

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuja artikkeleita](#)

Korjaustoimien vaikutuksia asuinkerrostalon todelliseen energiankulutukseen

Jukka Lahdensivu, tekniikan tohtori

Tutkimuspäällikkö, Tampereen teknillinen yliopisto

jukka.lahdensivu@tut.fi

1 Johdanto

Suomen rakennuskanta on rakennettu pääosin toisen maailmasodan jälkeen. Rakennuskannan kokonaiskerrosala oli vuonna 2005 noin 510 miljoonaa neliömetriä. Suurimman yksittäisen ryhmän muodostivat erilliset pientalot 29 %:n osuudella. Asuinkerrostalojen osuus on 17 % sekä teollisuus- ja varastorakennusten osuus 13 %. Ryhmään ”muut rakennukset” kuuluu enimmäkseen kylmiä lämmittämättömiä rakennuksia ja rakennelmia. [1].

Eurooppalaisittain tarkasteltuna Suomen rakennuskanta on varsin nuorta, suurin osa on rakennettu 1960-luvulla ja sen jälkeen. Julkisivukorjaamisessa korostuvien erilaisten betonijulkisivujen osuus on vain 18 % kaikista julkisivuista. Myös betoniparvekkeiden korjaustoiminta on aktiivista. Ne on yli 90-prosenttisesti rakennettu 1960-luvulla ja sen jälkeen [1]. Parvekkeita on rakennettu lähinnä asuinkerrostaloihin, joita rakennettiin eniten betonielementtirakentamisen valtakaudella 1960-luvun puolivälistä lähtien.

Tilastokeskuksen mukaan Suomessa on asuntoja kaikkiaan runsaat 2,7 miljoonaa kappaletta, joista 1,2 miljoonaa on kerrostaloissa. Kerrostaloasutokannasta noin 50 % on rakennettu varsin lyhyessä ajassa vuosina 1960–1979 [2]. Vuonna 2008 kaikkiaan 62 % Suomen kansallisvarallisuudesta on ollut sidottu rakennuksiin [3]. Rakennusten korjaamista on tapahtunut aina. Korjaamisen syynä on ollut ensisijaisesti rakenteiden vaurioituminen, tilamuutostarpeet tai rakennuksen käyttötarkoituksen muuttaminen. Korjaustoiminta on kasvanut tasaisesti 1990-luvulta lähtien ja oli vuonna 2009 arvoltaan noin 9 miljardia euroa [4].

Ilmastonmuutoksen torjuntaan liittyvien kansainvälisten ilmastositomusten hiilidioksidipäästörajoitteiden mukana kiinnostus korjausrakentamista ja sen avulla saavutettavia energiansäästömahdollisuuksia kohtaan on lisääntynyt merkittävästi viime vuosina. Rakennuskannan hitaan uusiutumisen vuoksi sen energiataloutta ei voida parantaa vain uudisrakentamisen keinoin, vaan myös olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuutta on parannettava [5]. Korjausrakentamisessa energiatehokkuuden parantaminen yhdistetään yleisimmin julkisivujen lisälämmöneristykseen sekä ikkunoiden uusimiseen.

Tällä hetkellä eletään aikaa, jolloin yhä useammat rakennukset tulevat korjausikään [1 ja 6]. Rakenteita vaurioittavat useat eri turmeltumislmiöt, joiden etenemiseen puolestaan vaikuttavat monet rakenteelliset sekä olosuhte- ja materiaalitekijät. Näin ollen rakenteiden todelliset käyttöiät vaihtelevat käytännössä paljon. Pääosin lähiöissä sijaitsevien betonielementtikerrostalojen julkisivuista on tähän mennessä korjattu noin 19 % ja parvekkeista noin 23 % [7].

Tämä tutkimus perustuu Tampereen teknillisen yliopiston ENTELKOR-tutkimukseen, missä tavoitteena oli selvittää elementtikerrostalojen todellista energiankulutusta laajalla otannalla. Toisena tavoitteena oli selvittää näihin rakennuksiin tehtyjen korjausten sekä erilaisten säästötoimien vaikutuksia kerrostalon kokonaisenergiankulutukseen [8].

2 Kotitaloudet ja vedenkulutus

Kotitalouksien koon merkittävä muuttuminen

Suomessa on jo pitkään jatkunut trendi kohti pienempiä asutokuntia, mikä näkyy mm. asuinkerrostalojen uudistuotannossa. Yksinasujen määrä on koko Suomessa kaksinkertaistunut vuosien 1986 ja 2009 välillä. Kahden hengen kotitaloudet ovat samana aikana kasvaneet vain noin 50 000:lla. Vastavana aikana kolmen ja neljän hengen kotitaloudet ovat radikaalisti pienentyneet. Lähiökerrostalojen asutujakauma ei siten vastaa kovinkaan hyvin tämän päivän kysyntää, vaan suuria perheasuntoja on kysyntään nähden liikaa.

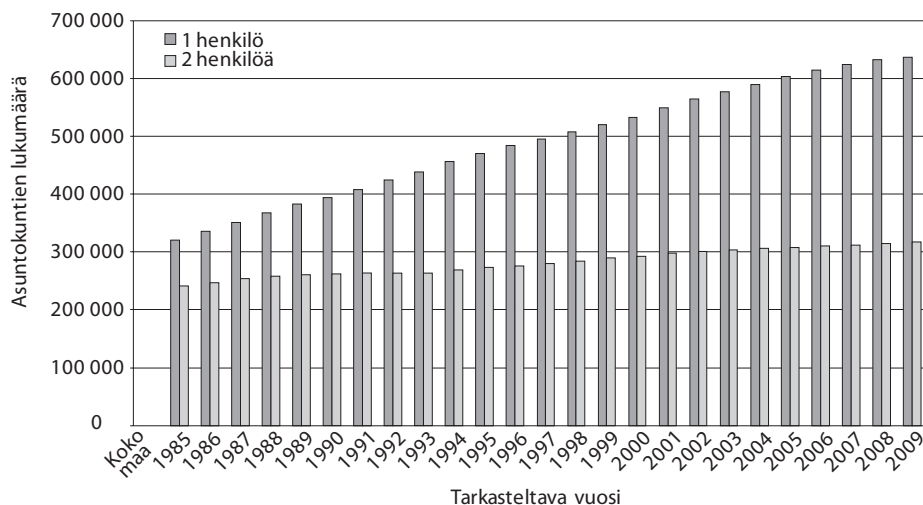
Vedenkulutuksen suuri talokohtainen vaihtelu

Kirjallisuuden perusteella asukkaiden käyttötottumusten muutoksilla on vaikutusta eri vuosien energiankulutukseen noin 2 % [9]. Yksittäisissä kohteissa voi kuitenkin tapahtua myös tätä suurempia muutoksia energiankulutuksessa, eikä niihin löydy selvää teknistä syytä [10]. Muutoksia syntyy myös, jos suuri osa asukkaista vaihtuu tarkasteltavan ajanjakson aikana. Asukkaiden vaihtuvuus on usein vuokrataloissa omistustaloja tiheämpää.

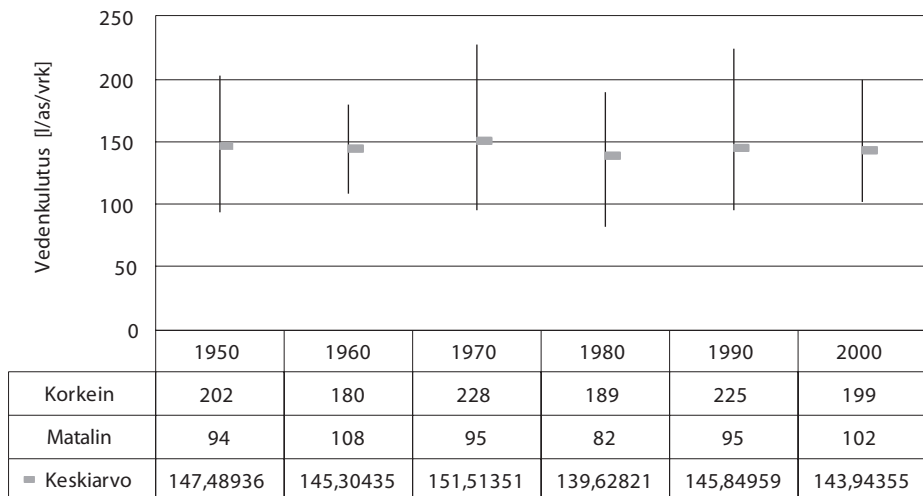
Tietokannan rakennuksissa veden kokonaiskulutus laskee kaiken aikaa ominaiskulutuksen pysyessä

sä samalla tasolla eri mittareilla mitattuna (l/vrk/asukas tai l/vrk/rakennus-m³) [11]. Keskimäärin vedenkulutus on 143 l/vrk/asukas. Vedenkulutuksessa esiintyy kuitenkin huomattavaa vaihtelua, kuten kuvasta 2 voidaan todeta. Alhaisin kulutus on 82 l/vrk/asukas ja korkein 225 l/vrk/asukas. Kun lämpi-

män käyttöveden osuudeksi oletetaan 40 %, rakennusten lämmitysenergian kulutuksessa on jo tästä syystä merkittävää talokohtaista vaihtelua. Keskimääräinen vedenkulutus on kuitenkin hyvin samalla tasolla koko tietokannan taloissa.



Kuva 1. Yhden ja kahden hengen kotitalouksien määrä Suomessa vuosina 1986–2009 [2].



Kuva 2. Eri vuosikymmenillä valmistuneiden asuinkerrostalojen vuorokautinen vedenkulutus [8].

3 Asuinkerrostalojen mitattu energiankulutus

Energiatodistus on ollut pakollinen kaikissa uudisrakennuksissa vuodesta 2008 lähtien. Energiatodistus on laadittava myös olemassa oleviin rakennuksiin silloin, kun ne myydään tai vuokrataan. Uusissa rakennuksissa energiatodistus on aina laskennallinen, mutta vanhoissa kerrostaloissa energiatodistus voi perustua todelliseen mitattuun energiankulutukseen.

Eri rakennusten energiatehokkuuden vertailemiseksi rakennuksen vuotuinen kokonaisenergiankulutus jaetaan lämmitetyllä bruttopinta-alalla. Näin laskettua lukua kutsutaan energiatehokkuusluvaksi (ET-luku [$\text{kWh}/\text{brm}^2/\text{vuosi}$]). Rakennukselle määritellään energiatehokkuusluvusta riippuva energiatehokkuusluokka, joka vaihtelee välillä A–G rakennuksen ominaiskulutuksen mukaan kuvassa 3 esitettyjen raja-arvojen mukaisesti.

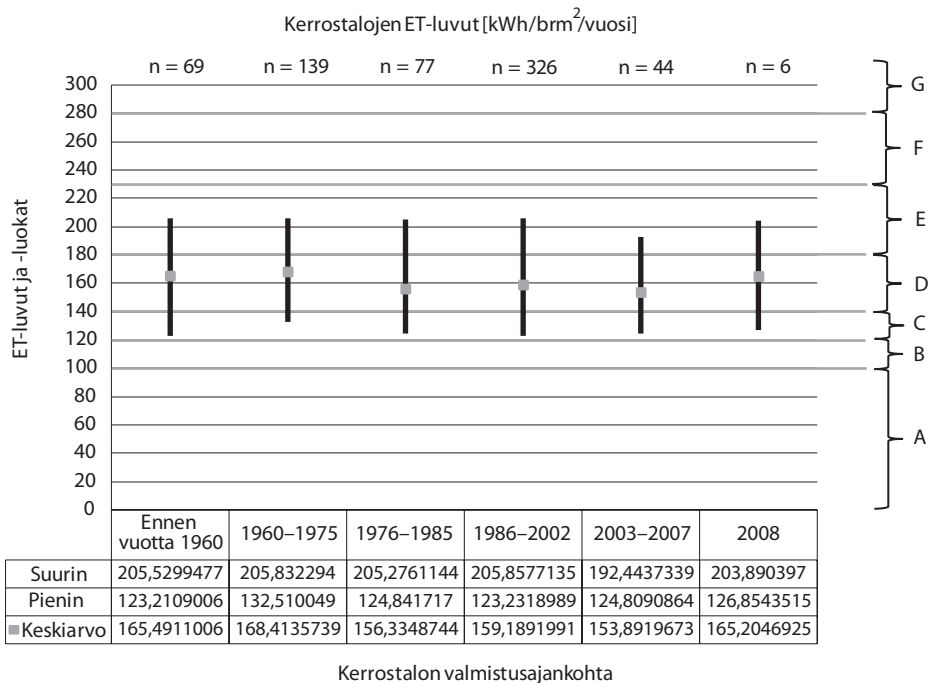
ET-luku ja lämmitetty pinta-ala

ENTELKOR-tutkimuksessa tarkasteltu asuinkerrostalokanta on rakennettu pitkällä ajanjaksolla 1950-luvulta 2000-luvulle, joten eri aikakausien kerros-

talojen energiatehokkuutta (ET-luku [$\text{kWh}/\text{brm}^2/\text{vuosi}$]) oli mahdollista tarkastella todellisen mitatun energiankulutuksen mukaan. Jotta eri paikkakunnilla sijaitsevien rakennusten lämmitysenergiankulutus on vertailtavissa, kulutukset on ensin normeerattu vastaamaan Jyväskylän normaalivuoden lämmitystarvelukua. Yksittäisten ääritapausten vaikutuksen minimoimiseksi tarkasteluissa on jätetty pois parhaat 5 % ja heikoimmat 5 %. Energiatehokkuustarkastelu on tehty siten, että rakennukset on jaettu ryhmiin rakennusten lämmöneristysmääräysten muutosten mukaisesti.

Rakennusten bruttoneliömetrien mukaan laskettuna kaikki tietokannassa olevat kerrostalot kuuluvat energiatehokkuusluokkaan D. Selkeää eroa eri vuosikymmenillä valmistuneiden kerrostalojen energiatehokkuuslukujen välillä ei ole, vaan niiden keskiarvo on lähes sama, samoin hajonnan suuruus. Parhaat rakennukset yltyvät energiatehokkuusluokkaan C, ja heikoimmat ovat luokassa E.

Kun rakennusten energiatehokkuus lasketaan kiinteistön omistajien tiedossa olevaa huoneistoalaa kohden (ET-luku [$\text{kWh}/\text{h-m}^2/\text{vuosi}$]), kuuluvat samat kerrostalot keskimäärin energiatehokkuusluokkaan F ja vanhimmat, ennen vuotta 1960 ra-



Kuva 3. Asuinkerrostalojen ET-luvut ja sijoittuminen ET-luokkiin todellisen energiankulutuksen mukaan. Kerrostalot on jaoteltu kulloinkin voimassa olleen lämmöneristysmääräystason mukaisesti ($n = 655$ rakennusta) [11].

Taulukko 1. Vuosina 1969–2012 voimassa olleet eri rakennusosien lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot.

Rakennusosa	Rakennusosien U-arvot [$\text{W/m}^2\text{°C}$]								
	RIL 66 1969	RIL 66b 1974	C3 1976	C3 1978	C3 1985	C3 2003	C3 2007	C3 2010	D3 2012
Ulkoseinä	0,81	0,35	0,40	0,29	0,28	0,25	0,24	0,17	0,17
Yläpohja	0,47	0,29	0,35	0,23	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09
Alapohja	0,47	0,41	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16
Ikkunat	–	–	2,10	2,10	2,10	1,40	1,40	1,00	1,00
Ovet	–	–	0,70	0,70	0,70	1,40	1,40	1,00	1,00

kennetut kerrostalot, luokkaan G. Näin tarkastellen rakennusten energiatehokkuus on huomattavasti heikempi ja hajonta merkittävästi suurempi. Keskimäärin vuosien 1976–2007 välisenä aikana valmistuneiden kerrostalojen energiankulutuksessa ei kuitenkaan ole huomattavaa eroa, vaikka lämmöneristysmääräykset ovat tuona aikana huomattavasti kiristyneet. Esimerkiksi ulkoseinien lämmöneristeen paksuus on samaan aikaan kasvanut 60 mm:stä 180 mm:iin.

Kiristyneet lämmöneristysmääräykset

Lähiökerrostalorakentamiskauden aikana ulkoseinien U-arvovaatimukset ovat laskeneet 0,81 $\text{W/m}^2\text{°C}$:sta 0,29 $\text{W/m}^2\text{°C}$:een, ks. taulukko 1. Tapahtunut muutos on ollut merkittävä sekä rakenteiden että lämmöneristeiden kehittymisen kannalta. Betonijulkisivujen kuntotutkimuksissa on tarkasteltu

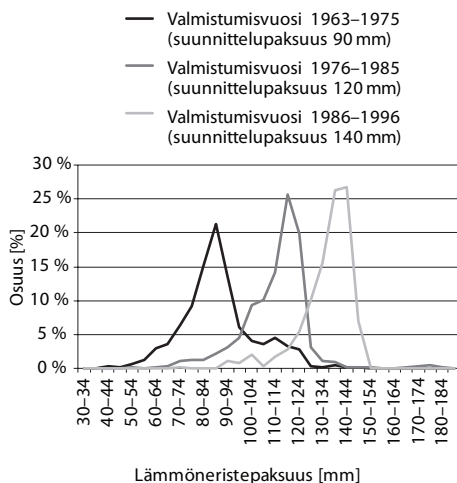
myös toteutuneita lämmöneristepaksuuksia, lämmöneristeen materiaalia sekä lämmöneristeen kuntotutkimushetkellä näytenäyteareikien kautta. Kaikkiaan 2161 havainnon perusteella on voitu todeta, että enimmäkseen betonielementeissä on käytetty lämmöneristeenä mineraalivillaa EPS:n ja lastuvillalevyjen ollessa yksittäistapauksia. Merkittävä havainto oli myös se, että lämmöneristeet olivat yleisesti tutkimushetkellä kuivia.

Betonielementtien lämmöneristepaksuudet on tyypillisesti valittu täyttämään voimassa olevat lämmöneristysmääräykset. Lämmöneristepaksuuksissa esiintyy hajontaa suunnittelupaksuuden molemmin puolin. Huomattavaa on, että alle 60 mm:n lämmöneristepaksuuksien osuus on kaikkiaan vain noin 3 %. Laskennallinen keskimääräinen ulkoseinien lämmönläpäisykerroin eli U-arvo on ennen vuotta 1976 rakennetuissa elementtikerrostaloissa 0,47 $\text{W/m}^2\text{K}$, vuosina 1976–1985 0,37 $\text{W/m}^2\text{K}$ ja vuosina 1986–1996 rakennetuissa elementtikerrostaloissa 0,31 $\text{W/m}^2\text{K}$ [13].

Lämmönkulutuksen jakautuminen

Rakennuksen lämmönkulutus jakautuu ilmanvaihdon, lämpimän käyttöveden ja johtumishäviöiden kesken. Koska rakennukset on aina tehty voimassa olevat lämmöneristysmääräykset täyttäväksi, erot samanikäisten rakennusten energiankulutuksessa johtuvat ensisijaisesti teknisten järjestelmien säädöistä ja asukkaiden asumistottumuksista. Vedenkulutuksessa havaittiin merkittävää rakennuskohtaista vaihtelua (82–225 l/vrk/asukas), mikä osaltaan kertoo suurista asumistottumusten eroista. Valitettavasti huoneistojen todellisia lämpötiloja ei ollut saatavissa.

Energian jakautumisessa on merkittäviä eroja eri-ikäisten rakennusten suhteen. Vanhimmissa esimerkkikohteessa vuodelta 1965 johtumishäviöiden, siis ulkoseinien, katon ja ikkunoiden läpi menevän lämmitysenergian, osuus on 52 %, kun uudemmissa 1989 ja 1992 valmistuneissa rakennuksissa johtumishäviöiden osuus on 32 % ja 35 %. Johtumishäviöiden jakaumissa on pieniä kohde-



Kuva 4. Kuntotutkimusten yhteydessä mitatut betonielementtien lämmöneristepaksuudet rakennuksien valmistusvuosien mukaan ($n = 2161$) [13].

kohtaisia eroja, mutta keskimäärin puolet johtumishäviöistä tapahtuu ikkunoiden, parvekeovien ja ulko-ovien kautta. Noin kolmasosa johtumishäviöistä tapahtuu ulkoseinien kautta. Kerrostaloissa yläpohjan ja alapohjan osuus johtumishäviöistä on varsin pieni.

Tarkastelluissa kohteissa käyttöveden osuus kokonaisenergiakulutuksesta oli 20–42 %. Kohteiden vedenkulutuksessa havaittiin merkittäviä eroja, mikä osaltaan selittää suuret erot kohteiden välillä.

Joka kohteella ilmanvaihdon lämmitys vie noin kolmanneksen lämmitysenergiasta, mutta toisaalta kaikkien kohteiden ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia on arvioitu samalla ilmanvaihtokertoimella ja ilmanvaihdon käyntiajalla. Todellisuudessa ilmanvaihdon osuus voi olla nyt arvioitua pienempi tai suurempi, sillä kohteiden ilmanvaihtokertoimen suuruus ja ilmanvaihdon käyntiaika voivat poiketa oletetuista arvoista, joilla on vaikutusta ilmanvaihdon lämmitykseen kuluvan energian laskentaan. Koska käyttöveden lämmitykseen kulunut energia on mitattu, sen osuus lämmönkulutuksesta ei muutu, mutta ilmanvaihdon osuuden muutos vaikuttaa myös johtumishäviöiden osuuden suuruuteen.

Rakennuksen käytön vaikutus energiatehokkuuteen

Rakennusten energiatehokkuusluku kertoo rakenteiden lämmöneristyskyvystä, mutta myös rakennuksen teknisten järjestelmien säädoista ja toimivuudesta sekä asukkaiden asumistottumuksista. Julkisivujen, ikkunoiden sekä katon osuus on keskimäärin vain 30 % kokonaisenergiakulutuksesta. Rakennuksen ET-luku ei siten kerro vain rakennuksen energiatehokkuudesta vaan mitä suurimmassa määrin asumisen energiatehokkuudesta.

Tyypillisin ilmanvaihtojärjestelmä lähiöiden asuinkerrostaloissa on ollut koneellinen poisto, jolloin rakennuksesta poistettava ilma puhalletaan suoraan ulos. Tällöin rakennuksen todelliset ilmanvaihtomäärät vaikuttavat oleellisesti ilman lämmittämiseen tarvittavaan energiamäärään. Rakennusmääräysten mukaisesti huoneistossa oleva ilmamäärä tulee vaihtaa kokonaan joka toinen tunti. Usein ilmamäärät ovat tätä pienempiä, koska ilmanvaihdosta aiheutuva ääni sekä vetoisuus haittaavat asumismukavuutta. Pienempi ilmanvaihtomäärä pienentää luonnollisesti rakennuksen energiankulutusta, mutta samalla heikentää sisäilman laatua, koska huoneilman hiilidioksiditaso on korkeampi ja asumisen aiheuttama kosteustuotto poistuu asunnoista heikommin.

Asumistottumuserojen vuoksi asuntojen lämpötiloissa voi olla huomattaviakin eroja asuntojen kesken. Asuntojen lämpötilat ovat tyypillisesti 20–

24 °C. Lämpötilan nostaminen yhdellä asteella lisää energiakulutusta noin 5 %. Lämpimän veden käytössä on suuria eroja asukkaiden välillä, mikä kerrostalon mittakaavassa tarkoittaa myös suurta energiakulutuseroa. Lämpimän käyttöveden mittauksen on todettu laskevan vedenkulutusta ja siten pienentävän rakennuksen kokonaisenergian tarvetta.

4 Korjaus- ja säätötoimien vaikutuksia energiakulutukseen

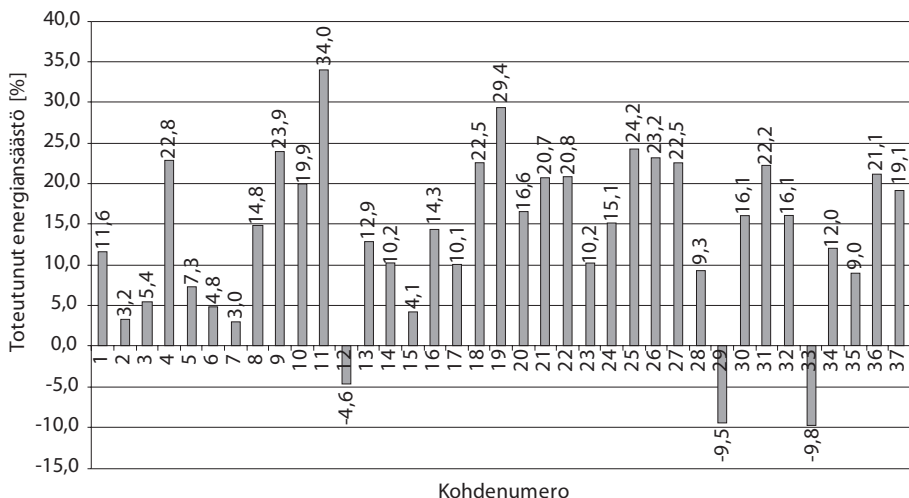
Ulkoseinien lisälämmöneristys

Julkisivujen lisälämmöneristysten todellista vaikutusta rakennuksen kokonaisenergiakulutukseen tarkasteltiin erillisellä 37 kohteen aineistolla. Siinä oleviin kohteisiin oli tehty joko pelkkä julkisivujen lisälämmöneristys (kohteet 1–10), lisäeristys sekä ikkunoiden uusiminen (kohteet 11–14) taikka edellisten toimien lisäksi toimenpiteitä lämmitysjärjestelmälle ja/tai ilmanvaihtojärjestelmälle (kohteet 15–37).

Kohteiden toteutuneet energiansäästöt vaihtelivat –9,8 %:sta +34 %:ään. Mikä tarkoittaa, että kolmessa kohteessa (kohteet 12, 29 ja 33) lämmönkulutuksen todettiin kasvaneen korjauksen jälkeen (ks. kuva 5.). Mitään erityistä selitystä kasvaneeseen energiakulutukseen ei todettu. Todennäköisimmin kohteissa ilmanvaihdon määrää on lisätty merkittävästi ennen korjausta olevaan tilanteeseen nähden.

Koko aineistossa energiansäästöjen keskiarvo on $(13,8 \pm 1,6) \%$ eli $(5,6 \pm 0,7) \text{ kWh/m}^3$ ja mediaani $14,8 \%$ ($5,5 \text{ kWh/m}^3$) laskettuna normeeratusta tilojen lämmittämiseen kuluneesta energiasta. Jos energiansäästö lasketaan normeeratusta kokonaiskulutuksesta, joka sisältää myös lämpimän käyttöveden energian, on säästön keskiarvo $11,8 \%$ ja mediaani $12,5 \%$. Koska kohteita on suhteellisen paljon saatavilla ja eri kohteiden väliset vaihtelut ovat suuria, soveltuu mediaani paremmin tämän tutkimustulosten arviointiin. Mediaani kuvaa paremmin keskimääräistä arvoa, koska siinä keskiarvosta paljon poikkeavat yksittäiset arvot eivät vaikuta niin suuresti tulokseen.

Valtaosassa kohteista peittävässä korjauksessa lisälämmöneristysten paksuus oli 50 mm (14 kohdetta) tai 70 mm (15 kohdetta). Lisälämmöneristystä ei siis ollut asennettu seinään energian säästämiseksi, vaan ensisijainen tarkoitus on ollut betonijulkisivun vaurioitumisen pysäyttäminen tai ainakin merkittävä hidastaminen. Lisälämmöneristepaksuuden vaikutus energiansäästöön on havaittavissa toteutuneiden kohteiden energiansäästöissä. Kohteet, joissa lämmöneristettä on lisätty 50 mm, on energiansäästön mediaani 10 %. Kohteet, joissa läm-



Kuva 5. Julkisivujen lisälämmöneristystyskohteiden toteutunut lämmitysenergiesäästö (n = 37 kohdetta) [14].

möneristettä on lisätty 70 mm, on energiansäästö mediaani 16 %. Säästö on laskettu kaikista kohteista. Tällöin mukana on myös kohteita, joissa on tehty lisäksi ikkunoiden uusintaa ja/tai säätöjä lämmitys- tai ilmanvaihtojärjestelmään. Tämä aiheuttaa tuloksiin epävarmuutta, mutta on looginen ja suuntaa antava.

Ikkunoiden uusiminen ja LVI-järjestelmien säädöt

Kohteissa, joissa on tehty pelkkä julkisivun lisälämmöneristys (kohteet 1–10), energiansäästö mediaani on 9 % ja keskiarvo (11,7 ± 2,6) %. Kohteissa, joissa on lisälämmöneristys lisäksi uusittu ikkunat (kohteet 11–14), on energiansäästö mediaani 12 % ja keskiarvo (13,1 ± 7,9) %. Keskiarvon suureen virhemarginaaliin (7,9 %-yksikköä) vaikuttaa näiden kohteiden pieni otosmäärä. Kohteissa, joissa on lisälämmöneristys ja ikkunoiden uusimisen lisäksi tehty myös toimenpiteitä lämmitysjärjestelmälle ja/tai ilmanvaihtojärjestelmälle on energiansäästö mediaani 16 % ja keskiarvo (14,8 ± 2,0) % (kohteet 15–37). Säätötoimenpiteet parantavat merkittävästi korjauksen kannattavuutta ja saavutettavaa energiansäästöä, mitä tukevat myös aiemmat tutkimukset.

Kohteen alkuperäinen ominaiskulutus vaikuttaa osin saavutettavaan energiansäästöön. Kohteet, joissa ominaiskulutus on alun perin ollut korkea, on pystytty saavuttamaan pääosin suurempia säästöjä kuin kohteissa, joissa ominaiskulutus on ollut jo alkujaan alhainen.

Teknisten järjestelmien korjaukset ja säädöt

Ilmanvaihto on suurin yksittäinen tekijä asuinkerrostalojen lämpöenergian kuluttajana; sen mukana kuluu noin kolmannes rakennuksen lämmitysenergiasta. Ilmanvaihto pitäisi mitoittaa suurimman tarpeen mukaan, mutta käyttää vain todellisen tarpeen mukaan. Tämän vuoksi ilmanvaihtoa pitäisi pystyä tarpeen mukaan ohjailemaan ja ilmajvirtoja muuttamaan.

Korjausikään tulevilla kerrostaloissa asuntojen ilmanvaihto on usein riittämätöntä ja täyttää vain harvoin nykyiset ohjeavrot. Ilmanvaihdon vähimmäisvaatimus on nykyisten määräysten mukaan 0,5 l/h. Ilmanvaihto on asuinkerrostaloissa usein varsin sekaisin, mikä voidaan havaita ilmanvaihtoon tehdyistä korjauksista ja säädöistä, sillä energiankulutus on lisääntynyt yhtä usein kuin vähentynyt.

Painovoimaisen ilmanvaihdon muuttaminen koneelliseksi on haastava ja kallis toimenpide. Purku- ja asennustyön osuus on niissä korjauskustannuksista suurin. Myös koneellisen poistoilmanvaihdon muuttaminen koneelliseksi tulo-poistojärjestelmäksi on kallista, koska tulokanaville joudutaan rakentamaan kokonaan uudet kanavat. Lisäksi kerrostalojen asuinpinta-alaa ei haluttaisi vähentää. Peruskorjauksissa yleensä helpoin tapa on rakentaa huoneistokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä ja sijoittaa tulo- ja poistoilmalaitteet ulkoseinille. Keskitetyn tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmän kustannukset ovat yleensä noin 200–250 €/h-m² ja huoneistokohtaisen järjestelmän 250–300 €/h-m².

Taulukko 2. Erilaisten korjaustoimenpiteiden kustannuksia ja toimenpiteen vaikutus rakennuksen kokonaisenergiankulutukseen [12].

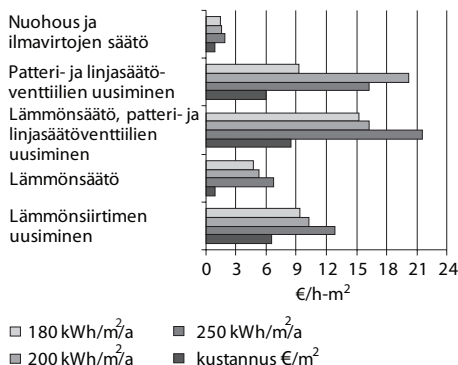
Korjaustoimenpide	Hinta [€/h-m ²]	Energiankulutus- muutos [%]	Energiankulutus- muutos keskiarvo [%]
Ikkunat ja ovet			
Ikkunoiden ja karmien tiivistys	1–4	–6 – +9	+0,4
Etuikkunoiden asennus	16–25	–11 – +2	–4,5
Parvekeovien uusiminen	4–4,5	–12 – +4	–3,8
Ulko-ovien uusiminen	2–10	–4 – +11	+1,9
Ikkunoiden ja parvekeovien kunnostus	1–17	–	–
Ikkunoiden uusiminen	50–110	–16 – +4	–5,0
Ulkoseinien korjaukset			
Elementtisaumojen uusiminen	3–9	–10 – +2	–2,4
Laastipaikkaus ja pinnoitus	20–60	–	–
Julkisivujen perusteellinen kunnostus	100–150	–	–
Levytys + lisäeristys (vanhan rak. päälle)	150–300	–	–
Eristerappaus (vanhan rak. päälle)	120–200	–	–
Levyverhous	120–170	–	–
Kuorielementit ja -muuraus	200–400	–	–
Parvekelasitus	4–25	–12 – +3	–4,2
Parvekelasit ja kaiteet	40–70	–	–
Parvekkeiden uusiminen	32–150	–12 – +5	–2,4
Yläpohjan korjaukset			
Vesikaton korjaus	2–20	–10 – +9	+1,2
Kermin lisäys	10–20	–	–
Vanhan huopakatteen purku ja uuden asennus	1–60	–12 – +5	–3,5
Vesikaton uusiminen ja lisäeristys	50–100	–	–
Ilmanvaihto			
Ilmanvaihtokoneen uusiminen	1–10	–12 – +13	+2,2
Nuohous ja ilmavirtojen säätö	0,5–3	–12 – +12	–0,7
Lämmitysjärjestelmä			
Lämmönsiirtimen uusiminen	3–13	–14 – +5	–4,7
Lämmönsäätö	1–5	–14 – +5	–3,8
Patteriventtiilin uusiminen	3–10	–9 – +2	–5,7
Patteri- ja linjasäätöventtiilin uusiminen	4–8	–7 – +2	–2,5
Lämmönsäätö, patteri- ja linjasäätöventtiilin uusiminen	2–16	–14 – +2	–5,0
Vesijohtoverkosto			
Vesijohtoverkoston uusiminen	15–25	–15 – +9	–3,8
Vesijohtoverkoston uusiminen ja kylpyhuonekorjaus	180–280	–7 – -1	–
Muut korjaukset			
LVIS-peruskorjaus	390–480	–12 – +5	–0,6
Rakennusautomaation korjaus	4–9	–8 – +6	–0,2
Tuulikaappi	0,5–1	–	–
Porrastaso-ovien uusiminen	6–14	–4 – +2	–3,4

Ilmanvaihtokorjauksilla mahdollisesti saatavat taloudelliset säästöt riippuvat rakennuksen alkupe-
räisestä ilmanvaihdosta sekä lämmöntalteenoton
hyötysuhteista. Mikäli rakennuksen ilmanvaihto on
alun perin ollut hyvin puutteellista, tulo-poistoil-
manvaihtoon siirtyminen lisää ilmavirtoja ja ener-
giantulutus kasvaa väkisin. Yleensä tällöin edes
lämmöntalteenoton korkeilla hyötysuhteilla ei saa-
da energiantulutusta rakennuksessa pienennettyä.
Korjauksilla saavutettavat muut hyödyt ovat kuiten-
kin usein korjausten arvoja.

Asuinkerrostalojen selvästi yleisin lämmitysmuo-
to on kaukolämpö yhdistettynä vesikiertoiseen pat-
terilämmitykseen. Varsinkin 1970-luvun ja sitä van-
hempien kerrostalojen lämmitysverkoston monet
laitteet ja komponentit ovat jo elinkaarensa lopus-
sa. Useissa kerrostaloissa vesi- ja viemärikalusteita
onkin jo uusittu, mutta monesti korjauksia kannat-
taisi suorittaa jo aikaisemmin, jolloin voitaisiin sääs-
tyä esimerkiksi monilta vesivahingoilta sekä laajem-
milta korjauksilta.

Lämmitysverkoston perussäädöllä vesikiertoi-
nen lämmitysjärjestelmä asennetaan toimimaan
suunnitelmien mukaisesti eli varmistetaan, että
kaikissa huoneistoissa on suunnitelmien mukai-
set huonelämpötilat. Perussäätö parantaa asumis-
viihtyisyyttä ja liian korkeiden lämpötilojen alen-
taminen vähentää allergiaoireita sekä kuivan ilman
ja pölyn aiheuttamia ongelmia. Lämmönsäätö on
melko edullista, säädön kustannukset ovat korjaus-
aineiston perusteella 2,3 €/h-m². Lämmönsäädöl-
lä saadaan aikaan melko suuriakin energiakustan-
nussäästöjä ja lisäksi asumismukavuutta saadaan
parannettua, minkä vuoksi lämmönsäätö on lähes
aina kannattavaa korjattavissa kohteissa. Korjaus-
aineiston perusteella lämmönsäätö alentaa lämpö-
energiankulutusta keskimäärin 3,8 %.

Kuvassa 6 on esitetty eri lämmitysjärjestelmään
liittyvien korjaustoimenpiteiden vaikutusta ener-
giansäästöön. Toimenpiteiden hintoina on käytetty
korjausaineistossa olleiden korjausten keskihintoja,
ja keskihintojen laskennassa on jätetty huomioimat-
ta korkeimmat ja alimmat 10 % hinnoista. Saavutet-
tavat energiansäästöt on laskettu korjausaineiston
perusteella saatavien energiansäästöprosenttien
mukaan ja suurimmat ja pienimmät 10 % säästöistä
on jätetty huomioimatta. Pylväillä on kuvattu kor-
jauksen käyttöä aikaisia energiankustannussääs-
töjä (€/h-m²), jotka on laskettu korjausten käyttöä
ja energian hinnan perusteella. Luonnollisesti
samalla korjaustoimenpiteellä on mahdollista saa-
vuttaa merkittävämpi energiankustannussäästö
sellaisessa rakennuksessa, missä kulutus on lähtö-
kohtaisesti ollut korkeammalla tasolla. Kaukoläm-
pölaitekomponenttien uusimisella sekä muilla läm-
mitysjärjestelmäkorojauksilla saavutetaan jonkin



Kuva 6. Lämmitysjärjestelmään liittyvien korjausten ja uusimisten energiansäästö sekä toimenpiteiden kustannukset. Energian hinnannousuna on käytetty 3 %:a vuodessa [12].

verran energiankustannussäästöjä, ja kaikki kuvas-
sa 6 esitetyt toimenpiteet maksavat itsensä takaisin
niiden teknisen käyttöajan aikana.

Ilmanvaihtokanavistojen nuohous ja ilmavirto-
jen säätö on edullinen toimenpide, ja sillä saadaan
aikaan pieniä energiansäästöjä. Keskimääräinen
lämpöenergiesäästö oli korjausaineiston perus-
teella 0,7 % ja nuohouksen sekä ilmavirtojen sää-
dön hinta noin 0,9 €/h-m². Hieman kalliimmista
investoinneista patteri- ja linjasäätöventtiilien uusi-
minen sekä lämmönsäätö samassa yhteydessä ovat
aineiston perusteella hyvin kannattavia. Niiden kus-
tannukset ovat noin 8,4 €/h-m², ja keskimäärin läm-
pöenergiankulutus laski korjausaineiston kohteis-
sa 5 %. Lämmönsiirtimen uusimisen kustannukset
ovat keskimäärin 6,6 €/h-m², mikä on taloudellises-
ti hieman suurempi investointi kuin patteri- ja linja-
säätöventtiilien uusiminen, mutta lämmönsiirtimen
uusimisella saadut kustannussäästöt jäävät pie-
nemmiä. Näin ollen on yleensä järkevää uusia
ensin patteri- ja linjasäätöventtiilit ja vasta tämän
jälkeen tarpeen vaatiessa lämmönsiirrin. Joka tap-
auksessa lämmönsiirtimen uusiminenkin on kannat-
tavaa, sillä korjausaineiston mukaan se laskee läm-
pöenergiankulutusta 4,7 %.

Huoneistokohtaisella vedenkulutuksen- mittaamisella selvää vedensäästöä

Tutkimusaineiston kerrostaloissa on vedenkulu-
tuksen todettu olevan keskimäärin 143 l/vrk/asu-
kas. Rakennusten välillä on kuitenkin huomattavan
suurta vaihtelua mm. asukkaiden asumistottumuk-
sen johdosta. Niissä vuokratyötiloissa, joissa on
käytössä huoneistokohtainen vedenkulutuksen-
mittaus, on mitattu keskimäärin 20–30 l/vrk/asukas

alhaisempi vedenkulutus verrattuna mittaroimattomiin huoneistoihin. 80 asukkaan kerrostalossa tämä merkitsee vuositasolla noin 584–876 m³ pienempää vedenkulutusta. Huoneistokohtainen vesimittarijärjestelmä maksaa noin 500–700 euroa asuntoa kohden. Lisäksi laskutus-, luenta- ja huoltokustannuksia kertyy 10–30 euroa vuodessa.

Huoneistokohtaiseen mittaukseen perustuva laskutus vaikuttaa rakennuksen lämmitysenergiankulutukseen ympäristöministeriön laskennallisen arvion mukaan 3–9 % [14]. Suurimmat säästöpotentiaalit ovat kohteissa, joissa mittarien asentamisen lisäksi uusitaan vesijohtoverkosto nykyaikaisin mitoitusperiaattein sekä vanhat vesikalusteet vaihdetaan vettä säästäviksi. Vesijohtoverkoston painetasoa voidaan lisäksi säätää vakio paineventtiilillä.

Parvekelasituksella mahdollisuus lämpötilaerojen pienentämiseen

Parvekkeiden lasittamista perustellaan usein parvekerakenteiden huolto- ja korjaustarpeen vähentämisellä, kalustettavuuden paranemisella ja asumisviihtyvyyden lisääntymisellä. Kenttämittauksista ja tietokonesimuloinneista koostunut energiansäästötutkimus osoitti parvekelasituksen vähentävän rakennuksen energiankulutusta.

Lämmitysenergiesästä 80 m²:n kerrostalohuoneistossa vaihteli Suomen olosuhteissa 3,4 %:sta 10,7 %:iin. Suurimmat säästöt saatiin 1970-luvun elementtikerrostalojen etelään suunnatuilla parvekkeilla. Tärkein energiansäästöön vaikuttava tekijä on tuloilmaratkaisu. Myös parveketyypillä ja -suuntauksella on huomattava vaikutus energiansäästöön. Sen sijaan maantieteellisellä sijainnilla, lämmöneristystasolla ja ilmatiiviydellä on vähäisempi vaikutus säästöjen muodostumiseen [15]. Tämä osoittaa, että parvekkeiden suunnittelussa keskeisintä on maksimoida auringon säteilyenergian hyödyntäminen.

Parvekkeiden lasittamisen yhteydessä syntyy ulko- ja sisätilan välille yhtenäinen tuulelta hyvin suojaava puskurivyöhyke, joka tasaa ulkoilman olosuhteita. Vyöhyke varastoi passiivisesti auringon säteilyä rakenteisiinsa ja kerää rakennuksen lämpöhäviöitä talteen. Näin muodostuu välitila, joka on yleensä 2–8 °C ulkoilmaa lämpimämpi tapauksen ja ajankohdan mukaan. Tämä lämmennyt välitila pienentää sisä- ja ulkoilman välistä lämpötilaeroa parvekkeen kohdalla ja samalla vähentää rakennuksen lämpöhäviöitä. Pintalämpötilojen seuranta osoitti, että parvekkeen taustaseinän lämpöhäviöt pienenevät parvekelasitusten ansiosta merkittävästi. Kyseisessä kohteessa parvekkeen taustaseinän lämpöhäviöt pienenevät 18 %, parvekeoven 15 % ja parvekeikkunan 22 % [15].

5 Yhteenveto

Lähiökerrostalot kuuluvat keskimäärin energiatehokkuusluokkaan D, kun tarkastellaan ET-lukua todellisen kulutuksen mukaan laskettuna bruttoneliömetreille [kWh/brm²/vuosi]. Tulos on varsin yllättävä, sillä esimerkiksi ulkoseinien lämmöneristeen paksuus on kasvanut 1960-luvun 60 mm:stä vuoden 2008 180 mm:iin. Talokohtainen hajonta on varsin suurta, mikä johtuu suurelta osin asukkaiden käyttötottumuksista, huonelämpötiloista ja rakennusten LVI-järjestelmien säädöistä. Uusissa taloissa asumismukavuudelle on korkeammat vaatimukset kuin vanhoissa.

Kerrostalojen energiankulutukseen merkittävimmän vaikuttavia yksittäisiä toimenpiteitä ovat ikkunoiden uusiminen tai etuikkunoiden asennus, ulkoseinien lisälämmöneristys, lämmönsiirtimen uusiminen, patteri- ja linjasäätöventtiilien sekä lämmönsäätö että ilmanvaihtokorjaukset, joissa käytön otetaan lämmöntalteenotto. Myös parvekelasituksella, ikkunoiden tiivistämisellä ja joissakin kohteissa parvekkeen ovien uusimisella voidaan saada aikaan huomattavia energiansäästöjä. Yksittäisten ja melko edullisten korjausten vaikutus lämpöenergiankulutukseen on yleensä kuitenkin hyvin pieni, korkeintaan muutaman prosentin luokkaa.

Lähteet

- [1] Vainio T., Lehtinen E., Nuuttila H. 2005. Julkisivujen uudis- ja korjausrakentaminen. VTT Rakennus- ja yhdyskuntateknikka. Tampere, 2005. 39 s. Julkaisematon.
- [2] Tilastokeskus 2009. www.tilastokeskus.fi. 22.12. 2009.
- [3] Valtiovarainministeriö. 2009. Valtiokonttorin ehdotus tilinpäätökseksi varainhoitovuodelta 2007. www.valtiokonttori.fi.
- [4] Rakennusteollisuus RT. 2012. Korjaus- ja uudisrakentamisen arvon kehitys. www.rakennusteollisuus.fi.
- [5] Ympäristöministeriö. 2007. Korjausrakentamisen strategia 2007-2017. Helsinki. Ympäristöministeriö. 48 s.
- [6] Lahdensivu, J, Varjonen, S, Köliö, A. 2010. BeKo – Betonijulkisivujen ja -parvekkeiden korjausstrategiat. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos, tutkimusraportti 148. 79 s.
- [7] Köliö, A. 2011. Betonilähiöiden julkisivujen tekninen korjaustarve. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö. 74 s. + 34 liites.

- [8] Boström, S., Uotila, U., Linne, S., Hilliaho, K., Lahdensivu, J. 2012. Erilaisten korjaustoimien vaikutuksia lähiökerrostalojen todelliseen energiankulutukseen. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Tutkimusraportti 158. 77 s.
- [9] Rejström, L-O., Blomberg, U. 1986. Energiansäästötoimenpiteiden kannattavuus asuinrakennuksissa. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 583. 89 s. + liitt. 22 s.
- [10] Säteri, J., Kovanen, K., Pallari, M-L. 1999. Kerrostalojen sisäilmaston ja energiatalouden parantaminen [verkkojulkaisu]. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, rakennustekniikka. 82 s. + liitt. 2 s. www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1999/T1945.pdf. 9.2.2010.
- [11] Boström, S. 2012. Lähiökerrostalon energiatehokkuusluvun laskenta ja lämmönkulutuksen jakautuminen. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö. 60 s. + 3 liites.
- [12] Uotila, U. 2012. Korjaustoimien vaikutukset lähiökerrostalon todelliseen energiankulutukseen. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö. 92 s.
- [13] Lahdensivu, J. 2012. Durability Properties and Actual Deterioration of Finnish Concrete Facades and Balconies. Tampere. Tampere University of Technology. Publication 1028. 117 p + app. 37 p.
- [14] Linne, S. 2012. Ulkovaipan lämpötalouteen vaikuttavat korjaustoimenpiteet käytännössä. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö. 57 s. + 50 liites.
- [15] Huoneistokohtaisten vesimittareiden käyttö ja vaikutukset rakennusten energiankulutukseen, työryhmämuistio. 2009. [WWW]. Ympäristöministeriö. 17 s. [Viitattu 5.9.2011]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=104742&lan=sv>
- [16] Hilliaho, K. 2010. Parvekelasituksen energiataloudelliset vaikutukset. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö. 147 s + 8 liites.

Korjausrakentamisen kustannuksia 2013

Rita Lindberg, Tuomas Palolahti, Christian Kivimäki, Matti Lahtinen, Anssi Koskenvesa, Satu Sahlstedt

Kirjassa esitetään tyypillisimpien korjausrakennuskohteiden rakenteiden purku- ja kunnostuskustannuksia. Talo 2000 -nimikkeistön mukaisesti jäsenneilyt kokonaisuudet käsittävät rakennusosien purkamisen ja alustan valmistelun uudisrakentamisen lähtötilannetta vastaavalle tasolle.

Käsikirja täydentää vuosittain ilmestyvää Rakennusosien kustannuksia -kirjaa.

Rakennustieto Oy, 2013

ISBN 978-952-267-036-6

ISBN 978-952-267-039-7, e-kirja

63 s.

Myös e-kirjana!



*Tilaukset verkkokaupasta www.rakennustietokauppa.fi
Puh. 0207 476 366*

RAKENNUSTIETO