merkittävä osa Suomen rakennuskannasta on asunto-osakeyhtiömuotoisia kerros- tai rivitaloyhtiöitä. Asunto-osakeyhtiöissä energiatehokkuutta parantavista korjaustoimenpiteistä päätettäessä annetaan monesti isompi painoarvo ostoenergiankulutuksen pienene-
misen mukanaan tuomille ylläpitokustannusten säästöille kuin ympäristövaikutuksille.

Tässä tutkintotyössä tarkasteltiin Isännöinti Ilkka Saarinen Oy:n isännöimien asuinkiinteistöjen 2000-luvulla toteutettuja korjaushankkeita tai toimenpiteitä, joilla on vaikutusta kiinteistön ostoenergiakulutukseen. Tutkimuksen tuloksena koottiin tietoa 135:n Pirkanmaalla sijaitsevan asunto-osakeyhtiön 408 korjaustoimenpiteen todellisista ostoenergiankulutuksen säästöistä.

Tutkitut korjaushankkeet jaoteltiin sen mukaan, kohdistuvatko ne rakenteisiin vai taloteknisiin järjestelmiin. Omana kokonaisuutenaan käsiteltiin korjaustoimenpiteitä, joissa hyödynnetään ilmaisenergioita. Toteutuneita ostoenergiankulutuksen säästöjä verrattiin kirjallisuudesta saatuihin säästöarvoihin.

Rakenteisiin kohdistuneista korjaustoimenpiteistä eniten lämmitysenergiankulutus pieneni julkisivujen tai yläpohjien lisälämmöneristyksillä. Taloteknisiin järjestelmiin kohdistuneista korjaustoimenpiteistä suurin kiinteistösähköenergian säästö saavutettiin ilmanvaihtojärjestelmän peruskunnostuksilla. Lämmitysenergiankulutusta vähennettiin eniten vesikalusteidensäätösuuttimien asennuksella ja vedenkulutuksen suurimmat säästöt saavutettiin nykylainsäädännön mukaisilla putkistosaneerauksilla. Ilmaisenergioiden hyödyntämisestä oli saatavilla tutkimusaineistoa vain maalämmön osalta.

Asiasanat: energiatehokkuus, ostoenergiankulutus, korjausrakentaminen

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction Engineering
Master's degree

MÄNNISTÖ, ANU:
Improving energy efficiency in renovation

Bachelor's thesis 85 pages, appendices 17 pages
November 2014

Construction and buildings account for one third of Finland's greenhouse gas emissions. Existing buildings, the environmental impact will depend largely on the building energy and water consumption. Improving the energy efficiency of the building is controlled by the Land Use and Building Act, and pursuant to a Ministry of the Environment regulations.

A significant part of the Finnish building consists of housing companies. Housing companies, energy efficiency improvement measures in determining the correction is given in many cases bigger weight savings in maintenance costs and environmental impacts.

In this diploma thesis was examined Isännöinti Ilkka Saarinen Oy hosted by residential real estate in the 2000s, carried out renovation projects or measures having an impact on property buying energy consumption. Result of the study were about 135 in the Pirkanmaa region in the housing companies 408 of the corrective measures taken with the actual consumption of purchased energy savings.

Investigated renovation projects are classified based on either focused on structures or building services. Treated as a separate entity remedies that take advantage of free energy. Actual consumption of purchased energy savings compared with the literature values of savings.

Structures against the remedies most heating energy consumption decreased by additional insulation of facades or roofs. Technical building systems against remedies largest real estate electric energy savings achieved by the ventilation system reform. Heating energy consumption was reduced the most plumbing fittings repair and water consumption, the largest savings were achieved plumbing systems. Free energy exploitation of the available survey data only with regard to geothermal energy.

Key words: energy efficiency, energy consumption of the purchase, renovation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	TAVOITTEELLINEN ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN OSANA ASUINRAKENNUKSEN YLLÄPITO.....	8
2.1	Korjausrakentamisen energiatehokkuuden parantamista ohjaava lainsäädäntö	8
2.1.1	Suunnittelun ohjaus energiatehokkuuden parantamisesta korjausrakentamisessa	8
2.1.2	Vaatimukset rakennusosien ja teknistenjärjestelmien energiatehokkuuden parantamisesta.....	9
2.2	Energiatehokkuutta parantavan korjaushankkeen päätöksenteon eteneminen taloyhtiössä.....	10
2.3	Asuinkiinteistön strateginen ylläpito	13
2.4	Suunnitelmallisen kiinteistön ylläpidon ja energiatehokkuutta parantavien korjaushankkeiden päätöksenteon tavanomaiset esteet	15
2.4.1	Luotettavien lähtötietojen puuttuminen	15
2.4.2	Kokonaisuuden tai suunnittelun unohtaminen.....	16
2.4.3	Puutteellinen tiedotus ja tietämättömät asukkaat.....	17
3	OSTOENERGIAN TARPEEN VÄHENTÄMIMINEN KORJAUSTOIMENPITEILLÄ.....	18
3.1	Rakenteellisten korjausten vaikutus ostoenergiankulutukseen.....	18
3.1.1	Parvekelasituksen asentamisen vaikutus ostoenergiankulutukseen	18
3.1.2	Ikkunoiden ja ovien kunnostuksen vaikutus rakennuksen ostoenergiankulutukseen	19
3.1.3	Yläpohjan korjausten vaikutus ostoenergiankulutukseen	20
3.1.4	Ulkoseinien korjausten vaikutus ostoenergiankulutukseen	20
3.2	Ostoenergian käytön vähentäminen taloteknistenjärjestelmien muutosten kautta.....	21
3.2.1	Rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksen vaikutus ostoenergiankulutukseen	21
3.2.2	Hissin kunnostuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen	22
3.2.3	Valaistuksen muutosten vaikutus ostoenergiankulutukseen	22
3.2.4	Autolämmitysjärjestelmän muutosten vaikutukset kiinteistösähkön kulutukseen.....	23
3.2.5	Ilmanvaihtojärjestelmien huolto- ja korjaustoimenpiteiden vaikutukset kiinteistösähkön kulutukseen.....	23
3.2.6	Vesijohtoverkoston paineenalennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen	23
3.2.7	Huoneistokohtaisten vesimittareiden käyttöönoton vaikutus ostoenergiankulutukseen	24

3.2.8	Vesikalusteiden uusimisen ja säästösuuttimien asennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen	25
3.2.9	Lämmitysjärjestelmään kohdistuvien muutosten vaikutus ostoenergiankulutukseen	25
3.2.10	Paine-erokompensointiin perustuvan järjestelmän asennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen.....	26
3.2.11	Lämmitysverkoston veden sähkömagneettiseen käsittelyyn perustuvan järjestelmän asennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen	27
3.2.12	Käyttöveden kiertojohdon lämmöneristämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen	27
3.3	Ostoenergian käytön vähentäminen ilmaisenergioita hyödyntämällä	27
3.3.1	Maalämmön hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen..	27
3.3.2	Lämmöntalteenottolaitteella varustetun koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmä hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen	28
3.3.3	Aurinkokeräinten käyttövedenlämmityksessä hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen.....	29
4	ENERGIANKULUTUSTA VÄHENTÄVIEN KORJAUSTOIMENPITEIDEN TOTEUTUNEET ENERGIANSÄÄSTÖT	30
4.1	Rakenteellisten korjausten vaikutus ostoenergiankulutukseen.....	30
4.1.1	Parvekelasituksen asennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen	31
4.1.2	Ikkunoiden ja ovien kunnostuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen	31
4.1.3	Yläpohjan korjausten vaikutus ostoenergiankulutukseen.....	34
4.1.4	Ulkoseinärakenteen korjausten vaikutus ostoenergiankulutukseen.....	36
4.2	Taloteknisen muutosten vaikutus ostoenergiankulutukseen.....	39
4.2.1	Rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksen vaikutus ostoenergiankulutukseen	39
4.2.2	Hissin kunnostuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen	41
4.2.3	Valaistuksen muutosten vaikutukset kiinteistösähkön kulutukseen.....	42
4.2.4	Autolämmitysjärjestelmän muutosten vaikutukset kiinteistösähkön kulutukseen.....	43
4.2.5	Ilmanvaihtojärjestelmien huolto- ja korjaustoimenpiteiden vaikutukset kiinteistösähkön kulutukseen	44
4.2.6	Vesijohtoverkoston paineenalennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen	46
4.2.7	Huoneistokohtaisten vesimittareiden käyttöönoton vaikutus ostoenergiankulutukseen	47
4.2.8	Vesikalusteiden uusimisen ja säästösuuttimien asennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen	50

4.2.9	Lämmitysjärjestelmään kohdistuvien muutosten vaikutus ostoenergiankulutukseen	55
4.2.10	Paine-erokompensointiin perustuvan järjestelmän asennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen.....	59
4.2.11	Lämmitysverkoston veden sähkömagneettiseen käsittelyyn perustuvan järjestelmän asennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen	60
4.2.12	Käyttöveden kiertojohdon lämmöneristämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen	61
4.3	Ilmaisenergioiden hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen....	61
4.3.1	Maalämmön hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen..	62
4.3.2	Lämmöntalteenottolaitteella varustetun poistoilmajärjestelmä hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen	62
4.3.3	Aurinkokeräinten käyttövedenlämmityksessä hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen.....	63
5	TUTKIMUSTULOKSET KOOTTUNA.....	64
	LÄHTEET.....	72
	LIITTEET	74
	Liite 1. Kiinteistöluettelo (luottamuksellinen)	74
	Liite 2. Kuvaaja 4.2.7 Ilmanvaihtokanaviston puhdistuksen, säädön ja laitteiden huollon tuoma keskimääräinen lämmitysenergiesäästö.....	85

1 JOHDANTO

Asuinkiinteistöjen ostoenergiankulutuksen pienentäminen on median toimesta nostettu pinnalle viime aikoina toistuvasti. Syynä tähän on lainsäätäjien tuoma paine, kasvanut kiinnostus ympäristöasioita kohtaan ja alan yrittäjien markkinointistrategiat.

Tutkintotyön tilaajana toimiva Isännöinti Ilkka Saarinen Oy on tamperelainen isännöintitoimisto, jonka noin 200 kiinteistön isännöinnin parissa työskentelee 25 kiinteistöalan ammattilaista. Isännöinti Ilkka Saarinen Oy:n teknisen isännöinnin yksikkö pyrkii tekemään urauurtavaa työtä kiinteistöjen ylläpidon kehittämisessä sen kaikilla osa-alueilla. Tavoitteenaan vastata lainsäädännön vaatimuksiin ja tuottaa laadukasta ja innovatiivista asiantuntijapalvelua läheltä asiakaskuntaa.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tarkastella viimeisen reilun kymmenen vuoden aikana toteutettuja korjaushankkeita ja näiden vaikutuksia ostoenergiankulutukseen. Tutkimuksen aineisto on koottu Isännöinti Ilkka Saarinen Oy:n; opinnäytetyön laadinnan aikaan; isännöimissä asuinkiinteistöistä. Tavoite on löytää tehokkaita keinoja pienentää asuinkiinteistöjen ostoenergiankulutusta oppimalla jo toteutetuista korjaushankkeista.

Tutkintotyö alkaa avaamalla lainsäädännön vaatimuksia, korjaushankkeiden etenemistä ja asunto-osakeyhtiöpohjaisten kiinteistöjen tuomia haasteita päätöksen teossa. Teoriaosuudessa tarkastellaan korjaustoimenpiteiden vaikutuksia kirjallisuuden perustella ja tutkimuksessa perehdytään toteutettujen korjaushankkeiden todellisiin vaikutuksiin ostoenergiankulutuksessa ja keinoja millä energiansäästöt saataisiin optimoitua.

2 TAVOITTEELLINEN ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN OSANA ASUINRAKENNUKSEN YLLÄPITO

Asuinrakennuksen energiatehokas ylläpito tiivistyy seuraavasti: energiatehokkuuden parantaminen korjaushankkeisiin integroituna suunnitelmallisesti, energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden toteuttaminen ja tavoitteellinen sekä tehokas kiinteistön ylläpito. Energiatehokkuuden parantamista suunnitelmallisesti korjaushankkeiden osana ohjaa osaltaan myös lainsäädäntö rakennus- tai toimenpideluvan vaatimissa korjaushankkeissa.

2.1 Korjausrakentamisen energiatehokkuuden parantamista ohjaava lainsäädäntö

Ympäristöministeriön asetus (4/13 1 §) rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus ja muutostöissä toimii yleisohjeena asuinkiinteistöjen rakennus- tai toimenpideluvan vaativassa korjausrakentamisessa. Asetuksen ohjauksen piiristä on vapautettu tiettyin ehdoin asuinrakennuksista suojellut rakennukset ja pienet rakennukset, joiden pinta-ala on alle 50 m². Asetuksen taustalla on Euroopan Unionin direktiivi.

Lainsäädäntö ei edellytä toimenpiteitä vain energiansäästön vuoksi, eli rakennetta jolle ei ole teknisen käyttöään vuoksi tarve tehdä mitään, ei tarvitse parantaa. Kun korjaushanke tulee teknisen käyttöään puitteissa ajankohtaiseksi, on luvanvaraisissa korjaustoimenpiteissä huomioitava energiatehokkuuden parantaminen, mikäli se on teknisesti ja taloudellisesti toteutettavissa järkevästi. Säännöksiä laadinnassa on panostettu rakennusten erityispiirteiden kunnioittamiseen ja joustavuuteen. (Siekkinen, 2014, 8)

2.1.1 Suunnittelun ohjaus energiatehokkuuden parantamisesta korjausrakentamisessa

Asuinrakennuksen luvanvaraisissa korjaus- ja muutostöissä ja käyttötarkoituksen muutoksissa sovelletaan muutoksen energiatehokkuuden laskennassa Ympäristöministeriön asetusta (2/11) rakennuksen energiatehokkuudesta. Kun rakennuksen käyttötarkoitusta ei

muuteta, voidaan energiatehokkuuden laskennassa jättää tekemättä kesäajan huonelämpötilan laskenta, mikäli voidaan muuten osoittaa, etteivät rakennuksen ominaisuudet toimenpiteestä heikkene. (Ympäristöministeriön asetus (4/13), 2 §)

Laskelma asuinrakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta on rakennushankkeeseen ryhtyvän esitettävä lupaan tarvittavan suunnittelun yhteydessä. Energiatehokkuuden parantaminen voidaan esittää joko rakennusosittain, järjestelmittäin tai koko rakennushankkeen laajuudessa. Mikäli asuinrakennuksen asuinolosuhteita parannetaan, saa rakennuksen energiankulutus kasvaa asuinolosuhteiden parantamisesta johtuvalla määrällä, esimerkiksi painovoimaisesta ilmanvaihdosta siirryttäessä koneelliseen poistoilmanvaihtoon. (Ympäristöministeriön asetus (4/13), 2 §)

2.1.2 Vaatimukset rakennusosien ja teknistenjärjestelmien energiatehokkuuden parantamisesta

Rakennusosakohtaisesti on määritelty asuinrakennuksen ulkovaipan lämmönläpäisykerroimet, joihin korjaustoimenpiteellä on päästävä. Vaihtoehtoisesti hyväksytään rakennusosan lämmönläpäisykerroimen puolittaminen, kunhan saavutetaan asetuksen määrittämä maksimi arvo. Kun korjataan vanhoja ikkuna- tai ovirakenteita energiatehokkuuden parantamiseen on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan, samoin kuin alapohjarakenteeseen kohdistuvissa korjaustoimenpiteissä. Rakennusosien liitokset on myös toteutettava tiivistetyksi ja eristyskerrokset on suojattava ilmavirtaukselta, joka vaikuttaa lämmöneristyksen eristyskykyä heikentävästi. (Ympäristöministeriön asetus (4/13), 4, 10 §)

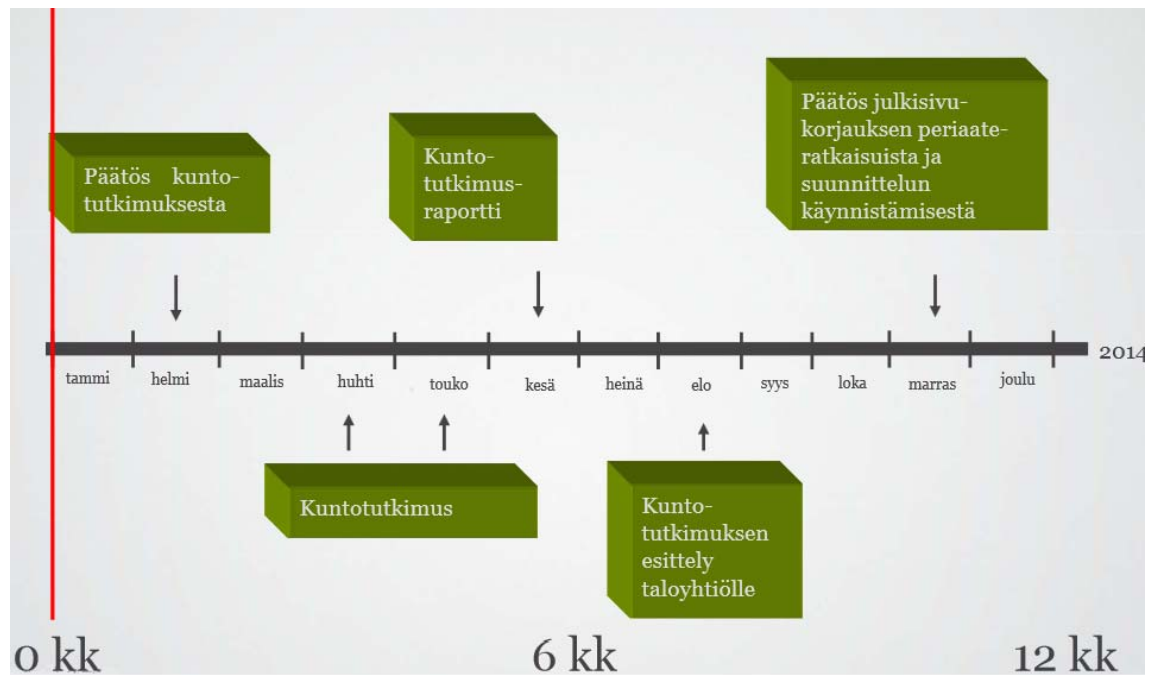
Asuinrakennuksen teknistenjärjestelmien peruskorjausten yhteydessä on noudatettava Ympäristöministeriön asettamia vaatimuksia. Lämmön talteenottojärjestelmän vuosihyötysuhteelle on minimivaatimus 45 %. Koneellisen poisto- ja tuloilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon maksimiarvo on $2,0 \text{ kW} / (\text{m}^3/\text{s})$. Koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon maksimiarvo on $1,0 \text{ kW} / (\text{m}^3/\text{s})$ ja ilmastointijärjestelmän ominaissähkötehon maksimiarvo on $2,5 \text{ kW} / (\text{m}^3/\text{s})$. Lämmitysjärjestelmien korjaustoimenpiteissä hyötysuhdetta parannetaan mahdollisuuksien mukaan ja linjasaneerauksissa sovelletaan uudisrakentamisen vaatimuksia. (Ympäristöministeriön asetus (4/13), 5 §)

Asuinrakennusten ulkovaipan ja teknisten järjestelmien peruskorjauksissa on toimenpiteiden valinnassa varmistettava rakennuksen lämpö-, ääni- ja kosteustekninen toimivuus ja paloteknisen eristävyuden riittävyys. Asuinrakennuksen ulkovaipan lisälämmöneristyksen yhteydessä on pystyttävä todentamaan lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän oikeanlainen ja energiatehokas toiminta ja tehtävä tarvittavien järjestelmien tasapainotus ja säätö. Samoin on toimittava rakenteiden tiiveyden parantamisen, ikkunoiden uusimisen tai ikkunoiden energiatehokkuuden parantamisen yhteydessä. Ilmanvaihtoa parannettaessa on todennettava lämmitysjärjestelmän tarkoituksenmukainen toiminta. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on esitettävä todennus tehdyistä toimenpiteistä loppukatselmuksessa. (Ympäristöministeriön asetus (4/13), 10, 12 §)

2.2 Energiatehokkuutta parantavan korjaushankkeen päätöksenteon eteneminen taloyhtiössä

Korjaushankkeiden eteneminen asuintaloyhtiössä on monivaiheista ja jokainen vaihe vaatii asuintaloyhtiön hallitukselta, isännöitsijältä ja hankkeeseen osallistuvilta asiantuntijoilta huolellista valmistautumista ja tiedotusta, jotta päätökset saadaan läpivietyä. Mikäli kyseisen kiinteistön ylläpidon ohjenuorana on yhtiökokouksessa hyväksytty kiinteistön strategia on päätöksenteko yleensä helpompaa kuin ilman suunnitelmallista kiinteistön ylläpitoa.

Korjaushankkeen tai toimenpiteen laajuudesta ja kustannusvaikutuksista riippuen on mahdollista käyttää kevyempääkin menettelyä hankkeen läpivientiprosessia muodostettaessa kuin seuraavaksi esitetty. Jokaisen hankkeen ja toimenpiteen kohdalla mietitään tapauskohtaisesti mitkä vaiheet voidaan ohittaa. Massiivisen (esimerkiksi julkisivu- tai linjasaneerauksen) korjaushankkeen eteneminen on esitetty seuraavissa kuvissa 2.2.1 - 2.2.3.

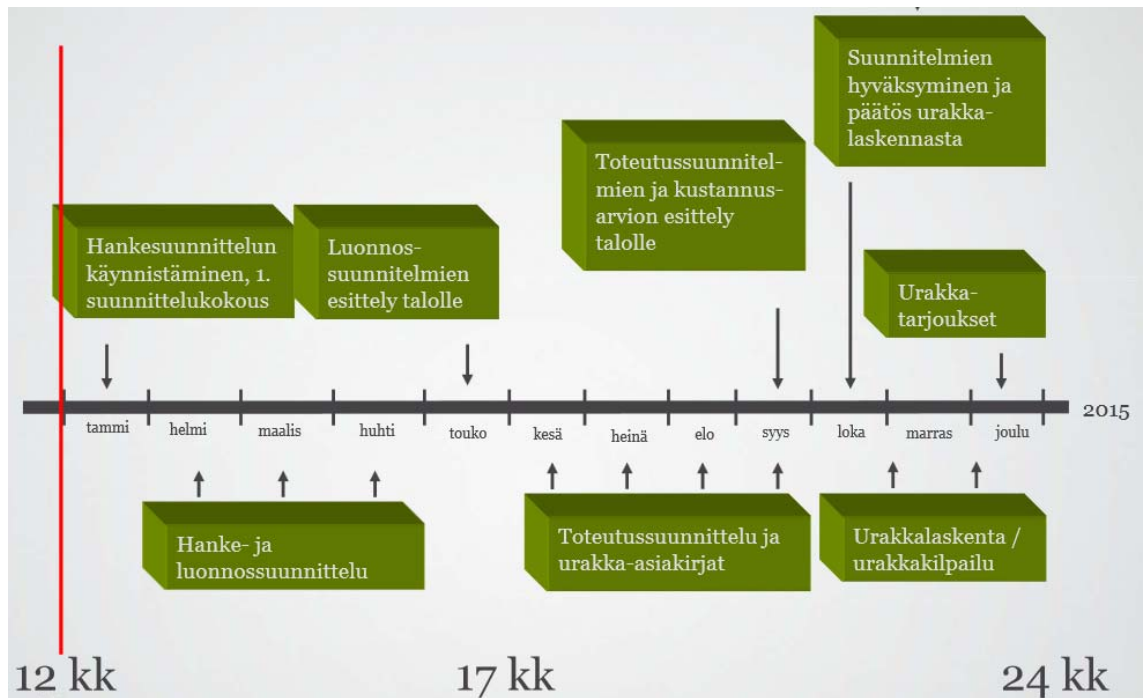


Kuva 2.2.1 Päätöksenteon aika jana (Tarri, 2014, 5)

Taloyhtiön korjaustoimenpiteet perustuvat suunnitelmallisina ja ennakoitavina hallituksen kunnossapitotarveselvitykseen, joka tavanomaisesti perustuu kuntoarvioon tai kevyemmällä menettelyllä toteutettuun asiantuntija-arvioon kiinteistön tulevista korjaustarpeista ja kiinteistön strategiaan. Taloyhtiön kuntoarvio tehdään hyödyntäen aistinvaraista havainnointia ja mittalaitteita, ilman rakenteiden rikkomista useiden eri alojen ammattilaisten yhteistyönä. Haluttaessa saada selville jonkun tietyn rakenteen tai järjestelmän todellinen kunto on tehtävä kuntotutkimus. Kuntotutkimuksen tilaaminen vaatii tavanomaisesti yhtiökokouksen päätöksen. Taloyhtiön hallituksen päätöksellä on voitu kilpailuttaa kuntotutkimus jo ennakkoon ja yhtiökokoukselle viedään esitys hallituksen näkemyksestä kuntotutkimuksen toteuttajasta hintatietoineen. Lainvoimaisen yhtiökokouspäätöksen aikaan saaminen vaatii muun muassa kokouskutsujen asianmukaista toimitusta ja suunnitellun toimenpiteen huolellista valmistelua ja esitystä. Mitä enemmän ennakkotiedotukseen on panostettu, sitä helpommin päätökset saadaan tavallisesti läpivietyä taloyhtiössä, koska osakkaiden näkemykset korjaushankkeiden tarpeellisuudesta voivat vaihdella suuresti. (Almgrén & Rinne, 2013, 17; Hemilä & Saarni, 2002, 74; Myyryläinen, 2012, 48-52 ja 67-68).

Kuntotutkimuksella tarkennetaan rakenteen tai järjestelmän puutteellisia tietoja ja siitä saadaan informaatiota, jonka avulla voidaan suunnitella juuri sopiva ja oikean laajuinen korjaustoimenpide. Hankkeen riittävän laajuuden selvittämisen myötä saadaan tietoa

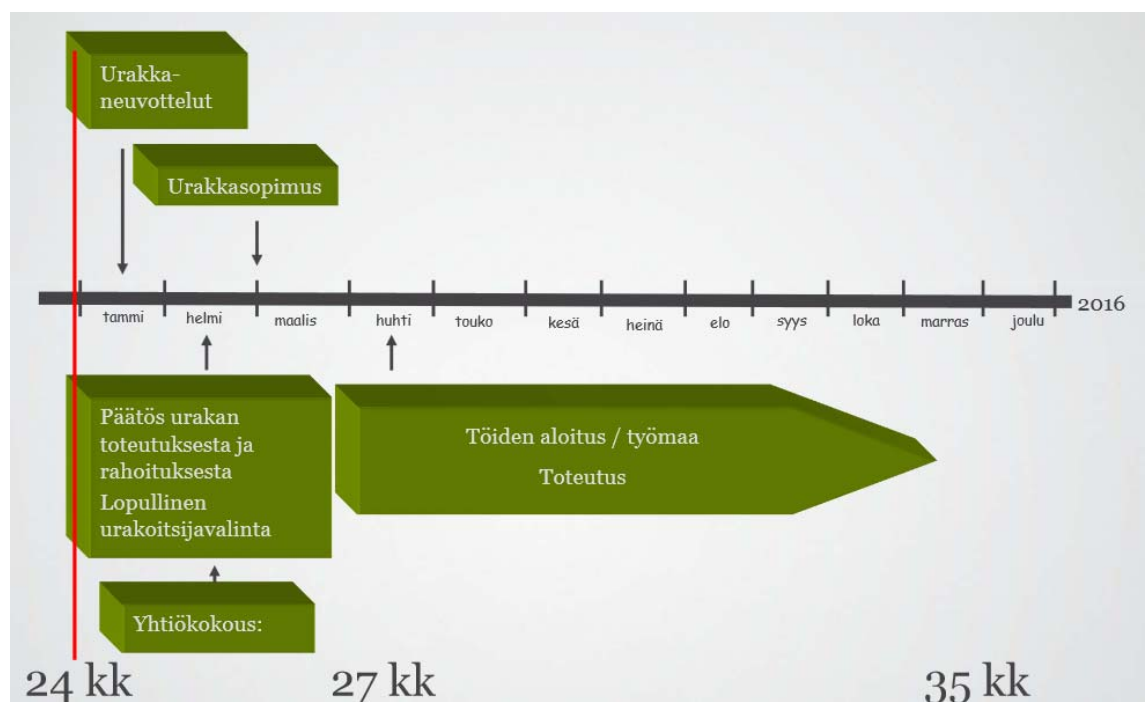
hankkeen kustannuksista ja osataan ajoittaa korjaushanke kiinteistön elinkaareen järkevästi ja taloudellisesti. Kuntotutkimuksen valmistumisen jälkeen tutkimus esitellään taloyhtiölle ja tehdään yhtiökokouksen päätös hankesuunnittelun aloittamisesta. Hankesuunnittelu ollaan voitu hallituksen päätöksellä kilpailuttaa jo aiemmin. (Tarri, 2014, 9-13; Myyryläinen, 2012, 50).



Kuva 2.2.2 Päätöksenteon aika jana (Tarri, 2014, 6)

Hankesuunnittelu edeltää korjaushanketta tai -toimenpidettä aina, jollei ole alun alkaen selvillä mitä ollaan tekemässä. Pienet ylläpitokorjaus tyyppiset korjaukset, joiden vaikutus ei ole laaja-alainen läpi viedään ilman hankesuunnitteluvaihetta. Hankesuunnittelu vaiheessa kartoitetaan hankkeen laajuus, hyödyt ja vaikutukset eri ratkaisuvaihtoehtoissa ja näiden kustannusvaikutukset perustellusti asiantuntijan toimesta. Tällä asetetaan myös strategisia linjauksia rakennuksen ylläpitoon ja linjataan tavoiteltu laatutaso. Lopullisen korjaustavan päättää aina kiinteistön omistaja. Koska taloyhtiössä omistajia on useita ja päättäjien ymmärtämys korjaushankkeista voi vaihdella suuresti, on päätöksenteko valmisteltava perusteellisesti. Hankesuunnittelun jälkeen suunnitelma esitellään taloyhtiölle ja yhtiökokous päättää hallituksen esityksen mukaisesti, minkä vaihtoehdon mukaisesti toteutussuunnittelu aloitetaan. (Myyryläinen, 2012, 68-75; Tarri, 2014, 19-21)

Toteutussuunnittelun tekee tavanomaisesti sama henkilö tai toimisto kuin hankesuunnittelunkin. Toteutussuunnitteluvaiheessa luodaan puitteet korjaushankkeen kilpailuttamiselle laatimalla työselitykset ja asennuspiirustukset urakkalaskentaan, tarjouspyyntöaineisto ja muut tarpeelliset asiakirjat ja dokumentit. Toteutussuunnittelijalta saamallaan tarjouspyyntöaineistolla rakennuttajakonsultti, tai muu tilaajan nimeämä yhteyshenkilö, pyytää tarjoukset valitsemiltaan tai hallituksen sanelemilta toimijoilta, joilla on edellytykset suoriutua urakasta laadukkaasti tilaajan toivomassa aikataulussa. Tarjoajien määrä ja laskenta-aika riippuu hankkeen suunnitellusta toteutusaikataulusta ja laajuudesta. Tarjousten avaamisen jälkeen tehdään tarjousvertailu ja kiinnostavien tarjoajien kanssa pidetään urakkaneuvottelut. Lopullista valintaa esitetään yhtiökokoukselle. (Myyryläinen, 2012, 70-71).



Kuva 2.2.3 Päätöksenteon aika jana (Tarri, 2014,7).

Yhtiökokous tekee lopullisen urakoitsija valinnan ja rahoituspäätöksen, jonka jälkeen laaditaan kirjallisesti tarvittavat sopimusasiakirjat. (Myyryläinen, 2012,75-76)

2.3 Asuinkiinteistön strateginen ylläpito

Tavoitetilanteessa asuinkiinteistön järjestelmien ja rakenteiden nykytilaa ja tulevaa korjaustarvetta tarkastellaan vuosittain ja havaintoja kiinteistön kunnosta kootaan jatkuvasti.

Seuranta aloitetaan heti rakennuksen valmistuttua. Kiinteistön valmistumisen jälkeiset rakennus- ja korjaustoimenpiteistä aiheutuvat kustannukset ovat väistämättömiä koko rakennuksen elinkaaren ajan, mutta suunnitelmallisella ja tavoitteellisella toiminnalla korjaushankkeet eivät tule osakkeenomistajille yllätyksenä. (Virta & Ojajärvi, 2009, 19-23)

Kiinteistön ylläpito koostuu kiinteistönhoidosta ja kiinteistön kunnossapidosta. Kiinteistöhoito on tavanomaisesti toistuvaa; usein päivittäistä; ennaltaehkäisevää toimintaa, jolla pidetään kiinteistön ominaisuuksia vakioidulla tasolla. Kunnossapito taas on uusimalla ja korjaamalla toteutettavaa toimintaa, joka ei aiheuta merkittäviä kiinteistön ominaisuuksien laatutason muutoksia. Kunnossapidollisissa vuosikorjaushankkeissa silti usein parannetaan kiinteistön ominaisuuksia alkuperäiseen nähden käyttämällä nykyaikaisia teknisiä ratkaisuja. (Virta & Ojajärvi, 2009, 19-23)

Strateginen ylläpito perustuu ennakkosuunnitteluun ja tämän edellytyksenä on taloyhtiön hallituksella ja isännöitsijällä olevat tarkat tiedot teknisten järjestelmien ja rakennusosien nykytilanteesta. Kiinteistön nykytilan seuranta toteutetaan esimerkiksi sähköisen huoltokirjan avulla. Ylläpidon rinnalla on aika-ajoin myös toteutettava peruskorjauksia ja -parannuksia, jotta kiinteistö saadaan nykyaikaisia vaatimuksia vastaavaksi. (Virta & Ojajärvi, 2009, 19-23)

Strateginen ylläpito onnistuu vain osakkaiden myötävaikutuksella. Yhteisellä tahtotilalla saadaan päätettyä millä aikajänteellä, millaisella toiminnalla ja asumiskustannuksilla kiinteistöä ylläpidetään, kunnostetaan ja mihin suuntaan kiinteistöä kehitetään. Kun kiinteistön ylläpitostrategia on laadittu riittävän pitkäksi ajaksi, se ohjaa hallituksen ja isännöitsijän toimintaan osakkaiden tahtomaan suuntaan. Strategian tarkistaminen tulee kuitenkin ajankohtaiseksi aina, kun kiinteistön teknisistä ominaisuuksista saadaan uutta merkittävää tietoa tai esimerkiksi lainsäädännön määrittelemät energiatehokkuusvaatimukset ja valtion korjausavustuspoliittika muuttuvat. (Virta & Ojajärvi, 2009, 23-27)

2.4 Suunnitelmallisen kiinteistön ylläpidon ja energiatehokkuutta parantavien korjaushankkeiden päätöksenteon tavanomaiset esteet

Asuinkiinteistöjen ylläpidossa on edelleen vallalla niin sanottu ajopuumalli, jossa kiinteistön rakenteiden ja laitteiden annetaan kulua teknisen käyttöikänsä loppuun ja korjaustoimenpiteet tehdään vasta äärimmäisen pakon edessä. Yleensä tämä toimintamalli johtaa siihen, että korjaushankkeet on toteutettava aiemmin kuin jatkuvalla ylläpidolla hoidettuna olisi ollut tarpeellista. Kun vuosikorjaukset ja kiinteistöhoito laiminlyödään, pienet vauriot johtavat korjaamattomina suurempiin vaurioihin, mikä nostaa korjauskustannuksia. Kiinteistön ylläpitokustannukset myöskin voivat nousta äkillisesti, koska korjaustoimenpiteisiin ei osaamattoman hallinnon toimesta ole varauduttu suunnitelmallisesti. (Virta & Ojajarvi, 2009, 19-23)

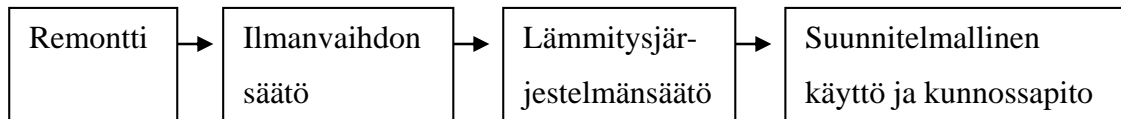
2.4.1 Luotettavien lähtötietojen puuttuminen

Mikäli taloyhtiön teknisestä kunnosta ei ole selkeää kuvaa on vaarana, että korjaushankkeissa ajaututaan joko yli- tai alikorjaamiseen. Rakennusosien ja järjestelmien kuntoa tulisi seurata säännöllisesti kuntotutkimuksilla, jotka ajoitetaan suunnitelmallisen kunnossapitotarveselvityksen avulla. Jollei kuntotutkimusta ole tehty, on mahdollista ajautua tilanteeseen, että korjataan pelkkiä oireita ja vaurion syy jää selvittämättä. Tämän seurauksena vaurio todennäköisesti uusiutuu. Liian kevyenä tai kohteeseen soveltumattomalla tavalla toteutetulla korjauksella ei päästä tavoiteltuun korjauksen kestoikään. (Pylsy, www.rakennuslehti.fi, 13.9.2012; Tarri, 2014, 9)

Myös kiinteistön säännöllinen kulutusseuranta ja kulutusseurannan tulosten analysointi toimii apuna korjaushankkeiden suunnitellun ajoittamisessa. Mikäli tiedot ovat puutteellisia, eikä niitä tarkastella kuin vuosikulutusten tasolla, on kulutusseurannan muutoksien syihin vaikeampi puuttua. Asian pikainen käsittely pelkästään yhtiökokouksessa ei tavoita lisäksi niitä asukkaita, jotka eivät ole osakkeenomistajia. (Pylsy, www.rakennuslehti.fi, 13.9.2012; Goodchild, 2013, 8)

2.4.2 Kokonaisuuden tai suunnittelun unohtaminen

Rakennusta tulee tarkastella kokonaisuutena energiatehokkuutta parantavia korjaustoimenpiteitä ja -korjaushankkeita suunniteltaessa. Muutettaessa rakennuksen yhtä ominaisuutta, on sillä yleensä vaikutusta myös muihin järjestelmiin. Tällöin on toteutettava tarvittavat lisätoimenpiteet, jotta optimaaliseen lopputulokseen päästäisiin. Kuvassa 2.2.2 esitetään toimenpiteet, jotka ikkunoiden uusimisen jälkeen on tehtävä. Jollei ikkunaremontin jälkeen tehdä lämmitysjärjestelmän säätöä, ikkunoiden uusimisesta saatava energiansäästö voi hävitä asuntojen nousseiden huonelämpötilojen myötä. (Lappalainen, 2010, 130; Hemilä & Saarni, 2002, 59-60).



Kuva 2.4.2 Ikkunaremontin vaiheiden oikea suoritusjärjestys. (Hemilä & Saarni, 2002, 59).

Kokemukseni mukaan energiatehokkuutta parantavien lvi-järjestelmään liitettävien laitteiden myyjät ovat usein hyökkäviä. Myyjät saattavat painostaa rakennusalan tuntemusta vailla olevia hallituksen jäseniä harhaanjohtavalla ja puutteellisella informaatiolla hätäisiin ratkaisuihin. Eli heidät neuvotaan tilaamaan laitteitaan ilman, että kartoitetaan käyttökokemuksia muista kiinteistöistä tai kysytään konsultaatioapua lvi-suunnittelijalta. Jopa kiinteistöjen lämmitysjärjestelmien muuttamista maalämpöä hyödyntäväksi markkinoidaan toteutettavaksi ilman lvi-suunnittelijaa.

Energiansäästön tavoittelu ei saa myöskään mennä asunnon oleskelumukavuuden, tilaratkaisujen toimivuuden eikä rakennuksen arkkitehtonisen tai kulttuurihistoriallisen arvojen ohi, mikäli kyseessä on kokonaisuuden kannalta vähäinen säästö. Kaikki energiansäästöratkaisut eivät sovellu kaikkiin kiinteistöihin. (Lappalainen, 2010, 130)

2.4.3 Puutteellinen tiedotus ja tietämättömät asukkaat

Korjaushanketta valmisteltaessa on osakkaiden tiedottaminen ensiarvoisen tärkeää. Mitä enemmän osukkaat ymmärtävät ehdotetun korjaushankkeen syiden taustasta, sen helpompi on perustella hankkeen toteutuksen oikea-aikaisuutta ja tarpeellisuutta. Mitä tietoisempi isännöitsijä ja hallitus ovat suunnitellun korjaushankkeen energiankulutuksen säästöistä, sitä ammattimaisemmin he pystyvät kohtaamaan yhtiökokouksen mahdollisesti epäluuloisesti hankkeeseen suhtautuvat osukkaat. (Pörsti, 2013, 15-17)

Asukkaiden kulutustottumuksiin ja toimintatapoihin, kuten tuuletukseen tai vesikalusteiden kunnan omatoimiseen seuraamiseen ja vedenkäyttötottumuksiin, on mahdollista vaikuttaa myös neuvonnalla, tiedotuksella ja kannustamalla asukkaita omatoimisuuteen. Kun asukkaita on ohjeistettu vesikalusteiden vikaantumisen ja huonelämpötilojen seuraamiseen, löydetään korjausta kaipaavat vesikalusteet ja väärin esisäädetyt patteriventtiilit kustannustehokkaasti. (Pörsti, 2013, 24)

Energiatehokkuutta parantavia korjaushankkeita ei useinkaan kannata alkaa läpi viemään koko hankkeen takaisinmaksuajan nimissä, sillä takaisinmaksuajat venyvät tällöin todella pitkiksi. Kun takaisinmaksuaika lasketaan vain sille hankkeen kustannusosuudelle, jolla haetaan lainsäädännön nykyistä vaatimustasoa parempaa lopputulosta, on hanke helpompi perustella osakkaille. Esimerkiksi ikkunoiden lämmönläpäisykertoimen parantaminen lainsäädännön maksimivaatimuksen mukaisesta hieman paremmaksi, kun ikkunoiden uusiminen on jo ikkunoiden rakennusteknisen käyttöiän loppuun kulumisen vuoksi tarpeen. Energiatehokkuutta parantavia hankkeita tulisi myös tarkastella kokonaisvaltaisemmin kuin pelkän energiasäästön kannalta ja hankkeissa olisi otettava asuimisterveys ja -viihtyvyys myös rinnakkaisiksi arvoiksi. (Tuovinen, 2013, 28-29; Pylsy, www.rakennuslehti.fi, 13.9.2012)

3 OSTOENERGIAN TARPEEN VÄHENTÄMIMINEN KORJAUSTOIMENPITEILLÄ

3.1 Rakenteellisten korjausten vaikutus ostoenergiankulutukseen

Rakenteellisiin muutoksiin energiatehokkuutta parannettaessa on taustalla tavanomaisesti tilanne, jossa jonkin rakennuksen osan tekninen käyttöikä on lähestymässä loppuaan. Tällöin korjataan uusimalla tai korvaamalla kyseinen rakennusosa tai jatketaan korjaustoimenpiteellä rakennuksen teknistä käyttöikää. Mahdollisesti syynä voi olla myös huoneistojen käyttömukavuuden tai käytettävyyden lisääminen korjaustoimenpiteen kautta. Rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen toteutuu korjaushankkeen sivutuotteena tai tietoisesti samassa yhteydessä asiaan panostaen. Ympäristöministeriön asetus (4/13) ohjaa rakennus- tai toimenpideluvan vaativien hankkeiden osalta rakennusosien korjaustoimenpiteitä.

Rakenteellisella muutoksella tai korjauksella parannetaan rakenteen lämmönläpäisykerrointa, jolloin voidaan arvioida karkealla tasolla rakenteellisten muutosten vaikutusta lämmitysenergian tarpeeseen kaavalla (3.1). (Hemilä & Saarni, 2000, 61)

$$Q = S_{20} * 24 * U, \quad (3.1)$$

missä

Q = energiankulutus (Wh/m^2)

S_{20} = paikkakunnan lämmitystarveluku (Kd)

24 = suhdeluku, jolla astepäivät muutetaan astetunneiksi

U = rakennuksen lämmönläpäisykerroin ($\text{W/m}^2\text{K}$)

3.1.1 Parvekelasituksen asentamisen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Asuinkiinteistön parvekkeiden lasitus voidaan toteuttaa erillisenä hankkeena tai julkisivusaneerauksen yhteydessä. Toisinaan parvekelasituksia tehdään myös osakkaiden aloitteesta yksittäisille parvekkeille. Parvekelasituksen tuomia hyötyjä ostoenergiankulutuk-

sen vähentymisen lisäksi ovat parvekkeen huolto- ja korjaustoimenpiteiden vähentyminen ja asuinviihtyvyyden ja parvekkeen kalustettavuuden ja käytettävyyden parantuminen. (Hilliaho & Lahdensivu, 2012, 61)

Parvekelasituksen myötä parvekkeesta tulee, ulko- ja sisätilan väliin, tuulelta suojattu ulkoilmaa 2-8 °C lämpimämpi puskurivyöhyke, joka tasaa ulkoilman olosuhteita. Lasitettu parveke varastoi passiivisesti aurinkosäteilyä ja kerää talteen rakennuksen lämpöhäviöitä. (Hilliaho & Lahdensivu, 2012, 62)

Parvekelasituksella voidaan saavuttaa n. 3-11 % säästöt kiinteistön lämmitysenergian kulutuksesta. Parhaisiin säästöihin päästään kohteissa, joiden korvausilmaa otetaan esilämmitetystä parveketilasta, esim. ikkunoiden rakoventtiilien kautta. Myös parvekkeiden tyyppi ja suuntaus vaikuttaa lämmitysenergian säästön määrään. Sisäänvedetyt parvekkeet ovat rakennuksen seinäpinnasta ulos tulevia parvekkeita energiaa säästävämpiä ja ilmansuunnista etelään suunnatut parvekkeet säästävät eniten energiaa muihin ilmansuuntiin suunnattuihin verrattuna. (Hilliaho & Lahdensivu, 2012, 62-64)

3.1.2 Ikkunoiden ja ovien kunnostuksen vaikutus rakennuksen ostoenergiankulutukseen

Ikkunoihin ja oviin kohdistuvat korjaustoimenpiteet voivat tulla kysymykseen erillisinä hankkeina tai laajemman julkisivuremontin yhteydessä. Olemassa olevien ikkunoiden ja ovien tekninen kunto ja korjauskelpoisuus vaikuttaa korjaustavan valintaan. Ikkunoihin kohdistuvista korjaustoimenpiteistä tehokkaimmin ostoenergiankulutusta pienentää ikkunoiden uusiminen ja lisälasin asentaminen. Ikkunoiden ja ovien tiivistämisellä ja ikkunoihin sälekaihtimien asentamisella on myös ostoenergiankulutusta pienentävä vaikutus. Ikkunoiden kautta poistuva osuus rakennuksen lämmitysenergiasta on n. 15-25 %, kiinteistön rakentamisajankohdalla ei ole merkittävää vaikutusta ikkunoiden vaatiman tehontarpeen suhteeseen. (Hemilä & Saarni, 2000, 61)

Virran ja Pylsyn mukaan (2011, 80) ikkunoiden uusimisen vaikutus lämmitysenergian kulutukseen on suuruudeltaan noin 7-10 %, riippuen tietenkin lähtötilanteesta ja uusien ikkunoiden lämmönläpäisykertoimesta. Pelkkä lämmönläpäisykertoimen muutoksen tarkastelu ei välttämättä anna oikeaa kuvaan ikkunoiden ja ovien uusimisen vaikutuksesta,

koska ikkuna- tai ovirakenteen ja ulkoseinän liitos on voinut olla epätiivis ja vanhojen ikkunoiden ja ovien tiivistykset puutteellisia. Lisäksi riittämätön korvausilman saanti on voinut johtaa liialliseen tuuletustarpeeseen, joka poistuu uusien ikkunoiden korvausilma-
ratkaisun myötä. (Hemilä & Saarni, 2000, 63)

3.1.3 Yläpohjan korjausten vaikutus ostoenergiankulutukseen

Yläpohjan lisälämmöneristys voidaan toteuttaa erillisenä korjaustoimenpiteenä (osassa yläpohjarakenteista), vesikattotyypin muuttamisen tai vesikattorakenteiden uusimisen yhteydessä. Yläpohjan lisälämmöneristyksen toteuttamisvaihtoehdot riippuvat merkittävästi kiinteistön yläpohjarakenteesta. Helpoimmin yläpohjan lisälämmöneristys on toteutettavissa rakennuksissa, joissa on tuuletettu yläpohjarakenne. Tällöin on kuitenkin aina varmistettava, että tuuletustila on riittävä eristepaksuuden kasvattamisen jälkeenkin. (Virta & Pylsy, 2011, 83; Myyryläinen, 2012, 63)

Yläpohjan lisälämmöneristyksen merkitys ostoenergiankulutuksen määrään riippuu rakennustyyppistä, energiaa säästyy enemmän, mitä isompi osuus lämpöhäviöistä kulkeutuu yläpohjankautta pois. Yläpohjan lisälämmöneristyksen vaikutus on noin 5-12 % lämmitysenergiankulutuksesta. Lämmitysenergian kulutuksen määrään vaikuttaa lämmönläpäisykertoimen muutoksen suuruus lähtötilanteesta lopputulokseen ja rakennustyyppi. (Virta & Pylsy, 2011, 84; Lappalainen, 2010, 133)

3.1.4 Ulkoseinien korjausten vaikutus ostoenergiankulutukseen

Ulkoseinien lisälämmöneristämisen taustalla on yleensä julkisivurakenteen pintakerroksen teknisen käyttöiän jatkaminen. Julkisivun jo muutenkin tarvitessa keskiraskasta (olemassa olevan rakenteen päällystäminen levyttämällä) tai raskasta (pintarakenteiden purku ja uusiminen) korjausta ja parannetaan samalla ulkoseinien lämmöneristyskykyä lämmöneristettä lisäämällä. Kevyissä julkisivun korjausratkaisuissa energiankulutuksen vähentämiselle ei juuri ole mahdollisuuksia kuin rakenteiden saumakohtien tiivistämisen kautta. (Virta & Pylsy, 2011, 70-72)

Lisälämmöneristyksellä saatava ostoenergian tarpeen vähenemisen määrä on paljolti kiinni olemassa olevan rakenteen lämmönläpäisykertoimesta. Lähtötilanteen ja lopputuloksen lämmönläpäisykertoimien ja rakennustyyppien vaihteluista johtuen ulkoseinien lisälämmöneristyksellä saavutettava energiansäästö vaihtelee noin 3-20 % energiankulutuksesta. (Virta & Pylsy, 2011, 73-74; Erat, Erkkilä, Nyman, Peippo, Peltola & Suokivi, 2008, 67)

3.2 Ostoenergian käytön vähentäminen taloteknistenjärjestelmien muutosten kautta

Taloteknisten järjestelmien muutosten kautta syntyvä ostoenergiesäästö voi kohdistua yksittäisen laitteen tai järjestelmän uusimis- tai huoltotoimenpiteisiin tai olla osana massiivisempaa taloteknisten järjestelmien uusimishanketta. Lainsäädäntö ohjeistaa toteutusta rakennus- tai muutostyöluvan vaativissa hankkeissa, kuten esimerkiksi putkistosaneerauksen ollessa kyseessä. (Ympäristöministeriön asetus 4/2013, §5, 6)

Taloteknisten järjestelmien muutosten kautta syntyvä ostoenergian säästön määrä on myös voimakkaasti sidoksissa asukkaiden käyttötottumuksiin. Ohjeistaminen ja asennekasvatus on helppo ja halpa tapa säästää energiaa, mutta tämä on kestoaltaan valitettavan lyhytvaikutteinen. (Jaakkola, Lindstedt, Junnonen, 2010, 37-41)

3.2.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Melkein kaikkien taloteknisten järjestelmien energiansäästön osatekijänä on rakennusautomaatio ja jonkin asteista rakennusautomaatiota löytyy jokaisesta asuinkiinteistöstä. Rakennusautomaatiolaitteiden uusiminen tai automaation käytön tehostaminen tuo ostoenergian säästöä montaa eri kautta. Lähtökohtaisesti laitteiston tulee olla säädetty oikein ja sitä käytetään oikein. Ohjattaessa rakennusautomaation lämmitysjärjestelmän keskusäästöä yhdessä tasapainotetun verkoston kanssa saadaan energiansäästöä lämmitykseen käytettävästä energiasta. Pelkästä lämmityksen säätöjärjestelmien uusimisesta muodostuva energiansäästö on noin viiden prosentin luokkaa. (Lappalainen, 2010, 133-137)

Rakennusautomaation uusimisen ja tehostamisen kautta voidaan säästää myös esimerkiksi ilmastoinnin ja valaistuksen käyttämästä sähköenergiasta. Rakennusautomaatiolla oikein määritelty ja ohjattu asuinkerrostalon ilmastoinnin tehostajan oikea rytmitys tuo energiansäästöä ilmanvaihtokoneiden sähköenergian käytöstä. Myös porrashuoneen ja ulkovalaisimien ohjaus rakennusautomaation kautta yhdistettynä energiaa säästäviin lampuihin tuo säästöä valaistukseen käytetystä sähköstä. (Lappalainen, 2010, 137-138)

3.2.2 Hissin kunnostuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Hissien perusparannushankkeisiin ryhtymisen taustalla on yleensä hissien käyttöään loppumisen lähestyminen, joka ilmenee esimerkiksi tihentyneenä korjaustarpeena tai hissien kuntoarvion perusteella. Kun vanha hissi korvataan kokonaan uudella, voidaan säästää aiempaan hissien energiankäyttöön verrattuna energiankulutuksessa jopa 50-70 %. Vanhojen hissien energiankulutuksesta merkittävä osa, jopa 40 % on kulunut valaistukseen. Uusissa hisseissä on automaattinen korivalon sammutusjärjestelmä, joka sammuttaa valot aina, kun hissi ei ole käytössä. Valitsemalla uuden hissien valaistukseen led-valaisimet voidaan päästä vielä hieman suurempaan energiasäästöön valaistuksen osalta, lisäksi led-polttimoiden vaihtoväli on merkittävästi pidempi perinteisiä polttimoita. (Virta & Pyly, 2011, 131)

3.2.3 Valaistuksen muutosten vaikutus ostoenergiankulutukseen

Valaistuksen muutokset voivat asuinkiinteistöissä kohdistua ulkovalaisimien lisäksi porrashuoneiden tai muiden yleisten tilojen valaisimiin kiinteistön tyypistä riippuen. Valaistuksen muutokset, joilla tavoitellaan energiansäästöä, ovat yksinkertaisimmillaan lampputyyppien vaihdoksia hehkulamputa energiaa säästävempiin malleihin. Kohteesta riippuen lampputyyppien vaihdoksella saavutettava energiansäästö vaihtelee 40-75 % entiseen valaisimen kuluttamaan energiamäärään nähden. Lisäämällä edelliseen liiketunnistinohjaus, joka lyhentää valaisimen päälläoloaikaa, voidaan valaisimen energiankulutusta pudottaa lisää entiseen valaisin- ja ohjausratkaisuun verrattuna. (www.lighting.philips.fi, luettu 31.7.2014; Tuovinen, 2014, 40)

3.2.4 Autolämmitysjärjestelmän muutosten vaikutukset kiinteistösähkön kulutukseen

Autolämmitysjärjestelmän uusiminen pistorasiakohtaisen kello-ohjauksen taakse säästää jo merkittävästi energiaa verrattuna yhteisiin lämmitysaikoihin, lisäksi se tuo edellytyksiä käyttäjien vaihtelevien autonlämmitystarpeiden täyttämiseen. Mikäli pistorasiakohtaiseen lämmityksen ohjausjärjestelmään lisätään hieman enemmän älykkyyttä, mahdollistetaan auton suunnitellun lähtöajan perusteella lämmitys kulloistenkin ulkolämpötilaolosuhteiden mukaisesti. Lisäksi mahdollistuu autolämmityksen aikataulun säätäminen etäyhteydellä ja kunkin käyttäjän autolämmitykseen käyttämä sähköenergia voidaan laskea suoraa todellisen kulutuksen mukaan. (Lappalainen, 2010, 138; Ivaine, 2013, 9-13).

3.2.5 Ilmanvaihtojärjestelmien huolto- ja korjaustoimenpiteiden vaikutukset kiinteistösähkön kulutukseen

Ilmanvaihtojärjestelmän säätö ja ilmanvaihtolaitteiden huolto soveltuu energiansäästötoimenpiteeksi kiinteistöihin, jossa on vähintään koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus, säätö ja huolto voidaan tehdä erillisenä urakkana tai osana esimerkiksi julkisivu- tai ikkunaremonttia. Ostoenergian säästön lisäksi ilmanvaihtojärjestelmän säädöllä ja laitteiston huollolla saavutetaan hyvin todennäköisesti paremmat sisäilmaolosuhteet, edellyttäen, että riittävä korvausilmansaanti on varmistettu. Poistopuhallin on mahdollista myös vaihtaa malliin, joka hyödyntää vakiopaineohjausta, jolloin poistoilmanvaihdon tehostusajoista voidaan luopua. Ilmanvaihdon säätö ja tasapainotus ja laitteiden huolto vähentää kiinteistösähkön kulutusta 5-15 % ja lämmitysenergian kulutusta 3-10 %. (Virta & Pylsy, 2011, 90-91; Kupila, 2013, 21)

3.2.6 Vesijohtoverkoston paineenalennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Vesijohtoverkoston painetaso on monissa vanhemmissa asuinkiinteistöissä turhan korkea ja tämä vaikuttaa merkittävästi vedenkulutukseen. Energiansäästön lisäksi vesijohtoverkoston painetason alentaminen vähentää myös putkien aiheuttamia ääniongelmia ja sen

myötä parantaa yleistä asumismukavuutta. Paineenalentaminen parantaa myös vedenlaadua ja pidentää putkiston käyttöikää. Painetason alennus toteutetaan joko kiinteistön lämmönjakohuoneeseen asennettavalla vakio paineventtiilillä tai jakotukkijärjestelmällisessä kiinteistössä voidaan asentaa myös huoneistokohtaiset vakio paineventtiilit, jotta jokaiselle huoneistolle saadaan mahdollistettua sama vedenpaine. (Jaakkola ym. 2010, 39-41)

Vakio paineventtiilien asennuksella voidaan alentaa vedenkulutusta 5-25 %. Toimenpiteellä saavutettava energiansäästö määrä riippuu lähtötilanteen painetason ja tavoitetasoeron suuruudesta ja kiinteistössä käytettävän lämpimän käyttöveden määrästä. Tavanomaisesti käyttöveden osuuden voidaan olettaa asuinalossa olevan noin 40 % kaikesta käytetystä vedestä, jollei lämpimälle käyttövedelle ole erillistä mittausta. (Jaakkola ym. 2010, 39-41)

3.2.7 Huoneistokohtaisten vesimittareiden käyttöönoton vaikutus ostoennergiakulutukseen

Lainsäädäntö edellyttää nykyisin vesimittareiden asentamista putkistosaneerausten yhteydessä. Ilman putkistosaneeraustakin on mahdollista asentaa vesimittarit, mikäli huoneistojen putkiliitokset sen mahdollistavat ja mittareille löytyy tilaa. Vesimittareiden asennuksen hyötynä on energiansäästö lisäksi kulutusperusteiseen vesilaskutukseen siirtymisen mahdollisuus, joka kohtelee asukkaita tasapuolisesti olettaen, että vesijohtoverkoston painetaso on kaikilla huoneistoilla sama. Huonona puolena vesimittareiden asennuksella on mahdollisesti lämpimän veden viiveajan kasvu, jollei kiertoputkisto ole riittävän lähellä vesikalustetta. (Ympäristöministeriön asetus 4/2013, 5 - 6 §; Jaakkola ym. 2010, 39-40)

Huoneistokohtaisilla vesimittareilla päästään tavanomaisesti 10-30 % vedenkulutuksen pienenemiseen ja tämän vaikutus lämmitysenergian kulutukseen on noin 3-9 %. (Jaakkola ym. 2010, 39-41; Kupila, 2013, 21)

3.2.8 Vesikalusteiden uusimisen ja säästösuuttimien asennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Vanhat vesikalusteet kuluttavat selkeästi enemmän vettä kuin nykyaikaiset vesikalusteet. Ostoenergiankulutuksessa saavutettava säästö muodostuu vedenkulutuksen vähenemisen kautta lämpimän käyttöveden valmistukseen ja kiertoon tarvittavan energiamäärän vähenemisenä. Vesikalusteiden uusiminen keskitetysti on tavanomaisesti mukana putkistosaneerauksissa. Yksittäisiä vesikalusteita uusitaan tavallisesti vesikalusteen vikaantumisen tai pesutila- ja keittiöremonttien yhteydessä, myös pesutilan kuntokartoitusten yhteydessä voidaan havainnoida kiinteistön vesikalusteiden ikäjakaumaa ja uusia tämän perusteella vesikalusteita, jotka ovat muita vanhempia malleja. (Jaakkola ym. 2010, 38-39)

Vesihanoissa yksiotehanat kuluttavat vettä noin 10-25 % vähemmän kuin kaksiotehanat. Vedenkulutusta on mahdollista pienentää entisestään lisäämällä hanoihin säästösuuttimet tai valita eko-napillinen hanamalli. Säästösuuttimien lisäämisen tuoma vedensäästö on noin 10 %. Suihkusekoittimien vedenkulutuksen pienentämiseen ratkaisuna on suihkupäitä, jotka muotoilunsa ansiosta muokkaavat veden virtausnopeutta ja pisarakokoa ja tuovat tätä kautta vedenkulutukseen säästöä jopa 40 % verrattuna entiseen malliin. Wc-istuinten uusiminen vähemmän vettä käyttäviksi säästää vettä 60-75 % vanhaan verrattuna, riippuen uusittavan wc-istuimen ja uuden wc-istuimen kertavedon ottamasta vesimäärästä. (Jaakkola ym. 2010, 38-41)

3.2.9 Lämmitysjärjestelmään kohdistuvien muutosten vaikutus ostoenergiankulutukseen

Patteriventtiilien elinikä on noin 20-25 vuotta, joten niitä uusitaan joko verkoston perussäätämisen yhteydessä omana urakkanaan tai linjasaneerauksen yhteydessä. Verkoston perussäätö on syytä tehdä myös aina, kun kiinteistön lämmöntarve muuttuu energiatehokkuutta parantavien remonttien jälkeen. Menetelmä soveltuu kohteisiin, joissa on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä (Jaakkola ym. 2010, 13, 15)

Patteriverkoston veden lämpötila asetetaan aina kylmimmän huoneiston mukaan ja patteriverkoston perussäädöllä saadaan tasattua lämpötilat kaikissa kiinteistön huoneistoissa optimilämpötilaan. Kun kiinteistön huoneistojen lämpötilaa lasketaan yhdellä asteella,

säästyy lämmitysenergiaa keskimäärin 5 %. Perussäädön onnistumisen edellytyksenä on, että huoneistoissa on toimivat ja asiallisella esisäädöllä varustetut patteriventtiilit. (Jaakkola ym. 2010, 15)

Termostaattinen patteriventtiili havainnoi lämpökuormista kertyvän lämmön huonekohtaisesti, joten termostaattiset patteriventtiilit säästävät energiaa verrattuna vanhempiin venttiilityyppeihin. Termostaattisiin patteriventtiileihin on mahdollista kytkeä myös irtoturrit, jotka voidaan kiinnittää kauemmas patterista, jolloin verhojen tai muiden esteiden sijoittaminen ei vääristä termostaatin aistimia huoneen lämpötilaolosuhteita. (Jaakkola ym. 2010, 13)

Termostaattisten patteriventtiilien asentaminen vähentää kiinteistön lämmitysenergiankulutusta noin 3-15 %, kun patteriverkosto on perussäädetty. Ennen termostaattisten patteriventtiilien asennusta kiinteistön lämmitysverkosto on huuhdeltava puhtaaksi, sillä termostaattisten patteriventtiilien virtausvastus on suurempi kuin tavallisilla venttiileillä. (Jaakkola ym. 2010, 13,15; Lappalainen, 2010, 136-137; Kupila, 2013, 21)

3.2.10 Paine-erokompensointiin perustuvan järjestelmän asennuksen vaikutus osatoenergiankulutukseen

Paine-erokompensointiin perustuvalla järjestelmällä pyritään patteriverkoston veden lämpötilan pitämiseen mahdollisimman alhaalla, järjestelmä pyrkii hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti saatavilla olevista lämpökuormista muodostuvat ilmaisenergiat. Menetelmä soveltuu kohteisiin, joissa on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. (Pitkälä, 2013, 20)

Paine-erokompensointiin perustuvalla järjestelmällä on saavutettu energiansäästöä kohteissa, joissa lämmitysenergian ominaiskulutus on kohtuullisen suuri. Mikäli kiinteistössä on jo tehty energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä tai kiinteistö on jo lähtökohtaisesti energiatehokkaasti rakennettu, säästöä ei todennäköisesti tällä menetelmällä synny. Kohteissa, jolla menetelmällä voidaan olettaa saatavan säästöä, on se vuositasolla noin 4-25 %. (Pitkälä, 2013, 28-34)

3.2.11 Lämmitysverkoston veden sähkömagneettiseen käsittelyyn perustuvan järjestelmän asennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Lämmitysjärjestelmän sähkömagneettiseen vedenkäsittelyyn perustuvan järjestelmän tuoma ostoenergiensäästö muodostuu lämmitysjärjestelmän eri komponenttien muodostuneiden kerrostumien poistumisen kautta. Tällä mahdollistetaan tarkoituksenmukainen ja kokonaisvaltainen lämmitysjärjestelmän toiminta ja verkoston kiertoveden lämpötilaa voidaan laskea. Menetelmä soveltuu kohteisiin, joissa on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. Sähkömagneettiseen vedenkäsittelylaitteiston lisäämisellä voidaan päästä jopa 10-20 % lämmitysenergiensäästöihin. Saavutettavien säästöjen määrä riippuu merkittävästi lähtötilanteesta. (www.bauer-wt.com, Bauer Watertechology, luettu 13.4.2014)

3.2.12 Käyttöveden kiertojohtojen lämmöneristämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Käyttöveden kiertojohtojen lämmöneristäminen toteutetaan yleensä linjasaneerausten yhteydessä. Erillisenä toimenpiteenä käyttöveden kiertojohtojen lämmöneristämistä ei yleensä ole taloudellista toteuttaa kuin näkyvillä olevien kiertovesiputkien osalta, ellei niitä ole jo eristetty. Käyttöveden kiertojohtojen lämmöneristämällä voidaan päästä noin 10 % energiensäästöön. (Lappalainen, 2010, 133, 137)

3.3 Ostoenergian käytön vähentäminen ilmaisenergioita hyödyntämällä

Ilmaisenergioiksi on tässä yhteydessä laskettu auringosta tai maaperästä saatava lämpöenergia ja kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmästä ulos puhallettavasta ilmasta saatava lämpöenergia.

3.3.1 Maalämmön hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Maalämpö on auringosta peräisin olevaa uusiutuvaa energiaa, jonka maankuoreen, kalliion tai vesistöön kesäkaudella varastoitunutta lämpöä voidaan hyödyntää lämpöpumpun avulla ympäri vuoden. Maalämpöjärjestelmää ei yleensä mitoiteta täydelle

lämmitystarpeelle, vaan kovimmilla pakkasilla yleensä turvataan toissijaiseen lämmitysmuotoon, esimerkiksi sähkölämmitykseen. Maalämpöpumppu järjestelmän harkitseminen on ajankohtaista yleensä silloin, kun käytössä oleva lämmityslaitteisto, esimerkiksi öljylämmityslaitteiston uusiminen on tullut ajankohtaiseksi. Maalämpöä on mahdollista käyttää kaikissa vesikiertoisissa lämmitysjärjestelmissä, mutta toimivin kokonaisuus saavutetaan vesikiertoisen lattialämmityksen kanssa, koska lattialämmityksen verkoston veden lämpötila voidaan pitää selkeästi alhaisempana kuin patterilämmityksen. Käyttövedenlämmitykseen järjestelmä tarvitsee varaajan. (www.ekolampo.fi, Suomen Ekolämpö Oy, tulostettu 5.4.2014)

Maalämpöjärjestelmään siirtyminen on luvanvaraista toimintaa, joten ennen hankintapäätöstä on varmistettava kaupungin tai kunnan suostumus asiaan. Maalämpöjärjestelmän hankkimiseen on mahdollista saada energia-avustusta laite- ja materiaalikuluihin, mutta energia-avustusten kohdentuminen vaihtelee vuosittain. Maalämpöjärjestelmällä voidaan saavuttaa noin 33 % ostoenergian säästö, suurissa kiinteistöissä on mahdollista päästä isompiinkin säästöihin. (www.ekolampo.fi, Suomen Ekolämpö Oy, tulostettu 5.4.2014)

3.3.2 Lämmöntalteenottolaitteella varustetun koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmä hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Painovoimaisen tai koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän uusiminen koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihtolaitteistoksi, joka on varustettu lämmöntalteenotolla tulee yleensä ajankohtaiseksi linjasaneerausten tai isojen julkisivuremonttien yhteydessä. Tällöin järjestelmä on suhteessa halvempi toteuttaa, kuin erillisenä toimenpiteenä. Ratkaisuja, miten ilmanvaihtojärjestelmän muutos voidaan toteuttaa on monia. Esimerkiksi LTO-laitteella lämmitetään tuloilmaa tai poistoilmasta talteenotettava lämpöenergia hyödynnetään käyttöveden lämmityksessä. (Pylsy, www.rakennuslehti.fi, 13.9.2012).

Ilmanvaihtoremontilla voidaan asuinkerrostalossa säästää lämmitykseen käytettävästä ostoenergian kulutuksesta jopa 20-40 %, riippuen kiinteistön energiankulutuksesta ja lämmitysjärjestelmän kunnosta. (Pylsy, www.rakennuslehti.fi, 13.9.2012; Virta & Pylsy, 2011, 166-167; Kupila, 2013, 21).

3.3.3 Aurinkokeräinten käyttövedenlämmityksessä hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Aurinkokeräinten hyödyntäminen soveltuu parhaiten kohteisiin, joissa on lämminvesivaraaja, tällöin aurinkokeräinten hankinta voi olla perusteltua myös erillisenä remonttina. Isompien linjasaneeraus- tai julkisivuremonttien yhteydessä voidaan myös selvittää aurinkokeräinten hankkimisen kannattavuutta myös muihin kohteisiin, tällöin toki joudutaan lisäämään käyttöveden lämmitysjärjestelmään lämminvesivaraaja. Aurinkokeräimiä on saatavilla useita eri tyyppisiä ja näiden kyky ottaa talteen auringon tuottamaa lämpöenergiaa vaihtelee laitteistoista ja keräinten sijoittamisesta riippuen. (Erat ym. 2008, 72-83).

Aurinkokeräinten lisäyksellä voidaan päästä n. 33 % säästöön käyttövedenlämmityksessä käytettävästä ostoenergiankulutuksesta. (Nieminen, www.sitra.fi, tulostettu 5.4.2014).

4 ENERGIANKULUTUSTA VÄHENTÄVIEN KORJAUSTOIMENPITEIDEN TOTEUTUNEET ENERGIANSÄÄSTÖT

Tutkimusaineisto koottiin Isännöinti Ilkka Saarinen Oy:n nyt tai korjausajankohtana isännöimien asuinkiinteistöjen toteutuneiden korjaushankkeiden vaikutuksista ostoenergian kulutukseen. Toteutuneet korjaushankkeet on koottu järjestelmällisesti kiinteistöjen kunnossapitotarveselvityksen korjaushistoria osioon. Korjattujen kiinteistöjen energiankulutusta verrattiin ennen ja jälkeen korjaushankkeen toteutuksen. Lämmitysenergian kulutukset on normeerattu vertailtavuuden saavuttamiseksi. Korjaustoimenpiteissä, joissa on mahdollista saavuttaa säästöä sekä sähkö-, että lämmitysenergiassa on tarkasteltu muutoksia molemmissa energialajeissa. Lisäksi korjaustoimenpiteissä, joiden lämmitysenergiansäästö tulee lämmitetyn käyttöveden kulutuksen vähentymisen kautta, on tarkasteltu myös vedenkulutuksen muutoksia.

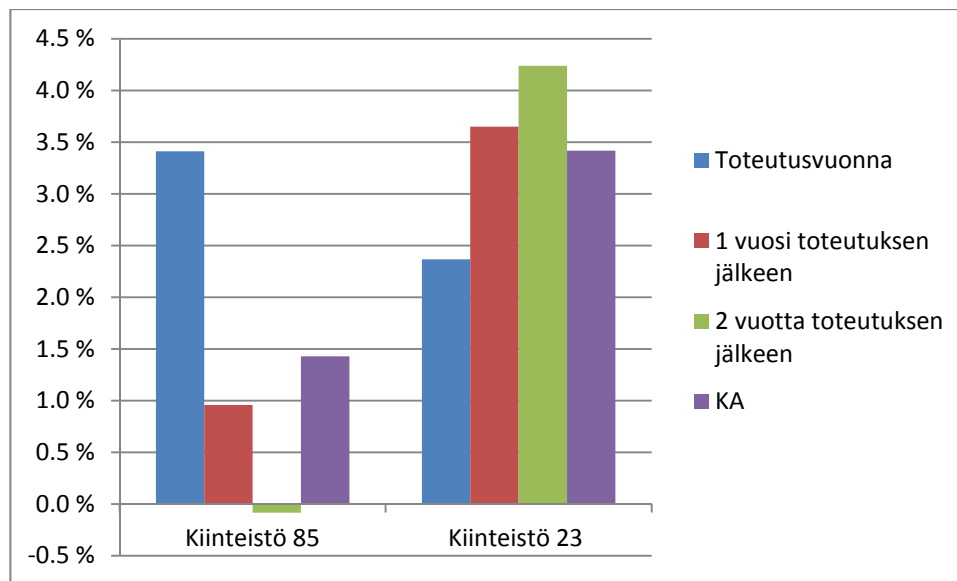
Korjaustoimenpiteiden tarkastelujaksoksi on rajattu 2000-luku. Kulutuksia tarkastellaan vuositasolla verraten tilannetta ennen korjaustoimenpidettä korjaustoimenpiteen toteutusvuoteen ja kahteen seuraavaan vuoteen mikäli mahdollista. Kulutuslukemat on pyritty kokoamaan Ässä-toiminnanohjausjärjestelmästä. Koska historiatietoa ei toiminnanohjausjärjestelmässä ole koottuna aivan 2000-luvun alkuun asti, on varhaisemman vuodet poimittu tasekirjoista tai Ässä-toiminnanohjausjärjestelmää edeltäneestä kulutusseurantaohjelmasta. Tarkasteltava kiinteistökuanta muodostuu 135 asuinkiinteistöä, joihin kohdistuneista 408 korjaushankkeesta on saatu koottua riittävästi kulutustietoja. Kiinteistöjä käsitellään tutkimuksessa tunnistenumeroilla.

4.1 Rakenteellisten korjausten vaikutus ostoenergiankulutukseen

Rakenteisiin kohdistuvien korjaustoimenpiteiden osiossa on tarkasteltu 81 asuinkiinteistön 139 korjaustoimenpiteen vaikutusta ostoenergiankulutukseen. Korjaushankkeet käsitellään samalla jaottelulla kuin kappaleessa 3.1.

4.1.1 Parvekelasituksen asennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Parvekelasitus erillisenä hankkeena on tarkastelujakson aikana toteutettu kahdessa kerrostalokiinteistössä. Kiinteistöjen rakennusvuoden ovat 80-luvun alussa ja hankkeiden toteutusvuosi on molemmissa 2009. Tarkastelujakson aikana ostoenergiankulutus on vähentynyt toisessa kiinteistössä 1,4 % tai toisessa 3,4 % vuositasolle jaettuna. Keskimäärin ostoenergiankulutus pieneni 2,4 % kalenterivuodessa. Kiinteistöjen lämmitysenergian kulutuksen säästö vuosittain on esitetty kuvaajassa 4.1.1.



Kuvaaja 4.1.1 Tarkasteltujen kiinteistöjen lämmitysenergiankulutuksen säästö suhteessa ikkunoiden ja ovien tiivistämistä ja säätöä edeltäneeseen vuoteen

Molemmissa kiinteistöissä parvekkeet ovat ulokeparvekkeita, eikä kummassakaan kiinteistössä ole parvekkeita suunnattu etelään. Toteutunut energiansäästö on molemmissa tapauksissa kirjallisuusarvojen alarajan tuntumassa, mutta kumpikaan kohde ei rakenteellisilta ominaisuuksiltaan vastannutkaan optimaalista tilannetta.

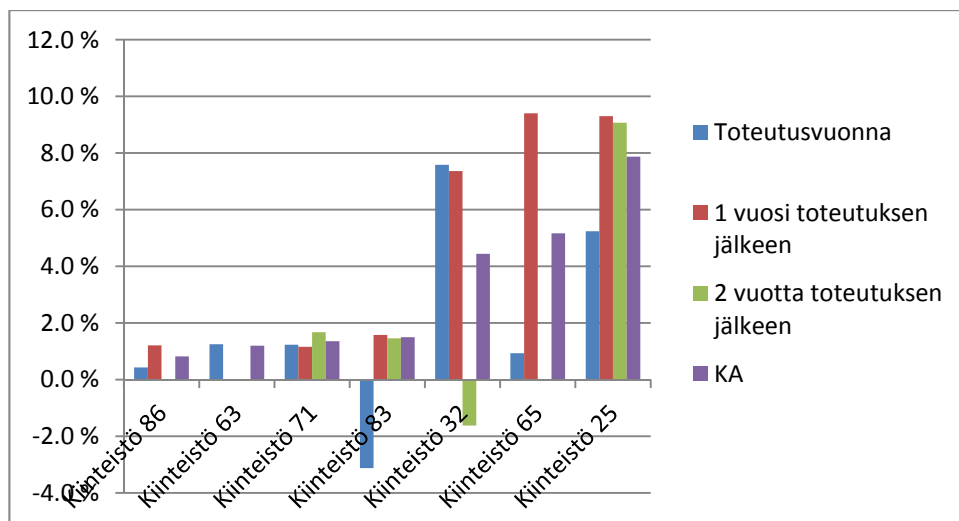
4.1.2 Ikkunoiden ja ovien kunnostuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Tarkasteluajankohtana ikkunoihin ja oviin kohdistuvia kunnostustoimenpiteitä on tehty yhteensä 60. Kunnostustoimenpiteitä on jaoteltu toimenpiteiden laajuuden perusteella neljään kategoriaan. Kategoriat lievimmästä kattavimpaan ovat: ikkunoiden ja ovien tii-

vistys ja säätö, osittainen ovien uusiminen (kerrostalon autotallinovie tai pääovien uusiminen), osittainen ikkunoiden tai ovien uusiminen (esim. rivitalossa toisen puolen ovien uusinta, kerrostalossa yhden sivun ikkunoiden uusinta tai porrashuoneen ovien ja ikkunoiden uusiminen) ja ikkunoiden ja parvekeovien uusinta kauttaaltaan.

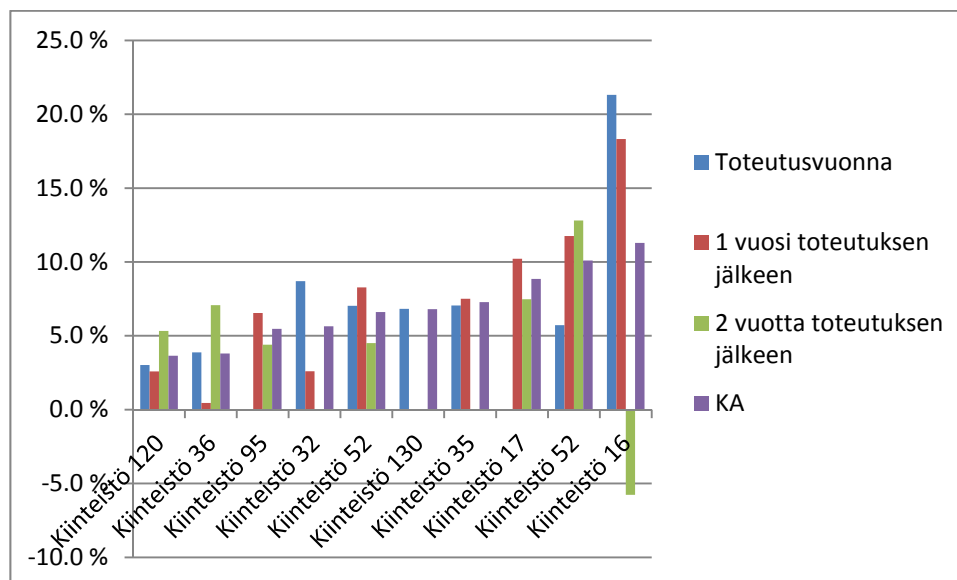
Ikkunoiden ja ovien tiivistys ja säätö on tehty kolmeen kiinteistöön tarkasteltuna ajanjaksona. Kiinteistöistä yksi on rivitaloyhtiö ja kaksi kerrostaloa. Kiinteistöjen rakennusvuodet ovat 50-, 70- ja 90-luvulla. Korjaustoimenpiteet ajoittuvat kaikissa 2010-luvun tietämille. Yhden kiinteistön osalla lämmitysenergiesäästö tarkasteltuna ajanjaksona keskimäärin 3,2 %, kahden muun kiinteistön osalla ei ole havaittavissa korjaustoimenpiteen vähentäneen lämmitysenergiakulutusta. Näissä kiinteistöissä todennäköisesti toimenpiteen jälkeen lämmitysjärjestelmälle ei ole tehty mitään, joten toimenpiteellä on saavutettu lämmitysenergian säästön sijaan vedon tunteen poistamista ja huonelämpötilojen nousumista.

Ovien osittainen uusinta on toteutettu 12:sta asuinkerrostaloyhtiössä tarkastelujakson aikana. Kiinteistöjen rakennusvuodet vaihtelevat 1926-1985 välillä ja hankkeiden toteutusajankohdat ajoittuvat 2004 vuoden jälkeiseen aikaan. Seitsemässä kerrostaloyhtiössä lämmitysenergian kulutus pieneni kiinteistöistä riippuen 0,8 - 7,9 % lähtötilanteeseen nähden. Lopuissa viidessä kerrostaloyhtiössä ei lämmitysenergian kulutus pienentynyt tarkastelujakson aikana. Keskimääräinen lämmitysenergian kulutus pieneni 3,2 %. Kiinteistöjen lämmitysenergian kulutuksen säästöt vuosittain on esitetty kuvaajassa 4.1.2.



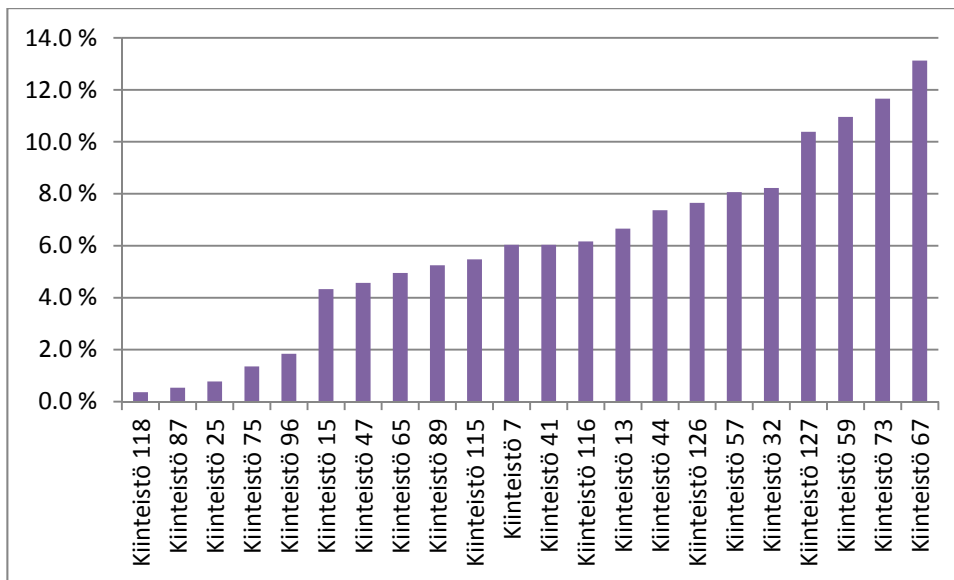
Kuvaaja 4.1.2 Tarkasteltujen kiinteistöjen lämmitysenergiakulutuksen säästö suhteessa osan kiinteistön ovien uusimista edeltäneeseen vuoteen.

Kiinteistöjä, joissa 2000-luvun aikana on uusittu merkittävä osa ikkunoista ja ovista, on yhteensä 14. Tarkastelluista kiinteistöistä kymmenen on rivitaloyhtiöitä ja neljä kerrostaloyhtiöitä. Kerrostaloyhtiöiden rakennusvuodet ovat haarukassa 1955-1974 ja rivitaloyhtiöiden 1972-1997. Kymmenessä kiinteistössä havaittiin korjaustoimenpiteen pienentäneen lämmitysenergiankulutusta, kiinteistöstä riippuen saavutettu kokonaissästäö on tarkastelujaksolla keskimäärin 3,6-11,3 %. Neljällä korjaustoimenpiteellä ei havaittu saavutettavan energiansäästöä. Keskimääräinen vuosisäästö lämmitysenergiankulutuksessa on 6,9 %. Kiinteistöjen lämmitysenergian kulutuksen säästöt vuosittain on esitetty kuvaajassa 4.1.3.



Kuvaaja 4.1.3 Tarkasteltujen kiinteistöjen lämmitysenergiankulutuksen säästö suhteessa merkittävää osaa kiinteistön ovista ja ikkunoista uusimista edeltäneeseen vuoteen.

Hankkeita, joissa kaikki kiinteistön ikkunat ja parvekeovet (rivitalojen tapauksessa myös mahdollisesti pääovet) uusittiin 2000-luvulla on yhteensä 31. Hankkeet kohdistuivat viiteen rivitaloyhtiöön, jotka on rakennettu vuosina 1969-1985 ja 26:een kerrostaloyhtiöön, joiden rakennusvuodet osuvat ajanjaksoon 1952-1985. 23 toteutetussa hankkeessa saavutettiin energiansäästöä, joka tarkasteluajanjaksolla vaihtelee keskimäärin 0,4 - 13,1 % vuositasolla. Keskimääräinen energiansäästö yhdelle vuodelle jaettuna on 6 %. Yhdeksällä hankkeella ei saavutettu energiansäästöä. Kuvaajassa 4.1.4 on esitetty kiinteistöjen lämmitysenergian säästöjen keskiarvot tarkasteluaikana verrattuna lähtötilanteeseen.



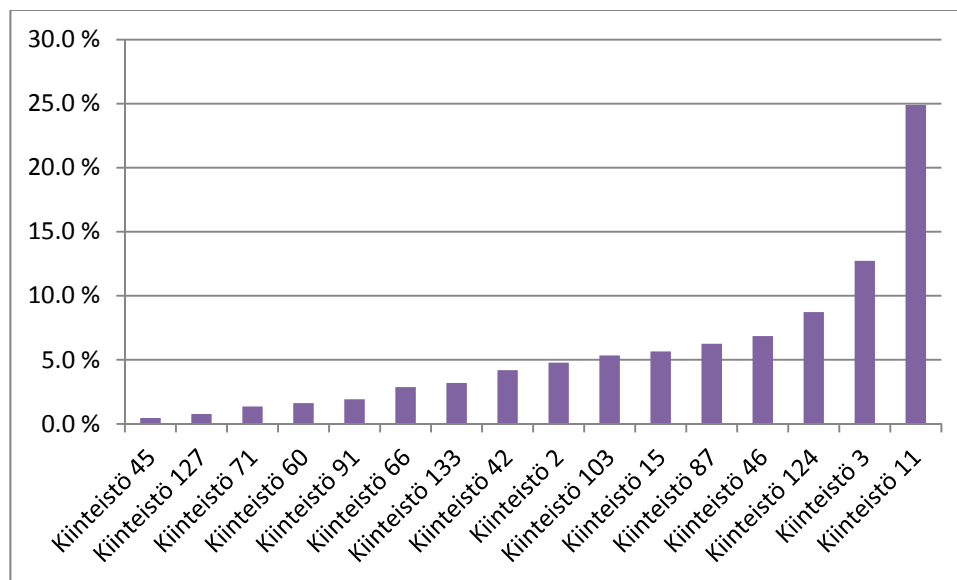
Kuvaaja 4.1.4 Tarkasteltujen kiinteistöjen lämmitysenergiankulutuksen säästöjen keskiarvot tarkasteltuina vuosina ikkunoiden ja parvekeovien uusimisen jälkeen.

Korjaushankkeissa, joissa uusittiin merkittävä osuus kiinteistön ikkunoista ja ovista päästiin keskimäärin kirjallisuusarvojen alaraja-arvon tuntumaan lämmitysenergiensäästö määrässä. Yksittäisissä tapauksissa päästiin selkeästi parempiinkin tuloksiin. Tämän syynä voi olla merkittävä ikkunoiden ja ovien U-arvon parantaminen korjaustoimenpiteellä tai ulkoseinärakenteen liitoskohtien tiiveyden parantuminen. Kiinteistössä numero 73 kohdalla on samana vuonna tehty myös yläpohjan lisälämmöneristys, joka osaltaan on vaikuttanut saavutettuun säästöön. Ennen 2010-lukua toteutetuissa korjaushankkeissa on usein myös jätetty huomiotta muuttuneen korjausilmanratkaisun tuoma vedon tunne, jota poistamiseksi on saatettu jopa yllämmittää kiinteistöjä. Viime aikoina tähän ongelmaan on herätty, ja ikkunaremonttiin yhdistetään usein ilmanvaihtojärjestelmän muutos, joka poistaa vedontunnetta ja lämmitysjärjestelmän perussäätö, jolla optimoidaan lämmitysenergiensäästö.

4.1.3 Yläpohjan korjausten vaikutus ostoenergiankulutukseen.

Yläpohjaan kohdistuvien muutoksien energiansäästövaikutuksia tutkittaessa on tarkasteltu yläpohjan lisälämmöneristysten lisäksi myös vesikatteen uusimiskorjaushankkeita. Yhteensä molempia hankkeita, joiden ennen ja jälkeen kulutustietoja on ollut saatavilla, on tarkasteltujen vuosien aikana toteutettu yhteensä 37.

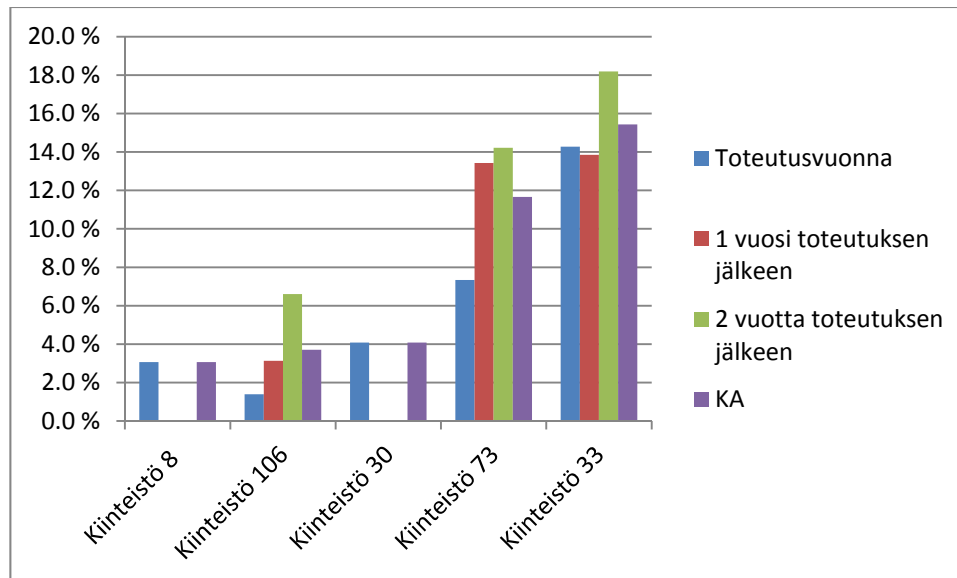
Korjaushankkeita, joissa kiinteistön vesikate on uusittu, on tutkitussa aineistossa yhteensä 27. Osassa hankkeista on muutettu kiinteistön katteen mallia ja lisälämmöneristetty kattoa. Tarkastelluista 27 kiinteistöstä yksi on vuonna 1969 rakennettu rivitaloyhtiö ja muut 26 ovat asuinkerrostaloyhtiöitä, joiden rakennusvuodet vaihtelevat 1952-1989. Korjaushankkeiden toteutusajankohdat jakautuvat koko 2000-luvulle suhteellisen tasaisesti. Kuudessatoista asuinkiinteistössä saavutettiin kyseessä olevalla korjaustoimenpiteellä energiansäästöä. Tarkastelujakson keskimääräinen energiansäästö vaihteli kiinteistöstä riippuen 0,5 - 24,9 %. Kaikkien kiinteistöjen keskimääräinen säästö oli 5,7 %. Yhdessätoista kiinteistössä korjaustoimenpiteen ei havaittu säästäneen energiaa. Toisaalta mikäli vesikatteen uusimisen yhteydessä ei ole kajottu vesikattorakenteisiin katemateriaalin uusimista lukuun ottamatta, ei korjaustoimenpiteellä energiansäästöä tavoitellakaan. Kuvajassa 4.1.5 esitetään kiinteistöjen tarkastelujakson keskimääräiset energiansäästöt.



Kuvajassa 4.1.5 Vesikatteen uusimisen tuomat keskimääräiset energiansäästöt tarkastelluilta kolmelta vuodelta kiinteistöittäin.

Yläpohjan lisälämmöneristys on toteutettu tarkasteltuna ajanjaksona yhteensä kymmenessä asuinkiinteistössä. Kiinteistöistä yksi on vuonna 1969 rakennettu kerrostalo ja loput rivitaloyhtiöitä joiden rakennusvuodet vaihtelevat 1956-2000 välillä. Korjaushankkeista kaksi on toteutettu ennen vuotta 2005 ja loput vuoden 2010 tietämällä ja sen jälkeen. Viidellä korjaustoimenpiteellä säästettiin lämmitysenergian kulutuksessa, kolmen vuoden ajanjakson keskimääräisen vuosisäästön määrä vaihteli 3,1 - 15,4 %. Keskimääräisesti säästöä saavutettiin 7,4 % vuoden lämmitysenergianmäärässä kaikissa tarkastelluissa

kiinteistöissä. Viiden hankkeen kohdalla ei havaittu toimenpiteen säästävän lämmitysenergiaa. Kuvaajassa 4.1.6 on esitetty hankkeiden vuosittaiset energiansäästöt ja tarkasteltujen vuosien keskiarvot kiinteistöittäin.



Kuvaaja 4.1.6 Yläpohjan lisälämmöneristyksen tuomat energiansäästöt tarkasteltuina vuosina ja keskimääräinen säästö.

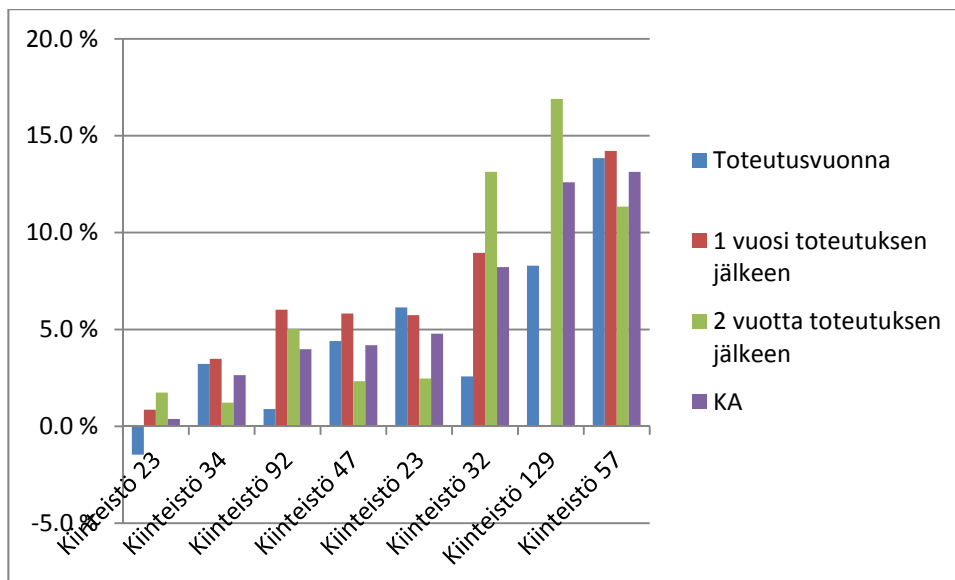
Yläpohjan lisälämmönerityksillä ja katerakenteiden muutoksilla, joissa yläpohjaa on lisälämmöneristetty, on saavutettu kutakuinkin kirjallisuusarvojen mukaiset energiansäästöt. Säästöjen määrään vaikuttaa merkittävästi lähtötilanne ja lisätyn lämmöneristeen määrä. Kiinteistössä numero 73 on samana vuonna uusittu myös ikkunat ja ovet ja kiinteistössä numero 33 on tehty vedenkulutusta vähentäviä toimenpiteitä, jotka osaltaan vaikuttavat kyseisen ajanjakson lämmitysenergiankulutusta pienentävästi. Yläpohjan lisälämmöneristyksen suorittamisen jälkeen tulisi myös tehdä perussäätö lämmitysjärjestelmälle, jotta korjaustoimenpiteen jälkeen saavutettaisiin energiansäästöä, eikä vain kohonnutta huonelämpötilaa.

4.1.4 Ulkoseinärakenteen korjausten vaikutus ostoenergiankulutukseen.

Tarkastelluissa kiinteistöissä oli toteutettu yhteensä 40 eriasteisia seinärakenteisiin kohdistuvaa korjaustoimenpidettä. Korjaustoimenpiteinä tarkastellaan tässä elementtisaumo-

jen uusimisina ja julkisivukunnostuksina. Julkisivukunnostuksista on jätetty pois esimerkiksi rivitaloyhtiöiden puuosien maalaushankkeet, joilla ei oleteta saavutettavan mainittavaa energiankulutuksen säästöä.

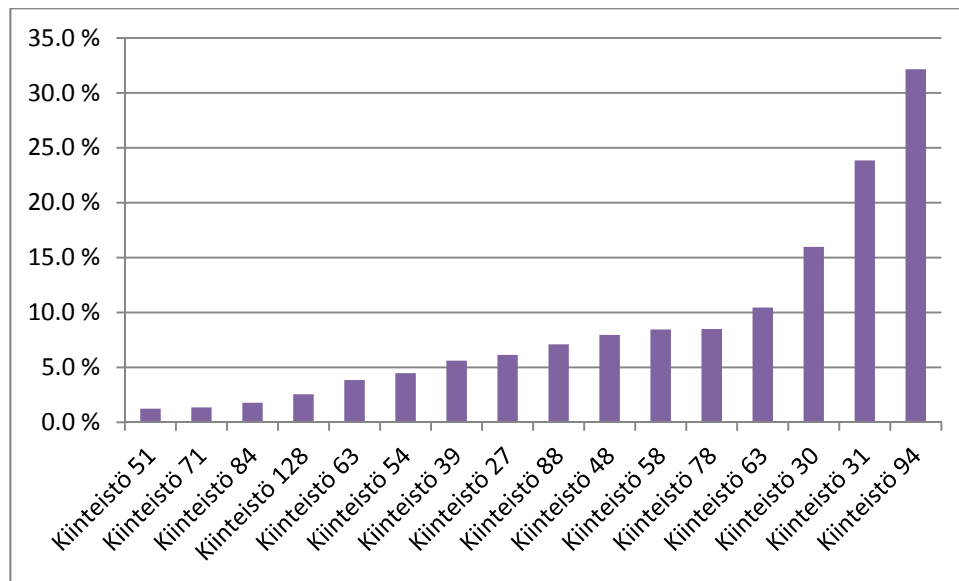
Elementtisaumojen uusiminen toteutettiin yhteensä 18:sta asuinkiinteistössä, joista viisi on rivitaloyhtiöitä, joiden rakennusvuodet ovat ajanjaksolla 1977-1985 ja 13 asuinkerrostaloyhtiöitä, jotka on rakennettu vuosina 1974-1991. Elementtisaumojen uusimisella saavutettiin energiansäästöä kahdeksassa kiinteistössä. Kiinteistökohtainen tarkasteluajanjakson keskimääräinen energiansäästö vaihtelee 0,4 - 13,1 % välillä. Kaikkien kiinteistöjen kohdalla keskiarvo on 6,2 %. Kymmenessä kiinteistössä korjaustoimenpiteellä ei katsottu olleen positiivista vaikutusta energiankulutukseen. Kuvaajassa 4.1.7 esitetään kiinteistöittäin vuositason ja tarkasteluajanjakson keskimääräinen vuosittainen energiansäästö.



Kuvaaja 4.1.7 Elementtisaumauksen tuoman energiansäästön määrä.

Elementtisaumauksen uusinnalla pyritään yleensä seinärakenteen eliniän pidentämiseen, joten rakenteen tiivistyksen kautta saavutettu lämmitysenergiesäästö tulee tavallaan kaupan päälle niissä kohteissa, joissa tiiveyden kanssa on ollut puutteita. Ilman lämpökamerakuvauksia tätä tuskin on edes tiedostettu ennen korjaustoimenpidettä. Toisaalta, optimaaliseen energiansäästöön pyrittäessä tulisi tässäkin tapauksessa lämmitysjärjestelmään tehdä perussäätö samassa yhteydessä.

Julkisivusaneeraus toteutettiin 22 asuinkerrostaloyhtiössä, joiden rakennusvuodet vaihtelevat 1940-1991. Tarkastelluista julkisivusaneerauksista osa sisälsi lisälämmöneristystä ainakin osalla kiinteistöjen seinäpinoista. Julkisivusaneerauksen havaittiin 16:sta kiinteistön kohdalle pienentäneen lämmitysenergian kulutusta. Vaihteluväli kiinteistöjen keskimääräisessä energiansäästössä oli 1,2 - 32,2 % tarkasteltuna ajanjaksona. Keskiarvo kaikkien kiinteistöjen keskimääräiselle energiansäästölle oli 8,8 %. Kuudessa tutkimusaineiston asuinkiinteistössä julkisivusaneerauksella ei havaittu olevat positiivista vaikutusta energiankulutukseen. Kiinteistöjen kolmen vuoden tarkastelujaksojen keskimääräiset vuosittaisen lämmitysenergiesäästöt on esitetty kuvaajassa 4.1.8.



Kuvaaja 4.1.8 Julkisivusaneerauksen tuomat lämmitysenergian keskimääräiset vuosittaisen säästöt kiinteistöittäin.

Julkisivusaneerauksilla, joissa julkisivuun lisättiin lisälämmöneristystä, saavutettiin poikkeuksetta merkittävää energiansäästöä, parhaissa tapauksissa selkeästi yli kirjallisuusarvojen. Vähemmän säästöä tuoneissa tapauksissa energiansäästö on todennäköisesti tullut rakenteiden liitoskohtien tiivistämisestä. Näissä hankkeissa, joissa lisälämmöneristystä ei ole lisätty, ei välttämättä ole edes tavoiteltu energiansäästöä, vaan ulkoseinien toimivuuden parantamiset ja eliniän pidentämistä. Massiivisten julkisivusaneerausten yhteydessä tulisi korjaustoimenpiteen jälkeen suorittaa myös ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus, säätö ja huoltotyöt, jotta päästään eroon remontin aiheuttamista pölyistä järjestelmässä ja toisaalta varmistetaan riittävä ilmanvaihto. Mikäli julkisivusaneerauksessa on lisätty seinärakenteeseen lisälämmöneristettä tai uusittu ikkunat, tulisi samalla tehdä perussäätö lämmitysjärjestelmälle, jotta saavutetaan toimenpiteillä tavoiteltu energiansäästö.

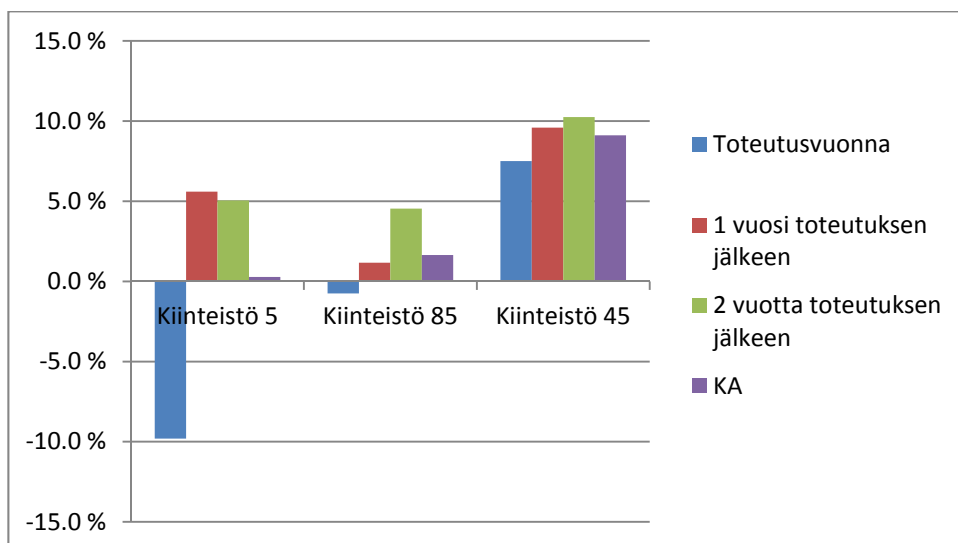
4.2 Taloteknisen muutosten vaikutus ostoenergiankulutukseen

Tutkittaessa taloteknisiin järjestelmiin tehtyjen muutosten vaikutusta ostoenergiankulutukseen käsitellään 267 korjaushanketta, jotka kohdistuvat 120 asuinkiinteistöön. Muutoksien käsittely jaotellaan samoin kuin kappaleessa 3.2. Muutoksia on tarkasteltu kiinteistösähkön, lämmitysenergian ja vedenkulutuksen kautta, sen mukaan mihin vaikutusta voidaan olettaa saavutettavan.

4.2.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Rakennusautomaatiojärjestelmien saneeraukset on tarkasteltuna 2000-luvun ajanjaksona toteutettu 23 kiinteistöön ilman, että hanke on sisältynyt lämmönjakolaitteiden uusimiseen. Hankkeista kolme kohdistui pelkkiin lämmönsäätimien uusimisiin.

Lämmönsäätimien uusinta toteutettiin kolmessa kerrostalossa, jotka on rakennettu vuosina 1971-1990. Lämmönsäätimien uusinnalla havaittiin saavutettavan keskimäärin 0,3 - 9,1 % lämmitysenergian säästöä tarkastelujakson aikana. Kaikkien kiinteistöjen keskimääräisen lämmitysenergian säästöjen keskiarvo oli 3,7 %. Kiinteistöittäin lämmitysenergiensäästöt on esitetty kuvaajassa 4.2.1.

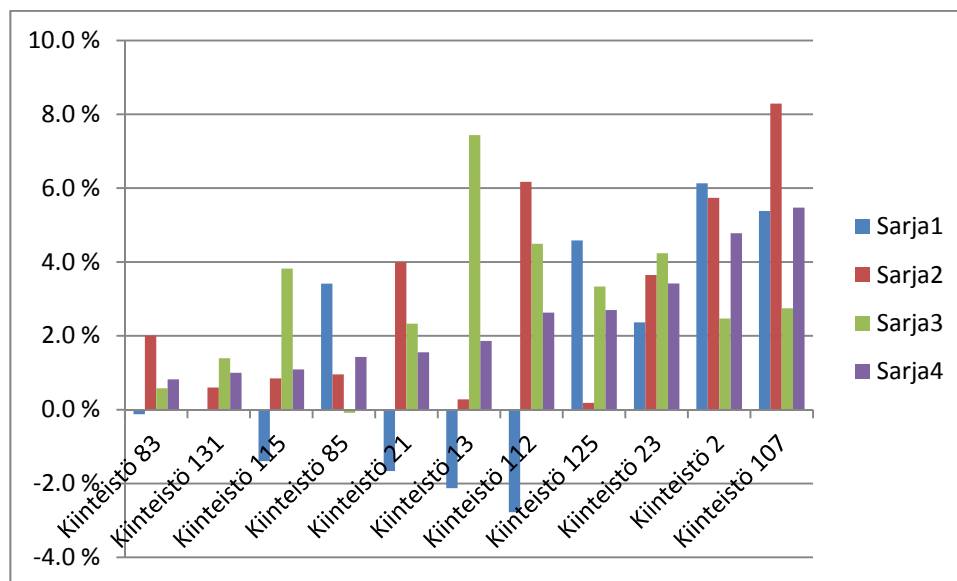


Kuvaaja 4.2.1 Lämmönsäätimien uusinnan tuoma energiansäästö.

Lämmönsäätimien uusinnalla saavutettu lämmitysenergiesäästön määrä vastaa kuta-
kuinkin kirjallisuudesta saatua arvoa.

Rakennusautomaatiolaitteiden uusimisen tutkimusaineiston 20:stä kiinteistöistä kolme on
rivitaloyhtiöitä, joiden rakennusvuodet ovat 1972-1990 välisenä ajanjaksona, loput kiin-
teistöistä ovat asuinkerrostaloyhtiöitä, joiden rakennusvuodet ovat pääosin ajanjaksolla
1975-1994 ja lisäksi yksi kiinteistö on rakennettu vuonna 1965 ja yksi vuonna 2006.

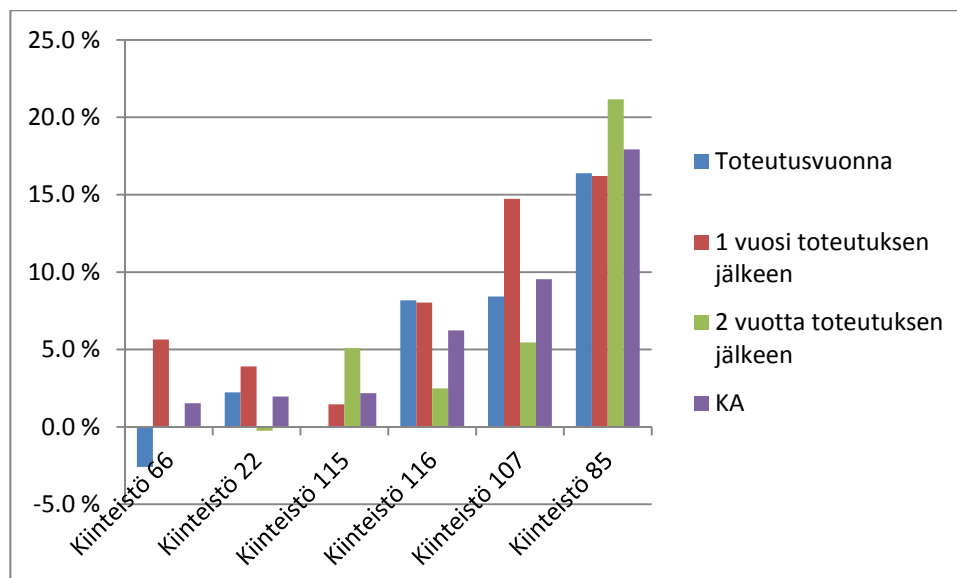
Rakennusautomaation saneerauksella yhdessätoista kiinteistössä havaittiin lämmitys-
energian kulutuksen vähentymistä korjaustoimenpiteen jälkeen. Vaihteluväli kiinteistö-
kohtaisten keskimääräisten positiivisten vaikutusten suhteen on 0,8 - 5,5 % tarkasteltuna
ajanjaksona. Keskimääräinen lämmitysenergian kulutuksen vähentyminen oli 2,4 % kai-
kissa kiinteistöissä. Yhdeksässä kiinteistössä ei havaittu lämmitysenergian kulutuksen vä-
henemistä korjaustoimenpiteen seurauksena. Kuvaajassa 4.2.2 esitetään vaikutukset kiin-
teistöittäin.



Kuvaaja 4.2.2 Rakennusautomaatiosaneerauksen vaikutus lämmitysenergian kulutuk-
seen.

Rakennusautomaation saneerauksen seurauksena kuuden kiinteistön kohdalla havaittiin
kiinteistösähkön kulutuksen vähentyneen. Vaihteluväli kiinteistösähkön kulutuksen pie-
nentymisessä tarkasteltuna hankkeen jälkeisen kolmen vuoden ajanjaksona on keskimää-
rin 1,5 - 17,9 % kiinteistöstä riippuen. Keskimääräisesti kiinteistösähkön kulutus putosi

6,6 %. 14:stä kiinteistössä ei havaittu kiinteistösähkön kulutuksen putoamista korjaustoimenpiteen jäljiltä. Kolmessa kiinteistössä on sekä lämmitys- että sähköenergiankulutuksessa havaittu vähentymistä rakennusautomaatiosaneerauksen jälkeen. Kuvaajassa 4.2.3 esitetään korjaustoimenpiteen vaikutukset kiinteistöittäin.

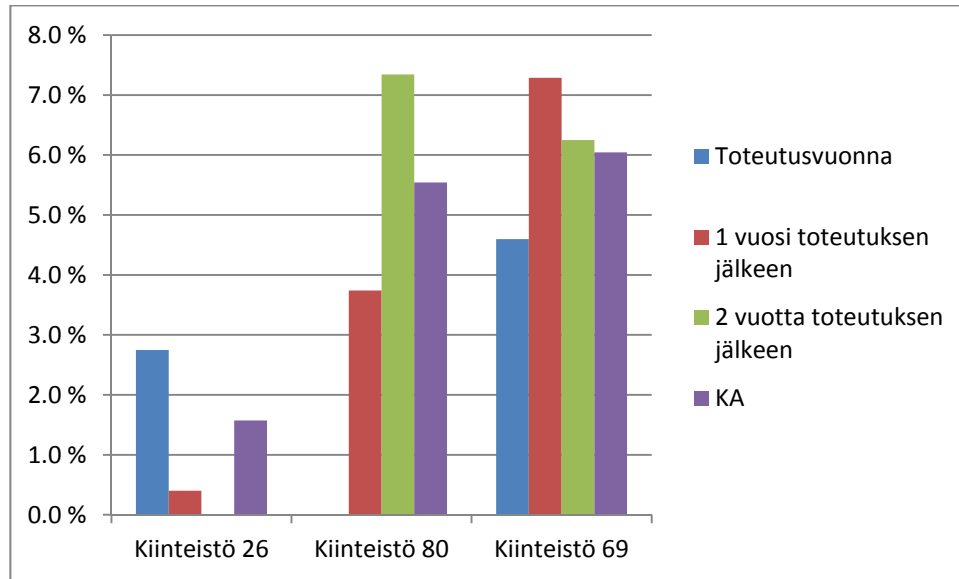


Kuvaaja 4.2.3 Rakennusautomaatio saneerauksen vaikutukset kiinteistösähkön kulutukseen.

Oma näkemykseni on, että hyvin harvassa kiinteistössä rakennusautomaatiolaitteiden uusimisen jälkeen otetaan käyttöön järjestelmän mahdollistamat säätöjen optimoinnit, joilla mahdollistettaisiin suurin mahdollinen ostoenergiansäästö. Eniten energiaa säästäneissä korjaushankkeissa on säätöjen optimointi tehty muita hankkeita paremmin. Säästöjä ei toki pidä tehdä asuinolojen heikentämisen kautta, mutta säästöpotentiaalia todennäköisesti löytyisi enemmänkin, jos oltaisiin tavoitteellisimpia.

4.2.2 Hissin kunnostuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Tutkimusaineistossa käsiteltiin kuuden asuinkerrostaloyhtiön hissien saneerausten vaikutusta kiinteistösähkön kulutukseen. Kiinteistöjen rakennusvuodet vaihtelevat 1940-1995 välillä. Kolmen saneeraushankkeen havaittiin pienentäneen kiinteistösähkön kulutusta, jolloin tarkastelujakson kiinteistösähkön säästö vaihteli 1,6 - 6,0 % kiinteistöstä riippuen. Keskimääräinen sähköenergiansäästö oli 4,4 %. Kiinteistökohtaiset säästöt on esitetty kuvaajassa 4.2.4.

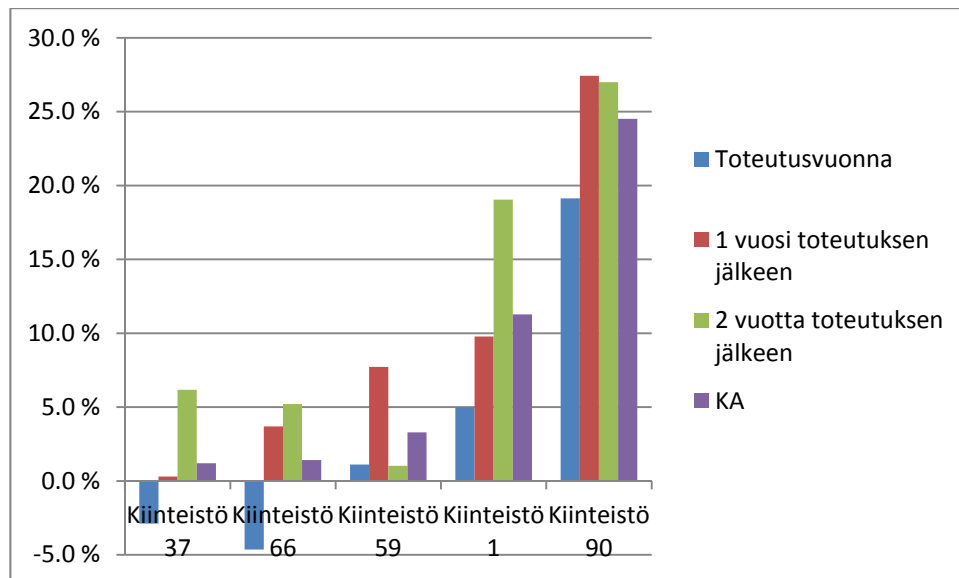


Kuvaaja 4.2.4 Hissien saneerauksen tuoma kiinteistösähkön kulutuksen väheneminen kiinteistöittäin.

Hissisaneerausten lähtökohtana on tavallisesti hissien toimintakunnon jatkumon säilyttäminen, eikä energiansäästön mahdollisuuksiin välttämättä ole osattu panostaa riittävällä mielenkiinnolla. Tiedossani ei esimerkiksi ole, onko led-valaistuksen tuomaa lisäenergiesäätöä osattu hyödyntää tarkastelluissa hissien saneeraushankkeissa, joiden laajuudet vaihtelivat suuresti kohteesta riippuen.

4.2.3 Valaistuksen muutosten vaikutukset kiinteistösähkön kulutukseen

Kiinteistöjen valaisimien muutoksien vaikutusta kiinteistösähkön kulutukseen on tarkasteltu kymmenessä kiinteistössä. Tarkastelluista kiinteistöistä kolme on rivitaloyhtiöitä, joiden rakennusvuodet ovat vuosina 1979-1989 ja loput seitsemän ovat kerrostaloyhtiöitä, jotka on rakennettu vuosien 1974-1985 aikana. Osa muutoksista on kohdistunut ulkova-laisimiin ja osa kerrostalojen porrashuoneiden ja yleistilojen valaisimiin. Kaikkiaan viidessä kiinteistössä havaittiin valaisinmuutosten tuoneen energiansäästöä. Keskimääräinen tarkasteluajanjakson energiansäästö on kiinteistöistä riippuen 1,2 - 24,5 %. Keskiarvo kaikkien osalta on 8,3 %. Kiinteistösähköenergian vuositasoiset säästöt esitetään kuvaajassa 4.2.5.



Kuvaaja 4.2.5. Valaisimiin kohdistuneiden muutosten tuomat säästöt kiinteistösähköenergiankulutuksessa.

Osassa valaistuksen perusparannushankkeita ei ole todennäköisesti osattu tavoitella energiansäästöä, vaan tavoitteena on hyvin todennäköisesti ollut ulko-valaistuksen parantaminen riittävän valonmäärän saavuttamiseksi. Kiinteistössä numero 90 on samana vuonna toteutettu myös iv-puhdistus ja ilmamäärien säätö, mutta myös valaisimien uusinnassa on panostettu tosissaan korjaustoimenpiteen kiinteistösähköenergiaa säästävään lopputulokseen, mikä näkyy tuloksissa.

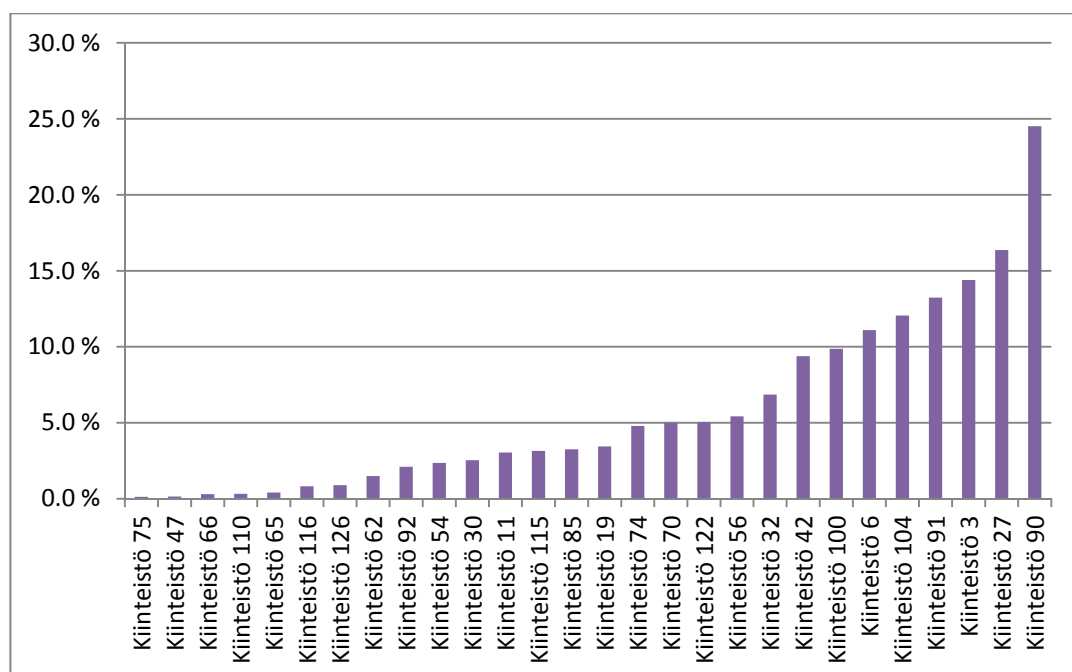
4.2.4 Autolämmitysjärjestelmän muutosten vaikutukset kiinteistösähkön kulu- tukseen

Autolämmitysjärjestelmien tuomien säästöjen osalta tarkasteltiin asiaa viiden kiinteistön osalta. Yhdessä kiinteistössä saavutettiin 8 % kiinteistösähkön säästö modernisoimalla autolämmitysjärjestelmä, muissa kiinteistöissä ei kyseisellä toimenpiteellä saatu alennettua kiinteistösähköenergian kulutusta. Kiinteistössä, jossa autolämmitysjärjestelmän uusimisella saavutettiin energiansäästöä, uusittiin autolämmitystolpiksi etäohjattavat tolpat, jotka optimoivat itse ilmoitetun lähtöajan perusteella riittävän pitkän lämmitysajan sääolosuhteet huomioon ottaen. Muissa kiinteistöissä on kyseisen korjaushankkeen yhteydessä mahdollisesti myös lisätty lämmitettyjen autopaikkojen määrää, joka osaltaan pienentää saavutettavaa kiinteistösähkön säästöä.

4.2.5 Ilmanvaihtojärjestelmien huolto- ja korjaustoimenpiteiden vaikutukset kiinteistösähkön kulutukseen

Ilmanvaihtojärjestelmiin kohdistuvia huolto- ja korjaustoimenpiteitä tutkimusaineistossa oli yhteensä 67 korjaushanketta. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus, säätö ja laitteiden huoltotyöt käsitellään omana kokonaisuutenaan ja iv-järjestelmän perusparannukset omaan. Tutkimusaineistoon otettiin mukaan vain kerrostaloyhtiöt, sillä rivitaloyhtiöissä huoneistokohtaisten ilmanvaihtokoneiden sähkönkulutus ei ole mukana kiinteistösähkönkulutuksessa.

Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus, -säätö ja ilmanvaihtolaitteiden huoltotoimenpiteet tehtiin tarkastellussa ajanjaksossa yhteensä 65 asuinkerrostalossa. Asuinkerrostalojen rakennusvuodet vaihtelevat 1958-2004 välillä. Korjaustoimenpiteellä saavutettiin kiinteistösähkön säästöä 28 kiinteistössä, energiansäästön määrä oli keskimäärin 0,1 - 24,5 % kiinteistöstä riippuen tarkasteltuna kolmenvuoden ajanjaksona. Kaikkien kiinteistöjen keskimääräinen säästö oli 5,8 %. Saavutettujen kolmen seurantavuoden säästöt on koottu kiinteistöittäin kuvaajaan 4.2.6.

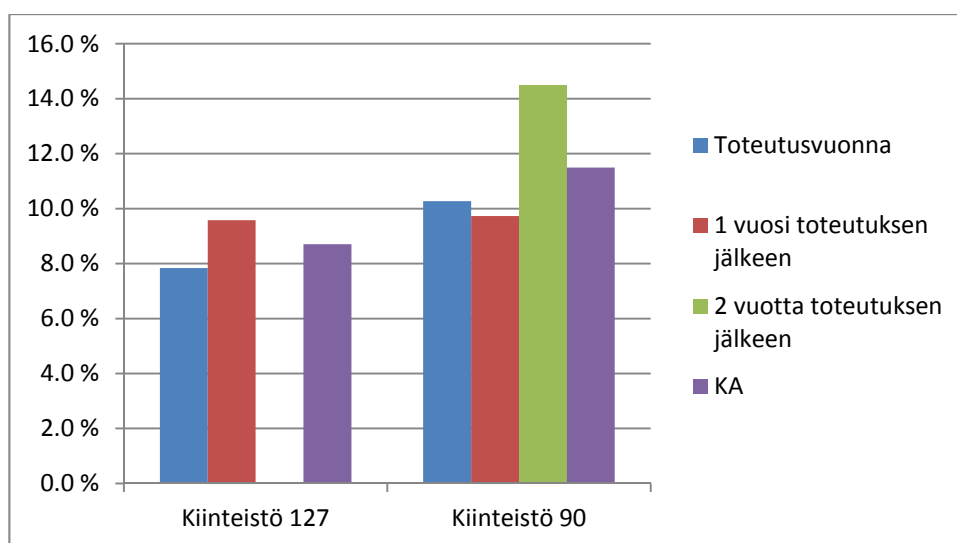


Kuvaaja 4.2.6 Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistuksen, säädön ja laitteiden huollon tuomat keskimääräiset säästöt kiinteistösähkönkulutuksessa.

Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus, säätö ja laitteiden huolto toi säästöä 35 kiinteistön lämmitysenergiankulutuksessa. 30 kiinteistössä ei toimenpiteellä havaittu saavutettavan lämmitysenergiensäästöä. Saavutetun tarkastelujakson keskimääräisen säästön määrä vaihteli 0,4 - 15,2 %. Kaikkien kiinteistöjen keskimääräinen säästö oli 5,8 %. Kirjallisuudessa esitettyihin arvoihin verrattuna keskimääräinen säästö on samaa luokkaa. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistuksen, säädön ja laitteiden huollon tuomat keskimääräiset säästöt lämmitysenergiankulutuksessa on esitetty kuvaajassa 4.2.7 (liite 2).

Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistuksen ja -säädön sekä laitteiden huoltotoimenpiteiden tuoma hyöty on monessa kiinteistöissä asuinolojen parantuminen, kun puutteellinen ilmanvaihto saadaan paremmaksi. Oma näkemykseni on ettei kyseisen toimenpiteen yleisesti ajatella tuovan energiansäästöä. Kiinteistöissä numero 90 toteutettiin samana vuonna myös kellarivalaisimien uusinta, joka on osaltaan alentanut myös kiinteistösähkön kulu- tusta.

Kahdessa asuinkerrostalossa toteutettiin iv-järjestelmän peruskunnostus seuranta-aikana. Kiinteistöt on rakennettu vuosina 1974 ja 1979. Tarkastellut ilmanvaihtojärjestelmän peruskunnostukset tehtiin vuoden 2010 jälkeen. Ilmanvaihtojärjestelmän peruskunnostus- toimenpiteiden tuoma kiinteistösähkön säästö vaihteli kiinteistöistä riippuen 8,7 - 11,5 % välillä. Keskimääräinen säästö molempien kiinteistöjen osalta oli 10,1 %. Taulukossa 4.2.8 on esitetty kolmen vuoden seurantajakson kiinteistösähköenergiensäästöt kiinteis- töittäin.



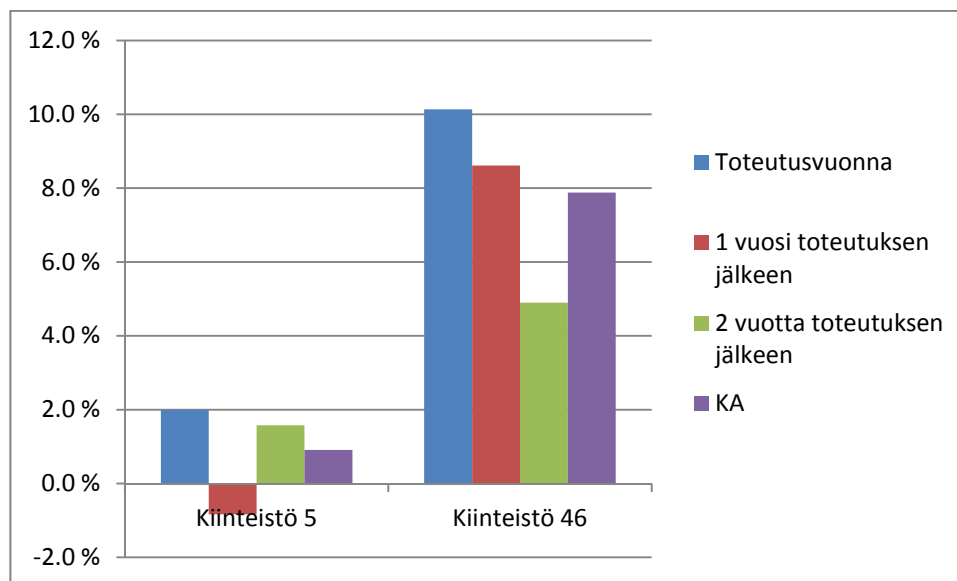
Kuvaaja 4.2.8 Ilmanvaihtojärjestelmän peruskunnostuksen tuoma kiinteistösähköener- gian säästö.

Ilmanvaihtojärjestelmän peruskunnostuksilla ei saavutettu tarkastelluissa kahdessa kohdessa lämmitysenergiesäästöä.

4.2.6 Vesijohtoverkoston paineenalennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen

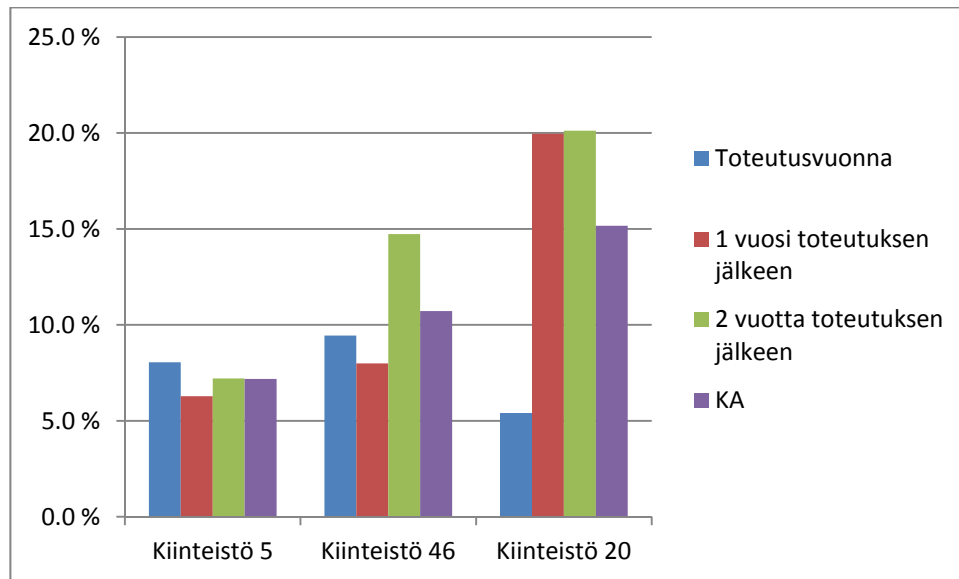
Vakiopaineventtiilin asennuksen vaikutuksia energiankulutukseen tarkasteltiin neljässä kiinteistössä, joista yhdestä ei ollut saatavilla riittäviä tietoja lämmitysenergiankulutuksesta. Kaikki tarkastellut kiinteistöt ovat kerrostaloja, joiden rakennusvuodet vaihtelevat välillä 1971-1985.

Tarkasteltaessa vakiopaineventtiilin asennuksen vaikutuksia lämmitysenergiankulutukseen havaittiin, että kahdessa kiinteistössä kulutus alentui. Lämmitysenergiesäästö vaihteli kiinteistöstä riippuen 0,9 - 7,9 %. Kiinteistöjen keskimääräinen energiansäästö oli 4,4 %. Yhdessä kiinteistössä toimenpiteen ei havaittu tuoneen säästöä lämmitysenergian kulutuksessa. Kiinteistöittäin energiansäästöt on esitetty kuvaajassa 4.2.9.



Kuvaaja 4.2.8 Paineenalennusventtiilin tuomat lämmitysenergiesäästöt.

Vakiopaineventtiilin asennuksen vaikutus kiinteistöjen vedenkulutukseen oli kolmessa kiinteistössä positiivinen. Tarkasteluajanjakson keskimääräinen säästö vaihteli 7,2 - 15,2 % välillä kiinteistöstä riippuen. Kaikkien kiinteistöjen keskimääräinen vedensäästö oli 11 %. Yhdessä kiinteistössä ei havaittu saavutetun toimenpiteellä säästöä vedenkulutuksessa. Kiinteistöittäin säästöt on esitetty kuvaajassa 4.2.9.



Kuvaaja 4.2.9 Paineenalennusventtiilin tuoman vedenkulutuksen säästöt

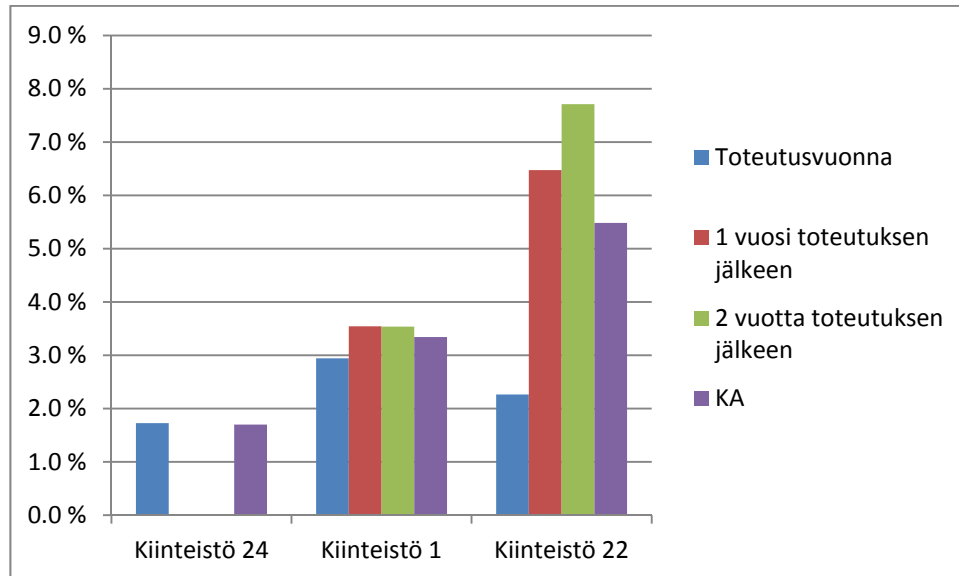
Vakiopaineventtiilien asennuksen tuomat säästöt vedenkulutuksessa ovat samaa tasoa kirjallisuudessa esitettyjen arvojen kanssa. Kiinteistössä, jossa vakiopaineventtiilillä ei saavutettu veden- ja lämmitysenergiäsäästöä, ei mahdollisesti ollut vakiopaineventtiilille lähtötilanteessa tarvetta tai asennettu venttiili ei toimi niin kuin pitäisi.

4.2.7 Huoneistokohtaisten vesimittareiden käyttöönoton vaikutus ostoennergiakulutukseen

Kiinteistöistä, joista tutkimusaineisto koottiin oli yhteensä 16:sta asennettu vesimittarit 2000-luvun aikana. Vesimittarien asentamisen tuottamaa energian säästöä tarkastellaan sekä lämmitysenergian, että vedenkulutuksen kannalta. Osassa korjaushankkeissa vesimittareiden asentaminen oli oma hankkeensa ja osassa käsitellyistä korjaushankkeista se on osana putkistosaneerausta.

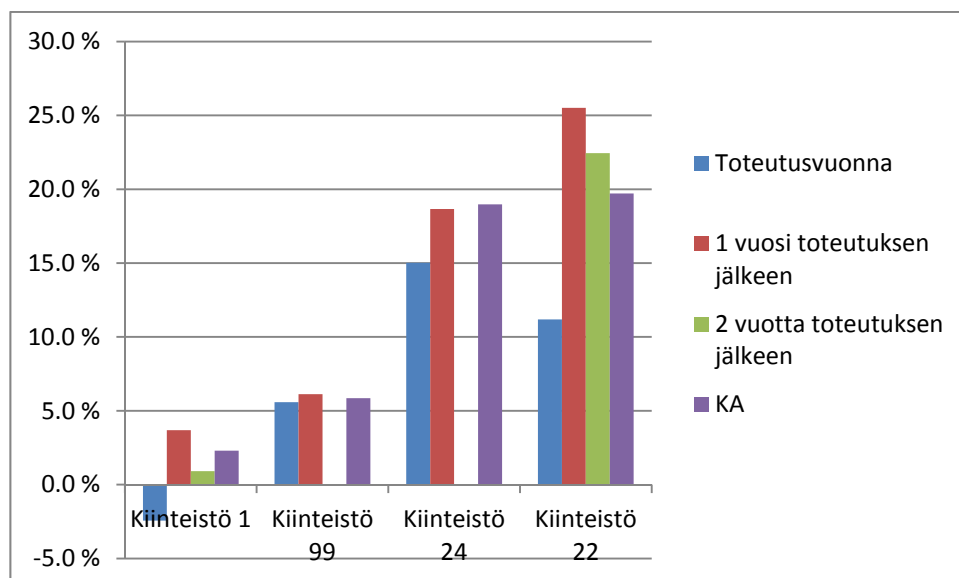
Neljässä kiinteistössä vesimittarit uusittiin tai asennettiin omana yksittäisenä korjaushankkeena. Kiinteistöistä kolme on vuosina 1985-2003 rakennettuja kerrostaloja ja viimeinen on vuonna 1989 rakennettu rivitalo. Tarkastellut vesimittareiden uusinnat on toteutettu vuosina 2004-2013. Vesimittarien uusinnan vaikutusta tarkasteltaessa havaittiin, että lämmitysenergiankulutus pieneni kolmessa kiinteistössä tarkasteltuna ajanjaksona keskimäärin 1,7 - 5,5 %. Keskiarvo kiinteistöjen keskimääräiselle energiankulutuksen

pienemmiselle on 3,5 %. Kuvaajassa 4.2.10 esitetään vesimittarien asentamisen tuomat säästöt lämmitysenergiankulutuksessa.



Kuvaaja 4.2.10 Vesimittarien asentamisen vaikutukset lämmitysenergiankulutukseen

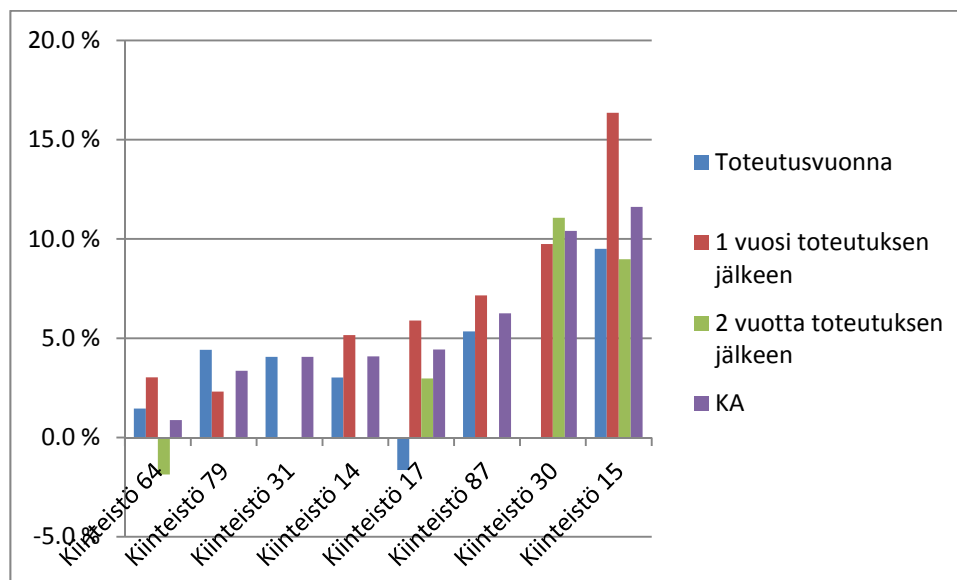
Vedenkulutusta tarkasteltaessa samoissa kiinteistöissä havaittiin, että veden kulutus pieneni kaikissa neljässä kiinteistössä keskimäärin 2,3 - 19,7 % tarkasteltuna ajanjaksona. Keskimäärin kaikissa kiinteistöissä vedenkulutus väheni 11,7%. Kiinteistökohtaiset vaikutukset esitetään kuvaajassa 4.2.11.



Kuvaaja 4.2.11. Vesimittarien asentamisen vaikutukset vedenkulutukseen.

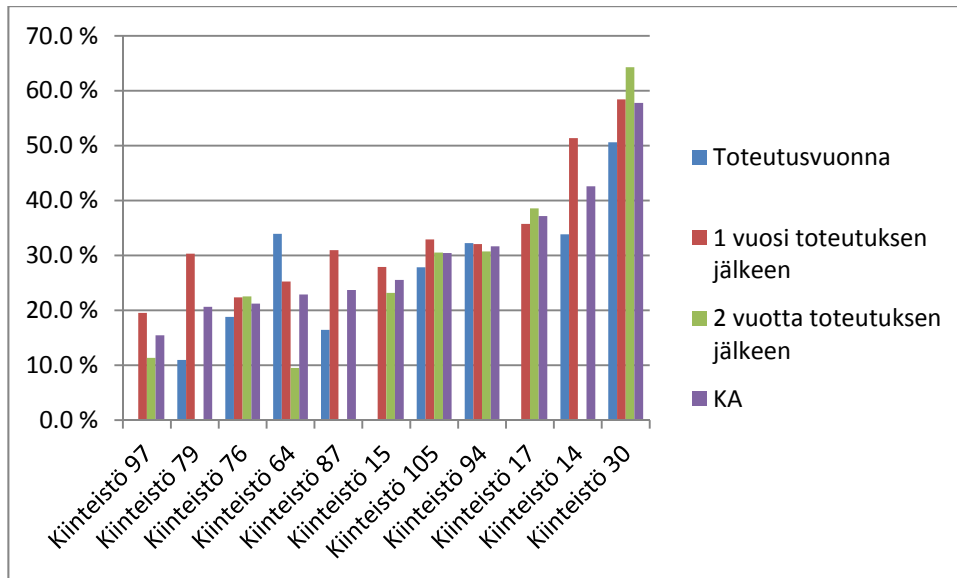
Putkistosaneerauksen yhteydessä vesimittarit asennettiin yhteensä 12:een kiinteistöön. Tarkastelluista kiinteistöistä yhdeksän on kerrostaloja, jotka on rakennettu ajanjaksona 1926-1973, kaksi on rivitalokiinteistöjä, joiden rakennusvuodet ovat 1969 ja 1980 ja yhdessä vuonna 1969 rakennetussa asunkierteistöissä on sekä kerrostalo että rivitaloja. Tarkastellut putkistosaneeraukset on toteutettu vuonna 2010 tai sen jälkeen.

Tarkasteltaessa putkistosaneerauksen vaikutusta lämmitysenergiankulutukseen havaittiin, että kahdeksassa kiinteistöissä lämmitysenergiankulutus pieneni tarkasteluajanjaksona keskimäärin 1 - 11,6 %. Keskimääräisesti kaikissa kiinteistöissä lämmitysenergia pieneni 6 %. Kiinteistökohtaisesti lämmitysenergian kulutuksen vaikutukset on esitetty kuvaajassa 4.2.12.



Kuvaaja 4.2.12. Putkistosaneerauksen (vesimittarit asennettu) vaikutus lämmitysenergiankulutukseen

Tarkasteltaessa vesimittarien uusimisen sisältämän putkistosaneerauksen vaikutuksia vedenkulutukseen havaittiin, että vedenkulutus pieneni 11:sta kiinteistöissä. Vedenkulutus pieneni tarkastellun ajanjaksona aikana keskimäärin 15,4 - 57,8 %. Keskimääräisesti kaikissa kiinteistöissä vedenkulutus pieneni 29,9 %. Kiinteistökohtaisesti vedenkulutuksen pienenemiset on esitetty kuvaajassa 4.2.13.



Kuvaaja 4.2.13 Putkistosaneerausten (vesimittarit asennettu) vaikutukset kiinteistöjen vedenkulutukseen.

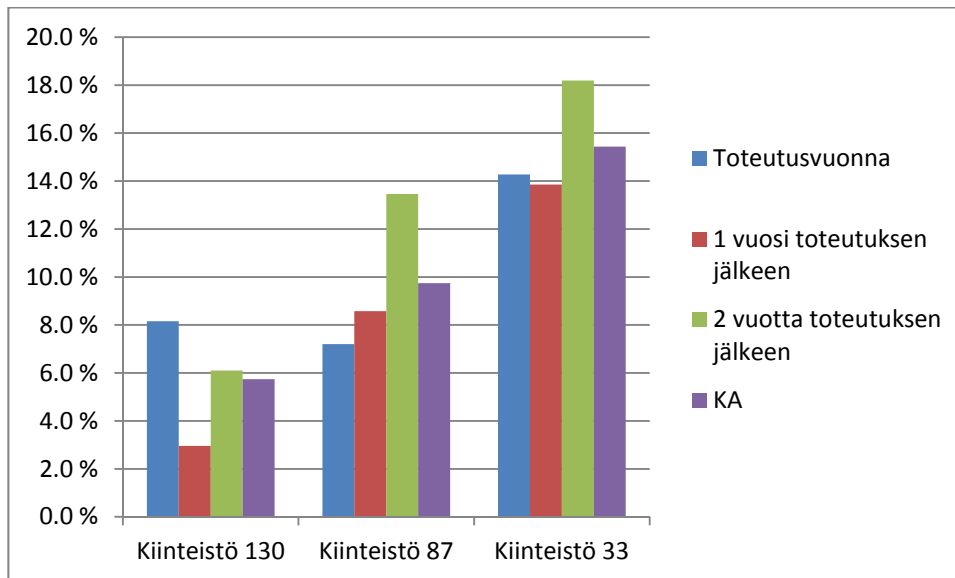
Pelkkien vesimittarien asennuksella saavutetut energian- ja vedensäästöt ovat linjassa kirjallisuusarvojen kanssa. Kun vesimittareiden uusinta on toteutettu putkistosaneerauksen yhteydessä, on päästy huomattavasti suurempiinkin säästöihin. Tällöin on uusittu myös vesikalusteet ja tehty iv-puhdistus, ilmamäärien säätö ja laitteiden huolto ja mahdollisesti myös eristetty lämpimän vedenputkia paremmin kuin kiinteistön rakentamisen aikaan. Edellä mainituilla toimenpiteillä on omalta osaltaan vaikutusta myös saavutettuihin lämmitysenergian säästöihin ja vesikalusteiden osalta vedensäästöön.

4.2.8 Vesikalusteiden uusimisen ja säästösuuttimien asennuksen vaikutus osatoenergiankulutukseen

Vedensäästösuuttimien ja vesikalusteiden uusimista tarkastellaan lämmitysenergian ja vedenkulutuksen kautta, mikäli molemmista on ollut saatavilla riittävästi kulutushistoriaa. Yhteensä tarkasteltavana on 19 korjaushanketta, joita käsitellään erikseen vedensäästösuuttimien asennuksen, vesikalusteiden uusimisen ja putkistosaneerausten kautta. Tässä kappaleessa käsitellyissä putkistosaneerauksissa ei asennettu vesimittareita.

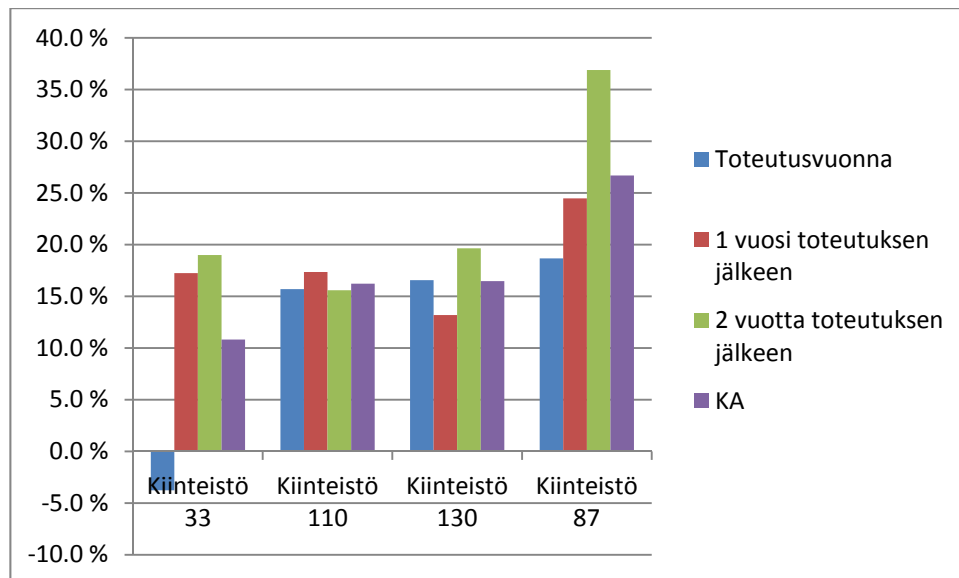
Vedensäästösuuttimet asennettiin 2000-luvun aikana neljään kiinteistöön. Näistä kaksi on rivitaloja, joiden rakennusvuodet ovat 1986 ja 1990, loput kaksi ovat kerrostaloja, joiden rakennusvuodet ovat 1973 ja 2002. Kaikki korjaustoimenpiteet on toteutettu vuoden 2010

tietämällä. Lämmitysenergiankulutusta tarkasteltaessa havaittiin lämmitysenergian kulutuksen vähentyneen kolmessa kiinteistössä korjaustoimenpiteen seurauksena. Kiinteistöistä riippuen tarkastelujakson keskimääräinen lämmitysenergiansäästö on 5,7 - 15,4 %. Keskimääräinen energiansäästö on 10,3 % kaikissa kiinteistöissä. Kiinteistöittäin lämmitysenergiansäästöt on esitetty kuvaajassa 4.2.14.



Kuvaaja 4.2.14 Lämmitysenergian säästö vedensäästösuuttimien asennuksen vaikutuksesta.

Vedenkulutusta tarkasteltaessa havaittiin kulutuksen pienentyneen kaikissa kiinteistöissä. Vedenkulutuksen keskimääräinen säästö vaihteli kiinteistöistä riippuen 10,8 - 26,7 % välillä. Kaikkien kiinteistöjen keskimääräinen säästö oli 17,5 %. Kiinteistöittäin vedenkulutuksen säästöt on esitetty kuvaajassa 4.2.15.

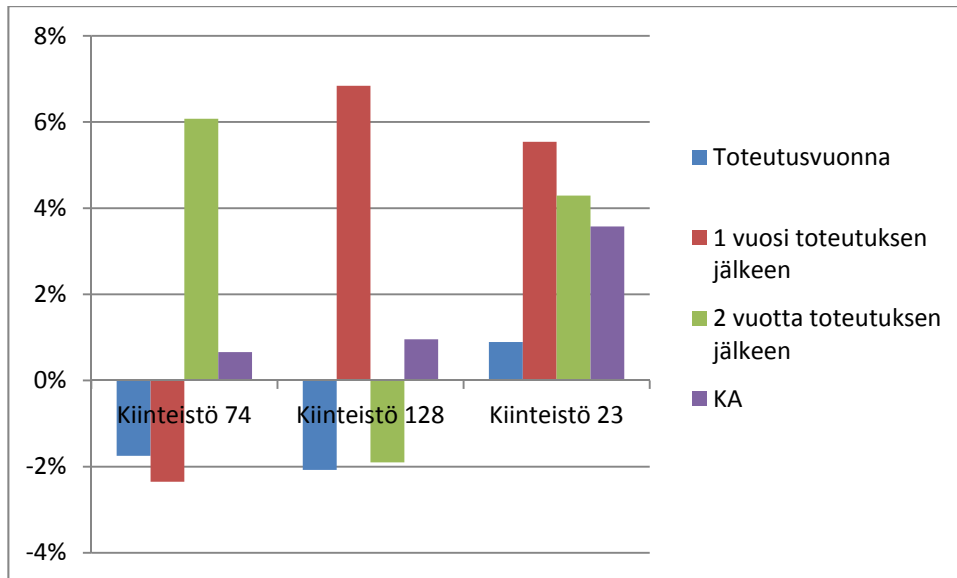


Kuvaaja 4.2.15 Vedenkulutuksen säästöt vedensäästösuuttimien asennuksen jäljiltä.

Säästösuuttimien asennuksella on saavutettu tarkastelluissa kiinteistöissä selkeästi kirjallisuusarvoja suurempia säästöjä vedenkulutuksessa ja lämpimän käyttöveden kautta säästöjä saadaan myös lämmitysenergiankulutuksessa.

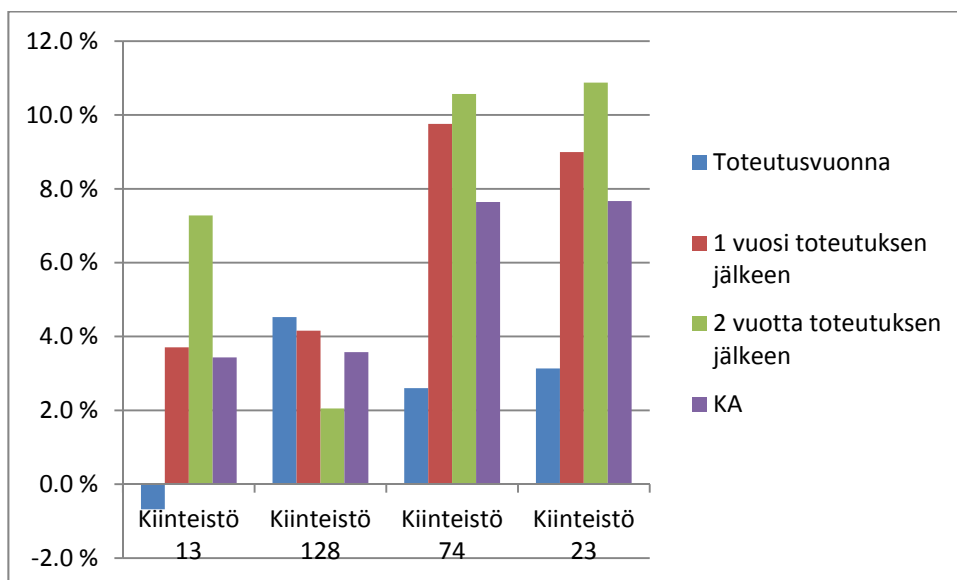
Vesikalusteiden uusinnat on tarkasteltuna ajanjaksona toteutettu viidessä kiinteistössä omana korjaushankkeenaan. Kaikki tarkastellut kiinteistöt ovat kerrostaloja, joiden rakennusvuodet vaihtelevat 1973-1985 välillä. Korjaustoimenpiteet on tehty ennen vuotta 2009.

Yhdessä yllä esitellyssä kiinteistössä ei ollut lämmitysenergiankulutuksesta saatu riittävästi tietoja, jotta sitä olisi voitu käsitellä aineistossa. Käsitellyistä neljästä kiinteistöstä kolmessa havaittiin lämmitysenergiankulutuksen pienentyneen korjaustoimenpiteen seurauksena. Energiansäästön keskiarvo oli kiinteistöstä riippuen 0,7 - 3,6 %. Keskimääräinen kaikkien kiinteistöjen energiansäästö oli 1,7 %. Kiinteistöittäin lämmitysenergiankulutuksen säästöt on esitelty kuvaajassa 4.2.16.



Kuvaaja 4.2.16 Vesikalusteiden uusinnan tuoman lämmitysenergiesäästöt.

Vesikalusteiden uusinnan tuomaa vedenkulutuksen säästöä käsiteltäessä havaittiin, että vedensäästöä oli syntynyt neljässä viidestä tarkastelluista kiinteistössä. Vedensäästön keskimääräinen suuruus vaihteli kiinteistöstä riippuen 3,4 - 7,7 %. Kaikkien kiinteistöjen säästön keskiarvo oli 5,6 %. Vesikalusteiden uusimisen tuoma vedensäästö on esitetty kiinteistöittäin kuvaajassa 4.2.17.

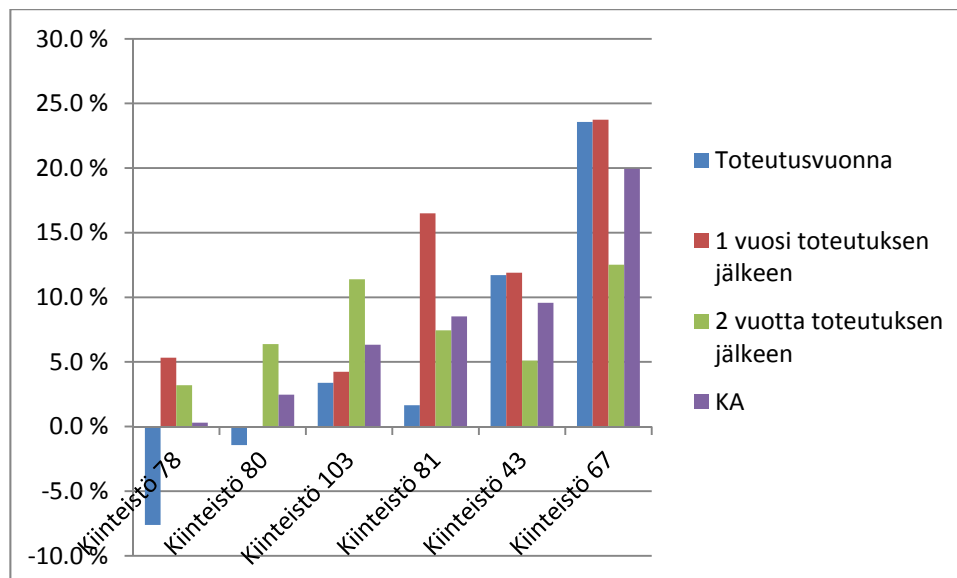


Kuvaaja 4.2.17 Vesikalusteiden uusimisen tuomat säästöt vedenkulutuksessa.

Vesikalusteiden uusinta hankkeista ei ole selvitetty, uusittiinko näissä kaikki kiinteistön vesikalusteet vai vain murto-osa. Mahdollista on, että kiinteistössä jossa vesikalusteiden

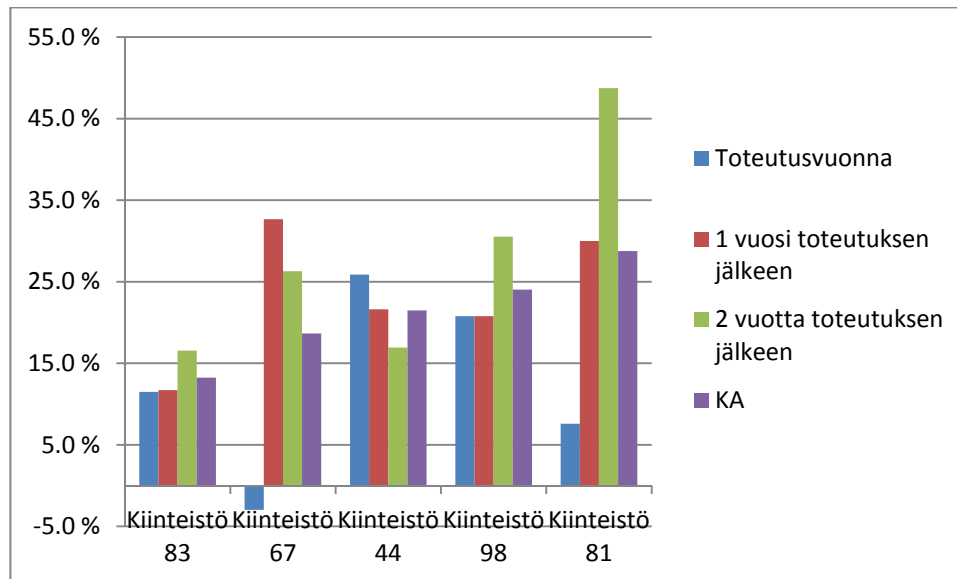
uusinnalla ei ole saavutettu energiansäästöä, ei kalusteita ole uusittu merkittävästi tai samaan yhteyteen on osunut kiinteistön asukasmäärän kasvua, joka osaltaan kasvattaa vedenkulutusta.

Putkistosaneerauksia, joissa ei asennettu vesimittareita, toteutettiin tarkasteltuna 2000 - luvun ajanjaksona yhteensä kymmenen. Kaikki korjaushankkeet kohdistuivat kerrostaloihin, joiden rakennusvuodet vaihtelevat 1955-1975. Kyseessä olevat korjaushankkeet toteutettiin ennen vuotta 2010. Lämmitysenergian kulutuksen kannalta tutkimusaineistoa tarkastellessa havaittiin putkistosaneerauksen tuottaneen energiansäästöä kuudessa kiinteistössä. Kiinteistökohtainen keskimääräinen lämmitysenergian säästö vaihteli 0,3 - 19,9 %. Kaikkien kiinteistöjen keskimääräisen lämmitysenergian säästön keskiarvo oli 7,9 %. Kiinteistöittäin positiiviset vaikutukset lämmitysenergiankulutukseen on esitetty kuvajassa 4.2.18.



Kuvaaja 4.2.18 Putkistosaneerausten tuomat energiansäästöt lämmitysenergiankulutukseen.

Tarkasteltaessa samojen kiinteistöjen osalta samaisten putkistosaneerausten tuomia vedenkulutuksen säästöjä, käsiteltiin aineistona kahdeksaa kiinteistöä, joista oli saatavilla riittävästi kulutustietoja. Kahdeksasta kiinteistöstä viidessä havaittiin kiinteistön vedenkulutuksen pudonneen putkistosaneerauksen myötä. Keskimääräinen tarkastelujakson vedenkulutuksen säästö oli kiinteistöstä riippuen 13,2 - 28,8 %. Keskiarvo kaikkien kiinteistöjen keskimääräiselle vedenkulutuksen säästölle oli 21,2 %. Kiinteistöittäin vedenkulutuksen säästöt on esitetty kuvaajassa 4.2.19.



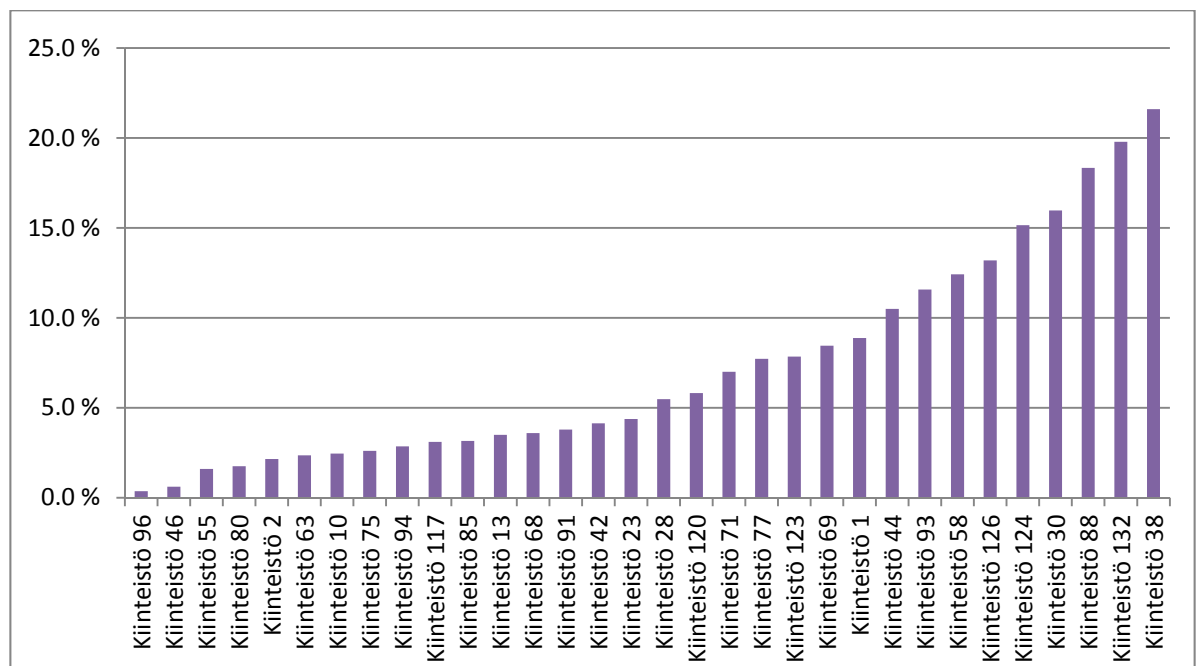
Kuvaaja 4.2.19 Putkistosaneerauksen tuomat vedenkulutussäästöt.

Kiinteistöissä, joissa uusittiin putkistosaneerauksen yhteydessä vesikalusteet, oman osansa lämmitysenergiesäästöön tuovat myös samassa yhteydessä mahdollisesti toteutettu ilmanvaihtokanaviston puhdistus, säätö ja ilmanvaihtolaitteiden huolto. Lisäksi mahdollinen lämminvesiputkien lämmöneristäminen lähtötilannetta parempaan tasoon vähentää myös lämmitysenergiankulutusta. Jollei putkistosaneerauksen yhteydessä ole saavutettu veden tai lämmitysenergiesäästöä, on syynä todennäköisesti remontin valmistumisen jälkeinen asukasmäärän kasvu.

4.2.9 Lämmitysjärjestelmään kohdistuvien muutosten vaikutus ostoenergiankulutukseen

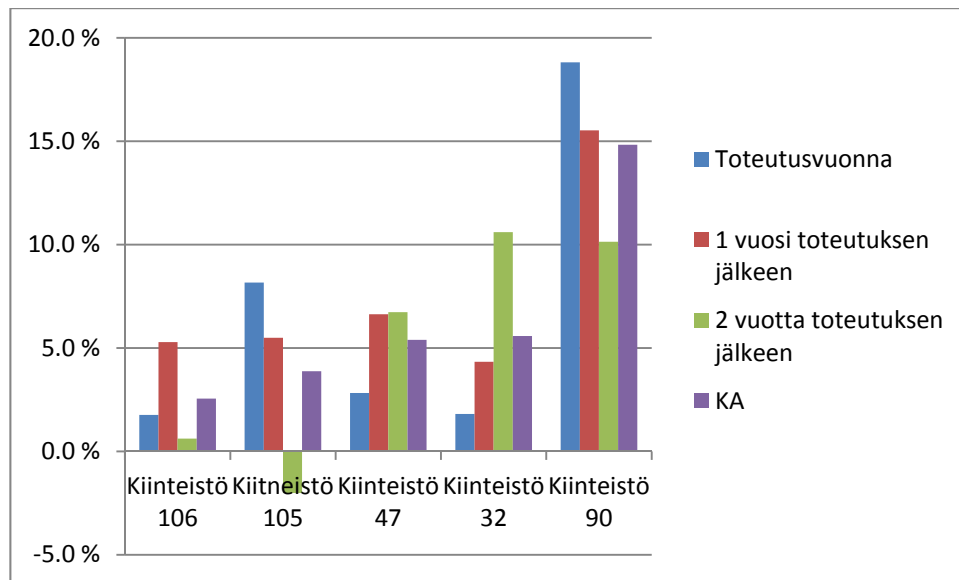
Lämmitysjärjestelmiin kohdistuvia korjaustoimenpiteitä oli tehty tarkastellussa kiinteistömassassa 2000-luvulla yhteensä 113 kertaa. Kyseiset korjaustoimenpiteet ovat: lämmönjakolaitteiden uusimisia, lämmönjakolaitteiden sekä patteri- ja linjasäätöventtiilien uusimisia, lämmitysverkoston tasapainotuksia ja lämmitysverkoston tasapainotuksia samalla kuin patteri- ja linjasäätöventtiilit uusitaan. Yllämainittujen korjaustoimenpiteiden vaikutuksia tarkastellaan lämmitysenergian kulutuksen kautta.

Lämmönjakolaitteiden uusiminen toteutettiin 2000-luvulla tutkimuksen kohteena olleissa kiinteistöistä yhteensä 47 yhtiössä. Kiinteistöistä 11 on rivitaloyhtiöitä, jotka on rakennettu vuosien 1961-1990 aikana, 35 kerrostaloyhtiötä, joiden rakennusvuodet vaihtelevat vuosien 1940-1995 välillä ja yhdessä vuonna 1962 rakennetussa yhtiössä on kerrostalo ja rivitaloja. Lämmönjakolaitteiden uusimisella saavutettiin yhteensä 32 yhtiössä lämmitysenergiensäästöä. Saavutetun lämmitysenergian säästön keskimääräinen määrä vaihtelee 0,4 - 21,6 % välillä kiinteistöistä riippuen. Keskiarvona kaikkien kiinteistöjen keskimääräiselle lämmitysenergiensäästölle on 7,3 %. Kuvaajassa 4.2.20 esitetään kiinteistöjen keskimääräiset lämmitysenergian säästön määrät tarkasteluajanjaksona.



Kuvaaja 4.2.20 Lämmönjakolaitteiden uusimisen tuoma lämmitysenergian keskimääräisen energiansäästö tarkasteltuna ajanjaksona.

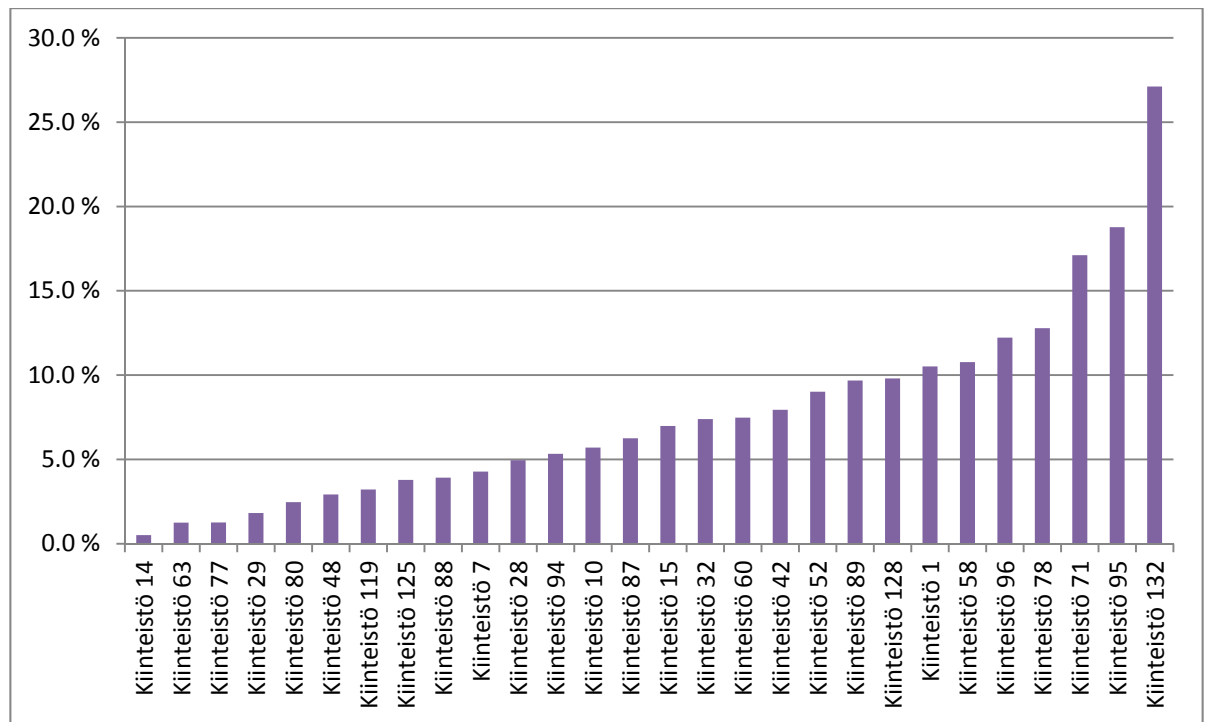
Lämmitysverkoston tasapainotus toteutettiin 2000-luvulla seitsemässä kiinteistössä. Kiinteistöistä kaksi on rivitaloyhtiöitä, joista toinen on rakennettu vuonna 1982 ja toinen vuonna 1992. Loput viisi ovat asuinkerrostaloyhtiöitä, joiden rakennusvuodet vaihtelevat vuosien 1926-1979 välillä. Lämmitysverkoston tasapainotuksella saavutettiin viidessä tapauksessa lämmitysenergiensäästöä, säästön keskimääräinen määrä vaihtelee 2,6 - 14,8 % välillä kiinteistöistä riippuen. Kaikkien kiinteistöjen keskimääräinen säästö on 6,4 %. Lämmitysverkoston tasapainotuksen aiheuttamat lämmitysenergiensäästöt on esitetty kuvaajassa 4.2.21.



Kuvaaja 4.2.21 Lämmitysverkoston tasapainotuksen tuoma lämmitysenergian säästö.

Kiinteistössä 90 on samana vuonna toteutettu myös ilmanvaihtokanaviston puhdistus, säätö ja ilmanvaihtolaitteiden huolto, jolla on osaltaan vaikutusta saavutettuun energiansäästöön.

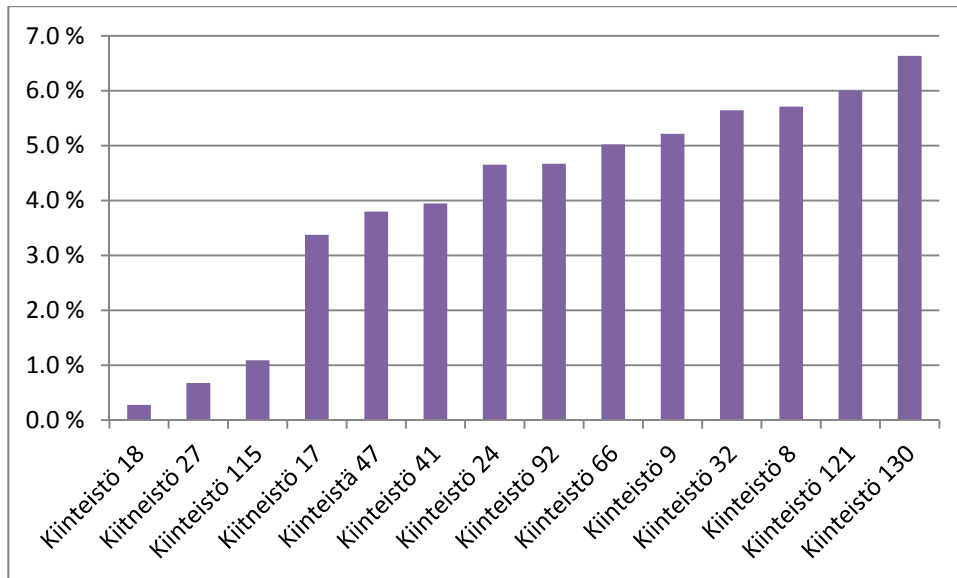
Patteri- ja linjasäätöventtiilien uusiminen ja tasapainotus toteutettiin yhteensä 34 asuin-kiinteistössä tarkasteltuna ajanjaksona. Kiinteistöistä yhdeksän on vuosina 1961-1989 rakennettuja rivitaloyhtiöitä ja loput 25 ovat vuosina 1940-1987 rakennettuja kerrostaloyhtiöitä. 28:ssä korjaushankkeessa saavutettiin lämmitysenergian kulutuksessa säästöä, jotka ovat tarkastelu ajanjaksona keskimäärin 1,2 - 27,1 % suuruisia. Kaikkien kiinteistöjen keskimääräinen energiansäästö on 7,7 %. Kiinteistöjen keskimääräiset lämmitysenergiensäästöt on esitetty kuvaajassa 4.2.22.



Kuvaaja 4.2.22 Patteri- ja linjasäätöventtiilien uusimisen ja lämmitysjärjestelmän tasapainotuksen tuomat lämmitysenergiansäästöt.

Kiinteistössä 71 toteutettiin seuraavana vuonna ilmanvaihtokanaviston puhdistus, säätö ja laitteiden huolto, jolla on osaltaan vaikutusta kolmen tarkastellun vuoden lämmitysenergiansäästön saavuttamiseen.

Tarkasteltuna ajanjaksona toteutettiin 22 korjaushanketta, joissa uusittiin lämmönjakolaitteet, patteri- ja linjasäätölaitteet ja tasapainotettiin lämmitysverkosto. Tarkastelluista kiinteistöistä seitsemän on vuosina 1977-1990 rakennettuja rivitaloyhtiöitä ja loput 15 ovat vuosina 1974-1991 rakennettuja kerrostaloyhtiöitä. Näistä korjaustoimenpiteistä 14 hanketta vaikutti lämmitysenergian kulutukseen pienentävästi. Kiinteistöistä riippuen keskimääräinen lämmitysenergiansäästö oli 0,3 - 6,6 %. Kaikkien kiinteistöjen keskimääräinen säästö oli 4,1 %. Kiinteistöittäin keskimääräiset lämmitysenergiankulutussäästöt on esitetty kuvaajassa 4.2.23.



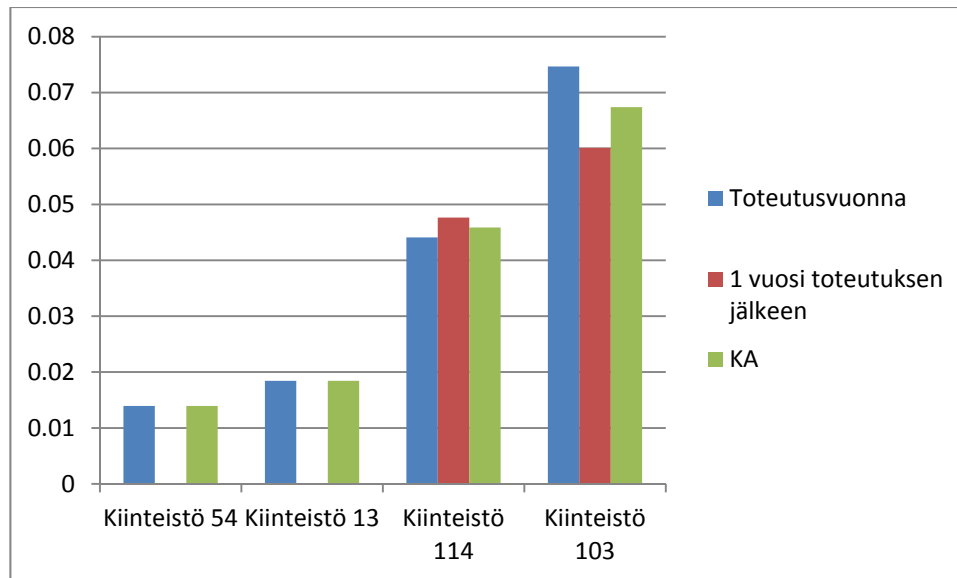
Kuvaaja 4.2.23 Lämmönjakolaitteiden, patteri- ja linjasäätölaitteiden uusimisen ja verkoston tasapainotuksen tuoma lämmitysenergiansäästö.

Lämmitysjärjestelmän muutokset ovat joissain tapauksissa tuoneet todella merkittävästi enemmän lämmitysenergiansäästöä, kuin kirjallisuusarvot antavat odottaa, mutta toisaalta joissain tapauksissa ei säästöä ole saavutettu. Lämmitysjärjestelmän muutosten tuomiin energiansäästöihin vaikuttaa merkittävästi kiinteistön lähtötilanne. Jollei merkittävää yllilämmitystä ole aiemmin ollut, ei merkittävää säästöäkään välttämättä ole saavutettavissa. Lisäksi tiedossa ei ole kaikkien kiinteistöjen osalta onko yleisten tilojen esimerkiksi porrashuoneiden lämmityspattereihin samassa yhteydessä lisätty rajoittimet, jotka estävät kyseisten tilojen yllilämmityksen. Edellä mainitulla toimenpiteellä voidaan lisätä lämmitysenergiansäästöä kohteissa, joihin se soveltuu.

4.2.10 Paine-erokompensointiin perustuvan järjestelmän asennuksen vaikutus osatoenergiankulutukseen

Tarkasteltuna ajankohtana asennetuista paine-erokompensointiin perustuvien järjestelmien asennuksista neljästä oli saatavilla riittävästi kulutustietoja tutkimista varten. Kaikki tutkitut kiinteistöt olivat asuinkerrostaloja, joiden rakennusvuodet vaihtelevat 1975-2007 vuosien välillä. Paine-erokompensointiin perustuvat järjestelmät on asennettu kiinteistöihin vuosien 2012-2013 aikana. Tarkastelujakson keskimääräinen lämmitysenergian-

säästö on 1,4 - 6,7 % kiinteistöstä riippuen. Kaikkien tarkasteltujen kiinteistöjen keskimääräinen energiansäästö on 3,6 %. Kiinteistöittäin lämmitysenergiesäästöt on esitetty kuvaajassa 4.2.24.

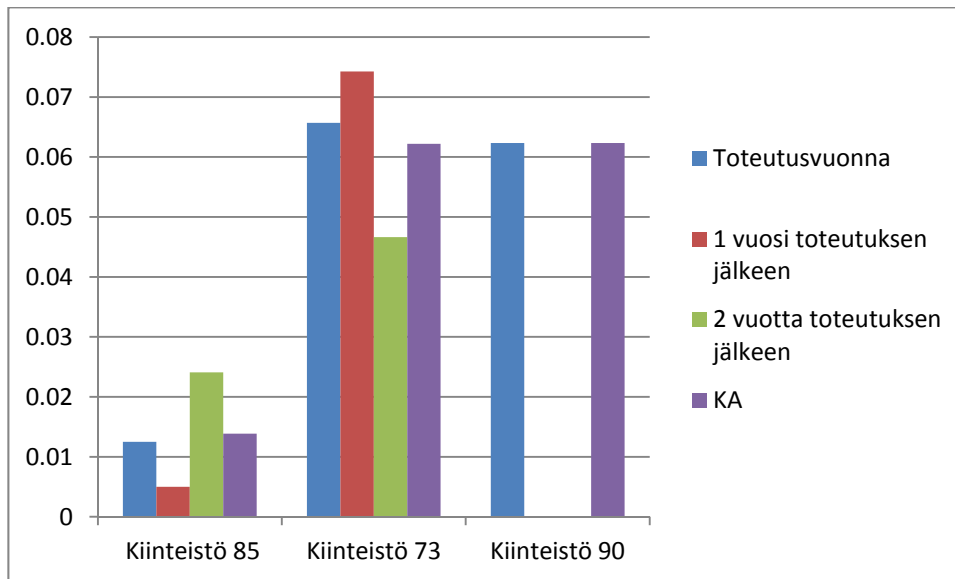


Kuvaaja 4.2.24 Paine-erokompensaation perustuvan järjestelmän asentamisen tuoma energiansäästö.

Lämmitysenergiesäästö on hieman kirjallisuusarvoja matalampaa tutkituissa kohteissa. Huomionarvoista tässä tapauksessa on mielestäni se, etteivät kyseisen järjestelmän myyntimiehet vaivaudu tarkistamaan onko kyseinen kiinteistö johon järjestelmäänsä tarjoavat potentiaalinen säästökohde vai ei. Kyseinen laitteisto ei tuo juurikaan säästöä, mikäli kiinteistössä on panostettu lämmitysenergian kulutuksen pienentämiseen jo aiemmin.

4.2.11 Lämmitysverkoston veden sähkömagneettiseen käsittelyyn perustuvan järjestelmän asennuksen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Lämmitysverkoston veden sähkömagneettiseen käsittelyyn perustuva järjestelmä on asennettu tutkimusaineistoina olleista kiinteistöistä kolmeen 2000-luvun aikana. Kiinteistöistä yksi on vuonna 1975 rakennettu rivitaloyhtiö ja kaksi muuta ovat kerrostaloyhtiöitä, joiden rakennusvuodet ovat 1974 ja 1980. Korjaustoimenpiteen tuoma keskimääräinen lämmitysenergiesäästö vaihtelee kiinteistöstä riippuen 1,4 - 6,2 %. Kaikkien tutkittujen kiinteistöjen keskimääräinen lämmitysenergiesäästö on 4,6 %. Kiinteistöittäin lämmitysenergian säästöt on esitetty kuvaajassa 4.2.25.



Kuvaaja 4.2.25 Lämmitysverkoston veden sähkömagneettiseen käsittelyyn perustuvan järjestelmän asentamisen tuoma energiansäästö.

Tarkasteltujen kiinteistöjen osalta järjestelmän asentamisen tuoma lämmitysenergian säästö jää selkeästi alle kirjallisuudessa esitettyjen arvojen.

4.2.12 Käyttöveden kiertojohton lämmöneristämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen

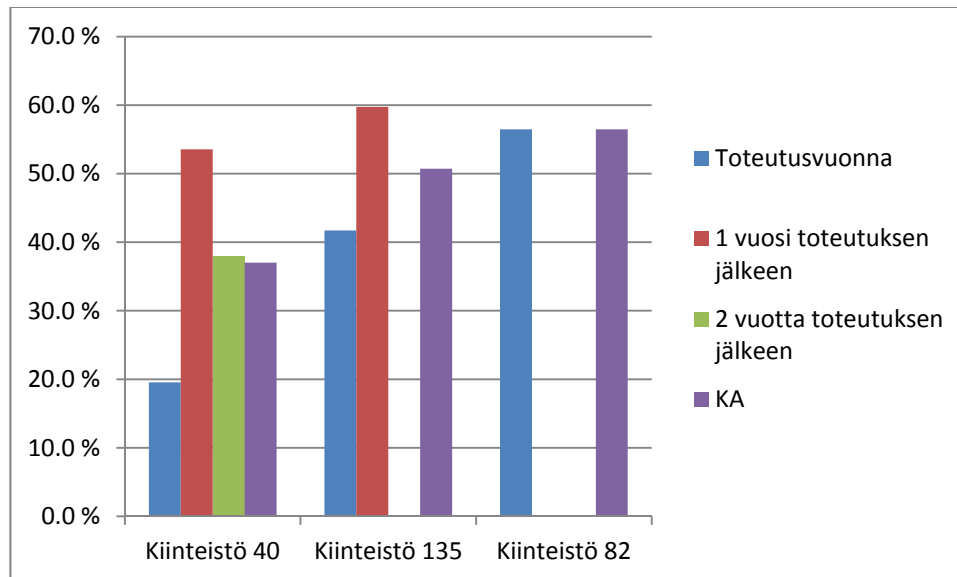
Käyttövedenkiertojohtoa ei tutkimusaineistona käytetyissä kiinteistöissä eristetty ilman, että kyseinen työ sisältyi putkistosaneerauksiin. Putkistosaneerauksien tuomia vaikutuksia lämmitysenergiesäästöön on käsitelty jo edellä muissa kappaleissa.

4.3 Ilmaisenergioiden hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Ilmaisenergioiden käyttöönotto taloyhtiöissä on lisääntynyt hitaasti mutta varmasti. Tutkimusaineistoa on näistä kuitenkin vielä niukasti käytettävissä. Tarkastelluissa kiinteistöissä, vain maalämmön hyödyntämisestä oli saatavilla tutkimusaineistoa. Ilmaisenergioiden hyödyntämisen tuomissa kustannussäästöissä ei ole huomioitu inflaation vaikutusta.

4.3.1 Maalämmön hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Maalämpöpohjainen lämmitysjärjestelmä otettiin kolmessa rivitalokiinteistössä käyttöön tutkittuna ajanjaksona, kiinteistöjen rakennusvuodet ovat 1956, 1971 ja 1981. Kiinteistöjen ostoenergiankulutuksen pienenemistä tutkittiin kiinteistöissä kiinteistösähkön ja lämmitykseen käytetyn öljyn yhteenlaskettujen kustannusten kautta. Kaikissa kiinteistöissä maalämmön käyttöönoton jälkeen tarvittava lisälämpö otetaan suoralla sähkölämmityksellä, eikä muutosta edeltäneellä öljylämmityksellä. Kaikissa kiinteistöissä ostoenergiaan käytetyn rahan määrä pieneni kirjallisuusarvoa enemmän, keskimääräinen säästö vaihteli 37,0-56,5 %. Keskimääräisen säästön keskiarvo oli kiinteistöissä 48,1 %. Saavutetun säästön määrä vuosittain on esitetty kuvaajassa 4.3.1 kiinteistöittäin.



Kuvaaja 4.3.1 Maalämmön käyttöönoton tuomat säästöt ostoenergiankulutuksessa.

4.3.2 Lämmöntalteenottolaitteella varustetun poistoilmajärjestelmä hyödyntämisen vaikutus ostoenergiankulutukseen

Osaan ennestään painovoimaisesti toimineen ilmanvaihdon kiinteistöihin on putkistosaneerausten yhteydessä lisätty poistoilmapuhaltimia, mutta lämmöntalteenottavia ratkaisuja ei ole toistaiseksi toteutettu. Ensimmäinen poistoilmalämpöpumppu-ratkaisu on myöskin vasta suunnitteluasteella, joten tutkimusaineisto ei valitettavasti ollut.

Konsultoidessani poistoilmalämpöpumppuratkaisujen kanssa toimivaa LVI-alan yrittäjää sain selville, että heidän toteuttamiensa järjestelmien laskennalliset takaisinmaksuajat noin 12-17 vuodessa. Laitetoimittajien markkinoinnissa puhutaan yleisesti noin 7 vuoden maksuajoista, joten todellisuuden ja myyntipuheiden välillä on selkeä ristiriita. Järjestelmiä ei myöskään ole järkevä taloudellisesti ajateltuna toteuttaa läheskään jokaiseen kiinteistöön, koska saavutettavat säästöt on minimaaliset verrattuna investointi kustannuksiin.

4.3.3 Aurinkokeräinten käyttövedenlämmityksessä hyödyntämisen vaikutus osatoenergiankulutukseen

Aurinkokeräinten osalta ensimmäinen Isännöinti Ilkka Saarinen Oy:n asiakaskohteen hanke on myös vasta suunnitteluasteella tutkimusaineistona käytetyissä kiinteistöissä. Aurinkokeräinten asennuksen kannattavuus asuinto-osakeyhtiöissä on todella vaihteleva ja tästä syystä ne eivät tunnu yleistyneen samalla vauhdilla kuin muita ilmaisenergioita hyödyntävät järjestelmät.

5 TUTKIMUSTULOKSET KOOTTUNA

Rakenteellisista energiatehokkuuden parannustoimenpiteistä suurin energiansäästö saavutettiin julkisivusaneerauksella kohteissa, joissa lisättiin seinärakenteeseen lisälämmöneristystä. Optimaalisin hyöty seinärakenteen lisälämmöneristyksellä saavutetaan, kun kohteella on merkittävästi seinäpintaa suhteessa muihin julkisivun osiin, eli kerrostaloilla. Rivitalojen kohdalla yläpohjarakenteen lisälämmöneristys on tehokkain energiansäästökeino tutkituissa kohteissa. Yksikerroksisten rivitalojen kattopinnan pinta-ala on suurempi kuin julkisivupintojen. Eri korjaustoimenpiteillä saavutetut lämmitysenergiesäästöt suhteessa kirjallisuusarvoihin esitetään taulukossa 5.1.

Korjaustoimenpide	Energiansäästöarvio kirjallisuudessa	Energiansäästö toteutunut (keskiarvoja)
Ulkoseinän korjaukset	Lisälämmöneristys 3-20 %	Julkisivusaneeraus 8,8 % Saumojen uusiminen 6,2 %
Yläpohjan korjaukset: lisälämmöneristys	5-12 %	7,4 %
Ikkunoiden ja ovien kunnostus	Uusinta kauttaaltaan 7-10 %	Uusinta kauttaaltaan 6 % Osittaiset korjaustoimenpiteet laajuudesta riippuen 3,2-6,9 %
Yläpohjan korjaukset: vesikatteen uusiminen	Ei kirjallisuusarvoa	5,7 %
Parvekelasitus	3-11 %	2,4 %

Taulukko 5.1 Rakenteellisten korjausten avulla saavutetut lämmitysenergiesäästöt

Yhdistävänä tekijänä rakenteellisissa korjauksissa on rakenteen ilmatiiviuden parantaminen. Yksinkertaistettuna paras energiansäästö saavutetaan eri rakennustyypeissä kohdistamalla korjaustoimenpide pinta-alaltaan suurimpaan tai lämmönläpäisykertoimeltaan suurimpaan rakennuksen osaan. Mikäli lämmönläpäisykertoimet ovat jo lähtökohtaisesti hyvät, energiansäästöä voidaan saavuttaa myös selvittämällä vaipan ilmatiiviuden kanalta heikoin kohta, joko asukashavaintojen tai lämpökamerakuvauksen avulla ilmavuo-
tokohdat määrittäen.

Pohdittaessa syitä, miksi jossain kiinteistössä ei rakenteellisilla korjaustoimenpiteillä saavuteta energiansäästöä, on todennäköistä ettei kokonaisuutta ole tarkasteltu riittävästi. Mahdollisesti on jätetty tekemättä lämmitysjärjestelmän perussäätö tai ilmanvaihtojärjestelmän perussäätö samassa yhteydessä eikä liitoskohtien ilmatiiveyden parantamiseen ole panostettu riittävästi. Korjaustoimenpiteiden soveltuvuutta sekä muita energiansäästön lisäksi saavutettavia hyötyjä ja korjaustoimenpiteen yhteydessä huomioitavia seikkoja on koottu taulukkoon 5.2.

Korjaustoimenpide	Soveltuvuus	Muut hyödyt	Huomioitava/tarkistettava
Ulkoseinän lisäeristäminen	Teknisen käytönsä lähestyessä loppua soveltuu kaikkiin, mutta erityisesti kerrostaloihin	Vedon tunne vähenee ja operatiivinen lämpötila nousee	- korvausilman saanti - ilmanvaihtojärjestelmä puhdistettava ja säädettävä - lisälämmöneristys -lämmitysjärjestelmän perussäätö
Yläpohjan korjaukset: lisälämmöneristys	Vaatii tuulettuvan yläpohjan, soveltuu erityisesti rivitaloihin	Vedon tunne vähenee ja operatiivinen lämpötila nousee	- tuulettuvan yläpohjan toimivuus - lämmitysjärjestelmän perussäätö
Ikkunoiden ja ovien kunnostus	Teknisen käytönsä lähestyessä loppua soveltuu kaikkiin	Vedon tunne vähenee ja operatiivinen lämpötila nousee	- korvausilman saanti - ilmanvaihtojärjestelmä puhdistettava ja säädettävä -lämmitysjärjestelmän perussäätö
Yläpohjan korjaukset: vesikatteen uusiminen	Teknisen käytönsä lähestyessä loppua soveltuu kaikkiin	Käyttövarmuus paranee	- lisälämmöneristys - rakenteelliset muutokset / parannukset
Parvekelasitus	Parhaiten etelään suunnatuilla sisäänvedetyillä parvekkeilla	Parvekkeen käytettävyys paranee	-lämmitysjärjestelmän perussäätö

Taulukko 5.2 Rakenteellisten korjausten soveltuvuus, hyödyt ja huomioitavat seikat

Taloteknisten järjestelmien korjaustoimenpiteiden tuomia energiansäästöjä tarkasteltaessa, suurimmat säästöt kiinteistösähkön kulutuksessa tuotti ilmanvaihtolaitteistojen peruskunnostus. Valaistusjärjestelmien muuttamisella energiatehokkaammiksi ja liiketunnistimellisiksi sekä autolämmitysjärjestelmien uusimisella älykkäiksi järjestelmiksi saavutetaan myös suhteellisen pienillä toimenpiteillä merkittävää sähkönkulutuksen säästöä. Taloteknisten muutosten ja korjausten tuomat kiinteistösähköenergian kulutuksen säästöt suhteessa kirjallisuusarvoihin esitetään taulukossa 5.3.

Korjaustoimenpide	Energiansäästöarvio kirjallisuudessa	Energiansäästö toteutunut (keskiarvoja)
Ilmanvaihtojärjestelmän peruskunnostus	Ei kirjallisuusarvoa	10,1 %
Valaistuksen muutokset	Valaistuksen käyttämästä energiasta säästö 40-75 %	Kiinteistösähköstä 8,3 %
Autolämmitysjärjestelmän muutokset	Ei kirjallisuusarvoa	8 %
Rakennusautomaatiolaitteiden uusiminen	Ei kirjallisuusarvoa	6,6%
Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus, säätö ja huolto	5-15 %	5,8 %
Hissien peruskunnostus	Hissin käyttämästä energiasta 50-70 %	Kiinteistösähköstä 4,4 %

Taulukko 5.3 Taloteknisten muutosten tai korjausten avulla saavutetut sähköenergian säästöt

Taloteknisten järjestelmien muutosten ja korjausten vaikutuksista lämmitysenergiankulutukseen paras tulos saavutettiin, mielestäni yllättävästi, säästösuuttimien asennuksella vesikalusteisiin. Muutenkin parhaisiin tuloksiin päästiin käyttöveden kulutuksen pienennyksen kautta. Suoranaisesti lämmitysjärjestelmään kohdistuvista korjaustoimenpiteistä parhaaksi osoittautui patteri- ja linjasäätöventtiilien uusiminen ja tasapainotus. Sen sijaan uudempien järjestelmien tuomat energiansäästöt jäivät varsin vaatimattomiksi tutkituissa kohteissa. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistusta, säätöä ja laitteiden huoltoa en aiemmin ollut osannut hahmottaa niin tehokkaana energiansäästö keinona kuin miksi se osoittautui. Edellytyksenä tietenkin on, että järjestelmässä on puutteellisuutta lähtötilanteessa.

Taloteknisten muutosten ja korjausten tuomat lämmitysenergian kulutuksen säästöt suhteessa kirjallisuusarvoihin esitetään taulukossa 5.4.

Korjaustoimenpide	Energiansäästöarvio kirjallisuudessa	Energiansäästö toteutunut (keskiarvoja)
Veden säästösuuttimien asennus	Ei kirjallisuusarvoa	10,3 %
Vesikalusteiden uusiminen	Ei kirjallisuusarvoa	Putkistosaneerauksen yhteydessä 7,9 % Ilman putkistosaneerausta 1,7 %
Lämmitysjärjestelmän muutokset	Huonelämpötilojen pudotus asteella 5 % Termostaattiset patteriventtiilit 3-15 %	Patteri- ja linjasäätöventtiilien uusiminen ja tasapainotus 7,7 % Lämmönjakolaitteiden uusiminen 7,3 % Lämmitysjärjestelmän tasapainotus 6,4 %
Huoneistokohtaisen vesimittarien lisääminen	3-9 %	Putkistosaneerauksen yhteydessä 6 % Ilman putkistosaneerausta 3,5 %
Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus, säätö ja huolto	3-10 %	5,8 %
Sähkömagneettinen-vedenkäsittelyjärjestelmä	10-20 %	4,6 %
Paineenalennusventtiilin lisääminen	Ei kirjallisuusarvoa	4,4 %
Lämmönsäätimien uusiminen	5 %	3,7 %
Paine-erokompensaatiojärjestelmä	4-25 %	3,6 %
Rakennusautomaatio-laitteiden uusiminen	Ei kirjallisuusarvoa	2,4 %

Taulukko 5.4 Taloteknisten muutosten tai korjausten avulla saavutetut lämmitysenergian säästöt

Taloteknisten järjestelmien muutosten ja korjausten vaikutukset vedenkulutukseen ovat merkittäviä. Suurin vedensäästö saavutettiin nykylainsäädännön mukaisilla putkistosaneerauksilla, jolloin vesimittarien asennus on mukana linjasaneerauksessa. Taloteknisten muutosten ja korjausten tuomat vedenkulutuksen säästöt suhteessa kirjallisuusarvoihin esitetään taulukossa 5.5.

Korjaustoimenpide	Energiansäästöarvio kirjallisuudessa	Energiansäästö toteutunut (keskiarvoja)
Huoneistokohtaisen vesimittarien lisääminen	10-30 %	Putkistosaneerauksen yhteydessä 29,9 % Ilman putkistosaneerausta 11,7 %
Vesikalusteiden uusiminen	10-25 %	Putkistosaneerauksen yhteydessä 21,2 % Ilman putkistosaneerausta 5,6 %
Veden säästösuuttimien asennus	10 %	17,5 %
Paineenalennusventtiilin lisääminen	5-25 %	11 %

Taulukko 5.5 Taloteknisten muutosten tai korjausten avulla saavutetut vedenkulutuksen säästöt

Pohdittaessa syitä miksi jossain kiinteistössä ei taloteknisillä muutos ja korjaustoimenpiteillä saavuteta energiansäästöä niin paljon kuin on mahdollista, uskon että varsinkin automaatiolaitteiden uusinnan kohdalla ei osata hahmottaa, mihin kaikkeen automaation optimoinnilla voitaisiin vaikuttaa. Taloteknisten järjestelmien kanssa säästöjä voidaan saavuttaa myös asukkaiden ohjauksella ja tiedottamisella sekä ennakkoluulottomalla asenteella hankesuunnittelussa. Taloteknisten muutosten ja korjaustoimenpiteiden soveltuvuutta sekä muita energiansäästön lisäksi saavutettavia hyötyjä ja korjaustoimenpiteen yhteydessä huomioitavia seikkoja on koottu taulukkoon 5.6.

Korjaus-toimenpide	Soveltuvuus	Muut hyödyt	Huomioitava/tarkistettava
Rakennusautomaatio-laitteiden uusiminen	Ei rajoitteita	Toiminnan ylläpidolliset hyödyt esim. hälytyksien siirto	- järjestelmän optimointi
Hissien peruskunnostus	Hissikiinteistöt	Toimintavarmuus paranee	-valaistuksen energiasäästön optimointi
Valaistuksen muutokset	Ei rajoitteita	Toimintavarmuus paranee, mahdollisesti myös valoteho ja käytettävyys	-liiketunnistimien ja automatiikan tuomat mahdollisuudet
Autolämmitysjärjestelmän muutokset	Ei rajoitteita	Toimintavarmuus ja joustavuus paranee, kulutusperusteiden laskutus	- älykkäiden järjestelmien tuomat mahdollisuudet
Ilmanvaihtojärjestelmän huolto ja korjaustoimenpiteet	Koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä	Ilmanvaihto paranee	- asukkaiden tiedotus huollosta ja käytöstä
Paineenalennusventtiilin lisääminen	Veden paine on suurempi kuin tarpeen	Putkiston käyttöikä kasvaa, äänihaitat pienyvät	
Huoneistokohtaisten vesimittarien lisääminen	Putkistosaneerauksen yhteydessä tai mikäli lämpimän käyttöveden kierto-putkisto mahdollistaa asennuksen	Kulutusperusteinen laskutus	
Vesikalusteiden uusiminen	Teknisen käyttöiän loppuessa ei rajoituksia	Käyttövarmuus paranee	
Veden säästösuuttimien asennus	Ei rajoituksia		

Lämmitysjärjestelmän muutokset	Vesikiertoisiin lämmitysjärjestelmiin	Huonelämpötilat kaikille samat	-rajoittimelliset termostaatit yleisiin tiloihin
Lämmitysjärjestelmään paine-erokompensaatiojärjestelmä	Vesikiertoisiin lämmitysjärjestelmiin, mikäli kiinteistö kuluttaa paljon lämmitysenergiaa		-selvitettävä kohdekohtaisesti onko järjestelmästä mahdollisesti hyötyä
Lämmitysjärjestelmään sähkömagneettinen käsittely	Vesikiertoisiin lämmitysjärjestelmiin	Pidentää lämmitysputkiston käyttöikää	-selvitettävä kohdekohtaisesti onko järjestelmästä mahdollisesti hyötyä
Käyttöveden kiertojohdon lämmöneristäminen	Putkistosaneerauksen yhteydessä	Käyttöveden lämpötila pysyy korkeampana	

Taulukko 5.6 Taloteknisten muutosten ja korjausten soveltuvuus, hyödyt ja huomioitavat seikat

Ilmaisenergioiden hyödyntämisessä tutkimusaineistoa oli saatavilla vain maalämmön käyttämisestä. Maalämmön käyttöönotolla saavutettiin tutkituissa kohteissa merkittäviä säästöjä energiaan käytetyissä kustannuksissa, vaikkei tutkituista kohteista yhdessäkään ollut vesikiertoista lattialämmitystä vaan patterilämmitys. Vesikiertoinen lattialämmitys on optimaalisin lämmönjakotapa maalämmölle. Ilmaisenergioiden hyödyntämisen tuomat energiansäästöt suhteessa kirjallisuusarvoihin esitetään taulukossa 5.7.

Korjaustoimenpide	Energiansäästöarvio kirjallisuudessa	Energiansäästö toteutunut (keskiarvoja)
Maalämpö	33 %	Energiaan kulutetun rahan säästö 48,1 %
Poistoilman lämmöntalteenotto	20-40 %	Ei tutkimusaineistoa
Aurinkoenergian hyödyntäminen	Käyttöveden lämmitysenergiasta 33%	Ei tutkimusaineistoa

Taulukko 5.7 Ilmaisenergioita hyödyntämällä saavutetut energiansäästöt

Ilmaisenergioiden hyödyntämisen soveltuvuutta ja korjaustoimenpiteen yhteydessä huomioitavia seikkoja on koottu taulukkoon 5.8.

Korjaus-toimenpide	Soveltuvuus	Huomioitava/tarkistettava
Maalämpö	Soveltuu vesikiertoisiin lämmitysjärjestelmiin	- luvanvarainen - tarvitsee varajärjestelmän kovia pakkapäiviä varten -lvi-suunnittelija välttämätön
Poistoilman lämmöntalteenotto	Soveltuminen selvitetävä kohdekohtaisesti LVI-suunnittelijan kanssa	- laitevalmistajilta yhtiö optimistista informaatiota
Aurinkoenergian hyödyntäminen	Lämminvesivaraajallisiin kiinteistöihin paras soveltuvuus	-lvi-suunnittelija välttämätön

Taulukko 5.8 Ilmaisenergioiden hyödyntämisen soveltuvuus ja huomioitavat seikat

LÄHTEET

- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 4/2013.
- Siekkinen, J. 2014. Energiatalous ohjaa remontteja ja uudisrakentamista. Kiinteistösektori-lehti 2/2014.
- Tarri, M. 2014. Korjaushankkeen avainasiat asunto-osakeyhtiössä. Isännöinti Ilkka Saarinen Oy:n hallituksen jäsenten koulutusillan diat. Luettu 23.5.2014. http://www.iiso.fi/uploads/Asiakaskoulutusilta_30_1_2014/Mikko%20Tarri.pdf
- Almgrén, M & Rinne, J. 2013. Taloyhtiön korjausrakentamisen energiaopas. Turku: Valonia.
- Hemmilä, K. & Saarni, R. 2000. Ikkunaremontti. Tampere: Kirjapaino Tammer Paino Oy.
- Myyryläinen, L. 2012. Taloyhtiön kuntokirja. Kiinteistöalan Kustannus Oy. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.
- Virta, J & Ojajärvi, M. 2009. Taloyhtiön korjaushanke, hallinto ja viestintä. Kiinteistöalan kustannus Oy. AS Printall.
- Pyly, P. Energiatehokkuutta ei huomioida tarpeeksi taloyhtiöiden saneerauksissa. Rakennuslehti, arkisto. 13.9.2012. www.rakennuslehti.fi
- Goodchild, K. 2013. Tieto kulkee yhtiökokouksessa. Kotitalo-lehti 6/2013.
- Lappalainen, M. 2010. Energia ja ekologiakirja. Rakennustieto Oy. Tampere: Tammerprint Oy.
- Pörsti, L. 2013. Tutkija jäljitti päästöt. Kotitalo-lehti 6/2013.
- Pörsti, L. 2013. Pienillä teoilla paljon säästöä. Kotitalo-lehti 6/2013.
- Tuovinen, M. 2013. Energiatehokas rakennus kuluttaa vähemmän. Kotitalo-lehti 6/2013.
- Hilliaho, K. & Lahdensivu J. 2012. Parvekelasituksen vaikutus rakennuksen energiatehokkuuteen. Hurmaava Lähiö - Energiatehokas lähiökorjaaminen - hankkeen loppujulkaisu. toim. Alatalo E. Tampere: Tampereen Teknillinen yliopisto.
- Pyly, P. & Virja, J. 2011. Taloyhtiön energiakirja. Kiinteistöalan Kustannus Oy. AS Printall.
- Erat, B. Erkkilä, V. Nyman, C. Peippo, K. Peltola, S. Suokivi, H. 2008. Aurinko-opas aurinkoenergiaa rakennuksiin. Aurinkoteknillinen Yhdistys ry. Porvoo: Painoyhtymä Oy.

Philips Lamppuopas 2013. Luettu 31.7.2014. http://www.lighting.philips.fi/pwc_li/fi_fi/connect/Assets/pdf/Philips%20Lamppuopas_2013_WEB.pdf

Tuovinen, M. 2014. Ledillä säästät selviä summia. Kotitalo-lehti 5/2014.

Ivaine, A. 2013. IGL-Technologies. Isännöinti Ilkka Saarinen Oy:n energiaillan diat. Luettu 12.4.2014.

<http://www.iisoy.fi/uploads/energia-illan%20materiaali/E%20Tolppa.pdf>

Kupila, P. 2013. Putkistoremontista energiaremontti. Kotitalo-lehti 6/2013.

Jaakkola, T. Lindstedt, T. Junnonen, J-M. 2010. Energiatehokas asuinkerrostalojen talotekniikkakorjaus. Suomen Rakennusmedia Oy. Tampere: Tammerprint Oy.

Pitkälä, M. 2013. Paine-erokompensointimenetelmän soveltuvuus kiinteistöihin. Oulun seudun Ammattikorkeakoulu, Talotekniikan koulutusohjelma, opinnäytetyö. Luettu 13.4.2014. http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/59171/Pitkala_Miika.pdf?sequence=1

Bauer Watertechnology. Kiinteistöt. Luettu 13.4.2014. <http://www.bauer-wt.com/fin/kaytkohteet/>

Bauer Watertechnology. 17000€ säästöt lämmityskuluissa Bauer-vedenkäsittelylaitteiden avulla. Luettu 13.4.2014. <http://www.bauer-wt.com/fin/videot/>

Suomen Ekolämpö Oy. Eko-lämpö omasta pihasta, usein kysytyjä kysymyksiä taloyhtiössä. Tulostettu 5.4.2014. http://www.ekolampo.fi/files/ukk_taloyhtiot.pdf

Nieminen, J. Tietopaketti taloyhtiölle, Innova, Kerrostalosta passiivitaloksi. VTT. Tulostettu 5.4.2014. http://www.sitra.fi/julkaisut/muut/Tietopaketti_taloyhtiolle_INNOVA_kerrostalosta_passiivitaloksi.pdf

LIITTEET

Liite 1. Kiinteistöluettelo (luottamuksellinen)

Kiinteistöluettelo sisältää luottamuksellista tietoa ja se on poistettu julkaistavasta raportista.

Liite 2. Kuvaaja 4.2.7 Ilmanvaihtokanaviston puhdistuksen, säädön ja laitteiden huollon tuoma keskimääräinen lämmitysenergiänsäästö

