TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Rakennustuotannon ja –talouden laitos

Juhani Heljo, Eero Nippala

Energiatehokkuus julkisissa hankinnoissa - Rakentaminen ja rakennukset

JUHA -projektin osaraportti

6.9.2007

Tampere 2007, Finland

Tampereen teknillinen yliopisto
Rakennustuotannon ja -talouden laitos

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tutkimus ja kehitys

Energiatehokkuus julkisissa hankinnoissa

- Rakentaminen ja rakennukset

(JUHA-RAK)

JUHA -projektin osaraportti

6.9.2007

Juhani Heljo
Eero Nippala

ESIPUHE

Tämä raportti on kauppa- ja teollisuusministeriön ja ympäristöministeriön rahoittaman, julkisten hankintojen ohjausta kehittävän JUHA -projektiin liittyvän Motiva Oy:n tilaaman selvityksen loppuraportti.

Tämän selvityksen yhtenä tavoitteena on kuvata valtion ja kuntien rakennuksia ja rakentamista sekä energiankäyttöä ja päästöjä. Monien tilastointiin liittyvien epävarmuuksien takia jakaumia voi pitää vain suuntaa antavina. Toisena tavoitteena on esittää ehdotuksia sellaisiksi julkisia hankintoja koskeviksi suosituksiksi, jotka johtavat rakennusten energiankäytön tehokkuuden paranemiseen.

Motivassa yhdyshenkilönä ja tilaajan edustajana toimi yksikönpäällikkö Seppo Silvonen. Selvityksen ohjausryhmänä toimi JUHA -projektin ohjausryhmä.

Selvityksen toteutusvastuu oli Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustuotannon ja -talouden laitoksella. Laitoksella työstä vastasi lab.ins. Juhani Heljo. Raportin kirjoittaminen oli Juhani Heljon vastuulla. Rakentamisen ja korjaamisen osalta asiantuntijana ja kirjoittajana on toiminut dipl.ins. Eero Nippala Tampereen ammattikorkeakoulusta. Rakennuskannan ja korjaustoiminnan osalta asiantuntemusta on hankittu myös VTT:ltä.

Oleellista työn onnistumiselle oli asiantuntijoiden hyödyntäminen. Arvokkaan oman näkemyksensä ja laajemmankin edustamiensa yritysten asiantuntemuksen antoivat:
Jukka Sulku, ClimaConsult Finland Oy
Harri Nyyssölä, Olof Granlund Oy
Erja Reinikainen, Olof Granlund Oy
Leevi Myyryläinen, MX6 Teknologiat Oy
Asiantuntijakokouksessa julkisia hankintoja tekeviä tahoja edustivat näkemyksillään:
Lari Laakso, kiinteistöpäällikkö, Senaatti-kiinteistöt
Pertti Koivisto, kiinteistöpäällikkö, Tampereen kaupunki
Jukka Kauppinen, hankeinsinööri, Tampereen kaupunki

Kiitän kaikkia osallistujia aktiivisesta asiantuntevasta osallistumisesta ja mielenkiintoisista keskusteluista.

Juhani Heljo

SISÄLLYS

Esipuhe **3**

Sisällys **4**

Tiivistelmä **6**

Käsitteet **13**

1 Johdanto **17**

1.1 Tausta *17*

1.2 Tavoitteet *17*

1.3 Toteutus *17*

2 Rakennuskanta **20**

2.1 Valtion ja kuntien rakennuskanta *20*

2.2 Valtion ja kuntien rakennuskanta talotyypeittäin ja ikäluokittain *22*

3 Rakentaminen **26**

3.1 Valtion ja kuntien rakennusten uudistuotanto *26*

3.2 Valtion ja kuntien rakennusten uudistuotanto talotyypeittäin *27*

3.3 Valtion ja kuntien rakennusten uudistuotanto lämmönlähteittäin *29*

3.4 Korjaustoiminta julkisella sektorilla *31*

3.5 Perusparannukset julkisissa rakennuksissa (Perku -esimerkki) *35*

3.6 Esimerkki asuinkerrostalojen energiakorjauksista *43*

4 valtion ja kuntien rakennusten energiankulutus ja CO2-päästöt **45**

4.1 Valtion ja kuntien rakennuskanta lämmönlähteittäin *45*

4.2 Valtion ja kuntien rakennusten hyötyenergian kulutus *48*

4.3 Sähkön käyttö valtion ja kuntien rakennuksissa *50*

4.4 Valtion ja kuntien rakennusten energiankäytön aiheuttamat CO_2 -päästöt *51*

5 Vaikutusmahdollisuudet energiankäytön tehokkuuteen hankintojen ohjauksella uudis- ja korjausprosessien eri vaiheissa **55**

5.1 Tavoitteiden asettaminen *55*

5.2 Rakennusprojektin toteutusmuoto ja elinkaarimallit *56*

5.3 Budjetointi, valintaprosessi ja taloudellisuuslaskelmat *58*

5.4 Suunnittelu ja sen ohjaus *60*

5.5 Tavoitteiden mukainen toteutus ja sen valvonta *62*

5.6 Vastaanotto, käyttöönotto ja takuuajan tarkistukset 62

6 Ehdotuksia julkisten hankintojen energiatehokkuuden ohjeistuksen kehittämiseksi vaikuttavammaksi 64

6.1 Yleiset periaatteet 64

6.2 Energiatehokkuuden varmistaminen erilaisissa hankkeen toteutusmuodoissa ja elinkaarihankkeissa 67

6.3 Rakennusten ylläpito 69

6.4 Kulutusseuranta 72

7 Arviot energiatehokkuutta parantavien ehdotusten energiansäästövaikutuksista ja CO_2 -päästöjen vähenemisestä 73

8 Liitteet 81

Kuntien omistamat rakennukset talotyypeittäin ja ikäryhmittäin 82

Valtion omistamat rakennukset talotyypeittäin ja ikäryhmittäin 86

Valtion jakuntien rakennusten uudistuotannon määrä tarkalla talotyyppijaottelulla v. 2005 88

TIIVISTELMÄ

Tässä raportissa on kuvattu kuntien ja valtion omistama tai hallinnoima rakennuskanta ja sen energiankäyttö ja energiankäytöstä aiheutuvat hiilidioksidipäästöt. Raportissa on ehdotettu toimenpiteitä, joilla voitaisiin merkittävästi parantaa julkisten rakennusten energiatehokkuutta. Ehdotettujen toimenpiteiden energiansäästö- ja päästövähennysvaikutukset on arvioitu. Osittain näiden toimenpide-ehdotusten pohjalta valitaan myöhemmin suositukset kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM) uudistettaviin suosituksiin julkisten hankintojen energiatehokkuudesta rakennusten ja rakentamisen osalta.

Julkisen sektorin roolina nähdään esimerkkinä toimiminen. Näin julkisella sektorilla tehdyt toimenpiteet näkyvät viiveellä myös suuressa osassa rakennuskantaa. Toimenpiteiden pitää olla mielellään laajasti sovellettavissa ja näkyviä toimenpiteitä.

Julkinen sektori eli valtio ja kunnat ostavat osan palveluista yksityiseltä sektorilta. Kasvavana ongelmana energiatehokkuuden kannalta tulee olemaan, miten asettaa vaatimuksia myös yksityiseltä sektorilta ostetun palvelun energiatehokkuudelle.

Hankintalain tultua voimaan käytetään valintaperusteena melko yleisesti kokonaistaloudellisesti edullisinta ratkaisua, jolloin voidaan valita rakennuskustannuksiltaan kalliimpi, mutta ylläpitokustannuksiltaan (energiakustannuksiltaan) halvempi ratkaisu. Tämä edesauttaa energiatehokkaiden ratkaisujen hankintaa.

Valtion ja kuntien rakennuksista suurin osa on kaukolämmössä. Kaukolämmön hinnan edullisuus tai kaukolämmön tuottaminen osittain uusiutuvilla polttoaineilla aiheuttaa sen, että ei ole helppo löytää näissä rakennuksissa runsaasti kannattavia ja voimakkaasti kasvihuonekaasupäästöjä vähentäviä energiansäästötoimenpiteitä.

Nykyiset suositukset, määräykset ja ohjeet

Kauppa- ja teollisuusministeriön suositusten rooli ei ole ollut rakennushankkeissa kovin suuri. Suositukset sinänsä ovat hyviä, mutta tavoitetasojen puute vaikeuttaa niiden käyttämistä. Sama ongelma on ollut Rakentamismääräyskokoelman määräysosassa D3: ”Rakennusten energiatalous, Määräykset ja ohjeet. Tämä määräysosa on nyt uudistettu. Se on nyt nimeltään ”Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja ohjeet 2007”. Koska uudessa D3 –osassa mm. kerrotaan, miten määräystenmukaisuus pitää osoittaa uusissa rakennuksissa, se tulee aktiiviseen käyttöön toisin kuin vanha D3. Samoja asioita, joita uudessa D3 -osassa mainitaan, ei ole syytä kerrata KTM:n energiatehokkuusohjeissa. Tässä raportissa onkin keskitytty pitkälti sellaisiin asioihin, joita rakentamismääräyksissä ei ole käsitelty .

Uusissa rakentamismääräyksissä on siirrytty tarkastelemaan yksittäisten rakennusosien sijasta koko rakennuksen energiatehokkuutta. Tavoitteet asetetaan siis kokonaiskulutustasolla eikä yksittäisten rakennusosien tasolla. KTM:n suosituksissakaan ei ole tarpeellista suositella yksittäisten rakennusosien ja laitteiden energiatehokkuuksia uudistuotannon osalta, mutta korjaustoiminnassa voidaan suosituksia antaa tarkemmalla tasolla.

Korjausrakentamista koskevia rakentamismääräyksiä ei vielä ole. Korjausrakentamisessa noudatetaan uudistuotannon määräyksiä soveltuvin osin. Kehitteillä on kuitenkin myös korjausrakentamisen energiatehokkuuteen kohdistuva määräys "Rakennuksen energiatehokkuus korjausrakentamisessa"(H1). Koska korjausrakentamiseen kohdistuvat määräykset ja ohjeet tulevat uuden H1 -määräyksen jälkeenkin olemaan vähäisiä, on KTM:n energiatehokkuussuosituksilla ehkä suurempi rooli korjausrakentamisessa kuin uudistuotannossa.

Rakennusten käyttöä ei rakentamismääräyksissä määrätä. Energiatehokkuussuosituksilla voikin olla suurin rooli juuri rakennusten käyttöön liittyvien hankintojen ohjeistuksessa.

Uusien rakentamismääräysten lisäksi tulee 1.1.2008 voimaan asetus rakennusten energiatodistuksista. Vuoden 2008 alusta alkaen se koskee uusia rakennuksia ja vuoden 2009 alusta alkaen myös vanhoja. Energiatodistus on yksi työkalu, jota voidaan hyödyntää julkisten hankintojen energiatehokkuussuosituksia tehtäessä.

Valtion ja kuntien rakennuskanta

Suomen koko rakennuskanta oli vuonna 2005 arviolta 520 miljoonaa kerrosneliötä. Valtion ja kuntien omistamien ja hallinnoimien rakennusten osuus tästä oli yli 9 %. Kuntien rakennusten osuus valtion ja kuntien rakennuksista oli arviolta noin 75 %. Valtion ja kuntien omistama rakennuskanta sisältää pienet osuudet koko rakennuskannan asuinrakennuksista, liike- ja toimistorakennuksista sekä teollisuus- ja varastorakennuksista. Pääasiassa omistus kohdistuu ns. julkisiin rakennuksiin (hoito-, kokoontumis-, opetus- sekä palo- ja pelastustoimen rakennukset), joista valtion ja kuntien omistamaa ja hallinnoimaa kerrosalaa on 57 %. Selvästi merkittävin valtion ja kuntien omistama rakennustyyppi on opetusrakennukset.

Valtion ja kuntien rakennusten uudistuotanto

Valtion ja kuntien kaikkien rakennustyyppien uudistuotanto yhteensä vuosina 2001 – 2005 oli keskimäärin 8 miljoonaa kerrosneliötä. Valtion ja kuntien rakennusten osuus vuosien 2001 - 2005 keskimääräisestä koko uudisrakennustuotannosta oli 8,8 %. Valtion ja kuntien uudistuotannon rakennustyypeistä merkittävin on oppilaitokset ja niistä erityisesti peruskoulut ja lukiot. Kuntapuolella asuntoja tuotetaan hoitoalan rakennusten ja kokoontumisrakennusten ohella paljon. Valtio ja kunnat rakentavat myös paljon teol-

lisuustilaa, varastotilaa sekä liikenteen rakennuksia eli liikenteen terminaaleja (bussi-, juna- ja lentoliikenne) sekä pysäköintitaloja.

Valtion ja kuntien rakennusten korjausrakentaminen

Suomen korjausrakentamisen arvo oli vuonna 2005 yhteensä noin 7,5 mrd. euroa. Valtion ja kuntien rakennusten korjaustoiminnan osuus kaikkien rakennusten korjaustoiminnasta oli noin 18 %. Valtion ja kuntien rakennuksia korjataan suhteellisen paljon verrattuna koko rakennuskannan korjausaktiviteettiin. Osasyynä on, että rakennuskanta on keskimäärin melko vanhaa. Korjaustoiminta kohdistuu tällä hetkellä voimakkaimmin opetusrakennuksiin, hoitoalan rakennuksiin ja asuinrakennuksiin. Myös kokoontumisrakennusten korjaamisessa valtiolla ja kunnilla on merkittävä osuus.

Energiansäästöön liittyviä korjaustoimenpiteitä tehdään koko rakennuskannassa keskimäärin 0,5 – 3 prosenttiin rakennuksista vuosittain. Aktiivisimmin on korjattu ikkunoita. Niitä uusittiin 1960- ja 1970 -lukujen rakennuksiin 2000 -luvun alussa 4 - 5 prosenttiin rakennuskannasta vuosittain.

Valtion ja kuntien rakennusten lämmitys

Julkisesta rakennuskannasta suurin osa lämmitetään kaukolämmöllä. Valtion ja kuntien rakennuksista on noin 60 % kaukolämmitteisiä rakennustilavuuden mukaan. Uudistuotannossa osuus on noin 65 %. Öljyllä on kannassa noin 18 %:in osuus ja uudistuotannossa noin 6 %:in osuus. Sähkölämmityksen osuus on sekä kannassa että uudistuotannossa noin 6 %. Kaasun käyttö lämmityksessä on kasvanut uudistuotannossa noin 5 %:in osuuteen. Tuntemattomia lämmitystapoja tai kylmiä rakennuksia on yli 10 %. Energiakäytön perusteella laskettuna kaukolämmön osuus on hieman suurempi. Valtion rakennuksissa kaukolämmön osuus on selvästi suurempi kuin kuntien rakennuksissa.

Energiatehokkuussuositukset, yleistä

Energiatehokkuuden toteutuminen tarvitsee käytännössä seuraavien osa-alueiden hallinnan:

1. Energiansäästötavoitteet ja -keinot
2. Missä hankeprosessin vaiheessa toimenpiteistä päätetään ja missä toteutetaan
3. Asiakirjat, joissa vaatimukset ja päätökset näkyvät sekä näiden tietojen eteneminen asiakirjoissa
4. Dokumentit energiatehokasta käyttöä ja ylläpitoa varten
5. Energiatehokkuuden varmistaminen seurannalla

Suosituksilla voidaan vaikuttaa energiatehokkaaseen rakentamiseen eri tasoilla:

1. Suositellaan energiansäästöasioiden ottamista huomioon. Nykyiset suositukset ovat rakennusten osalta pitkälti tällaiset. Avoimeksi tällaisissa suosituksissa jää tavoitetaso. Tavoitetta pitäisi pyrkiä konkretisoimaan. Esimerkiksi voidaan määritellä laskentakorko, jolla säästöratkaisuja arvioidaan. Laskentakorkosuositus

kasvihuonekaasupäästöjä vähentävissä energiansäästötoimenpiteissä voisi olla esim. vain 1 % (reaalinen korko), mikä lisäisi energiaa säästävien ratkaisujen tekemistä. Toinen vaihtoehto on määrittää energian hinta, jossa hinnan arvioitu nousu ja ympäristöhaitat olisi otettu huomioon.

2. Suositellaan energiatehokkaiden kokonaisratkaisujen tekemistä. Energiatodistus tuo tähän uuden työkalun. Uusilta rakennuksilta voi vaatia määrätyn energiatehokkuusluokan (esim. A-luokka) tai vaikka yksi tai kaksi luokkaa rakentamismääräystasoa pienemmän kulutustason. Jälkimmäinen on ehkä käytännössä parempi vaihtoehto, koska palvelurakennuksissa kulutusten hajonta on erittäin suuri ja siten määräysten mukaan rakennetun rakennuksen tulevaa energiatodistusluokkaa on vaikea ennakoida. Korjaustoiminnassa koko taloa koskevien suositusten käyttö on hankalampaa, koska yleensä kerralla korjataan vain osa talosta.
3. Suositellaan konkreettisia järjestelmä- tai järjestelmäosaratkaisuja (ikkunan U-arvo tai tehokkuusluokka, lampputyypit, ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde, säätölaitteet, sähköä käyttävien talotekniikkalaitteiden energiatehokkuus, kylmäkalusteiden energiatehokkuusluokka, ...). Tästä tavasta on pitkälti luovuttu uusissa rakentamismääräyksissä vaikka rakenne- ja järjestelmäratkaisut ovatkin taustalla kun vaatimustaso määritellään. Suunnittelijoita ei pidä sitoa määrättyihin ratkaisuihin, koska he saattavat löytää halvempia ja tehokkaampia ratkaisuja energiatehokkuustason saavuttamiseen. Tekniikan kehittyminen tuo valittavaksi myös uusia ratkaisutapoja.
4. Suositellaan ja ohjeistetaan prosesseja, joilla energiatehokkuus aikaansaadaan
    a. budjetointi ja tavoitteiden asettaminen (energian kulutus, olosuhteet, muunneltavuus, jne.)
    b. energiatehokkuuden varmistaminen erilaisissa rakennusprojektin toteutusmuodoissa
    c. energiatehokkuuden kirjaaminen suunnittelua koskeviin tarjouspyyntöihin
    d. valintojen tekoprosessi (elinkaaritarkastelu)
    e. suunnitteluohjeiden laatiminen
    f. suunnittelun ohjaus (erittäin tärkeä)
    g. valvonta
    h. vastaanotto (toimintakokeet, säädöt)
    i. energiataloudellisen käytön ohjeistuksen aikaansaaminen
    j. käytön opastus (opastustilaisuudet; ohjeet erikseen huoltomiehille, tilojen vastaaville ja tilan käyttäjälle)
    k. vaatimukset reaktiivisen kulutusseurannan käyttämiselle ja korjaaville toimenpiteille
    l. siirrettäessä tietoa suunnittelun energiatehokkuustavoitteista, energiataloudellisesta käytöstä ym. rakennuksen huoltajille ja käyttäjille on käyttö- ja huolto-ohje erittäin tärkeä työkalu, jonka laatu energiatehokkuuden osalta pitää varmistaa.

Energiatehokkaiden hankintojen osalta erittäin ratkaisevia ovat hankkeen alkuvaiheet. Usein budjetit lyödään lukkoon aikaisessa vaiheessa eikä niitä ole enää helppo muuttaa

myöhemmin. Tilaajan pitää osata asettaa tavoitteet kuten mm. energiatehokkuusvaatimukset, jotka suunnittelijoiden pitää osata muuttaa suunnitelmiksi. Tässä tarvitaan organisoitua suunnittelun ohjausta. Aikaisessa vaiheessa pitää myös pystyä tekemään selkeitä kannattavuuslaskelmia, joiden perusteella pystytään päätöksiä tekemään. Todennäköisesti ollaan siirtymässä yhä useammin elinkaarikustannuslaskelmien käyttöön. Erityisesti julkisten hankkeiden osalta pitäisi kehittää yhtenäinen tapa tehdä elinkaarikustannuslaskelmia ja laskennan tueksi tarvittaisiin "elinkaaritietopankki".

Rakennushankkeen aikana ei enää kannata tehdä kovin suuria energiatehokkuuteen liittyviä muutoksia. Niiden käsittelyyn ei silloin ole paljon aikaa. Muutokset aiheuttavat helposti toimivuusongelmia ja monenkertaisia energialaskelmia.

Järjestelmien energiatehokas toiminta pitää varmistaa. Tätä ei varmaan liikaa voi painottaa. Tämä tulee esille melkein kaikissa energiatehokkuuskeskusteluissa. Integroidut eri suunnittelijoiden tekemät järjestelmät eivät itsestään ala toimia energiatehokkaasti. Toimimattomat järjestelmät ovat myös este niiden hankinnalle seuraavissa hankkeissa.
Erityisesti kaukolämmitteisissä rakennuksissa sähkönkäytön vähentämiseen pitää kiinnittää erityistä huomiota. Jos kaukolämpö tuotetaan yhdistetyssä lämmön ja sähkön tuotannossa, vähentää talviaikainen sähkönsäästö voimakkaasti hiililauhteella tuotetun sähkön määrää. Tällaisissa kaukolämmitteisissä taloissa ei pidä kovin helposti korvata kaukolämmitystä sähkölämmityksellä. Näin voi käydä esim. ilmanvaihdon jälkilämmityksen osalta asuinkerrostaloissa.

Energiatehokkuussuositukset, uudistuotanto

Suositeltavat energiansäästötoimet uudistuotannossa ovat mm. seuraavia:

1. Rakennus (tai toiminnallinen tilakokonaisuus) rakennetaan vähintään yhden energiatehokkuusluokan määräystasoa paremmaksi. Sähkölämmityksessä ja pelkästään fossiilisiin polttoaineisiin perustuvassa lämmityksessä ero voisi suurempikin. Pääkeinoina ovat mm. vaipan lämmöneristävyyden parantaminen erityisesti ikkunoiden osalta, vaipan hyvän tiiviyden varmistaminen sekä ilmanvaihdon lämmöntalteenoton parantaminen.
2. Valaistuksen ohjaus pitää järjestää tarpeen mukaan. Valaistuksen pitää sammua yhteistiloissa automaattisesti. Valaistustasoja voi olla useita. Valaistuksen ohjaus voi olla luonnonvalo-ohjauksen mukaan. Valolähteet valitaan käyttötarkoitus ja energiatehokkuus huomioiden (monimetalli-, pienloiste-, led-, ym valaisimia). Hehkulamppuja, halogeenivalaisimia ja vastaavia hyötysuhteeltaan huonoja lamppuja pitää välttää.
3. Jäähdytyksen osalta tehdään aina tarkastelu, miten ikkunavalinnoin, varjostuksin, yms. voidaan vähentää jäähdytystarvetta ja siten välttyä erilliseltä koneelliselta jäähdytykseltä. Myös vapaajäähdytys sekä yötuuletusmahdollisuudet tulee huomioida jäähdytysjärjestelmävalinnoissa. Lisäksi jäähdytysjärjestelmän käyttö pitää toteuttaa energiatehokkaasti (koneiden keskinäiset ohjaukset, muuttuvat asetukset olosuhteiden ja energiatalouden mukaan esim. eri vuodenaikoina jne.)

4. Lämmityksen ja jäähdytyksen säädön toiminta varmistetaan varmatoimisilla päällekkäisen lämmityksen ja jäähdytyksen estävillä ohjauksilla sekä selkeillä kolmen tason käyttöohjeilla (huoltomiehet, tilavastaavat, tilan peruskäyttäjät).
5. Toimintakokein varmistetaan rakennuksen käyttöönottovaiheessa rakennuksen energiatehokkuus (ilmanvaihdon ja valaistuksen tarpeenmukainen ohjaus ja säätyvyys, vaipan ilmanpitävyys pistopainekokein, järjestelmien todellisen energiatehokkuuden todentaminen, jne.).

Vaipan lämmöneristävyyden parantaminen uudistuotannossa ei ole yleensä perusteltua perinteisen investointitarkastelun näkökulmasta. VTT:n kehittämien matalaenergiatalojen kannattavuus perustuu pitkälti siihen, että varsinaista erillistä lämmitysjärjestelmää ei rakenneta tai se on normaalia selvästi kevyempi. Tarvittava lisälämpö hoidetaan ilmanvaihtolämmityksellä. Pientaloja on tällä tekniikalla jo tehty, mutta vasta nyt ollaan rakentamassa tällä periaatteella asuinkerrostaloa. Tavoitteena pitää olla toimivan ja kannattavan matalaenergiarakentamisen kehittäminen. Korjaustoiminnassa kannattaa vaippaa lisäeristää vaipan muun korjaamisen yhteydessä.

Energiatehokkuussuositukset, korjaustoiminta

Suositeltavat toimet korjaustoiminnassa ovat lisäksi:

1. Vaipan korjauksissa ikkunat valitaan energiatehokkuusluokkaa A, vaippa tiivistetään ja ulkoverhouksen uusimisen yhteydessä seinän lämmöneristävyystavoite on vähintään uudistuotannon määräystaso.
2. Soveltuvin osin uudistuotannon listan kohdat 2 - 5 silloin, kun niihin liittyviä korjauksia suoritetaan.
3. Lämmitysjärjestelmän vaihto silloin, kun rakennusta lämmitetään öljyllä tai suoralla sähköllä.

Energiatehokkuussuositukset, käyttö

Suositeltavat toimet rakennusten käytössä ovat lisäksi:

1. Varmistetaan, että suunnittelijoilta on saatu kaikki oleellinen tieto, jonka perusteella energiatehokas rakennuksen käyttö voidaan toteuttaa. Tämä tieto tallennetaan huoltokirjaan. Vanhoihin rakennuksiin huoltokirja tehdään, jos sellaista ei vielä ole. Huoltokirjasta pitää löytyä energiatehokkaan käytön ohjeet.
2. Rakennuksen hoito organisoidaan ja ohjeistetaan siten, että suunniteltu energiatehokkuus saavutetaan. Suurin haitta energiatehokkuuden kannalta on edelleenkin taloteknisten laitteiden oikean käytön osaamattomuus. Lisääntynyt talotekniikka ja sitä ohjaavat automaatioratkaisut pyrkivät tulemaan insinööritietoja vaativaksi toiminnaksi, jolloin perushuoltomies (kiinteistönhoitaja) ei tarvittavista tehtävistä selviydy energiatehokkaasti.
3. Kulutusseurannan muuttaminen "reaktiiviseksi" seurannaksi, joka aktiivisesti etsii kulutuspoikkeamien syitä ja johtaa pikaisesti korjaaviin toimenpiteisiin.
4. Selvitetään puolilämpimien tilojen ja tyhjänä olevien tilojen lämpötilan ja lämmitystehon laskumahdollisuus.

Energiansäästö- ja päästövähennysvaikutukset

Tärkeimmiksi valittujen säästötoimenpiteiden energiansäästö- ja päästövähennysvaikutusten suuruusluokkien havainnollistamiseksi tehtiin seuraavat tarkastelut:

1. Ilmanvaihdon ohjaus korjaustoiminnassa
2. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton parantaminen korjaustoiminnassa
3. Lämmityksen säätö korjaustoiminnassa
4. Vaipan lämmöneristyksen korjaus (parantaminen) korjaustoiminnassa
5. Valaistuksen ohjaus korjaustoiminnassa
6. Yhden energiatodistuksen energiatehokkuusluokan parannus uudistuotannossa

Uudistuotannon osalta ei ole listattu erikseen, millä toimenpiteillä oletettu yhden energiatehokkuusluokan säästö saavutetaan. Keinot voivat olla pitkälti samoja kuin korjaustoimintaan ehdotetut toimenpiteet.

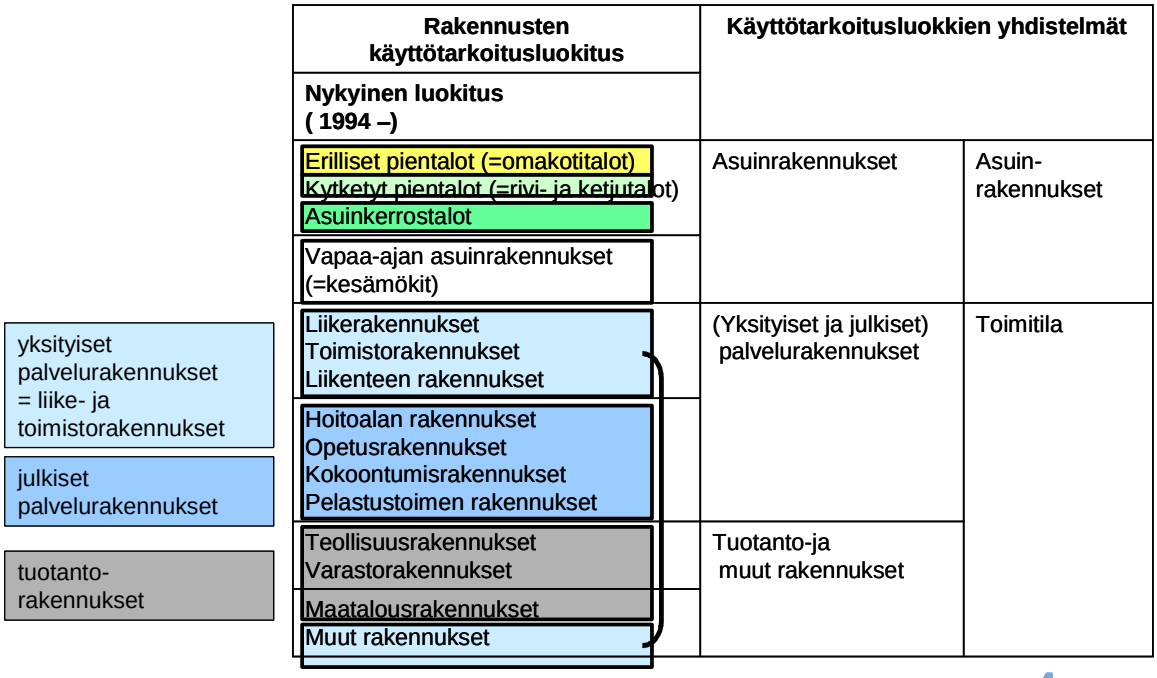
Yhden energiatehokkuusluokan muutos uudistuotannossa tuo suurimmat energiansäästöt (17 GWh/a) ja päästövähennykset (3700 CO_2 tonnia vuodessa). Sen jälkeen merkittävimpiä ovat ilmanvaihdon lämmöntalteenoton parantaminen ja vaipan korjaaminen rakennuskannassa. Yhteensä energiaa säästyisi esitetyillä toimenpiteillä 56 GWh vuodessa ja päästövähennys olisi yli 12 000 CO_2 tonnia vuodessa. Laskelman mukaan uudistuotannon osuus vuosittaisesta kokonaissäästöstä olisi n. 30 %. Pitkällä tähtäimellä uudistuotannon vuosisäästö pysyy samana, jos rakentamisen määrä ei muutu. Korjaustoiminnassa on mahdollista lisätä säästöä jopa kaksinkertaiseksi kymmenen vuoden ajaksi, jos kuntien rakennuskannan korjausvelka poistettaisiin kymmenessä vuodessa kiihdyttämällä korjaustoimintaa. Sen jälkeen korjaustoiminnan säästöt vähenisivät, koska suuri osa rakennuksista olisi jo korjattu ja osa rakennuksista olisi purettu tai olisi odottamassa purkamista.

Korjaustoiminnassa arvioidut säästöt ja pääästövähennykset eivät aina toteudu täysimääräisinä. "Perusparannusten energiavaikutukset julkisissa rakennuksissa" -tutkimuksen mukaan kouluissa tehdyissä perusparannuksissa lämmitysenergian kulutus keskimäärin kasvoi hieman. Hajonta oli kuitenkin suuri. Toisessa puolessa rakennuksista kulutus väheni ja toisessa kasvoi. Ilmanvaihdon lisääminen on todennäköisesti lisännyt lämmitysenergian kulutusta ja kumonnut energiansäästövaikutuksia. Sähkön kulutus kasvoi lähes kaikissa tutkituissa kohteissa. Sähkönkulutuksen kasvua selitti käyttöasteen kasvu sekä paljon sähköä kuluttavien tilojen ja laitteiden lisääntyminen kohteissa. Energiansäästöä syntyy siis perusparannuksissa tulevaan laskennalliseen kulutustasoon nähden, muttei aina lähtötilanteeseen nähden. Tämä on ongelma kun pyritään säästämään energiaa nykyiseen kulutustasoon verrattuna. Ongelma johtuu pitkälti myös siitä, että tarkastelemme kulutusta rakennustilavuutta tai rakennuksen neliöitä kohti eikä suhteutettuna rakennuksen käytön laatuun ja määrään.

KÄSITTEET

Rakennuskantakäsitteet

Rakennuskanta	Raportissa ja tutkimuksen laskentamalleissa käytetty rakennuskanta perustuu Väestörekisterikeskuksen rakennusrekisterin aineistoon, jota tilastokeskus on käsitellyt ja taulukoinut projektin käyttöön kuntien osalta vuodelta 2006 ja valtion osalta 2007. VTT on laajentanut puuttuvia laajuustietoja (esim. kerrosalan osalta) ko. rakennusryhmän keskimääräisillä tiedoilla.
Palvelurakennukset	Palvelurakennuksilla tarkoitetaan tilastokeskuksen vanhan rakennustyyppijaottelun liike- ja julkisia rakennuksia. Oheisessa kuvassa palvelurakennuksia ovat liike- ja toimistorakennukset sekä julkiset palvelurakennukset. Liikenteen rakennukset ovat liike- ja toimistorakennusten ryhmässä.
Tuotantorakennukset	Tuotantorakennuksia ovat teollisuusrakennukset, varastorakennukset ja maatalousrakennukset.
Toimitilat	Toimitiloja ovat palvelurakennukset sekä teollisuusrakennukset, varastorakennukset, maa-, metsä- ja kalatalouden rakennukset ja muut rakennukset.



Kuva 1. Rakennusten käyttötarkoitusluokitus. Rakennuksen rakennustyyppi (käyttötarkoitusluokka) määräytyy sen mukaan mitä käyttötarkoitusta on rakennuksessa pinta-alallisesti eniten. Usein käytetään yhdistelmää asuin- ja palvelurakennukset, joka tarkoittaa siis kaikkia muita paitsi tuotantorakennuksia. Palvelurakennukset on jaettu yksityisiin ja julkisiin palvelurakennuksiin. Yksityisistä palvelurakennuksista käytetään tässä nimitystä liike- ja toimistorakennukset. Palvelurakennusten jako yksityisiin ja julkisiin rakennuksiin ei kuitenkaan ole kovin selkeä ja yksikäsitteinen. Lähde: Heljo, Nippala, Nuuttila, TTY Rakentamistalouden raportti 2005:4.

Julkiset rakennukset

Rakennukset voidaan jakaa niiden omistajan ja käyttötarkoituksen mukaisiin luokkiin. Sana ”julkinen rakennus” aiheuttaa joskus hämmennystä, koska se voi tarkoittaa yleissanana joko rakennuksen käyttötarkoitusta tai omistusta. Käyttötarkoituksen mukaisena luokkana ”julkinen rakennus” tarkoittaa: hoitoalan, opetus-, kokoontumis- ja palo- ja pelastustoimen rakennuksia. Omistajan mukaisena luokituksena ”julkinen rakennus” on tässä tutkimuksessa kunta- tai valtiosektorin omistuksessa oleva minkä tahansa rakennustyypin rakennus. Oheisessa luettelossa on rakennuksen omistajaluokitus:

1 yksityinen maatalousyrittäjä
2 yksityinen henkilö tai perikunta
3 Asunto Oy tai –osuuskunta
4 Kiinteistö Oy
5 Yksityinen yritys
6 Valtio tai kuntaenemmistöinen yritys
7 Kunnan liikelaitos
8 Valtion liikelaitos
9 Pankki tai vakuutuslaitos
10 Kunta, kuntayhtymä
11 Valtio

12 Sosiaaliturvarahasto
13 Uskonnollinen yhteisö, säätiö puolue
14 Muu

Kuntasektorin omistukseen luetaan mukaan omistajaluokat:
- 7 Kunnan liikelaitos ja
- 10 Kunta, kuntayhtymä.

Todellisuudessa kuntaomistusta on osittain myös luokissa 4, 6, 13 ja 14. Ne jätetään pois kuntatarkastelusta.

Valtiosektorin omistukseen luetaan mukaan omistajaluokat:
- 8 Valtion liikelaitos ja
- 11 Valtio.

Todellisuudessa valtio-omistusta on osittain myös luokissa 4,6,13 ja 14. Luokat 4,13 ja 14 jätetään pois tästä tarkastelusta. Luokka 6 on otettu mukaan energialaskelmissa valtion rakennuksiin.

Korjausrakentamiseen liittyviä käsitteitä

Korjausvelka

Korjausvelka on se rahamäärä, mikä rakennuskantaan tulisi investoida, jotta se saataisiin kohtuulliseen kuntoon. Tässä raportissa kohtuullinen kunto tarkoittaa rakennuksen sellaista rakennusteknistä arvoa, joka on 75 % rakennuksen uushinnasta. Uushinta sisältää tarkasteluajankohdan rakentamisen normaalin teknisen laadun, joka voi siis olla parempi kuin rakennuksen alkuperäisen rakentamisajankohdan tekninen laatu.

Energiakäsitteet

Lämmön kulutus

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

Energian kulutus

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

Hyötylämmitysenergia

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

Huoneisto- ja kiinteistösähkö

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

Päästökäsitteet

CO_2 Tässä raportissa CO_2 päästöillä tarkoitetaan fossiilisten polttoaineitten poltossa vapautuvaa hiilidioksidia lukuun ottamatta puun polton hiilidioksidipäästöjä.

CO_2-ekv Hiilidioksidiekvivalentti, joka kuvaa ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen määrää. Kaikkien ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen vaikutus on muutettu vastaamaan hiilidioksidin ilmastovaikutusta 100 vuoden tarkastelujaksolla. Tällöin CH_4-päästöt kerrotaan 21:llä ja N_2O-päästöt 310:lla. Tärkein kasvihuonekaasu on vesihöyry, mutta se jätetään käsittelemättä, koska ihmisen toiminta ei sen pitoisuuksiin juuri vaikuta. Puunpolton hiilidioksidipäästöjä ei lasketa mukaan, koska sen ei oleteta vaikuttavan pitkällä tähtäimellä oleellisesti hiilidioksidimäärään ilmakehässä.

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Motivan KTM -rahoitteiseen työohjelmaan kuuluu tehtävä "Julkisten hankintojen kehittäminen", johon liittyy ympäristöministeriön ympäristöklusteriohjelman projekti "Selvitys julkisten hankintojen vaikutuksesta energiankulutukseen ja siitä johtuviin kasvihuonekaasupäästöihin" (JUHA-projekti). Osan JUHA -projektista Motiva Oy teettää alihankintana. Tämän selvitystyön hankinnan Motiva Oy toteutti kilpailuttamalla aihealueen asiantuntijaorganisaatioiden kesken.

1.2 Tavoitteet

Selvityksen tavoitteena oli tuottaa ehdotuksia sellaisiksi julkisia hankintoja koskeviksi suosituksiksi, jotka johtavat rakennusten energiankäytön tehokkuuden paranemiseen verrattuna nykyisin käytössä olevin suosituksin saavutettavissa olevaan tasoon. Selvityksen tulosta voidaan käyttää uudistettaessa julkaisua "Kauppa- ja teollisuusministeriön suositukset julkisten hankintojen energiatehokkuudesta" vuodelta 2000.

1.3 Toteutus

Selvitystehtävän kattavuus

- Kuntien ja valtion sekä niiden liikelaitosten, kuntayhtymien, seurakuntien jne. rakennukset, näiden asuinrakennukset mukaan lukien
- Kyseinen rakennuskanta sekä uudisrakentaminen ja korjausrakentaminen
- Energiankäyttö ja hiilidioksidipäästöt

Rajaukset

- Selvitystyössä rajoitutaan talonrakentamiseen
- Selvitys ei koske rakennusten käyttäjien toimintojansa varten hankkimia laitteita, kuten toimistolaitteita
- Rakennusrekisterin omistajaluokituksen osin vanhentuneet tiedot aiheuttavat virhettä kuntien ja valtion rakennuskannan määrään. Senaatti-kiinteistöjen rakennuskannan tietojen perusteella olisi mahdollista tarvittaessa tarkentaa joitain tietoja.

Osa-alueiden toteutus

- Julkinen rakennuskanta v. 2005 olemassa olevien tietojen perusteella (Nippala)
- Julkinen uudistuotanto tilastokeskukselta tilattujen 2001-2005 tietojen ja VTT:n aiempien arvioiden perusteella keskimäärin vuodessa jaksolla 2006-2010 (Nippala)
- Julkisen rakennuskannan korjaaminen keskimäärin vuodessa VTT:n tekemien selvitysten perusteella (Nippala)
- Energiankulutus- ja päästölaskelmat EKOREM –mallista muokatulla JULKIREM laskentaohjelmalla (Heljo)
- Rakentamis- ja korjaamisprosessiosuudessa apuna käytetään Rakennustuotannon ja –talouden laitoksen asiantuntemusta (prof. Teuvo Tolonen ja yliass. Olli Teriö)
- Suositusten valinta tehdään Heljon esityön ja asiantuntijapäivän avulla (Heljo, asiantuntijat)
- Energiansäästövaikutukset ja päästövähennysvaikutukset lasketaan JULKIREM ohjelman avulla (Heljo)
- Tulokset raportoidaan tiiviillä raportilla. Oheismateriaali toimitetaan tilaajalle tarvittaessa tiedostoina tai mapitettuna.

Asiantuntijapäivän tavoite

Oleellisena osana selvitystä oli asiantuntijoiden hyödyntäminen valittaessa rakentamiseen liittyvien prosessien eri vaiheista energiankäytön kannalta merkittävimmät tuotteet ja palvelut, jotka voidaan ottaa mukaan julkisten hankintojen ohjeistukseen. Tähän tarvittiin asiantuntemusta ja kokemusta, jotta järkevät suositukset saataisiin aikaan. Energiansäästövaikutusten suuruusluokkien laskentaa varten tarvittiin myös asiantuntijanäkemys realistisista vaikutuksista.

Organisaatio ja asiantuntijat

Selvitystyö suoritettiin Tampereen teknillisellä yliopistolla Rakennustuotannon ja talouden laitoksella. Hallinnollisena vastuuhenkilönä toimi laitoksen johtaja prof. Teuvo Tolonen. Selvitystyön toteutuksesta vastasi lab. ins. Juhani Heljo. Rakennuskantatietojen osalta sekä uudistuotannon ja korjausrakentamisen osalta tiedot hankittiin alihankintana. Tästä alihankinnasta vastasi dipl.ins. Eero Nippala Tampereen ammattikorkeakoulusta. Työssä käytettiin hyödyksi useita kokeneita asiantuntijoita varmistamaan, että tehdyt ehdotukset ovat järkeviä ja toimivia.

Hallinnollinen vastuuhenkilö	Laitoksen johtaja, prof. Teuvo Tolonen
Projektin johtaja	Dipl.ins. Juhani Heljo
Rakennuskanta	Dipl.ins. Eero Nippala
Asiantuntija / Elinkaarihankkeet	Jukka Sulku, Climaconsult
Asiantuntija / Toimenpiteet	Leevi Myyryläinen
Asiantuntija / Katselmukset ym.	Harri Nyyssölä, Olof Granlund apuna Erja Reinikainen, Olof Granlund
Asiantuntijat/ Senaatti	Lari Laakso
Asiantuntijat/ Kunnat	
	Pertti Koivisto, Tilakeskus, Tampere
	Jukka Kauppinen, Tilakeskus, Tampere

Aikataulu

4.4.	Työn tilaus
30.5.	Asiantuntijapäivä klo 9.00 - 15.30, TTY, Tampere.
30.6.	Selvitys valmis kommentointia varten
31.8.	Selvitystyö valmis

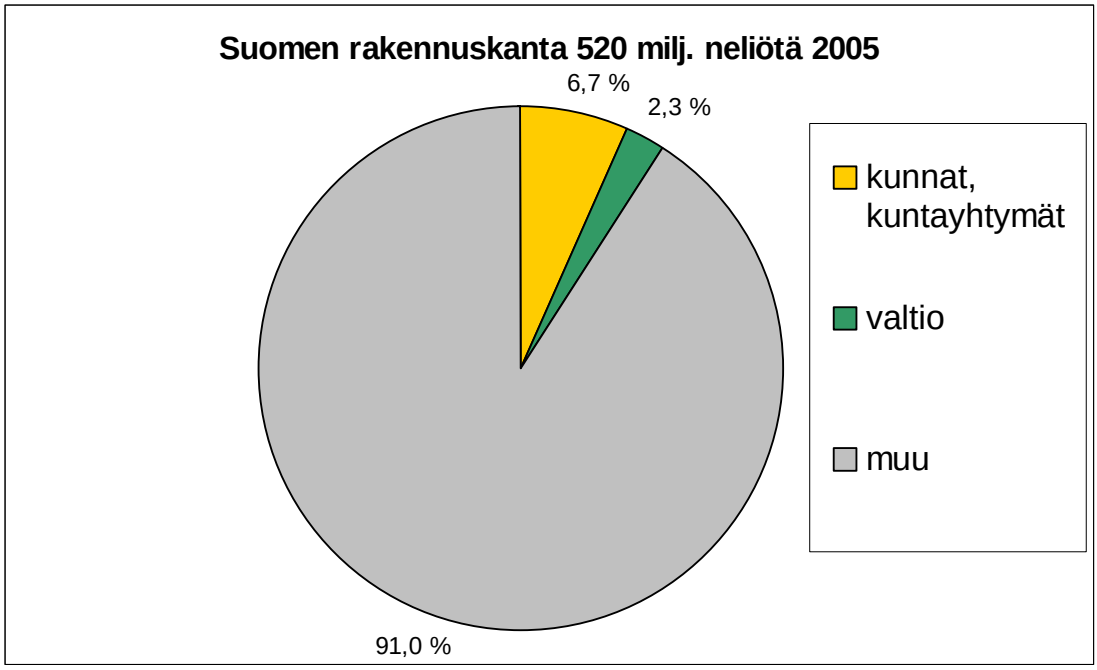
2 RAKENNUSKANTA

2.1 Valtion ja kuntien rakennuskanta

Valtion ja kuntien suorassa omistuksessa tai yhtiöiden kautta enemmistöomistuksessa oleva rakennuskanta on yhteensä arviolta 45 miljoonaa kerrosalaneliötä. Tilastoissa lukema on lähes 50 miljoonaa neliötä, mutta tiedon arvellaan olevan hieman ylipeittoinen. Esimerkiksi selvityksen teon aikana oli myynnissä suuri määrä VR:n kiinteistöjä. Lisäksi kunnilla ja valtioilla on vähemmistöosuuksina ja kiinteistöosakeyhtiöiden ja yritysten kautta rakennuskantaa omistuksessa. Tämä tutkimus keskittyy vain suoraan ja enemmistöomistuksessa olevaan rakennuskantaan. Tästä arviolta 35 miljoonaa neliötä on kuntien omistuksessa olevaa rakennuskantaa. Tästä puuttuu vielä kuntien 100% omistamien osakeyhtiöiden, kiinteistöosakeyhtiöiden tai säätiöiden osuudet. Kunnat tai kuntayhtymät omistavat vajaa 7 prosenttia koko Suomen rakennuskannasta.

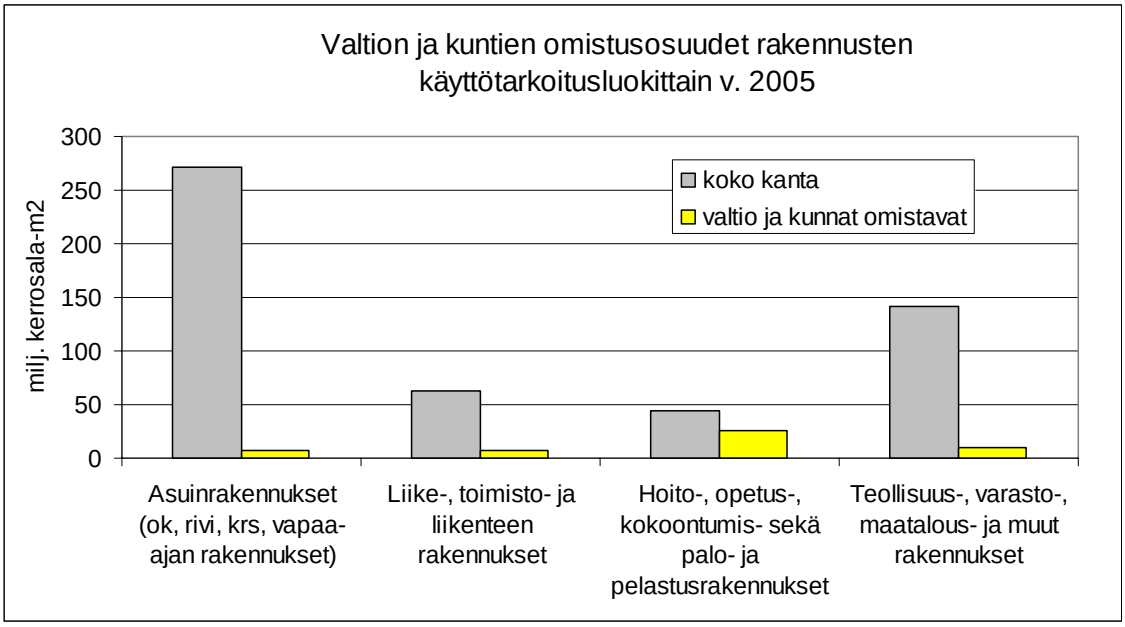
Valtion rakennuskanta koostuu Senaatti-kiinteistöjen ja valtion laitosten hallussa olevista rakennuksista. Pääosa, eli yli 8 miljoonaa neliötä, valtion rakennuksista on siirretty Senaatti-kiinteistöjen omistukseen. Valtion rakennuskanta on arviolta 10-12 miljoonaa neliötä.

Tarkkojen rakennuskantaosuuksien laskemista haittaa rakennusrekisterin osin vanhentuneet omistajatiedot. Tässä tutkimuksessa ei ollut mahdollista selvittää eri omistajaluokkien tietojen virheellisyyden määrää.



Kuva 2.1.1 Valtion, kuntien ja kuntayhtymien omistamien rakennusten osuus Suomen rakennuskannasta oli vuonna 2005 yhteensä yli 9 %. Kuntien rakennusten osuus edellä mainitusta rakennusryhmästä on arviolta 75 %. Lähde: Tilastokeskus 2007 ja Vainio et al 2006.

Valtio ja kunnat omistavat ja hallitsevat yli 9% Suomen koko rakennuskannasta. Suurin omistusosuus eli noin 57% on julkisten rakennusten käyttötarkoitusluokkaryhmässä (hoito-, opetus-, kokoontumis- sekä palo- ja pelastustoimen rakennukset) (kuva 2.1.2 ja taulukko 2.1.1).



Kuva 2.1.2 Valtion ja kuntien omistusosuudet (sis. myös hallinnan) verrattuna koko rakennuskantaan käyttötarkoitusluokkaryhmittäin kerrosalaneliöinä. Liike-, toimisto- ja liikenteen rakennukset muodostavat yksityisten palvelurakennusten ryhmän (vanha liikerakennusten ryhmä). Hoito-, opetus-, kokoontumis- sekä palo- ja pelastusrakennukset muodostavat julkisten rakennusten ryhmän.

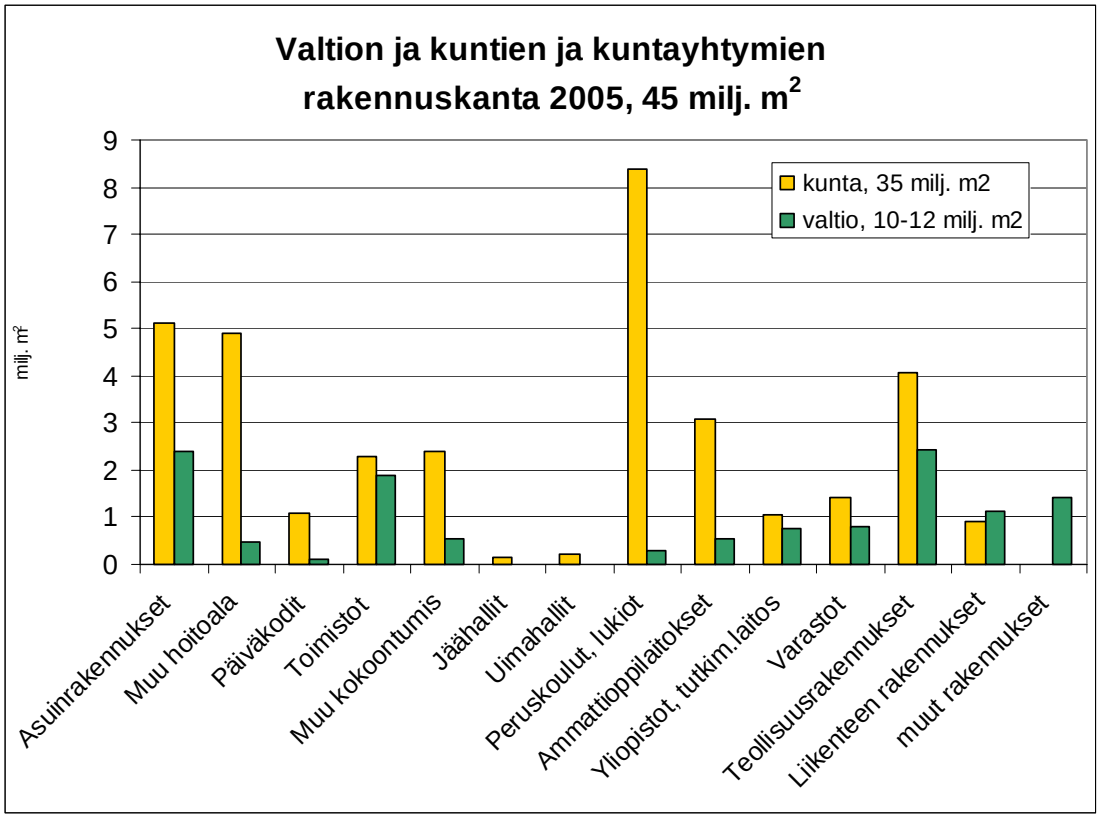
Rakennuskannan jakaumakuvista tulee hieman erilaisia riippuen siitä, käytetäänkö tarkasteluyksikkönä rakennusten tilavuutta tai kerrosalaneliöitä. Kuvassa 2.1.2 teollisuus- ja varastorakennusten osuus on selvästi pienempi kuin jos tarkastelu olisi tehty tilavuuden mukaan.

Taulukko 2.1.1 Valtion ja kuntien omistusosuudet (sis. myös hallinnan) verrattuna koko rakennuskantaan käyttötarkoitusluokkaryhmittäin kerrosalaneliöinä ja prosenttiosuuksina käyttötarkoitusryhmittäin.

Valtion ja kuntien omistusosuudet rakennusten käyttötarkoitusryhmittäin v. 2005	koko kanta	valtio ja kunnat omistavat	
	milj. m2	milj. m2	%
Asuinrakennukset (ok, rivi, krs, vapaa-ajan rakennukset)	272	7,5	2,8 %
Liike-, toimisto- ja liikenteen rakennukset	63	7,1	11 %
Hoito-, opetus-, kokoontumis- sekä palo- ja pelastusrakennukset	44	25	57 %
Teollisuus-, varasto-, maatalous- ja muut rakennukset	141	10	7,1 %
Yhteensä	520	50	9,6 %

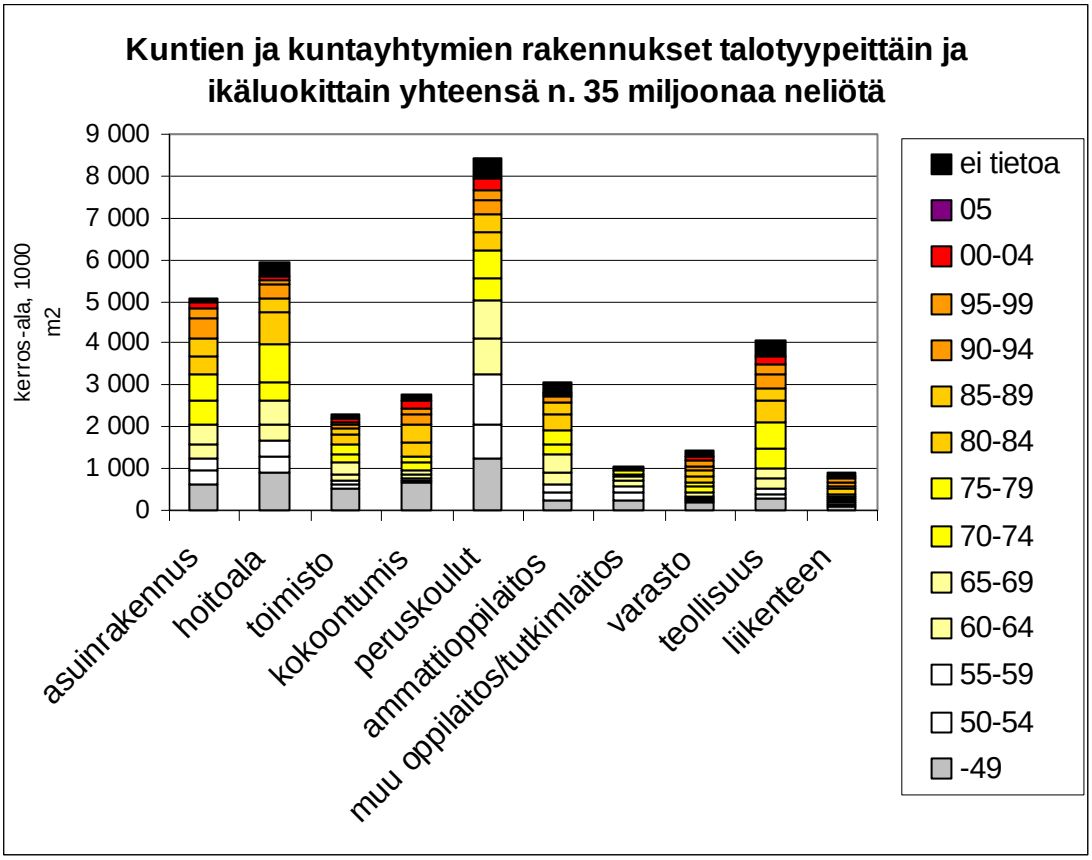
2.2 Valtion ja kuntien rakennuskanta talotyypeittäin ja ikäluokittain

Kuntien rakennusten osuus valtion ja kuntien rakennuksista oli arviolta noin 75%. Pääasiassa valtion ja kuntien omistus kohdistuu ns. julkisiin rakennuksiin (hoito-, kokoontumis-, opetus- sekä palo- ja pelastustoimen rakennukset. Selvästi merkittävin valtion ja kuntien omistama rakennustyyppi on opetusrakennukset (kuva 2.2.1).

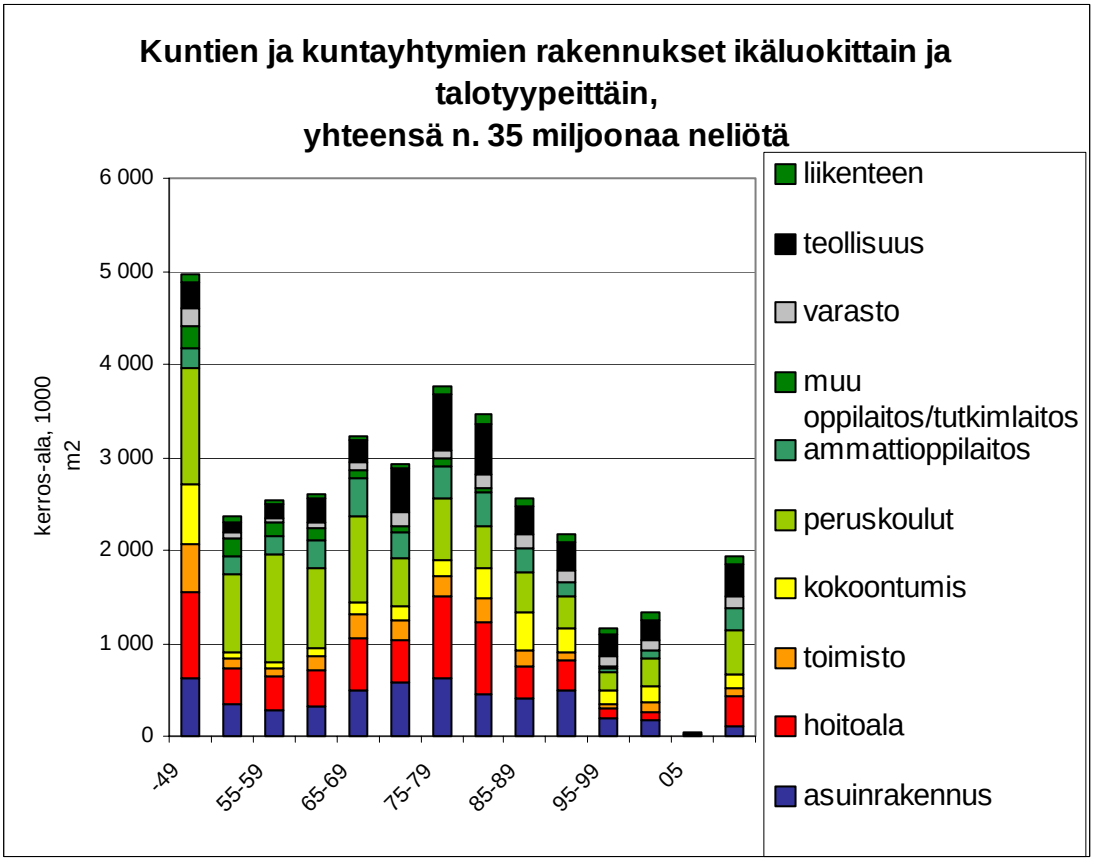


Kuva 2.2.1. Valtion, kuntien ja kuntayhtymien omistama rakennuskanta vuonna 2005 oli yhteensä arviolta 45 miljoonaa neliötä. Kuntasektorilla eniten on kouluja, asuntoja ja hoitoalan rakennuksia. Valtiosektorilla on eniten toimisto- ja hallintorakennuksia, asuntoja sekä teollisuusrakennuksia. Kuvan tiedot ovat vain suuntaa-antavia, , koska rakennusrekisterissä on vanhentunutta tietoa rakennusten omistajaluokituksessa. Lähde: Tilastokeskus 2007 ja 2006.

Rekisteritiedon mukaan vuonna 2005 kuntien ja kuntayhtymien omistuksessa olevaa rakennuskantaa oli tyhjänä 3,2 miljoonaa neliötä oli noin 10 prosenttia. Tässä luvussa on mukana mm. 400 tyhjää peruskoulua.

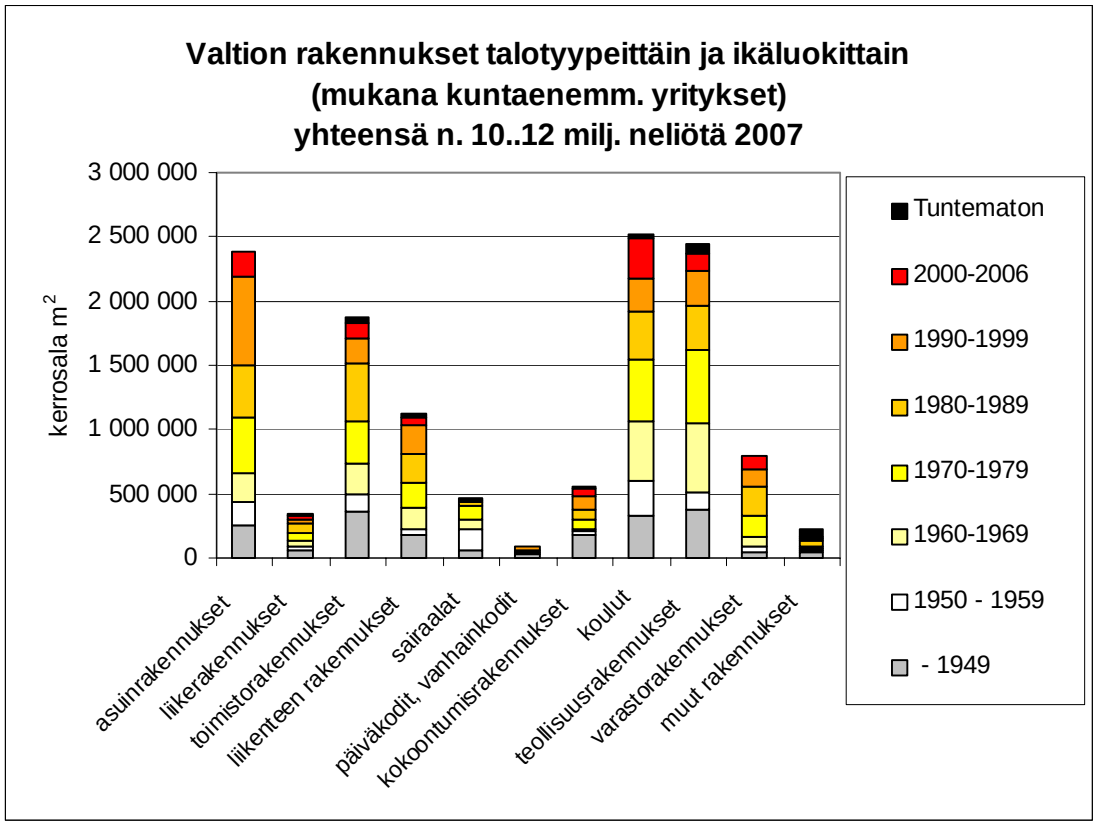


Kuva 2.2.2 Kuntien ja kuntayhtymien rakennukset talotyypeittäin ja ikäluokittain. Lähde: Tilastokeskus 2006.

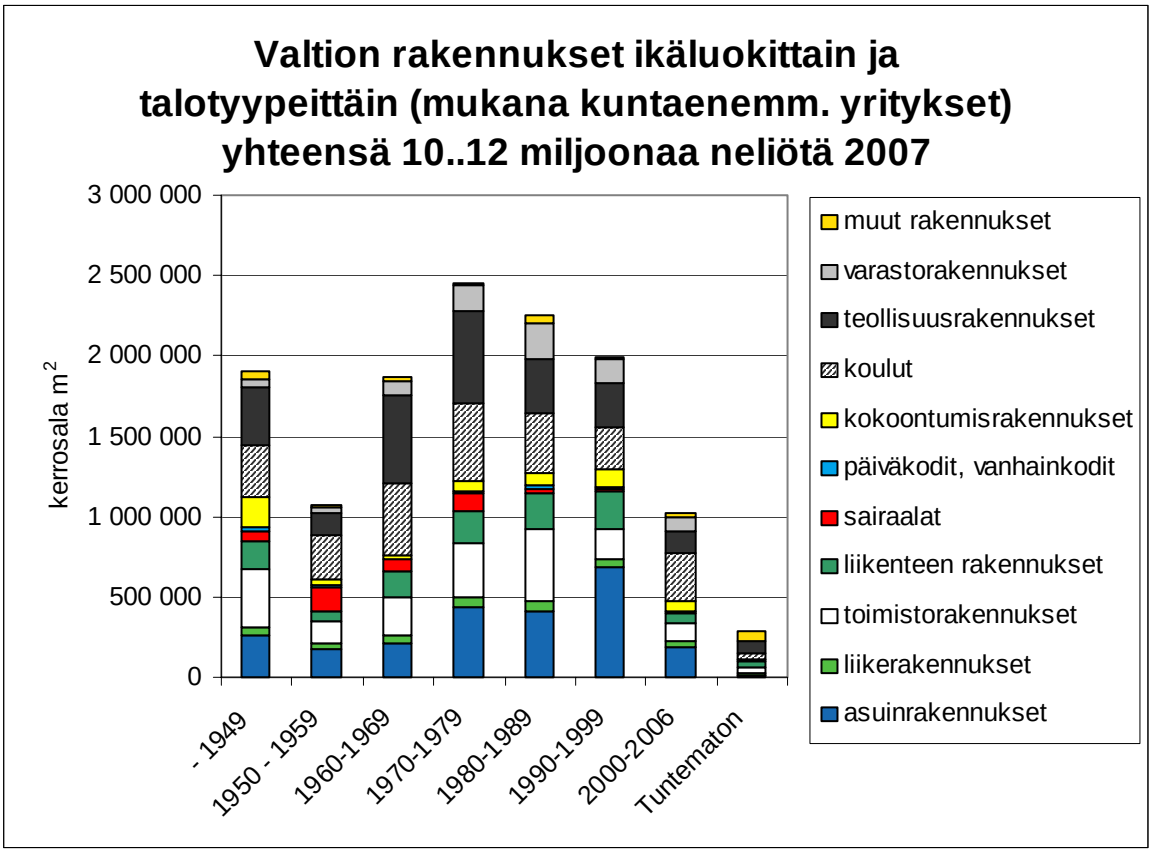


Kuva. 2.2.3 Kuntien ja kuntayhtymien rakennukset 2005 ikäluokittain ja rakennustyypeittäin Suomessa 2005. Lähde: Tilastokeskus 2006.

Valtio omistaa rakennustyypeistä eniten asuinrakennuksia, kouluja, teollisuusrakennuksia ja toimistokiinteistöjä. Yhteensä nämä neljä ryhmää muodostavat yli 80 prosenttia valtion rakennuksista. (Kuva 2.2.4)



Kuva 2.2.4 Valtion rakennuskanta (ml kuntaenemmistöiset yritykset) talotyypeittäin ja ikäluokittain yhteensä arviolta 10...12 miljoonaa neliötä kerrosalaa. Lähde: Tilastokeskus 2007.



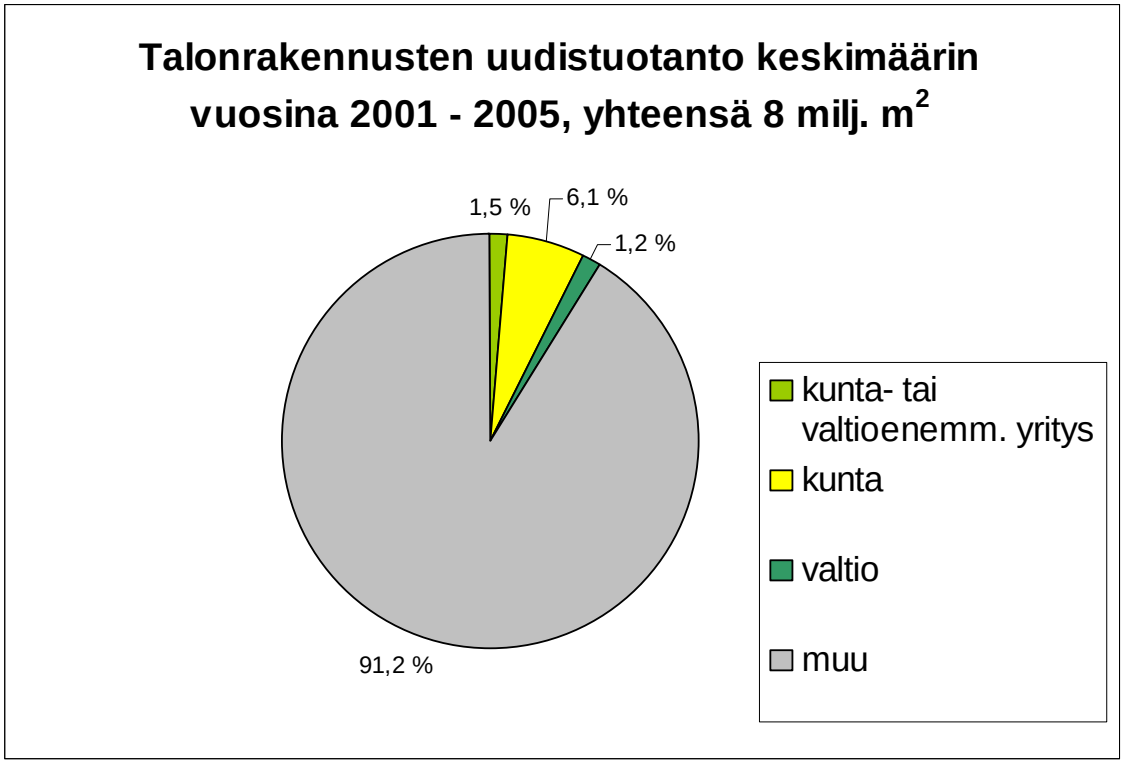
Kuva 2.2.5 Valtion rakennuskanta (ml. kuntaenemmistöiset yritykset) ikäluokittain ja talotyypeittäin vuonna 2007. Lähde: tilastokeskus 2007.

Valtion rakennuskanta on tilastokeskuksen rakennusrekisterin mukaan arviolta 10-12 miljoonaa neliötä. Tarkan arvion tekeminen on vaikeaa, koska yksi omistajaluokka (valtio- tai kuntaenemmistöinen yritys) jakautuu kahden julkisen sektorin omistajaluokan kesken. Senaatti-kiinteistöt omistaa reilut 8 miljoonaa neliötä. Kaikkiaan tilastokeskuksen aineiston poiminnasta (valtio + kuntaenemmistöinen yritys omistajat) löytyi noin 13,5 miljoonaa neliötä joista siis arviolta 10-12 miljoonaa neliötä on valtio-omisteisia. Valtion rakennuskanta jakautuu ikäluokittain melko tasaisesti eri ikäkausille. Suurimpana erottuu 1970-luvun rakennuskanta (kuva 2.2.5)

3 RAKENTAMINEN

3.1 Valtion ja kuntien rakennusten uudistuotanto

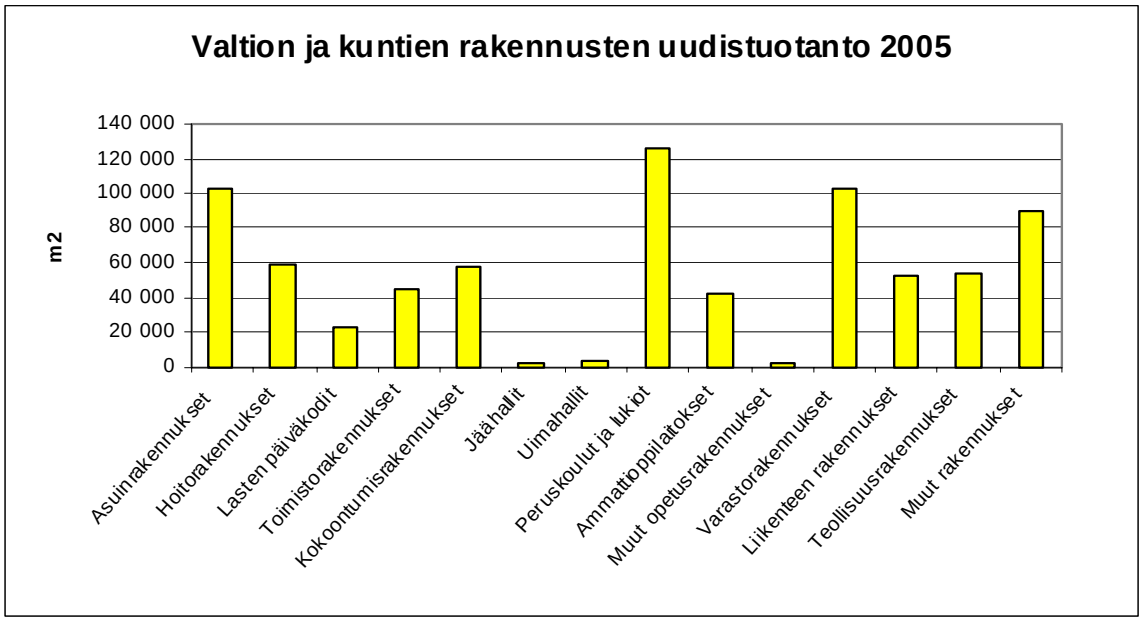
Kuvassa 3.1.1 on esitetty valtion, kuntien sekä kunta- ja valtioenemmistöisten yritysten rakennusten osuus talonrakennuksen koko uudistuotannosta keskimäärin vuosina 2001-2005.



Kuva 3.1.1 Valtion ja kuntien rakennusten osuus vuosien 2001-2005 keskimääräisestä uudistuotannosta oli yhteensä 8,8 %. Kuntien rakennusten uudistuotanto on n. 6,1 % kaikesta uudistuotannosta. Uudistuotannon vuotuinen määrä on 1,5 % suhteessa valtion ja kuntien rakennuskannanmäärään. Lähde: Tilastokeskus 2007.

3.2 Valtion ja kuntien rakennusten uudistuotanto talotyypeittäin

Valtion ja kuntien rakennusten uudistuotanto on esitetty kuvassa 3.2.1.



Kuva 3.2.1 Valtion ja kuntien rakennusten uudistuotanto vuonna 2005. Lähde: Tilastokeskus 2006 ja 2007.

Valtio ja kunnat omistavat asuinrakennuskannasta reilut 15 prosenttia ja lähinnä kunnat rakentavat sosiaalista asuntotuotantoa lähes 14 % uudistuotannon määrästä. Uudistuotannon osuus vuonna 2005 vastaa valtion ja kuntien osuutta koko rakennuskannasta (kuva 3.2.2).

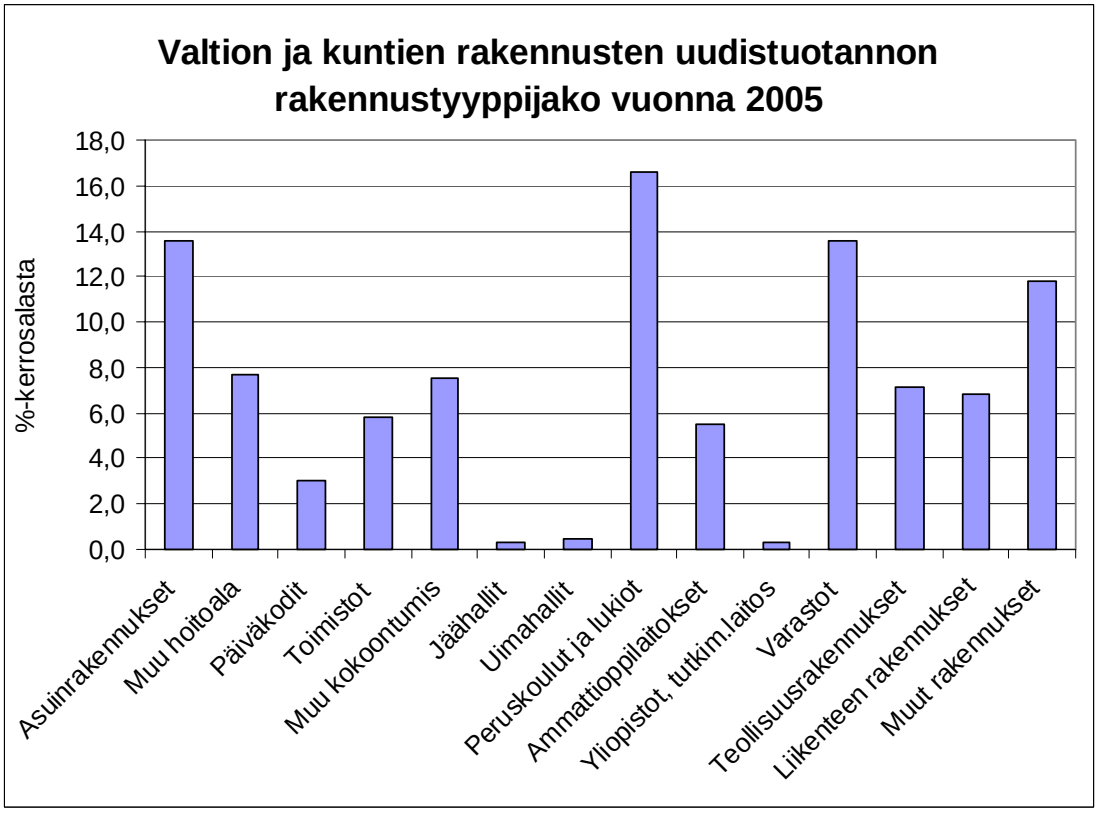
Valtion ja kuntien osuus teollisuusrakennuksista on rakennuskannassa ja myös uudistuotannossa korkealla, lähes 15 prosentin suuruutta. Kunnat rakentavat runsaasti pienteollisuushalleja ja vuokraavat niitä sitten yrityksille. Arviolta ryhmän muut rakennukset suuri määrä aiheutuu näistä teollisuuden käyttöön tarkoitetuista halleista joiden vuokralaista ei vielä rakennusvaiheessa tunneta.

Ammattioppilaitosten ja yliopistojen ja tutkimuslaitosten osuus rakennuskannasta on noin 12 prosenttia yhteensä. Sen sijaan uudistuotannossa niiden osuus on romahtanut noin puoleen eli kuuteen prosenttiin. Ammattioppilaitokset ovat siirtyneet valtion omistuksesta pitkälti kuntien omistukseen eikä kasvukeskusten ulkopuolella kunnat enää aktiivisesti investoi niihin.

Peruskoulujen ja lukioiden rakentaminen on hiipunut tultaessa 1990-luvulle, mutta vuonna 2005 sattui hyvä vuosi ja uudisrakentamisen taso on lähes kantaosuuden luokkaa eli 17-18 prosenttia

Valtion ja kuntien toimistorakennusten uudisrakentamisen aktiivisin aika oli 1970- ja 1980-luvuilla kun kuntien hallintorakennuksia rakennettiin valtionapujen turvin lähes

joka kuntaan. Niistä ajoista julkisen sektorin toimistorakentaminen on supistunut paljon ja uudistuotannon osuus onkin vain 6 prosentin luokkaa kun rakennuskannassa toimisto- ja on lähes 10 prosenttia koko kannasta.

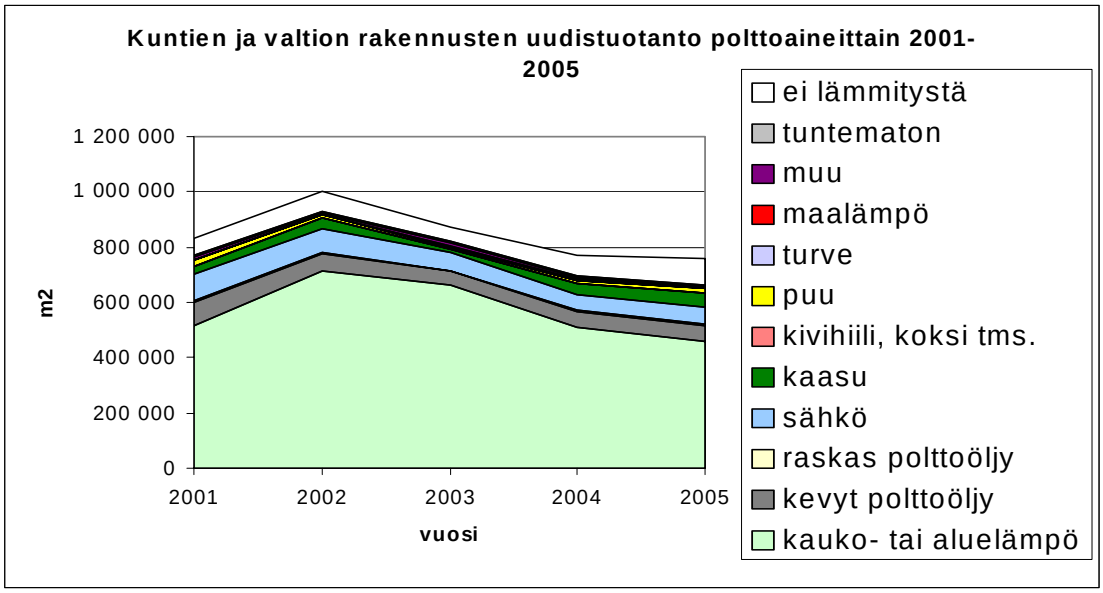


Kuva 3.2.2 Valtion ja kuntien rakennuskannan ja uudistuotannon talotyyppijakaumien vertailu 2005 (% kerrosalasta). Lähde: Tilastokeskus 2006 ja 2007.

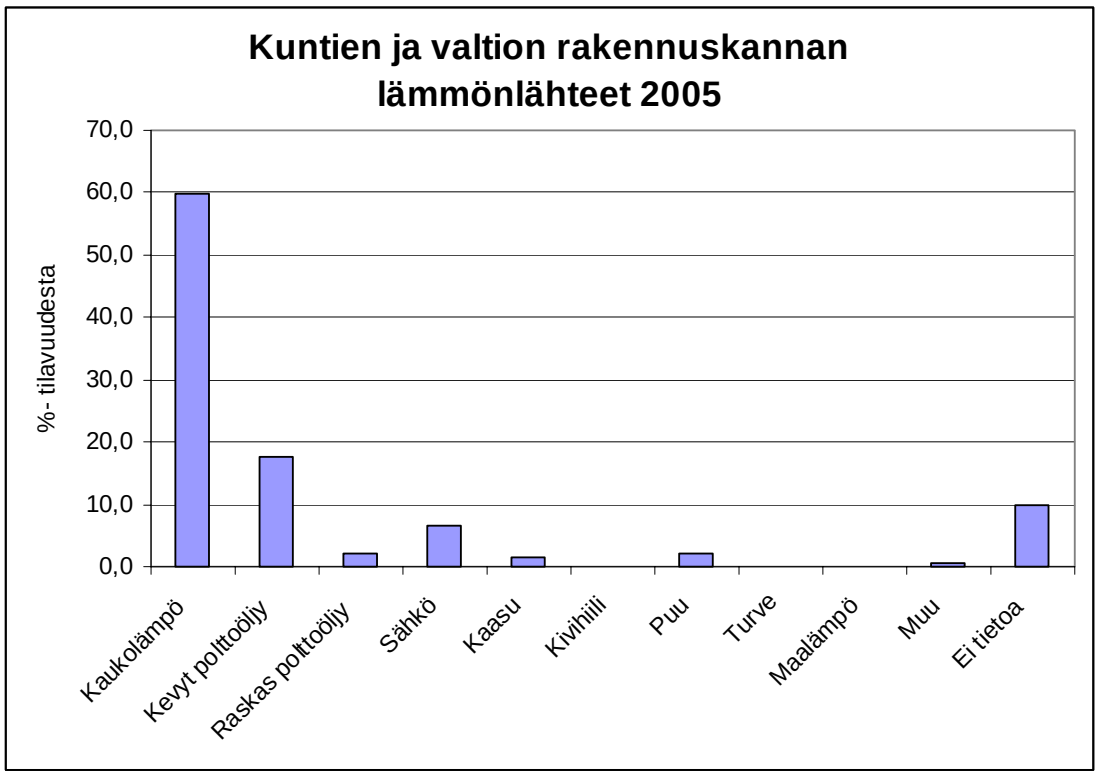
Suhteellisesti hoitorakennuksia rakennetaan vähän verrattuna koko valtion ja kuntien rakennuskantaan. Liikenteen rakennuksia rakennetaan suhteellisen paljon uudistuotannossa.

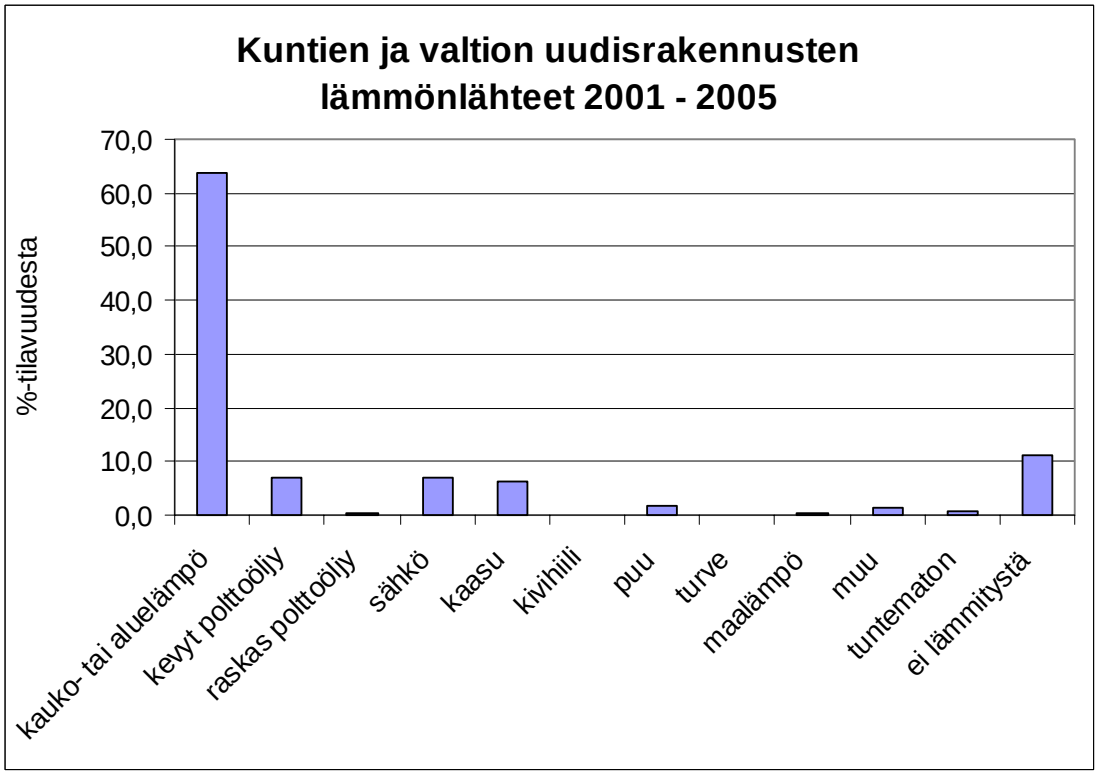
3.3 Valtion ja kuntien rakennusten uudistuotanto lämmönlähteittäin

Julkisten rakennusten lämmönlähde ml. asuinrakennukset on ylivoimaisesti suosituin kaukolämpö. Öljy ja sähkö ovat seuraavaksi suositut lämmönlähteet noin 10 prosentin osuuksilla. Kuntien rakennusten toimitiloissa kaukolämmön osuus on hieman pienempi kuin kuntien ja valtion rakennusten yhteensä ryhmässä. Ero aiheutuu siitä, että asuinkerrostalojen uudistuotannon lämmönlähde on lähes 100% kaukolämpö.



Kuva 3.3.1 Valtion ja kuntien rakennusten uudistuotanto polttoaineittain 2001-2005. Lähde: Tilastokeskus 2007.



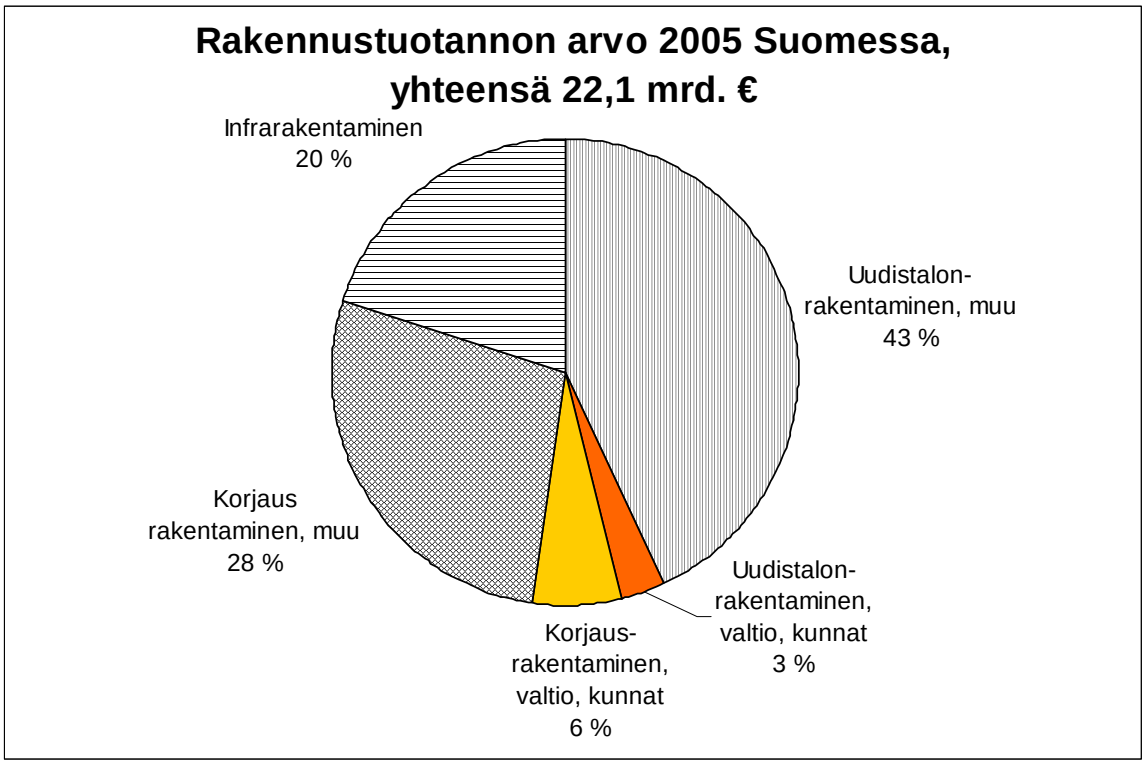


Kuva 3.3.2 Valtion ja kuntien vuosien 2001-2005 uudisrakennusten lämmönlähdejakauman vertailu valtion ja kuntien vuoden 2005 rakennuskannan lämmönlähdejakaumaan. Lähde: Tilastokeskus 2006 ja 2007.

Kaasun osuus on selvästi kasvamassa ja öljyn osuus vähenemässä. Maalämpö kasvattaa omaa vähäistä osuuttaan.

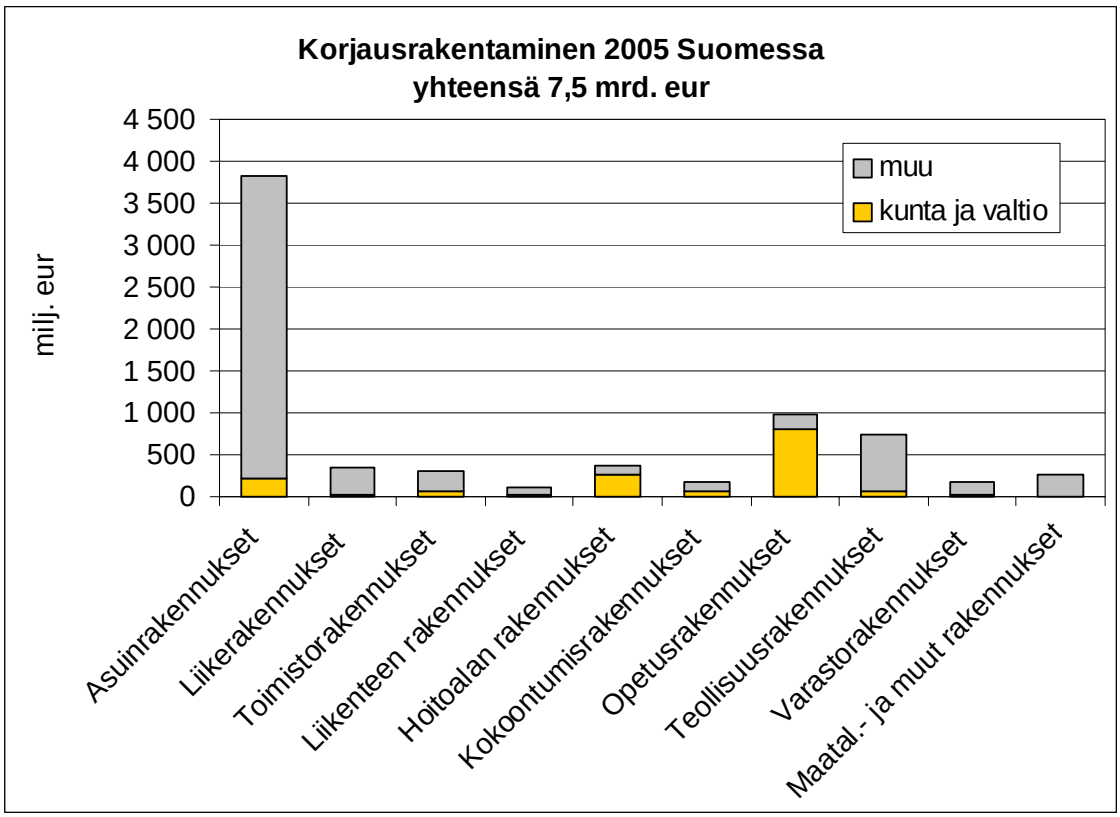
3.4 Korjaustoiminta julkisella sektorilla

Tuorein korjausrakentamisen kattava selvitys on tehty VTT:llä koskien vuoden 2000 korjaamista. Koska kattavaa tilastoa ei ole olemassa, tilastokeskus laatii korjausrakentamisen arvon vuosittain eri osasektoreita kuvaavien tietojen avulla. Jatkuvassa seurannassa ovat mm. asuinyhteisöt sekä rakennusurakoitsijat. Myös työvoimatutkimusta käytetään hyväksi arvioitaessa korjausrakentamisen määrää vuositasolla.

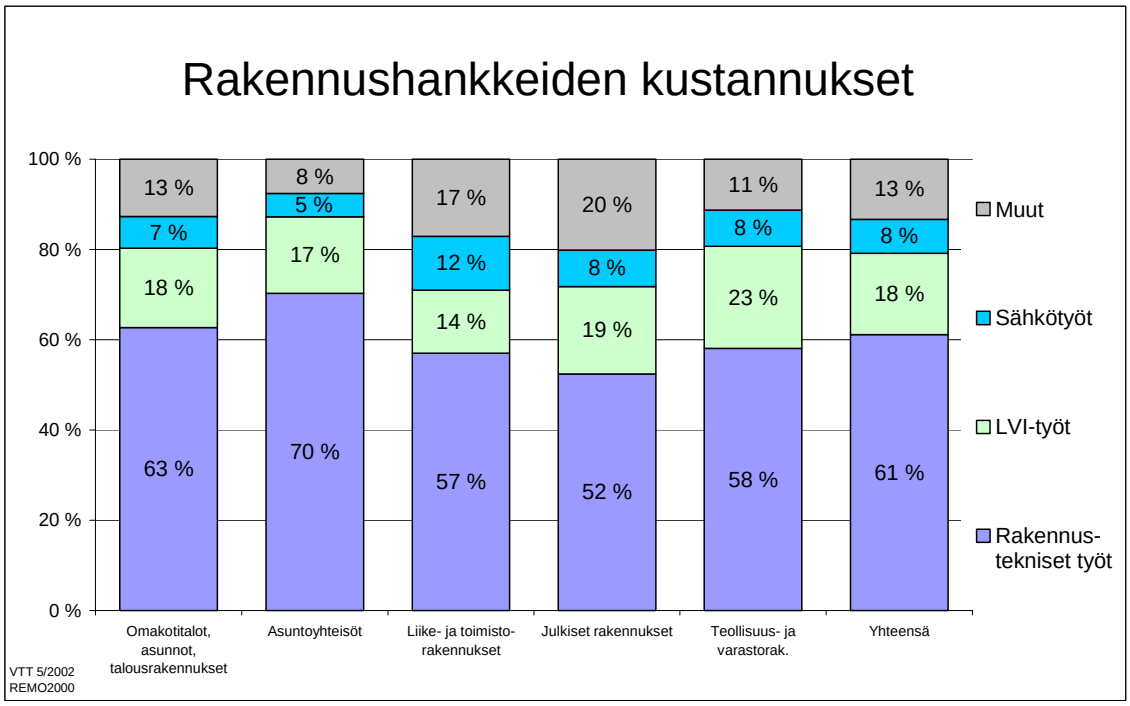


Kuva 3.4.1 Valtion ja kuntien rakennusten uudistuotannon ja korjaustoiminnan vertaaminen Suomen koko rakennustuotannon arvoon vuonna 2005. Lähde: Vainio 2007.

Vuonna 2005 korjaustoiminnan arvo Suomessa oli 7,5 mrd. euroa. Tästä kuntien rakennusten korjaaminen kattoi 15 % eli reilut 1 mrd. euroa ja valtion rakennusten 3 % eli vajaa 200 miljoonaa euroa. Valtion rakennuksissa euromääräisesti eniten korjattiin opetusrakennuksia. Kuntasektorilla eniten korjattiin opetus – ja hoitoalan rakennuksia.



Kuva 3.4.2 Kaikkien omistajaluokkien rakennusten korjaamisen arvo yhteensä vuonna 2005 Suomessa oli arviolta 7,5 mrd. euroa. . Lähde: Vainio et al 2002 ja Vainio 2007.



Kuva 3.4.3 Korjausrakentamisen toimenpiteiden kustannusosuudet talotyypeittäin Suomessa 2000-luvulla. Lähde: Vainio et al 2002.

Korjaustoiminnassa rakennusteknisten töiden osuus on 50 – 70 prosenttia (keskiarvo 61 %). LVI-töiden osuus vaihtelee 8-23 prosentin välillä, keskiarvon ollessa 18 prosenttia. Sähkötöiden osuus vaihtelee 5 – 14 prosentin välillä keskiarvon ollessa 8 prosenttia.

Taulukko 3.4.1 Vuonna 2000 yhden vuoden aikana toteutettujen korjaustoimenpiteiden määrä suhteessa koko ko. ikäluokan rakennuskantaan. . Lähde: Vainio, 2007.

*) painotettu kannan ikäluokan määrällä	-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	painotetut -%(*
ulkoseinät lisäeristetty *	0,8 %	4,2 %	1,2 %	1,4 %	0,9 %	1,3 %	1,6 %
uusittu ikkunat *	3,0 %	0,8 %	5,7 %	4,1 %	0,2 %	0,7 %	2,6 %
hankittu lisälasit *	0,2 %	0,2 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %	0,3 %	0,4 %
yläpohja lisäeristetty *	1,1 %	0,8 %	4,2 %	1,9 %	1,6 %	1,3 %	1,9 %
liitytty kaukolämpöön *	0,8 %	1,4 %	3,0 %	0,5 %	0,3 %	0,3 %	1,1 %
uusi öljylämmitylaitos *	1,5 %	1,5 %	1,4 %	0,4 %	0,3 %	0,3 %	0,9 %
uusi varaava sähkölämmitys *	0,4 %	0,2 %	1,6 %	0,1 %	0,3 %	1,0 %	0,6 %
uudet vesipatterit *	1,2 %	1,9 %	0,2 %	0,6 %	0,5 %	1,7 %	0,9 %
uudet sähköpatterit *	1,2 %	0,8 %	1,6 %	2,7 %	1,1 %	1,3 %	1,5 %
uusi lattialämmitys *	1,1 %	0,2 %	0,2 %	1,3 %	0,3 %	2,0 %	0,8 %
rakennettu koneellinen poisto *	2,0 %	0,2 %	0,6 %	1,6 %	0,6 %	0,3 %	1,0 %
koneellinen poisto ja sisään puhallus *	1,3 %	2,6 %	2,6 %	0,7 %	0,8 %	1,3 %	1,5 %
hankittu LTO *	1,1 %	4,2 %	2,6 %	2,8 %	0,2 %	0,3 %	1,9 %
hankittu jäähdytyslaitteisto *	0,9 %	2,6 %	1,7 %	1,6 %	0,9 %	1,0 %	1,5 %
painokerroin	15,9 %	13,9 %	18,1 %	21,3 %	19,0 %	11,8 %	1,3 %

Rakennusteknisten korjausten painopiste on 1950- ja 1960-lukujen rakennuksissa. Esim. ikkunoiden ja ulkoseinien korjaukset painottuvat näihin ikäluokkiin. LVIS-korjausten painopiste jakautuu rakennusteknisiä töitä tasaisemmin eri ikäluokille.

Oheisessa taulukossa 3.4.2 on laskettu peruskorjauksen rahoitustarve oletuksella, että rakennuksiin investoidaan vähintään se summa, jolla rakennukset pysyisivät nykykunnossaan ja lisäksi nykyinen korjausvelka maksetaan 10 vuodessa. Korjausvelan maksamisella tarkoitetaan sitä, että 10 vuodessa rakennuskannan tekninen arvo nostetaan keskimäärin tasolle 75 % uutta vastaavasta arvosta.

Kuntien rakennuskannalle on laadittu poistuma ja uudistuotantoennuste vuoteen 2015, jotta taulukon arvot on kyetty laskemaan. Tulevaan peruskorjaustarpeeseen vaikuttaa oleellisesti kannan ikärakenne. Peruskorjaustarpeeseen vaikuttaa se mikä kannan teknisen kunnon taso asetetaan tavoitteeksi. Laskelmissa tavoitteeksi on asetettu 75% uutta vastaavan rakennuksen nykyarvosta. Jos hyväksyttäväksi tavoitteeksi asetetaan 50 %, niin nykyisestä kuntien rakennuskannasta 90% ylittää tavoitetason ja vain 10 alittaa sen. Jos tavoitetasoksi asetetaan 75%, niin enää reilu puolet nykyisestä rakennuskannasta ylittää sen ja puolet jää tavoitetason alle.

Kuntien nykyinen korjausvauhti otostutkimuksen mukaan (Nippala et al 2006) on hieman alle kannan kunnon ennallaan säilyttävästä tasosta hieman yli. Mikäli korjausvelkaa purettaisiin 10 vuodessa, korjaamisen rahoitus karkeasti pitäisi kaksinkertaistaa.

Taulukko 3.4.2 Kuntien ja kuntayhtymien rakennuskanta, korjausvelka ja peruskorjauksen rahoitustarve 2005 - 2015 (v.2005 hintataso). Taulukossa on oletettu, että korjausvelka purettaisiin 10 vuodessa.

	Sosiaalitoimen rakennukset	*Terveystoimen rakennukset*	*Opetustoimen rakennukset*
rakennuskanta 2005			
- bruttoala (1000 m^2)	*3 320*	*4 030*	*12 415*
-Kannan kunnon ennallaan säilyttämiseen vuosittain milj. euroa	*68*	*82*	*243*
- 10 vuoden ajan korjausvelan lyhentämiseen vuosittain milj. euroa	*56*	*83*	*217*
Rahoitustarve YHTEENSÄ vuosittain milj. euroa	*124*	*165*	*460*

3.5 Perusparannukset julkisissa rakennuksissa (Perku - esimerkki)

Tässä kohdassa on esitetty Linkki-ohjelman vuonna 2001 tehdyssä tutkimuksessa "Perusparannusten energiavaikutukset julkisissa rakennuksissa" kerättyä tietoa tehdyistä korjauksista ja niiden energiansäästövaikutuksista. Suurin osa kohteista on kouluja, joita korjataan paljon. Julkisen sektorin suorittamilla koulujen korjauksilla on merkittävä rooli korjaustoiminnassa (ks. kuva 3.4.2). Energiansäästötoimenpiteistä huolimatta lämmönkulutukset kasvoivat keskimäärin 7% ja sähkönkulutukset 63%.

Energiataloutta parantavia toimenpiteitä tehtiin kouluissa yleensä muiden korjausten yhteydessä. Peruskorjausten käynnistämisen taustalla oli kaikissa rakennuksissa monia eri syitä (taulukko 3.5.1).

Taulukko 3.5.1 Peruskorjausten syyt julkisissa rakennuksissa. Lähde: Leskinen at al, Perusparannusten energiavaikutukset julkisissa rakennuksissa, 2001.

Kohde	**Syyn numero, syyt lueteltu taulukon alla**													
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**yht.**
Koulu1					x	x	x	x	x				x	6
Koulu2			x		x	x	x	x	x				x	7
Koulu3					x	x	x	x			x			5
Koulu4			x	x	x	x	x	x		x				7
Koulu5	x		x		x	x	x	x			x			7
Koulu6			x		x	x	x	x						5
Koulu7	x		x		x	x		x			x			6
Koulu8					x		x	x						3
Koulu9					x	x	x			x				4
Koulu10					x		x	x						3
LPK1			x	x		x		x						4
LPK2	x			x	x	x							x	5
LPK3	x	x		x										3
Toimitalo						x	x	x			x			4
Vanhustentalo	x	x	x		x	x	x	x			x		x	9
Monitoimitalo								x						1
Tsto ja terv.kesk	x	x			x		x	x					x	6
Kartano	x	x	x	x	x	x	x	x			x		x	10
Uimahalli			x		x		x	x			x	x	x	7
Yhteensä% tai k.a	37	21	47	26	79	68	74	84	11	11	37	5	37	**5**

1 tilat haluttiin tehokkaampaan käyttöön
2 tilojen käyttötarkoitusta haluttiin muuttaa
3 rakennuksessa oli paljon rakenteellisia puutteita ja vikoja
4 rakennuksessa oli kosteus- ja homeongelmia
5 rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä oli vanhentunut ja huonokuntoinen
6 sisäilmastoa haluttiin parantaa
7 rakennuksen lämmitysjärjestelmä oli vanhentunut ja huonokuntoinen
8 rakennuksen sähkö- ja automaatiojärjestelmät olivat vanhentuneet ja huonokuntoiset
9 kohteessa oli tehty energiakatselmus, jossa havaittu paljon korjaustarpeita
10 kohteessa oli tehty kuntokartoitus, jossa havaittu paljon korjaustarpeita

11 rakennuksen lämmitysenergiankulutus oli suuri
12 rakennuksen sähkönkulutus oli suuri
13 muut syyt (esimerkiksi: vesijohdot ja viemärit olivat huonokuntoiset, vedenkäsittelyjärjestelmä oli rikki, tarve kehittää vanhusten palveluja, säilyttävä saneeraus, ym.)

Peruskorjausten sisältö

Luonnollisesti peruskorjauksessa keskityttiin niihin ongelmiin, joiden takia korjaukseen oli ryhdytty. Tehdyt korjaukset olivat kaikissa tapauksissa tyypillisiä kyseiselle rakennustyypille.

Kaikissa rakennuksissa uusittiin ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä kokonaan tai osittain. Ilmanvaihtotapaa saatettiin muuttaa kokonaan tai sitten uusittiin tai lisättiin yksittäisiä ilmanvaihtokoneita. Painovoimainen tai koneellinen poistoilmanvaihto muutettiin koneellisesti toimivaksi tulo- ja poistoilmanvaihdoksi, jossa oli mukana poistoilman lämmöntalteenotto. Painovoimaista ilmanvaihtoa ei peruskorjauksen jälkeen jäänyt yhteenkään kohteeseen. Joissakin kohteissa vanhaa koneellista tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmää uusittiin osittain, mutta lämmöntalteenottoa ei lisätty. On mahdollista, että lämmöntalteenoton lisääminen vanhaan rakennukseen olisi muodostunut hankalaksi ja kustannuksiltaan liian korkeaksi, jotta se olisi ollut taloudellisesti kannattavaa. Huomattavan monessa kohteessa oli peruskorjauksen jälkeen lämmöntalteenotto edes osittain (74% kaikista; 82% niistä, joista tiedetään iv-tapa korjauksen jälkeen). Ilmanvaihdon ohjaustapaa muutettiin kolmasosassa (37%) rakennuksista. Uutena ohjaustapana käytettiin mm. läsnäolo-, lämpötila- ja kosteusantureita sekä kello-ohjausta. Ilmanvaihtojärjestelmän muutoksia on kuvattu taulukossa 3.5.2.

Taulukko 3.5.2. Ilmanvaihtojärjestelmät ennen (E) ja jälkeen (J) peruskorjauksen.

Kohde	painov.		kon. poisto		kon. t&p		kon. + lto		Huom./muu
Ennen/Jälkeen	E	J	E	J	E	J	E	J	
Koulu1	E							J	
Koulu2			E					J	
Koulu3			E	J	E	J			Osittain näitä kahta
Koulu4			E					J	
Koulu5	E			J				J	Sos.tiloissa kon.poisto
Koulu6	E		E					J	Ennen kaksi tapaa
Koulu7	E		E					J	Ennen kaksi tapaa
Koulu8								J	Näissä kolmessa ennen kon.
Koulu9								J	tulo ikkunapenkkipuhalluksel-
Koulu10								J	la & luonn. poisto
LPK1									Ei tietoa
LPK2								J	Ennen käytäväpuhallustulo
LPK3	E		E	J				J	pv→ kp, kp→ lto
Toimitalo					E	J			
Vanhustentalo				J				J	Ei tietoa, mikä ennen
Monitoimitalo									Ei tietoa
Tsto ja terv.kesk					E			J	
Kartano	E			J					
Uimahalli			E	J				J	Jälkeen kaksi tapaa
Yhteensä %	32	0	37	32	16	11	0	74	

painov. = painovoimainen ilmanvaihto
kon. poisto = koneellinen poistoilmanvaihto
kon. t&p = koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

kon. + lto = koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla

Monissa rakennuksissa (53%) oli rakennuksen ulkovaippaa korjattu. Erityisesti ikkunoita uusittiin ja ulkoseinää sekä yläpohjaa lisäeristettiin. Sisäpintoja korjattiin yli puolessa kohteista (63%). Rakennuksen alapohjaa korjattiin 16%:ssa rakennuksista.

Lämmitysjärjestelmien säätöautomatiikka uusittiin lähes kaikissa rakennuksissa (84%) ja patteriverkostot perussäädettiin (89%). Termostaattisia patteriventtiilejä asennettiin kolmeen neljäsosaan (79%) korjauskohteista. Lähes kaikkiin rakennuksiin (95%) uusittiin tai lisättiin rakennusautomaatiojärjestelmä. Peruskorjauksen myötä kaksi kolmasosaa (63%) rakennuksista liitettiin kaukovalvontaan. Viidesosaan rakennuksista (21%) lisättiin jäähdytys.

Lämmitysmuoto ei muuttunut missään rakennuksessa, paitsi yhdessä rakennuksessa puulämmitys jäi ainoastaan miljöötekijäksi rakennuksen siirtyessä muutoin kokonaan sähkölämmitetyksi. Rakennuksista kaksi kolmasosaa oli kaukolämmitettyjä, viidesosa öljylämmitettyjä ja loput kaasu- tai sähkölämmitteisiä. Kaikissa öljylämmitteisissä rakennuksissa öljykattila tai poltin uusittiin tai korjattiin peruskorjauksen yhteydessä. Lämmönsiirtimet uusittiin puolessa (47%) rakennuksista. Lämmönjakotapaa muutettiin kolmessa haastattelukohteessa (asiaa ei kysytty postikyselyssä).

Sähköjärjestelmää korjattiin kahdessa kolmasosassa (68%) rakennuksista. Valaisimet uusittiin lähes puolessa (42%) rakennuksista ja viidesosassa (21%) sisävalaistuksen ohjaustapaa muutettiin. Korjauksen jälkeen ohjaustapana käytettiin kello-ohjausta, liiketunnistimia tai päivänvaloa.

Vesikalusteet uusittiin kolmessa neljäsosassa (74%) rakennuksia. Samassa yhteydessä uusittiin yleensä myös viemärit. Peruskorjauksen yhteydessä ei missään rakennuksessa otettu käyttöön uusiutuvia energialähteitä. Toteutetut ratkaisut edustivat vakiintunutta tekniikkaa.

Alle on koottu tehtyjen korjausten esiintymistiheys tutkituissa kohteissa:

Vaippa

- ikkunat uusittiin 37%
- yläpohja lisäeristettiin 26%
- ulkoseiniä lisäeristettiin 11%

Lämmitys

- patteriverkoston perussäätö tehtiin 89%
- lämmityksen säätöautomatiikka uusittiin 84%
- termostaattiset patteriventtiilit asennettiin 79%
- lämmönsiirtimet uusittiin 47%
- öljykattila uusittiin 21%
- öljypoltin uusittiin 11%

Valaistus

- valaisimet uusittiin 42%
- sisävalaistuksen ohjaustapa muutettiin 21%
- uusi tapa: kello-ohjaus 11%
    - liiketunnistimet 5%
    - ohjaus päivänvalon mukaan (vakiovalo-ohjaus) 5%
- vain lamput uusittiin, valaisimet säilyivät 0%

Ilmanvaihto

- ilmanvaihtojärjestelmä uusittiin kokonaan 89%
- yksittäisiä iv-koneita lisättiin tai uusittiin 68%
- lämmöntalteenotto lisättiin tai uusittiin 53%
- ilmanvaihdon ohjaustapaa muutettiin 37%
- uusi tapa: läsnäoloanturit 5%
    - CO_2-ohjaus 0%
- lisättiin jäähdytys 21%

Muut

- rakennusautomaatio uusittiin kokonaan 95%
- vesikalusteet uusittiin 74%
- rakennus liitettiin kaukovalvontaan 63%
- otettiin käyttöön uusiutuvia energialähteitä (esim. aurinkokerääjät, maalämpö) 0%

Kun kysyttiin mitä muuta tehtiin, joka voi nostaa tai laskea lämmön, sähkön tai lämpimän veden kulutusta, saatiin seuraavanlaisia vastauksia:

- *Ilmamäärät ovat lisääntyneet runsaasti*
- *Muuttui laitosmaisemmaksi, myös huonokuntoisempia vanhuksia → enemmän pesu. ym. hoitoa*
- *Poltinkohtainen öljymäärän ja lämminvesimäärän mittaus lisättiin.*
- *Laitoskeittiön kaikki koneet uusittiin.*
- *Seiniin lisättiin tuloilmaventtiilit.*
- *Lisättiin yksiote-hanat.*
- *Vetokaappien määrä lisääntyi, sauna rakennettiin, kaukolämmön littymistehoa pienennettiin, vettäsäästävät vesikalusteet asennettiin.*
-

Käyttötavan muutokset ja muut mahdollisesti energiankäyttöön vaikuttavat muutokset

Puolessa vastauksista (47%) ilmoitettiin, että rakennuksen käyttötapa tai käyttäjämäärä ei muuttunut mitenkään peruskorjauksen yhteydessä. Kuitenkin joissakin näistäkin rakennuksista oli tehty muutoksia esim. sähköä kuluttavien laitteiden tai tilojen suhteen. Yli puolessa (53%) rakennuksista sähköä kuluttavat laitteet lisääntyivät merkittävästi. Viidesosaan rakennuksista (21%) lisättiin jokin huomattavasti sähköä kuluttava tila,

kuten keittiö tai kahvila. Monissa rakennuksissa päivittäiset tai viikoittaiset käyttöajat kasvoivat. Joihinkin kohteisiin muuttivat peruskorjauksen jälkeen uudet käyttäjät tai käyttäjämäärä lisääntyi merkittävästi. (Taulukko 3.5.3.)

Taulukko 3.5.3 Käyttötavan muutokset ja muut energiankäyttöön vaikuttavat muutokset

	Muutokset									
Kohde	1	2	3	4P	5	6	7H	8H	9	Huom
Koulu1	x					x			x	
Koulu2	x					x				
Koulu3										Ei tietoa
Koulu4		x	x	x	x	x				
Koulu5						x				
Koulu6										Ei tietoa
Koulu7										Ei tietoa
Koulu8	x									
Koulu9	x									
Koulu10	x					x				
LPK1	x									
LPK2	x								x	
LPK3	x				x	x	x	x	x	
Toimitalo										Ei tietoa
Vanhustentalo				x	x	x				
Monitoimitalo										Ei tietoa
Tsto ja terv.kesk	x					x	x			
Kartano					x	x	x	x	x	*
Uimahalli				x		x				
Yhteensä %	47	5	5	16/25	21	53	16/43	11/29	21	

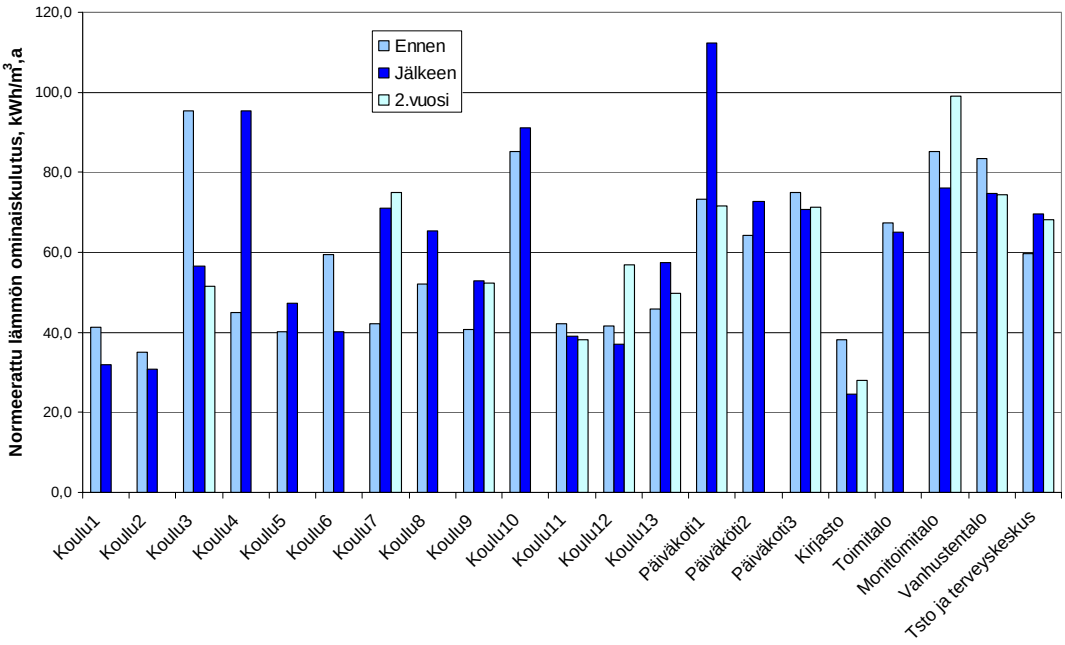
1) ei mitenkään
2) päivittäiset käyttöajat pitenivät
3) viikoittaiset käyttöajat pitenivät
4) tilojen käyttöaste kasvoi
5) rakennukseen lisättiin sähkönkulutukseltaan merkittävä tila, esim. keittiö, ATK.huone tai pesula)
6) Sähköä kuluttavien laitteiden määrä lisääntyi huomattavasti
7) rakennukseen muuttivat uudet käyttäjät
8) rakennuksen käyttäjien määrä kasvoi
9) muita muutoksia, esim. lisättiin poreallas kehitysvammaisten kuntouttamiseen, nuorisotiloihin rakennettiin kahvila

P kysyttiin vain postikyselyssä, prosenttiosuus esitetty kaikista/postikyselystä
H kysyttiin vain haastattelussa, prosenttiosuus esitetty kaikista/haastatteluista

- Osittain käyttöajat myös lyhenivät, kun asuinhuoneistoja muutettiin päiväkotikäyttöön.

Lämmönkulutus tutkimuskohteissa

Lämmönkulutus oli pienentynyt puolessa PERKU -tutkimuksen kohteista 3 – 41 % (Kuva 3.5.1). Keskimäärin näissä kohteissa kulutus oli pienentynyt 19% verrattuna kohteen alkuperäiseen kulutukseen. Puolessa kohteista lämmönkulutus oli kasvanut 7 - 112 %. Keskimäärin näissä kohteissa kulutus oli kasvanut 36% (prosenttilukujen keskiarvo). Tutkimuskohteissa suoritettujen peruskorjausten yhteenlaskettu vaikutus oli, että lämmönkulutus oli kasvanut 7%, mikä tarkoittaa yhteensä 1400 MWh:n kasvua vuosittaisessa lämmönkulutuksessa.



Kuva 3.5.1 Lämmönkulutus kohteissa ennen ja jälkeen peruskorjauksen. Uimahallissa lämmönkulutus oli ennen peruskorjausta 200 kWh/m³, sen jälkeen 138 kWh/m³.

Koulussa 4, jossa lämmönkulutus oli kasvanut eniten (112%), oli lisätty mm. ruuanvalmistuskeittiö, joka valmistaa ruokaa ulos myytäväksi. Peruskorjauksen yhteydessä koulun päivittäiset ja viikoittaiset käyttöajat pitenivät ja tilojen käyttöaste kasvoi.

Päiväkodissa 1 lämmönkulutus oli ensimmäisenä vuonna peruskorjauksen jälkeen 53% suurempi kuin ennen peruskorjausta, mutta jo toisena vuonna kulutus oli samalla tasolla kuin ennen peruskorjausta (2% pienempi).

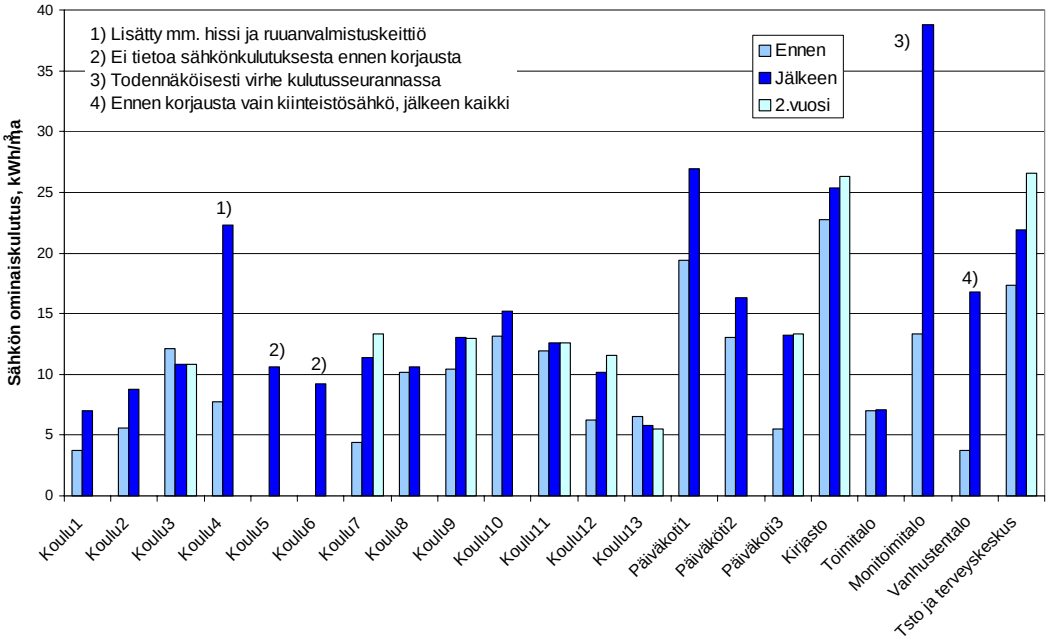
Lämmönkulutus oli pienentynyt eniten Koulussa 3 (41%), jossa ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä oli uusittu ja rakennus oli liitetty kaukovalvontajärjestelmään. Toiminnan muutoksesta tässä kohteessa ei ole tietoa.

Tämän lisäksi kolmessa kohteessa lämmönkulutus oli pienentynyt yli 30%: Kirjastossa (35%), Koulussa6 (32%) ja Uimahallissa (31%). Kirjastossa oli säädetty ilmanvaihto ja tarkistettu sen käyntiaikoja. Myös kaukovalvontalaitteet oli uusittu. Toiminta ei ollut muuttunut. Koulussa 6 oli lisätty lämmöntalteenotto, uusittu lämmityksen säätöautomatiikka, öljypoltin ja kattila sekä asennettu termostaattiset patteriventtiilit ja pattereille oli tehty perussäätö. Uimahalli oli uusittu kokonaan, ainoastaan runkorakenne ja vesikatto säilyivät entisellään. Lämmön kulutuksen pieneneminen tässä kohteessa on erityisen ilahduttavaa siksi, että käyttäjämäärät olivat kasvaneet puolitoistakertaisiksi peruskorjauksen jälkeen.

Sähkönkulutus tutkimuskohteissa

Sähkönkulutus oli yleensä kasvanut, joissakin kohteissa jopa kolminkertaiseksi. Keskimäärin sähkönkulutus oli kasvanut 63% (prosenttilukujen keskiarvo). Kolmessa kohteessa (Koulu 13, Koulu 3 ja Uimahalli) sähkönkulutus oli hieman pienentynyt (enintään 11 %). (Kuva 3.5.2, Uimahalli ei kuvassa.) Tässä kappaleessa on pyritty löytämään syitä sähkönkulutuksessa tapahtuneille muutoksille.

Kohteessa, jossa sähkönkulutus oli pienentynyt eniten (Koulu 13, 11%), oli korjattu lämmitysjärjestelmää sekä uusittu ilmanvaihto- ja sähköjärjestelmä kokonaan. Myöskään tietotekniikkajärjestelmän lisääminen ei ollut vaikuttanut sähkönkulutusta nostavasti. Toinen kohteista (Uimahalli), joissa sähkönkulutus oli pienentynyt, oli uusittu lähes täydellisesti. Kolmannessa kohteessa (Koulu 3) oli uusittu ilmanvaihto- ja lämmityksensäätöjärjestelmä ja rakennus oli liitetty kiinteistöjen kaukovalvontajärjestelmään. Vastauksien perusteella ei voi päätellä, mitkä syyt erityisesti olivat vaikuttaneet sähkönkulutusta pienentävästi.



Kuva 3. 5.2 Sähkönkulutus kohteissa ennen ja jälkeen peruskorjauksen. Uimahallissa sähkönkulutus oli ennen peruskorjausta 45 kWh/m³, sen jälkeen 43kWh/m³.

Suhteellisesti eniten sähkönkulutus oli kasvanut Monitoimitalossa, toiseksi eniten Koulussa 4, johon oli mm. lisätty hissi ja kolmanneksi eniten Koulussa 7. (Vanhustentalon sähkönkulutuksen nousua ei voida tässä suhteessa tarkastella, koska ennen peruskorjausta sähkönkulutuslukema sisälsi vain kiinteistösähkön.) Näiden kohteiden lisäksi sähkönkulutus oli noussut yli kaksinkertaiseksi Päiväkodissa 3. Lähes kaksinkertaiseen sähkönkulutukseen oli peruskorjauksen jälkeen päädytty myös Koulussa 1.

Koulussa 4 sähkönkulutuksen kasvuun (+188%) on ilmeiset syyt: kouluun oli lisätty hissi, valmistuskeittiöön tuli paljon uusia laitteita, muihinkin tiloihin lisättiin paljon sähköä kuluttavia laitteita, kuten purunpoisto ja atk-laitteita. Myös tilojen käyttöaste kasvoi.

Koulussa 7 sähkönkulutuksen kasvuun (+158%) on osaltaan varmasti vaikuttanut asuntojen ottaminen luokkahuonekäyttöön. Toinen sähkönkulutuksen kasvua selittävä syy Koulussa 7 on vuorottaiskäyttökattilan käyttöönotto peruskorjauksen jälkeen; kattilaa lämmitetään toisinaan ja kesäisin sähköllä.

Päiväkodissa 3 (+139%) oli lisätty paljon sähköä kuluttavia laitteita laitoskeittiön uusimisen yhteydessä. Myös ilmastointilaitteita oli lisätty siirryttäessä painovoimaisesta ilmanvaihdosta koneelliseen. Tilojen käyttötarkoitusta oli osittain muutettu, kun osasta

neuvolatiloja tehtiin päiväkotitilaa kehitysvammaisten lasten ryhmälle. Kehitysvammaisia varten oli myös lisätty poreallas, joka lisää sähkön kulutusta kohteessa.

Koulussa 1 (+89%) oli siirrytty painovoimaisesta ilmanvaihdosta koneelliseen (sisäilmastoa haluttiin parantaa ja ilmastointijärjestelmä oli vanhentunut ja huonokuntoinen). Sähköä kuluttavien laiteiden määrä oli lisääntynyt, samoin ilmanvaihdon ilmamäärät.

Koulussa2 (+57%) tekniikka oli uusittu kokonaan ja sitä oli lisätty huomattavasti. Ilmanvaihdon ilmamääriä oli lisätty runsaasti (tavoitteena mm. sisäilmaston parantaminen).

Niissä kohteissa (esim. Koulu4, Koulu7, Päiväkoti3, Kartano), joissa rakennuksen käyttöaste oli kasvanut, sähkönkulutuksen kasvu on helposti selitettävissä. Tosin kahdessa kohteessa (Koulu13 ja Uimahalli), jossa käyttöaste oli kasvanut, sähkönkulutus oli jopa laskenut. Lähes puolessa kohteista (43 %) sähköä kuluttavia laitteita, kuten ATK-laitteita, oli lisätty merkittävästi. Joihinkin kohteisiin (Vanhustentalo, Koulu4, Päiväkoti3, Kartano) oli lisätty paljon sähköä kuluttava tila, mikä selittää sähkönkulutuksen kasvun. Monessa kohteessa painovoimainen ilmanvaihto oli vaihdettu koneelliseen ilmanvaihtoon, mikä osaltaan lisää sähkönkulutusta. Yleensä oli vähintään lisätty ilmanvaihtokoneita, jos muuta sähkönkulutuksen kasvua selittävää tekijää ei löytynyt. On merkille pantavaa, että ilmanvaihtokoneiden tai ilmastointitavan muutos ei peruskorjauksissa välttämättä ole johtanut sähkönkulutuksen merkittävään kasvuun. Vaikka sähkönkulutuksen laskuun vaikuttavia toimenpiteitäkin oli tehty, peittyivät näiden vaikutukset sähkönkulutusta lisäävien toimenpiteiden ja muutosten alle.

Taulukko 5.2 Sähkönkulutuksen muutos ja kulutuksen muutokseen todennäköisimmin vaikuttavia syitä.

Kohde / Kunta	**Rv**	**Sähkön-kulutuksen muutos, %**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**Huom.**
Monitoimitalo / Kauniainen	-07	*+191*	?	?	?		?	x	Ks. teksti yllä.
Koulu4 / Vantaa	-64	*+188*	x	x	x			x	
Koulu7 / Kangasala	-57	*+158*	x		x		x		
Päiväkoti3 / Hki	-50	*+139*	x	x	x		x	x	
Koulu1 / Seinäjoki	-54	*+89*			x		x	x	
Koulu12 / Tampere	-56	*+61*					?	x	
Koulu2 / Seinäjoki	-10	*+57*			x			x	
Päiväkoti1 / Vantaa	-79	*+39*				x	?		
Tsto ja terv.kesk / Hki	40-l	*+27*	x		x	x		x	
Päiväkoti2 / Hki	-65	*+25*				x		x	
Koulu9 / Hki	-73	*+25*					x		
Koulu10 / Hki	-74	*+16*			x		x	x	
Kirjasto / Tampere	-86	*+11*				x	?		
Koulu11 / Tampere	-75	*+6*					?		
Koulu8 / Hki	-67	*+5*					x		
Toimitalo / Vehkalahti	-49	*+2*	?	?	?		?		
Uimahalli / Janakkala	-73	*-5*	x		x	x		x	
Koulu3 / Vehkalahti	-70	*-10*	?	?	?				
Koulu13 / Tampere	-65	*-11*	x				x	x	
Koulu5 / Kangasala	-52	***?***			x		x		
Koulu6 / Kangasala	-25	***?***	?	?	?		x		
Vanhustentalo / Vehkalahti	-80	***?***		x	x	x	?	x	
Kartano / Hki	#	***?***	x	x	x		x	x	

1) käyttöajat pitenivät, tilojen käyttöaste tai käyttäjämäärä kasvoi
2) rakennukseen lisättiin sähkönkulutukseltaan merkittävä tila
3) sähköä kuluttavien laitteiden määrä lisääntyi huomattavasti
4) ilmastointikoneita lisätty
5) siirrytty painovoimaisesta ilmanvaihdosta koneelliseen
6) sisävalaistuksen ohjaustapaa muutettu tai valaisimet uusittu (oletetaan vaikuttavan sähkönkulutusta laskevasti)

Rv. = Alkuperäinen rakennusvuosi, ks. tarkemmin taulukko 3.1
# 1800-luku
? Tieto puuttuu

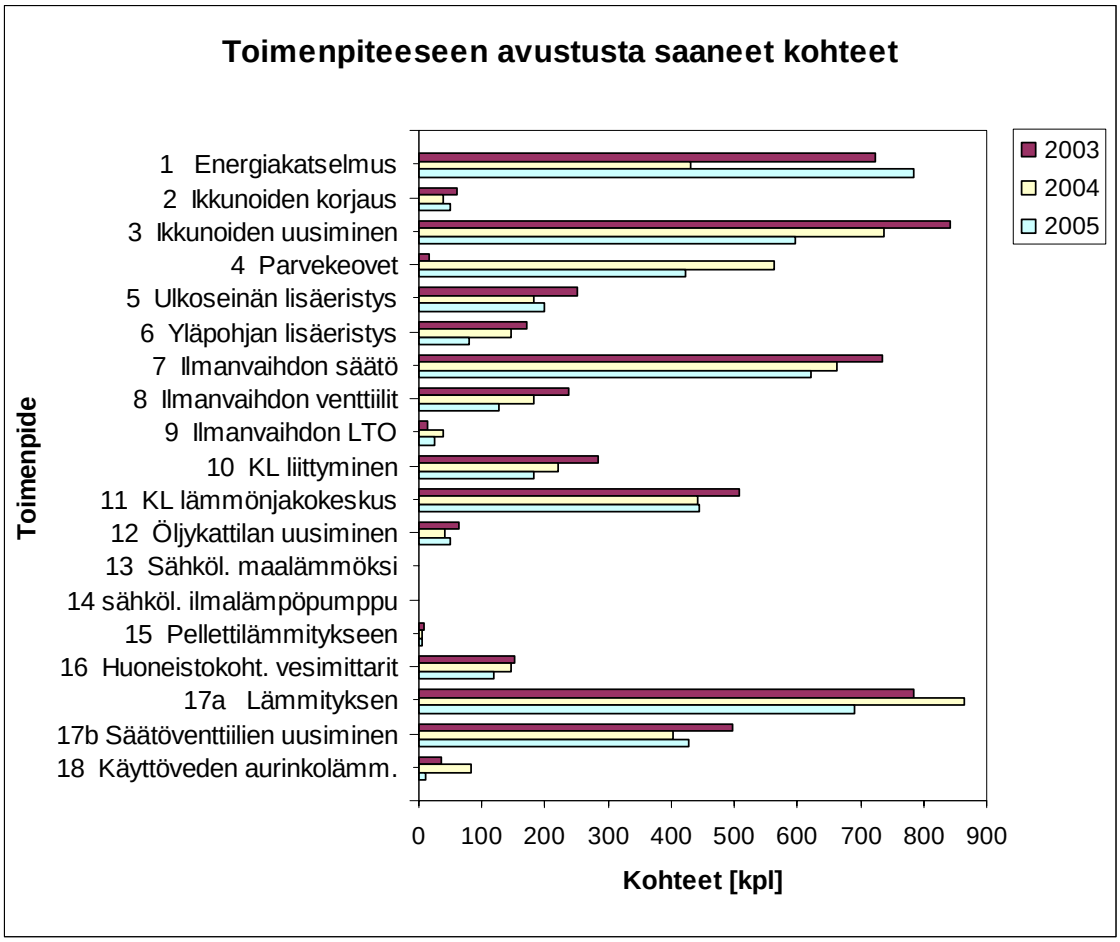
3.6 Esimerkki asuinkerrostalojen energiakorjauksista

Kuntien hallinnoimien tai omistamien vuokra-asuinkerrostalojen korjauksilla on näkyvä rooli julkisten rakennusten korjaustoiminnassa (kuva 3.4.2).

Asuinkerrostalojen korjaustoiminnan energiansäästövaikutuksia on kuvattu esimerkillä, jossa on selvitetty energia-avustusten vaikutuksia asuinkerrostaloissa.

Energiansäästöohjelman 2003-2006 mukaisesti käynnistettiin vuoden 2003 alussa energia-avustusten myöntäminen asuinrakennusten energiatalouden parantamiseksi. Avustukset rajattiin koskemaan aluksi asuinrakennuksia, joissa on vähintään kolme asuntoa. Tämä selvitys käsittelee vuosien 2003 - 2004 energia-avustusten vaikutuksia.

Energiansäästötoimenpiteeseen avustusta saaneet kohteet on esitetty vuosittain kuvassa 3.6.1.



Kuva 3.6.1. Toimenpiteeseen avustusta saaneet kohteet vuosina 2003 - 2005. Rakennusta (avustuksen saajaa) kohti toimenpiteitä on tehty tutkimuksen otoksen mukaan keskimäärin 2,4 kappaletta. Vuoden 2005 osalta puuttuu todennäköisesti vielä n. 20 % kohteista.

Toimenpidekohtaiset energiansäästöt määritettiin sekä toimenpidepakettien että erillisten toimenpiteiden ominaissäästöjen perusteella. Taulukossa 3.6.1 on esitetty määritys-

ten perustana olevat toimenpidepakettien ominaissäästöt ja yksittäisten tehtyjen toimenpiteiden ominaissäästöt sekä otosten määrät.

Taulukko 3.6.1. Toimenpidepakettien ja yksittäisten toimenpiteiden aiheuttamat otoksen havaintoyksiköistä lasketut keskimääräiset kulutusmuutokset. Energiankulutusmuutos (%) on laskettu koko otoksen rakennusten keskimääräisestä ominaiskulutuksesta 51 kWh/m^3. Ilmanvaihdon perussäätö on lisännyt energiankulutusta, mikä johtuu todennäköisesti lisääntyneestä ilmanvaihdosta.

Toimenpidepakettien ja yksittäisten toimenpiteiden aiheuttamat energiankulutuksen muutokset.	Ominaiskulutus-muutokset		
	Sähkön kulutus-muutos	Kauko-lämmön kulutus-muutos	Energian kulutus-muutos
kWh/m3 (otoskoko)	kWh/m3	kWh/m3	%
Ikkuna, ovi, ulkoseinä –6,4 (5)		-6,2	-12,2 %
Ikkuna, ulkoseinä - 4,2 (8)		-6,0	-11,8 %
Ikkuna, ovi –3,3 (105)		-3,8	-7,5 %
Ikkuna, ovi, yläpohja -4,4 (5)		-4,6	-9,0 %
Ovi		-0,2	-0,4 %
Ikkuna - 3,3 (73)		-3,3	-6,5 %
Seinän lisäeristys - 2,4 (4)		-2,4	-4,7 %
Yläpohja -4,1 (3)		-1,1	-2,2 %
IV perussäätö + 1,1 (13) sähkö + 0,12 (13)	0,12	1,1	2,2 %
hyötysuhdemuutos 87 % (55), sähkö –0,12 (27)	-0,12	?	
Lämmönjakokeskus –1,7 (115), sähkö +0,05 (102)		-1,7	-3,3 %
Vesimittarit - 2,2 (5) Laskennall. säästö – 1,9 (28)		-2	-3,9 %
Perussäätö ja venttiilit –1,4 (40)		-1,4	-2,7 %

4 VALTION JA KUNTIEN RAKENNUSTEN ENERGIANKULUTUS JA CO2-PÄÄSTÖT

4.1 Valtion ja kuntien rakennuskanta lämmönlähteittäin

Kuntien rakennusten lämmitysenergian kulutuksesta 61% on kaukolämpöä, 28% öljyä ja kaasua, 6% lämmityssähköä ja 4% puuta. Arvio perustuu rakennuskannan keskimääräisiin EKOREM -mallin talotyyppikohtaisiin lämmitystapajakaumiin eikä siten ole aivan tarkka juuri kuntien rakennusten osalta. Jakauma on kuitenkin suuruusluokaltaan oikein, koska se vastaa melko hyvin "Kuntien rakennuskanta 2005" raportissa esitettyä jakaumaa (kuva 4.1.1).

Valtion rakennuksissa kaukolämmöllä on yli 90 prosentin osuus. Lisäksi öljyllä ja sähköllä on pienet alle 5 prosentin osuudet (kuva 4.1.2). Valtion rakennusten osalta polttoainejako perustuu tilastokeskuksen aineistoon, koska jakauma poikkeaa oleellisesti EKOREM -mallin keskimääräisistä talotyyppikohtaisista jakaumista.

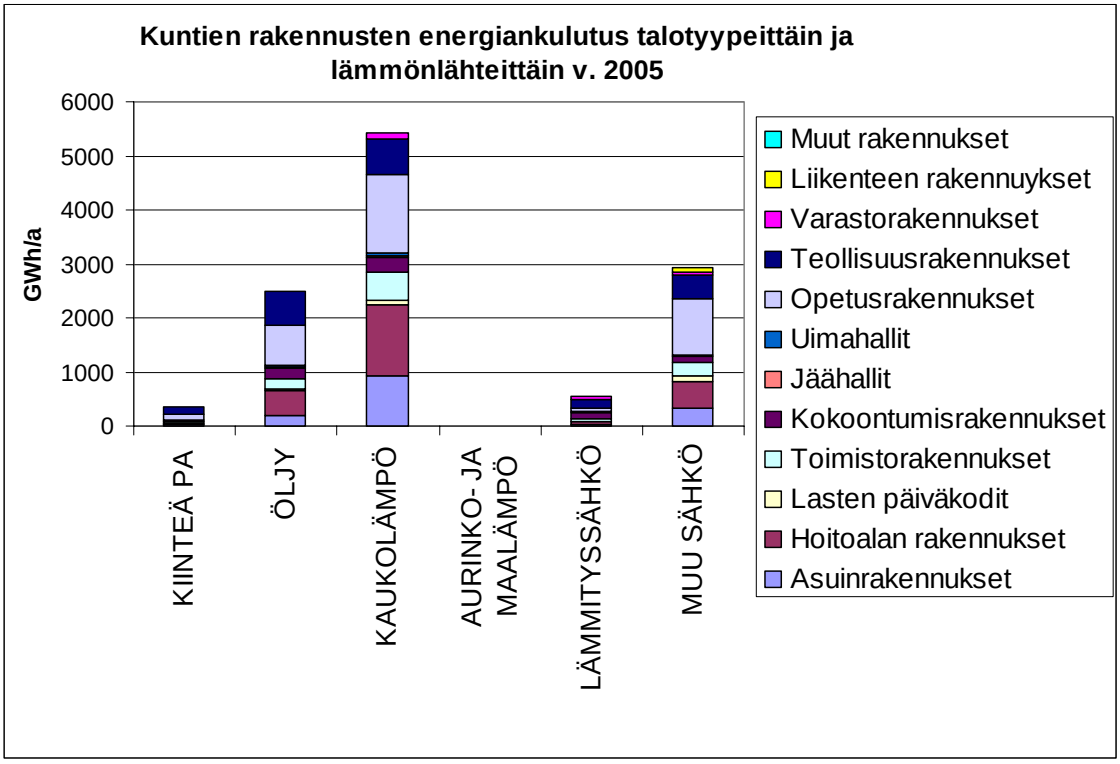
Sähkön käytön osuus (muu sähkö) on erittäin suuri valtion rakennusten energiankäytöstä. Kuntienkin rakennuksissa sillä on suurempi merkitys kuin öljyn käytöllä.

Kuvissa 4.1.3 ja 4.1.4 on esitetty energiankulutukset talotyyppijaolla.

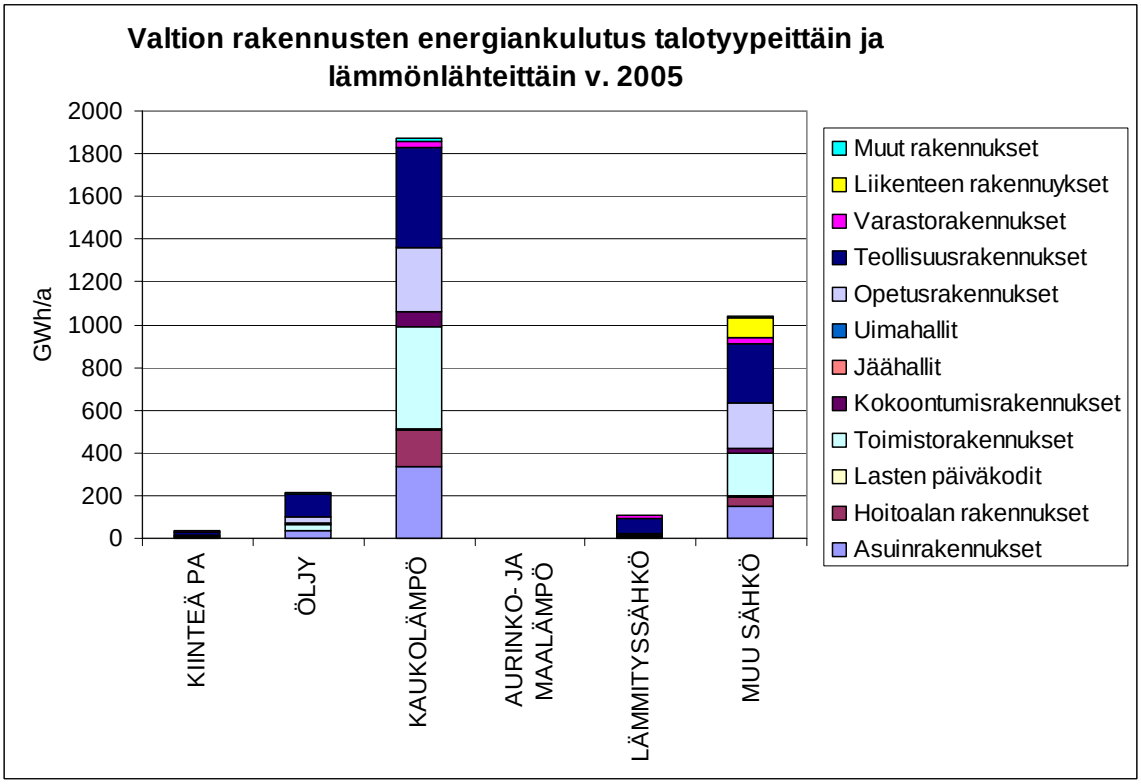
Kuntien ja valtion rakennuksissa kului v. 2005 yhteensä 15 000 GWh/a energiaa. Tästä "muuta sähköä" eli kiinteistö- ja huoneistosähköä oli n. 4000 GWh/a. Kuntien ja valtion rakennuksissa kului energiaa yhteensä lähes 13% Suomen rakennuskannan energiankulutuksesta (taulukko 4.1.1).

Taulukko 4.1.1 Kuntien ja valtion rakennusten energiankulutus lämmitystavoittain verrattuna Suomen koko rakennuskannan energiankulutukseen. Mukana laskelmassa ovat myös teollisuusrakennukset, jotka energiatilastoissa eivät sisälly "rakennusten lämmitykseen". Suomen rakennuskannan energiankulutus on lähteestä: Heljo, J., Nippala, E., Nuuttila, H., Rakennusten energiankulutus ja CO_2-ekv päästöt Suomessa.

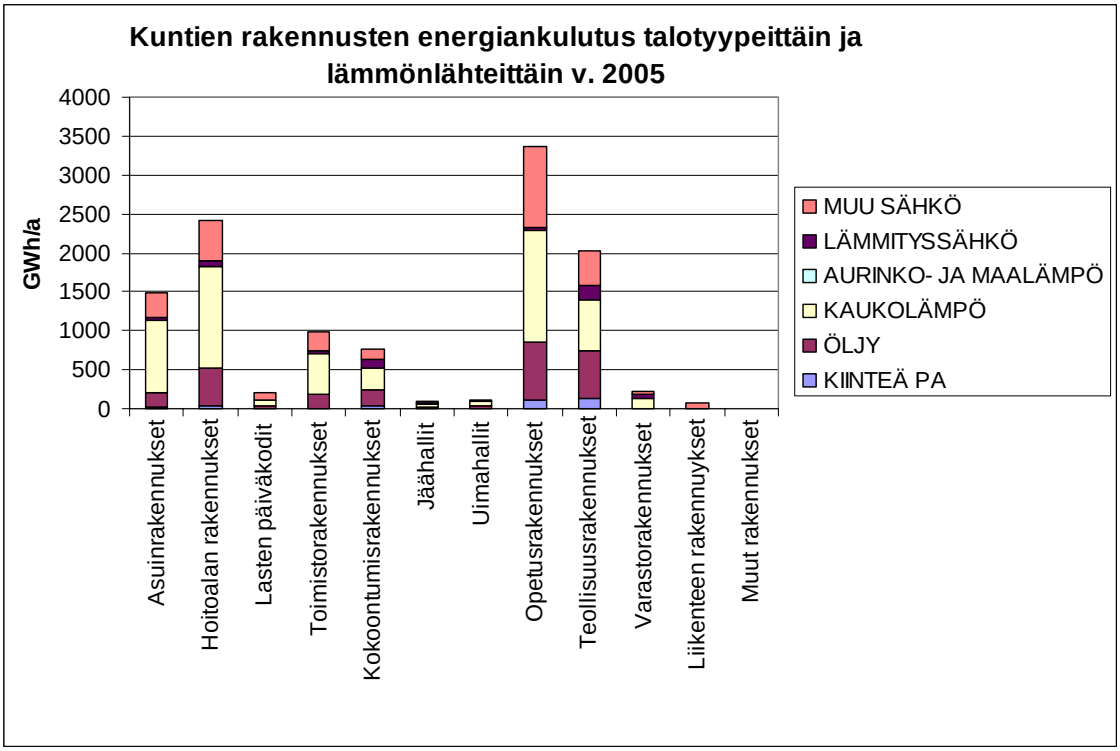
Kuntien ja valtion rakennusten energiankulutus v. 2005	KIINTEÄ PA GWh/a	ÖLJY GWh/a	KAUKO-LÄMPÖ GWh/a	AU-RINKO- JA MAA-LÄMPÖ GWh/a	LÄMMI-TYS-SÄHKÖ GWh/a	MUU SÄHKÖ GWh/a	MUU GWh/a	**Yhteen-sä** GWh/a	**Yhteen-sä** %	**Yhteen-sä** %
Kuntien rakennukset	360	2496	5456	2	551	2925	0	11790	78	10,0
Valtion rakennukset	33	211	1872	0	104	1036	10	3266	22	2,8
Yhteensä, GWh/a	393	2707	7328	2	655	3961	10	15056	100	**12,8**
Yhteensä, %	3	18	49	0	4	26	0	100		
Suomen rakennukset yhteensä v. 2005, GWh/a	11950	20824	34550	126	17288	32451	752	117941		100
Kuntien ja valtion rakennusten osuus energiankulutuksesta lämmitystavoittain, %	3,3	13,0	21,2	1,8	3,8	12,2	1,3	**12,8**		



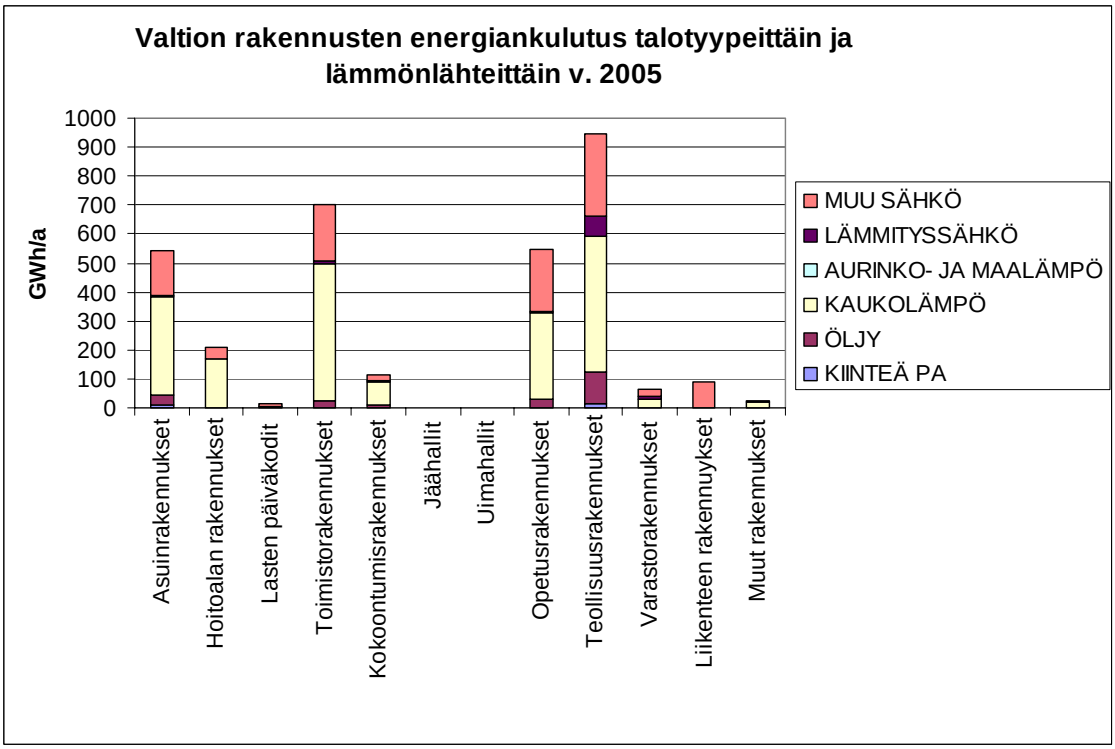
Kuva 4.1.1 Kuntien rakennuskanta lämmönlähteittäin v. 2005.



Kuva 4.1.2 Valtion rakennuskanta lämmönlähteittäin v. 2005.



Kuva 4.1.3 Kuntien rakennusten energiankulutus talotyypeittäin ja lämmönlähteittäin v. 2005.



Kuva 4.1.4 Valtion rakennusten energiankulutus talotyypeittäin ja lämmönlähteittäin v. 2005.

Kuntien ja valtion uudistuotanto on ollut suhteellisen vähäistä 2000 -luvun alussa. Tämä voi johtua korkeasuhdanteesta ja rakennuskustannusten nopeasta kasvusta tai julkisten palvelujen lisääntyvästä tilaamisesta yksityiseltä sektorilta.

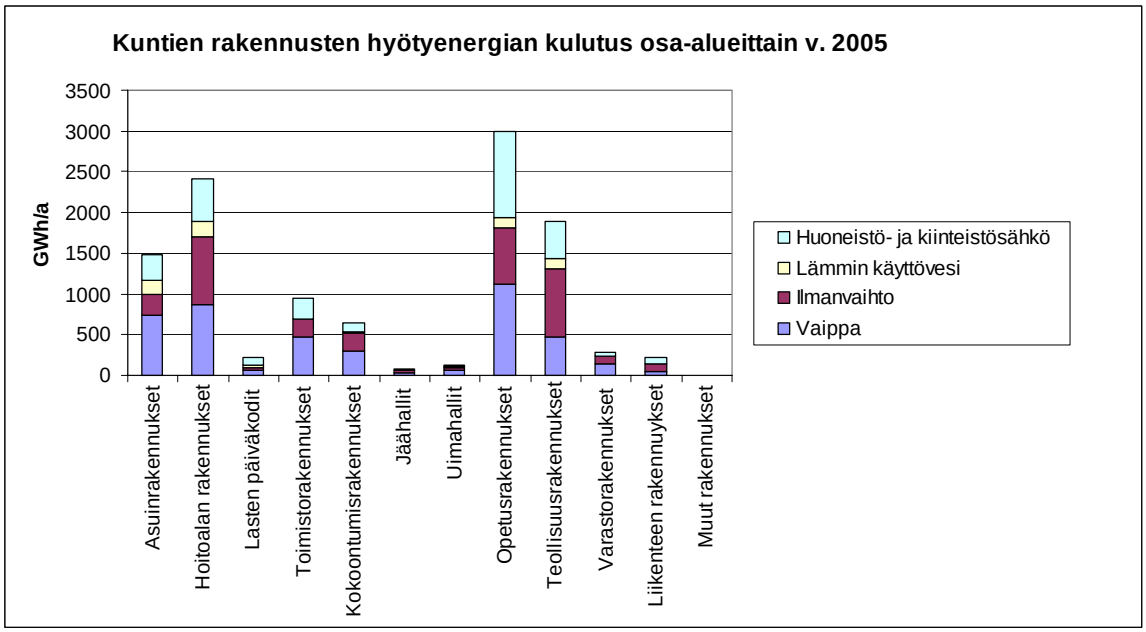
Taulukossa 4.1.2 on esitetty kuntien ja valtion rakennusten yhden vuoden uudistuotannon energiankulutus lämmitystavoittain. Uudistuotannon määräksi on oletettu keskimääräinen uudistuotannon määrä vuosilta 2001-2005. Esitetyssä taulukossa kunta- tai valtioenemmistöisten yritysten rakennukset on laitettu valtio-osuuteen.

Taulukko 4.1.2. Kuntien ja valtion rakennusten yhden vuoden uudistuotannon energiankulutus energiamuodoittain.

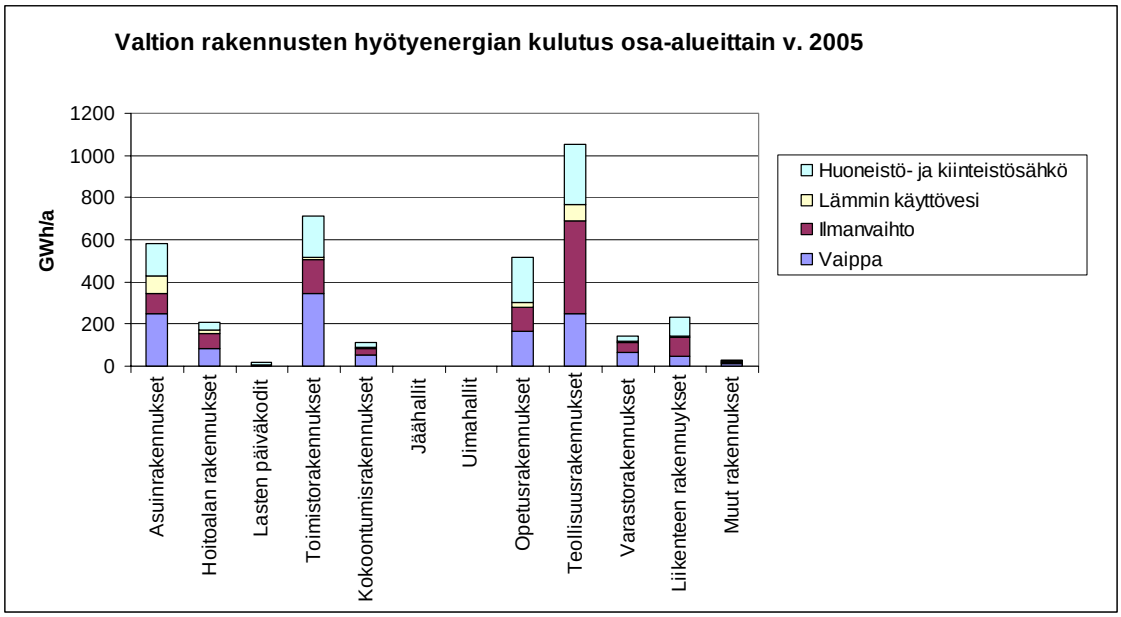
Kuntien ja valtion rakennusten yhden vuoden uudistuotannon energiankulutus	KIINTEÄ PA GWh/a	ÖLJY GWh/a	KAUKO-LÄMPÖ GWh/a	AU-RINKO- JA MAA-LÄMPÖ GWh/a	LÄMMI-TYS-SÄHKÖ GWh/a	MUU SÄHKÖ GWh/a	MUU GWh/a	**Yhteensä** GWh/a	**Yhteensä** %
Kuntien rakennukset	1	4	31	0	5	25	0	67	61
Valtion rakennukset	0	2	22	0	1	17	0	43	39
Yhteensä, GWh/a	2	6	53	0,0	7	42	0	109	100
Yhteensä, %	1	6	48	0,02	6	39	0	100	

4.2 Valtion ja kuntien rakennusten hyötyenergian kulutus

Kuvissa 4.2.1 ja 4.2.2 on esitetty kuntien ja valtion rakennusten hyötyenergian kulutus kulutuslajeittain. Laskelmat perustuvat EKOREM -malliin. Jotkut jakaumat saattavat vaikuttaa oudoilta. Jakaumiin vaikuttaa se, että kuntien rakennuksissa on runsaasti vanhoja rakennuksia (ks. liite 1).



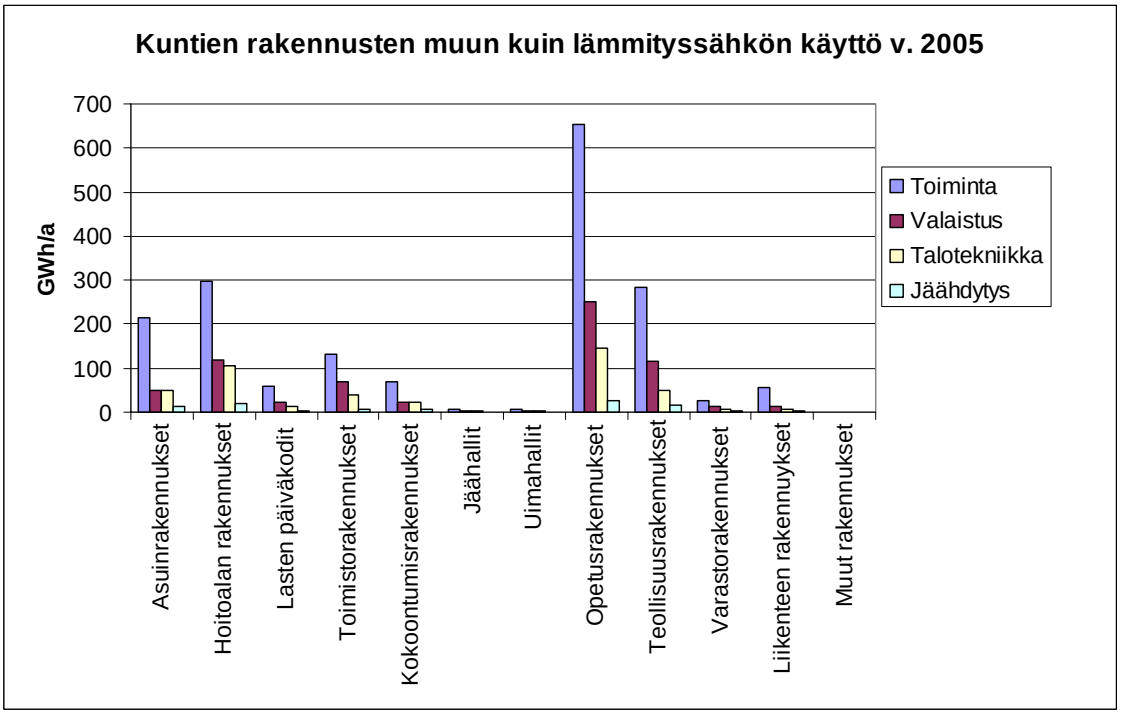
Kuva 4.2.1 Kuntien rakennusten hyötyenergian kulutus osa-alueittain v. 2005.



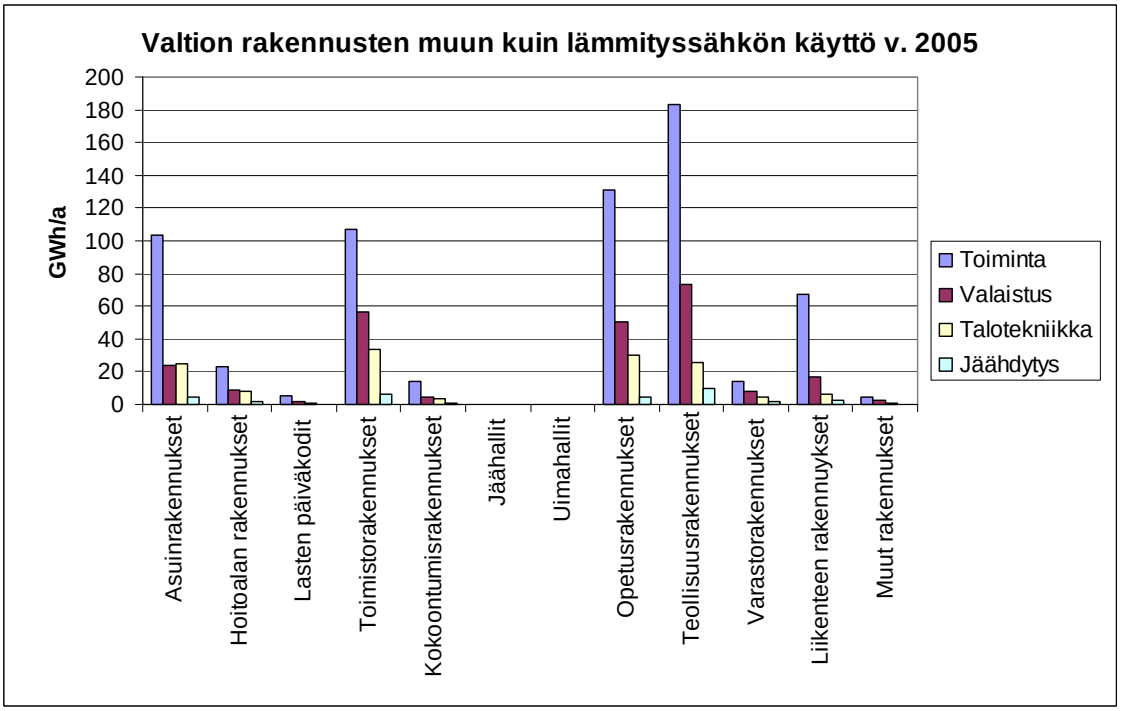
Kuva 4.2.2 Valtion rakennusten hyötyenergian kulutus osa-alueittain v. 2005.

4.3 Sähkön käyttö valtion ja kuntien rakennuksissa

Kuvissa 4.3.1 ja 4.3.2 on esitetty arvio kuntien ja valtion rakennusten sähkönkäytöstä (muu kuin lämmityssähkö). Arvio on erittäin karkea arvio. Sähkönkäytön jakaumaa ei ole pystytty kovin hyvin selvittämään.



Kuva 4.3.1 Kuntien rakennusten muun kuin lämmityssähkön käyttö v. 2005. Sähkönkäytön jakauma on arvioitu karkeasti.



Kuva 4.3.2 valtion rakennusten muun kuin lämmityssähkön käyttö v. 2005. Sähkönkäytön jakauma on arvioitu karkeasti.

4.4 Valtion ja kuntien rakennusten energiankäytön aiheuttamat CO_2 -päästöt

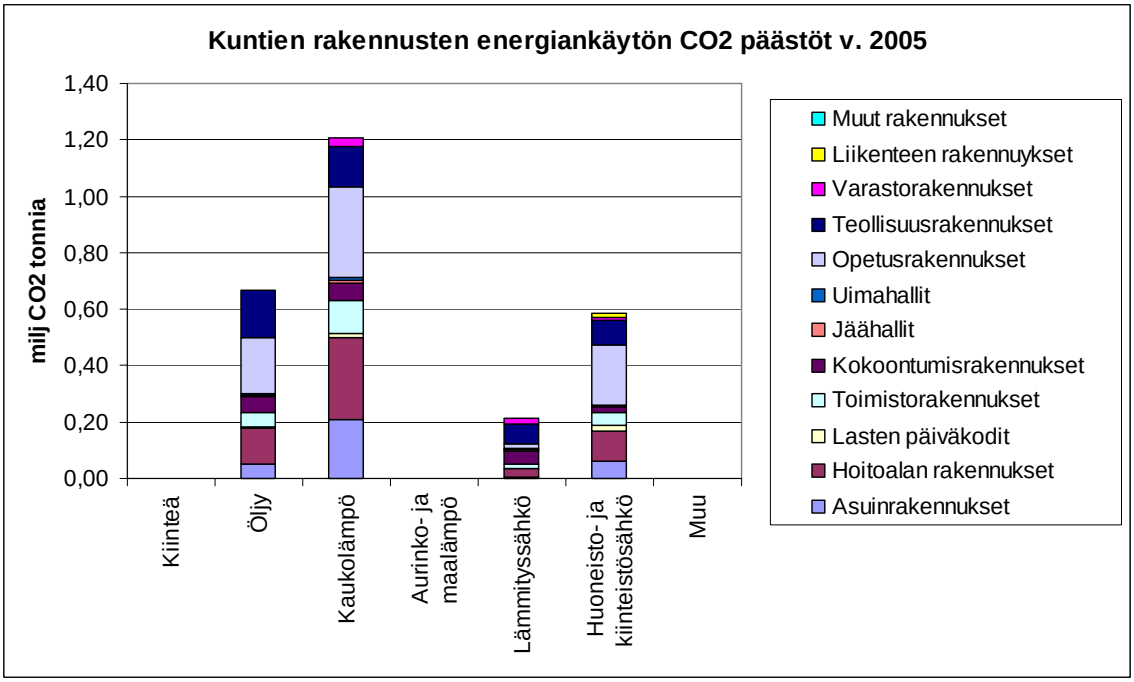
Kuntien ja valtion rakennusten energiankäytön päästöt olivat vuonna 2005 arviolta n. 3,4 milj. CO_2 tonnia. Tämä oli n. 13 % Suomen kaikkien rakennusten aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä. Laskelmassa ovat mukana myös teollisuusrakennukset, jotka eivät ole mukana Energiatilastojen "rakennusten lämmityksessä". Hiilidioksidipäästöistä n. 48 % syntyi kaukolämmön tuotannossa ja n. 30 % sähköntuotannossa. Loput päästöistä syntyi lähes kokonaan öljylämmityksessä (21 %).

Päästömäärät eivät ole kovin tarkkoja, koska sekä energian käyttöön että päästökertoimiin liittyy epävarmuuksia. Päästökertoimina on laskelmissa käytetty puulla 0 g CO_2 /kWh, öljyllä 267 g CO_2 /kWh , kaukolämmöllä 222 g CO_2 /kWh, lämmityssähköllä 388 g CO_2 /kWh ja muulla sähköllä 200 g CO_2 /kWh.

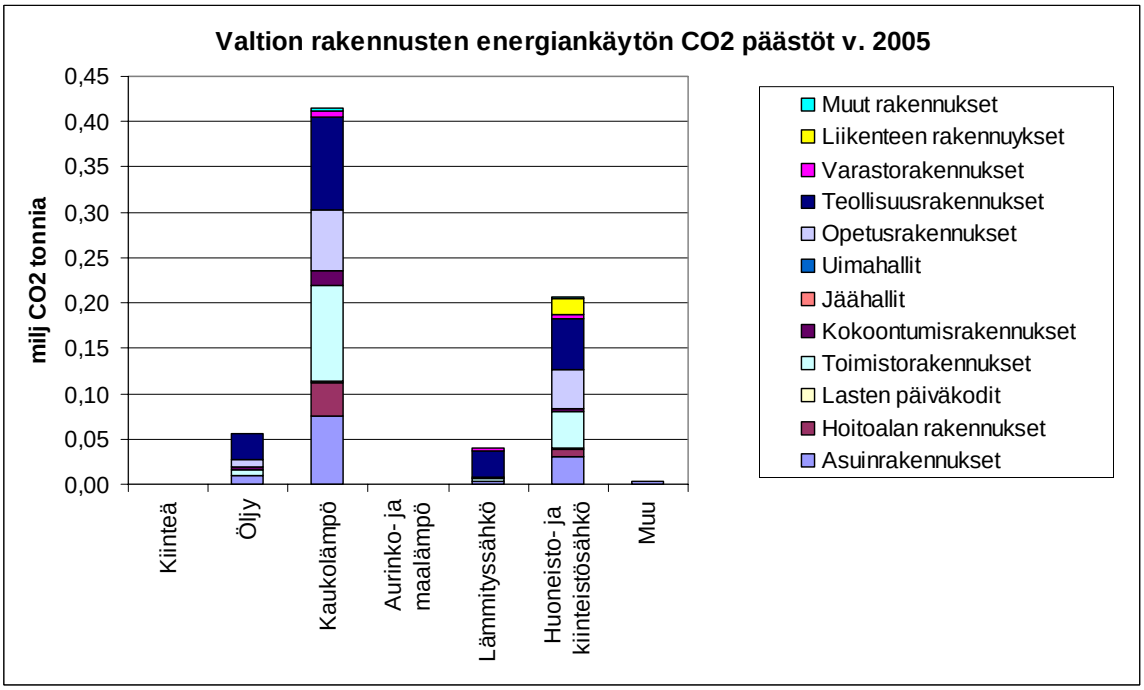
Taulukko 4.4.1 Arvio kuntien ja valtion rakennusten CO_2 päästöistä vuonna 2005.

Kuntien ja valtion rakennusten CO2 päästöt v. 2005	KIIN-TEÄ PA	ÖLJY	KAUKO-LÄMPÖ	AU-RINKO- JA MAA-LÄMPÖ	LÄMMI-TYS-SÄHKÖ	MUU SÄHKÖ	MUU	**Yhteensä**	**Yhteen-sä**	**Yhteen-sä**
	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	%	%
Kuntien rakennukset	0	667	1211	0	214	585	0	2677	79	10,1
Valtion rakennukset	0	56	416	0	40	207	3	722	21	2,7
Yhteensä, 1000 CO2 ton	0	723	1627	0	254	792	3	3399	100	**12,9**
Yhteensä, %	0	21	48	0	7	23	0	100		
Suomen rakennukset yhteensä v. 2005, 1000 CO2 tonnia	0	5503	7569	25	6703	6417	223	26441		100
Kuntien ja valtion rakennusten osuus CO2 päästöistä lämmitystavoittain, %	0,0	13,1	21,5	1,9	3,8	12,3	1,3	**12,9**		

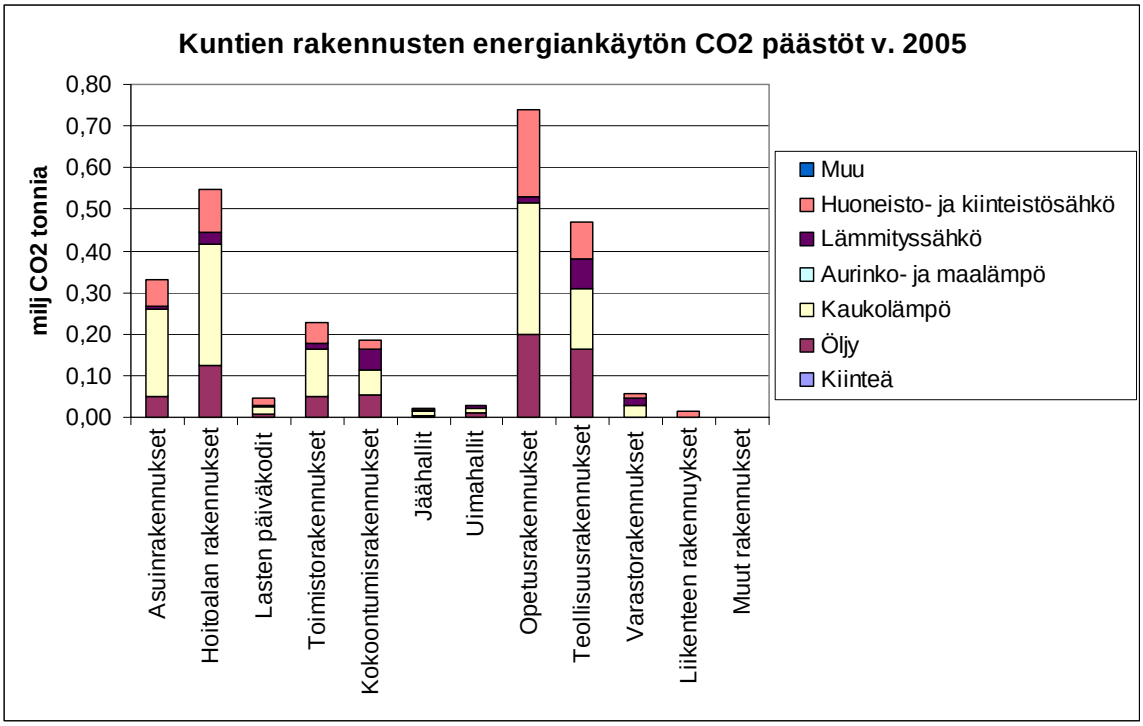
Kuntien ja valtion rakennusten päästöt on esitetty lämmitystavoittain ja talotyypeittäin kuvissa 4.4.1 - 4..4.4.



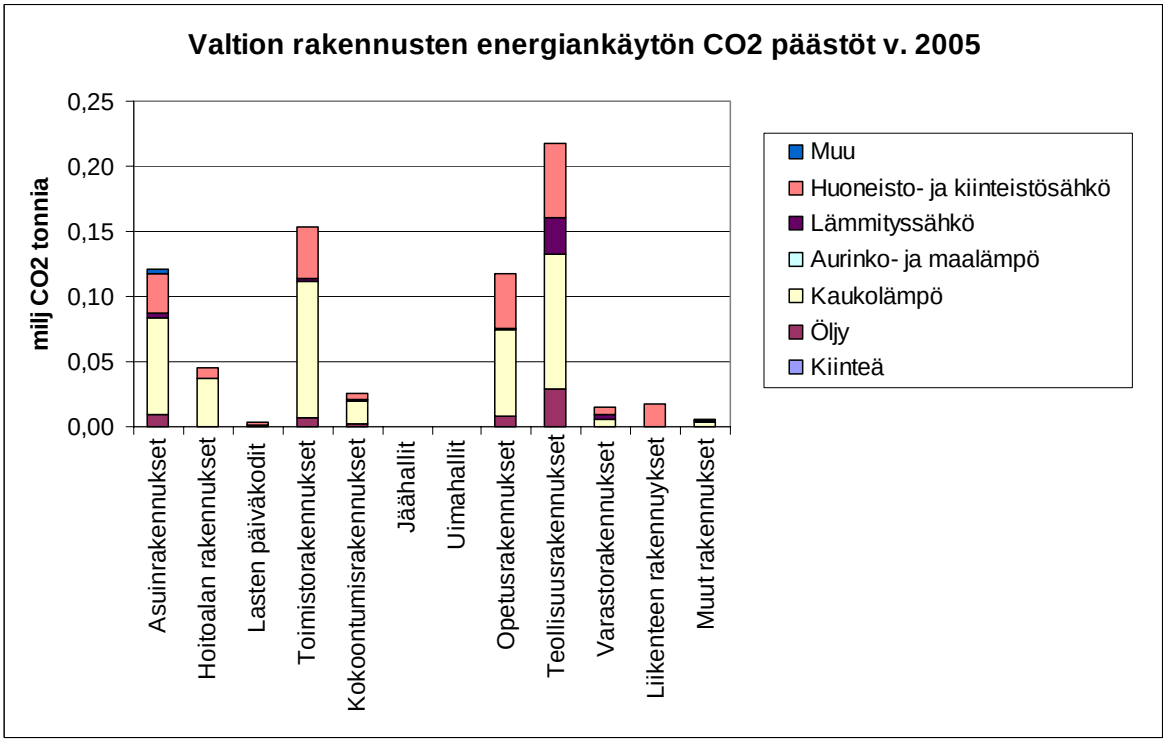
Kuva 4.4.1 Kuntien rakennusten energiankäytön CO_2-päästöt energiamuodoittain vuonna 2005 (ei puunpolton CO_2 päästöjä).



Kuva 4.4.2. Valtion rakennusten energiankäytön CO_2-päästöt energiamuodoittain vuonna 2005 .(Ei puunpolton CO_2 päästöjä).



Kuva 4.4.3. Kuntien rakennusten energiankäytön CO_2 -päästöt talotyypeittäin v. 2005 (ei puunpolton päästöjä).



Kuva 4.4.4 Valtion rakennusten energiankäytön CO_2 -päästöt talotyypeittäin v. 2005 (ei puunpolton päästöjä).

Kuntien ja valtion uudistuotannon hiilidioksidipäästöt ovat suhteellisen pienet verrattuna kuntien ja valtion rakennuskannan energiankäytön päästöihin, koska uudistuotannon määrä on ollut viime vuosina suhteellisen vähäistä ja energian ominaiskulutus on suhteellisen alhainen (taulukko 4.4.2.). Kuntien ja valtion rakennuskannan päästöt vastaavat tällä hetkellä 140 vuoden uudistuotannon päästöjä.

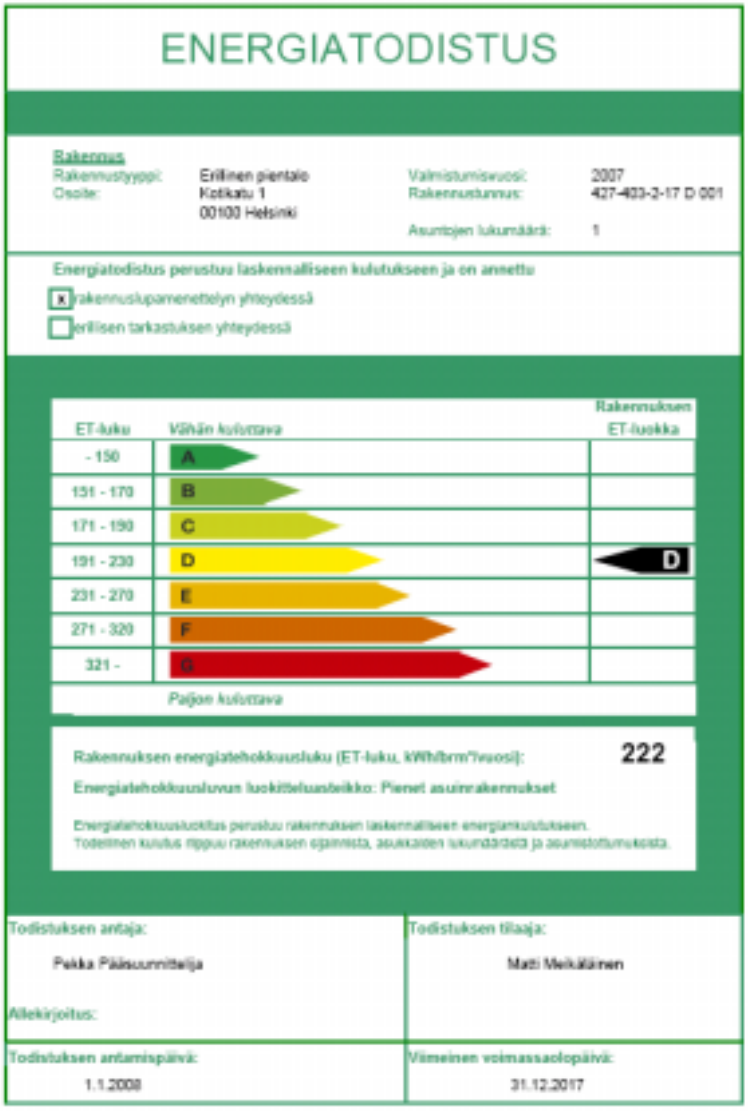
Taulukko 4.4.2. Kuntien ja valtion uudisrakennusten CO_2 päästöt yhden vuoden uudistuotannosta lämmitystavoittain. Uudistuotannon määräksi on oletettu keskimääräinen uudistuotannon määrä vuosilta 2001-2005. Esitetyssä taulukossa kunta- tai valtioenemmistöisten yritysten rakennukset on laitettu valtio-osuuteen

Kuntien ja valtion uudisrakennusten CO2 päästöt yhden vuoden tuotannossa	KIIN-TEÄ PA	ÖLJY	KAUKO-LÄMPÖ	AU-RINKO- JA MAA-LÄMPÖ	LÄMMI-TYS-SÄHKÖ	MUU SÄHKÖ	MUU	**Yhteen-sä**	**Yhteen-sä**
	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	1000 CO2 tonnia	**%**
Kuntien rakennukset	0,0	1,1	6,8	0,0	2,1	5,1	0,0	15	62
Valtion rakennukset	0,0	0,6	4,8	0,0	0,5	3,4	0,0	9	38
Yhteensä, 1000 CO2 tonnia	0,0	1,7	11,7	0,00	2,5	8,5	0,0	24	100
Yhteensä, %	0	7	48	0	10	35	0	100	

5 VAIKUTUSMAHDOLLISUUDET ENERGIANKÄYTÖN TEHOKKUUTEEN HANKINTOJEN OHJAUKSELLA UUDIS- JA KORJAUSPROSESSIEN ERI VAIHEISSA

5.1 Tavoitteiden asettaminen

Vuoden 2008 alussa voimaan tuleva määräys energiatodistuksista tuo käyttöön työkalun energiatehokkuustavoitteiden määrittämiseen (kuva 5.1.1). Tavoitteeksi voidaan energiatehokkuusluokan sijasta asettaa yhden tai kahden energiatehokkuusluokan parannus perusratkaisuun verrattuna.



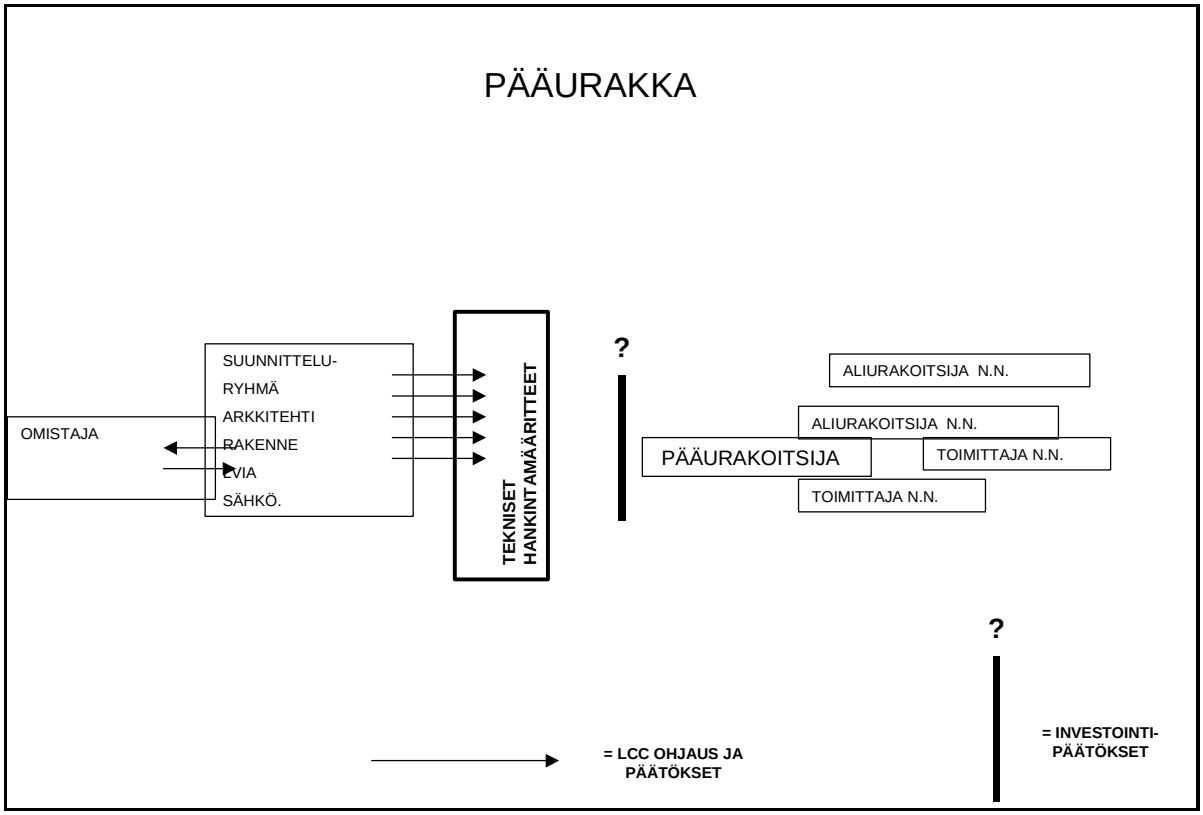
Kuva 5.1.1 Energiatodistus on tulossa työkaluksi asetettaessa energiatehokkuustavoitteita.

5.2 Rakennusprojektin toteutusmuoto ja elinkaarimallit

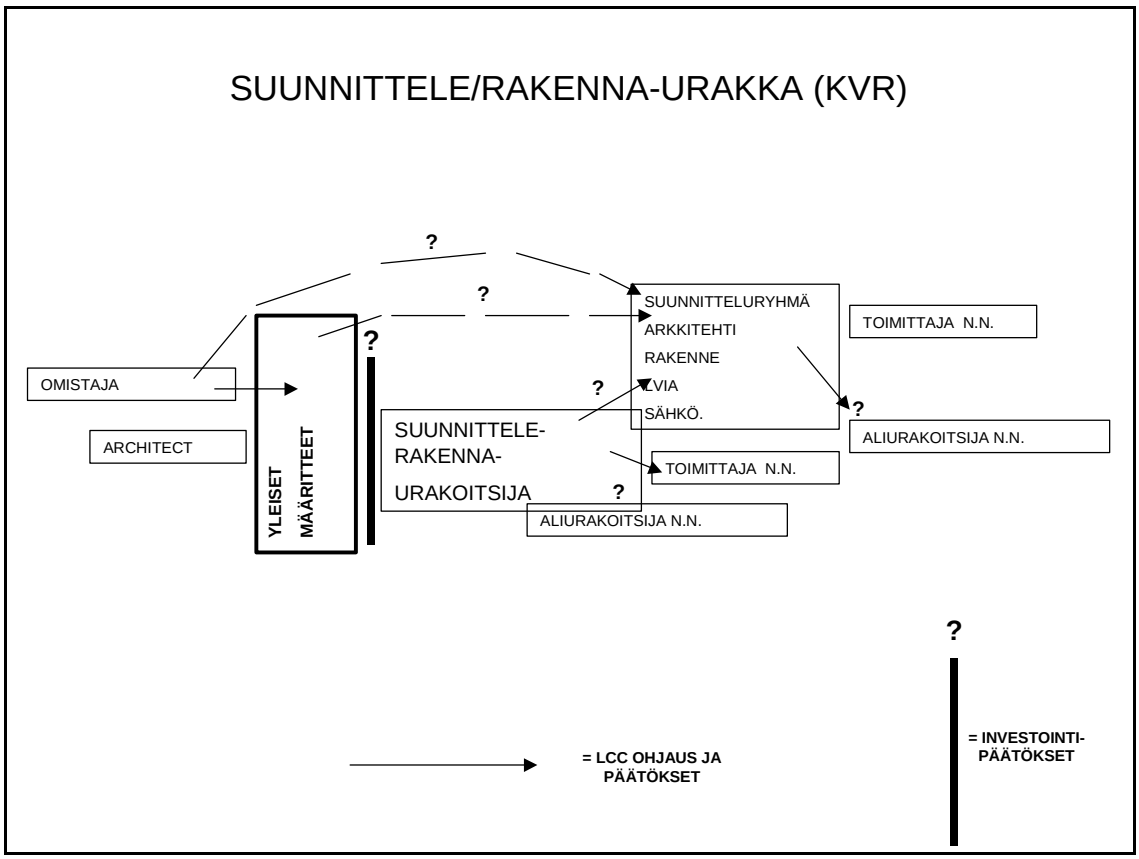
Kuvissa 5.2.1, 5.2.2 ja 5.2.3 on esitetty LCC -ohjaus ja päätöksenteko eri urakkamuodoissa. Käsitellyt urakkamuodot ovat pääurakka, suunnittele/rakenna -urakka (kvr) ja projektinjohtourakka. Kuvat ovat ClimaConsult Finland Oy:n asiantuntija-aineistosta.

Investointipäätösten ajankohta sijoittuu eri urakkamuodoissa eri kohtiin prosessia. Projektinjohtourakassa investointipäätökset pitää tehdä aikaisimmassa vaiheessa.

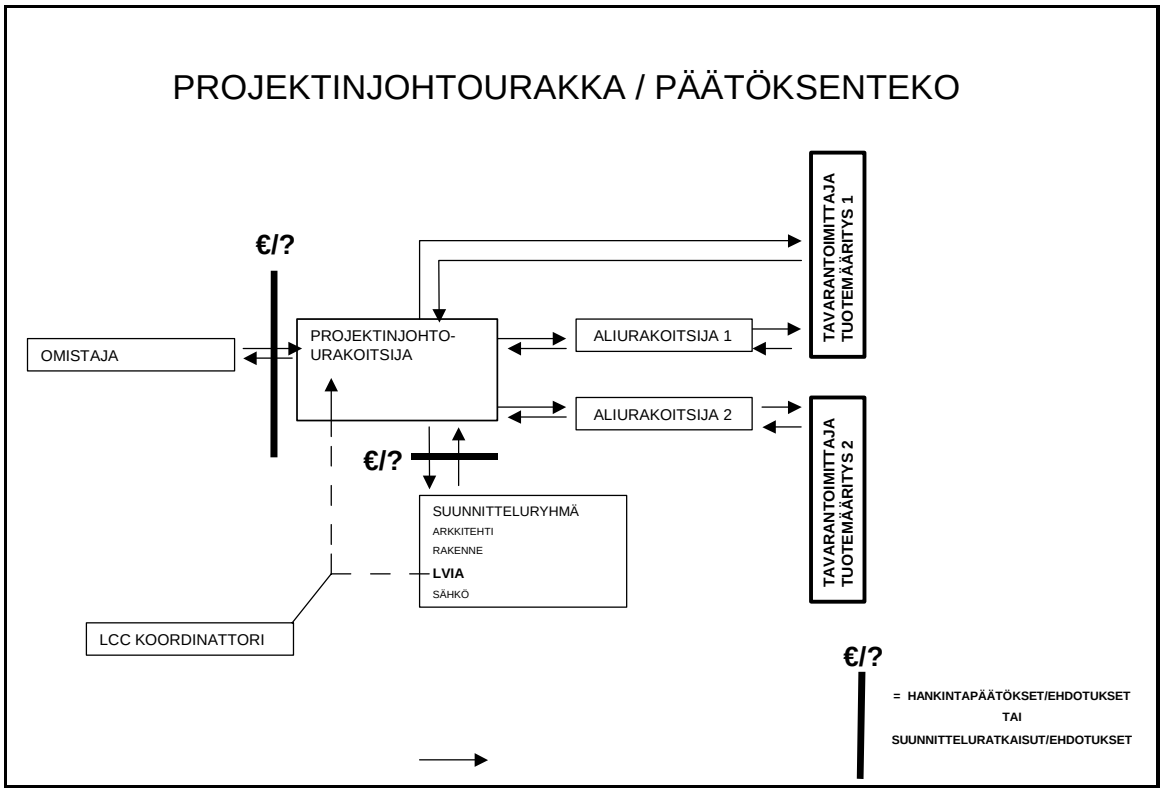
Elinkaarikustannusten ohjausta voidaan tehdä prosessien eri vaiheissa eri tasoilla. Alkuvaiheen investointipäätöksen tueksi tarvitaan laajempi elinkaarikustannustarkastelu. Myöhemmin rakenne- ja laitetason päätöksenteossa riittävät suppeammat kannattavuustarkastelut erokustannusperiaatteella.



Kuva 5.2 1 Investointipäätösten ja LCC -(elinkaarikustannusten) ohjauksen sijainti pääurakassa.



Kuva 5.2.2 Investointipäätösten ja LCC -(elinkaarikustannusten) ohjauksen sijainti suunnittele/rakenna -urakassa.



Kuva 5.2.3 Investointipäätösten ja LCC -(elinkaarikustannusten) ohjauksen sijainti projektinjohto -urakassa.

5.3 Budjetointi, valintaprosessi ja taloudellisuuslaskelmat

Valintaprosessia ja taloudellisuustarkastelua on käsitelty tässä käytännön esimerkin avulla. Laskelma on tehty vuokratalo-osuuskunnan suorittaman perusparannuksen toimenpiteiden valintaa avustamaan. Periaatteena on ollut päättää ensin teknisestä perusratkaisusta, minkä jälkeen on tarkasteltu, miltä osin kannattaa valita energiatehokkaampia ratkaisuja. Kannattavuutta on tarkasteltu sisäisen koron avulla (kuva 5.3.1). Lisäksi on tarkasteltu, mitä valinnat kokonaisuudessaan vaikuttavat rakentamiskustannuksiin ja vuosikustannuksiin (kuva 5.3.2). Valinnat tehdään ottamalla huomioon kannattavuus, käytettävissä oleva rahoitus ja toimenpiteisiin liittyvät muut tekijät (kestävyysriskit, viihtyvyysvaikutukset ym.).

Rakenne- ja LVIS-teknisten energiansäästötoimenpiteiden valinta rakenne- ja laitetasolla (vaihe 4) Lämmitysenergian hinta 40 € / MWh Sähkön hinta 70 € / MWh			Takaisinmaksuaika a	Sisäinen korko %	Valintajärjestys
Toimenpiteen numero	Toimenpideeron numero	Kuvaus harkittavasta energiansäätötoimenpiteestä			
U 1		PU: Ulkoseinän lisäeriste 80 mm (U=0,25)			
U 2		U:Lisäeriste 100 mm (U=0,21)			2
	U 1-2	*U: Lisäeristemuutos 80-100*	*9*	*10,6 %*	
U 3		U: Lisäeriste 150 mm (U=0,17)			
	U 2-3	*U: Lisäeristemuutos 100-150*	*89*	*-3,4 %*	
Ikk 1		P: Uusi ikkuna U=1,8			
Ikk 2		Uusi ikkuna U=1,4			
	Ikk 1-2	*Ikkunamuutos U=1,8 - 1,4*	*7*	*13,7 %*	
Ikk 3		Uusi ikkuna U=1,0			1
	Ikk 2-3	*Ikkunamuutos U=1,4 - 1,0*	*6*	16,8 %	
Y 1		PY: Yläpohjan lisäeriste 150 mm (U=0,168)			
Y 2		Y: Lisäeriste 200 mm (U=0,140)			4
	Y 1-2	*Y: Lisäeristemuutos 150 - 200*	*13*	*7,3 %*	
Y 3		Y: Lisäeriste 250 mm (U=0,120)			
	Y 2-3	*Y: Lisäeristemuutos 200 - 250*	*38*	*0,3 %*	
IV 1		P: Vanhan IV-poistojärj. kunnostus			
IV 2		Keskitetty tulo/poistojärjestelmä			5
	IV 1-2	*Keskitetty - vanhan kunnostus*	*14*	*6,1 %*	
IV 3		Hajautettu tulo/poistojärjestelmä			
	IV 1-3	*Hajautettu - Vanhan kunnostus*	*20*	*3,0 %*	
Vesi		Vedenkulutuksen mittaus (50% säästö)	8	9,1 %	3

Kuva 5.3.1 Esimerkki energiataloudellisten korjausten kannattavuudesta. P= perusratkaisu, joka valitaan pitkälti teknisin ja arkkitehtonisin perustein. Vain perusratkaisu sisältyy normaalisti budjetoituihin rakennuskustannuksiin. Valittaessa perusratkaisua parempia ratkaisuja ("muutoksia"), voidaan valintaperusteena käyttää esim. sisäistä korkoa. Ongelmana varsinkin kunnissa on, että budjetti on usein alimitoitettu ja energiansäästötoimenpiteet jäävät siksi tekemättä.

Rakenne- ja LVIS-teknisten energiansäästötoimenpiteiden valinta rakenne- ja laitetasolla (vaihe 4) Lämmitysenergian hinta 40 € / MWh Sähkön hinta 70 € / MWh			Valinta-järjestys	Valittujen rakennus-kustannus-ero €	Valittujen ero perus-ratkaisuun % €	Valittujen rakennus-kustannus-ero € / m2	Valittujen vuosi-muutos yhteensä €/a	Valittujen vuosi-muutos yhteensä €/a / m2
Toimen-piteen numero	Toimen-pide-eron numero	Kuvaus harkittavasta energiansäätötoimenpiteestä		Yhteensä **1142444**	16 % **156336**	Yhteensä **277**	Yhteensä **-22748**	Yhteensä **-5,51**
U 1		PU: Ulkoseinän lisäeriste 80 mm (U=0,25)						
U 2		U:Lisäeriste 100 mm (U=0,21)	2	489700	5100	119	-2752	-0,67
	U 1-2	*U: Lisäeristemuutos 80-100*						
U 3		U: Lisäeriste 150 mm (U=0,17)						
	U 2-3	*U: Lisäeristemuutos 100-150*						
Ikk 1		P: Uusi ikkuna U=1,8						
Ikk 2		Uusi ikkuna U=1,4						
	Ikk 1-2	*Ikkunamuutos U=1,8 - 1,4*						
Ikk 3		Uusi ikkuna U=1,0	1	382888	23408	93	-7640	-1,85
	Ikk 2-3	*Ikkunamuutos U=1,4 - 1,0*						
Y 1		PY: Yläpohjan lisäeriste 150 mm (U=0,168)						
Y 2		Y: Lisäeriste 200 mm (U=0,140)	4	105456	2628	26	-1524	-0,37
	Y 1-2	*Y: Lisäeristemuutos 150 - 200*						
Y 3		Y: Lisäeriste 250 mm (U=0,120)						
	Y 2-3	*Y: Lisäeristemuutos 200 - 250*						
IV 1		P: Vanhan IV-poistojärj. kunnostus						
IV 2		Keskitetty tulo/poistojärjestelmä	5	117600	78400	28	-4978	-1,21
	IV 1-2	*Keskitetty - vanhan kunnostus*						
IV 3		Hajautettu tulo/poistojärjestelmä						
	IV 1-3	*Hajautettu - Vanhan kunnostus*						
Vesi		Vedenkulutuksen mittaus (50% säästö)	3	46800	46800	11	-5854	-1,42

Kuva 5.3.2 Esimerkki energiataloudellisten korjaustoimenpiteiden vaikutuksista asuinkerrostalossa. Laskelma liittyy edelliseen kuvaan. Kannattavuustarkastelun lisäkustannusten ja kokonaissäästöjen perusteella tehdään päätös toteutettavista toimenpiteistä.

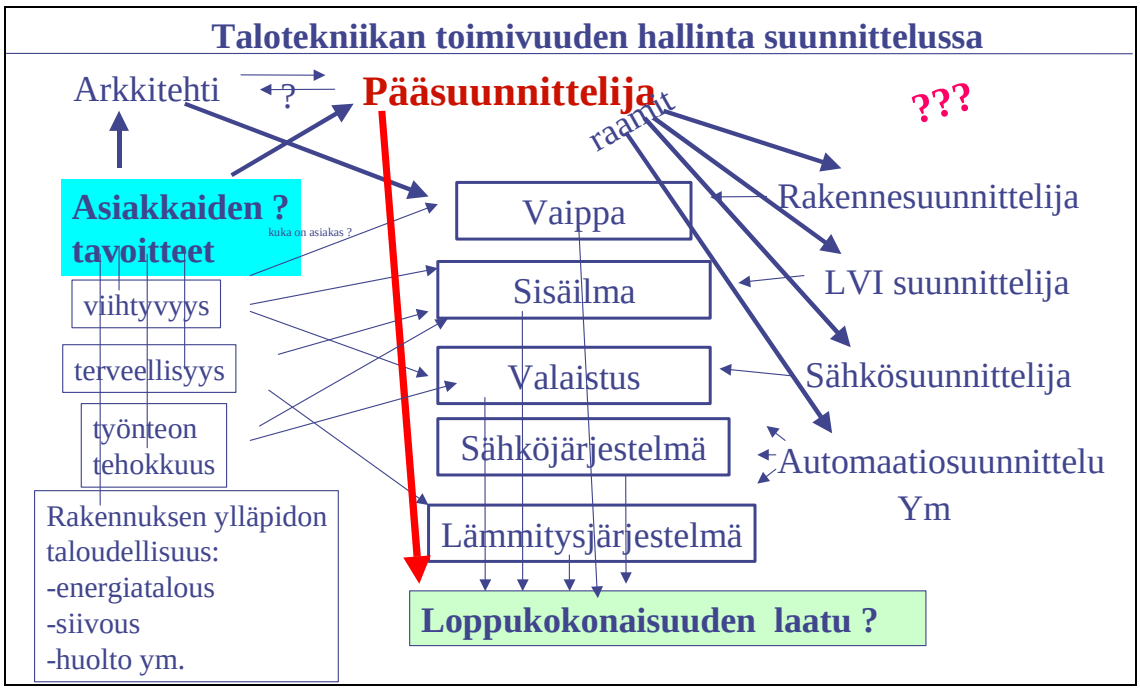
5.4 Suunnittelu ja sen ohjaus

Rakentamismääräykset energiatalouden osalta ovat muuttumassa kokonaistarkastelujen suuntaan. Määräyksiä ei enää anneta rakennusosa- ja laitetasolla. Tämä asettaa suunnittelulle ja sen ohjaukselle uusia haasteita. Jos rakennuttaja haluaa energiatehokkuusluokan A rakennuksen, niin miten se taloudellisesti saadaan aikaan. Yksittäinen suunnittelija ei tiedä ilman ohjausta, kuinka energiatehokkaita yksityiskohtia juuri hänen pitäisi suunnitella. Perinteisestihän tavoitteet on katsottu rakentamismääräysten laitetason ja rakennusosatason määräyksistä (esim. seinien U-arvot). Kuvassa 5.4.1 on kuvattu suunnittelijoiden roolia energiatehokkuuteen liittyvissä suunnittelutehtävissä.

"SUUNNITTELIJA"	**TEHTÄVÄT**	**RakMk** 1)	Julkaisuvuosi	Uusi tulossa
Rakennuttaja	Tavoitteiden asettaminen Suurilla rakennuttajilla omat suunnitteluohjeet Valvoo mm. - kunnollinen huoltokirja ja ohjekirja syntyy - peruskäyttöasetukset kuntoon	**A4**	2000	
Kaavoittaja	Kaavamääräykset Tonttien sijainnit Rakennusten suuntausmahdollisuudet	A5	2000	
Kunta	Tontinluovutusehdot			
Arkkitehti	Talon ja tilojen suuntaus Ikkunoiden määrä ja suuntaus "Rakenteellinen jäähdytys (auringonsuojat ym.)	**D3**	1978	2006
Rakennesuunnittelija	Vaipan osien U-arvot	**C3** C4	2003 2003	2006
LVI-suunnittelija	Ilmanvaihdon määrä Ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus Erikseen ohjattavat ilmanvaihtoalueet Lämmöntalteenotto poistoilmasta Ilmanvaihtosärjestelmän sähkönkäyttö Pumppujen mitoitus Vettä säästävät vesikalusteet Energiaa säästävä säätöjärjestelmä Lämmityskattiloiden hyötysuhteet Tehontarpeen laskenta	**D2** D1 D7 **D5**	2003 1987 1997 1985	 tekeillä 2006
Sähkösuunnittelija	Energiaa säästävä valaistus Valaistuksen ohjaus			
Pääsuunnittelija	Suunnitelmien yhteensopivuus Varmistaa tarvittavien suunnitelmien tekemisen	**A2**	2002	

Kuva 5.4.1 Suunnittelijoiden roolit energiatehokkaan suunnittelun osalta (rakennesuunnittelijan kohdalta puuttuu vielä tiiveys).

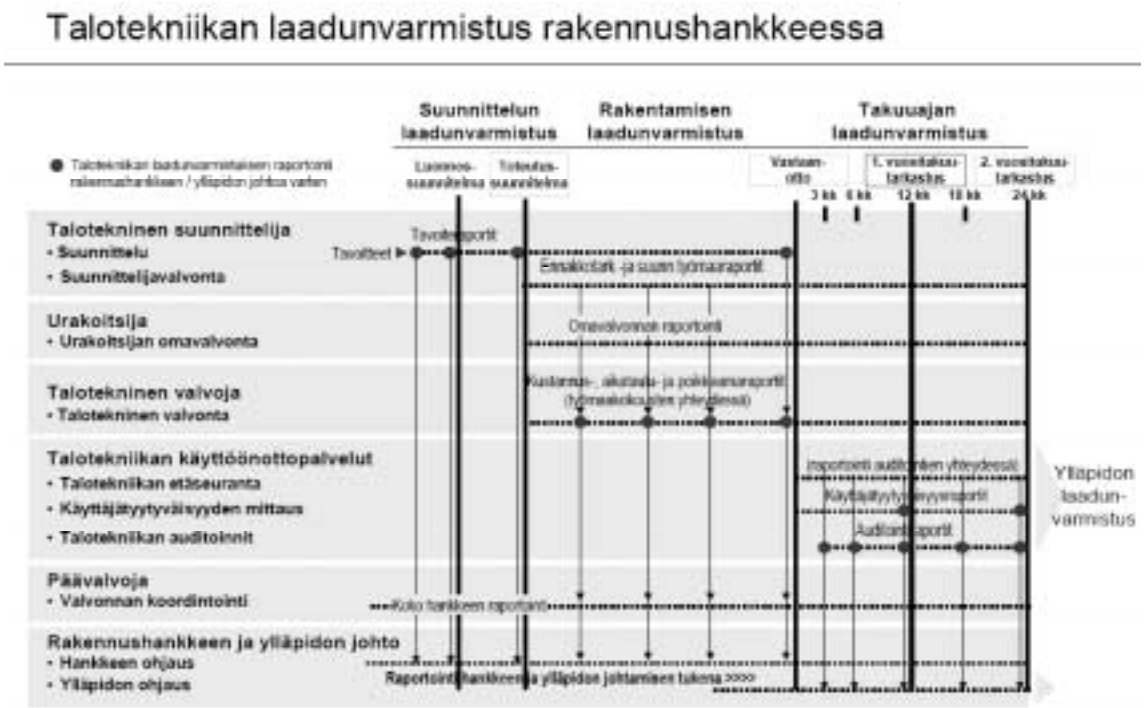
Suunnittelun ohjausta on pyritty kuvaamaan kuvassa 5.4.2. Ottaako pääsuunnittelija roolin, jossa ohjeistaa, miten pitkälle energiansäästössä kunkin suunnittelijan pitää mennä kun pyritään asiakkaan määrittelemään energiatehokkuustasoon. Ohjausroolin voi tietenkin ottaa myös joku muista suunnittelijoista.



Kuva 5.4.2 Luonnos talotekniikan toimivuuden hallinnasta suunnittelussa. Rakentamisen suurimpia haasteita on saada suunnittelun ohjaus toimimaan hyvin. Tämä korostuu kun rakennuttaja haluaa normaalia paremman rakennuksen.

5.5 Tavoitteiden mukainen toteutus ja sen valvonta

Suunnittelun, toteutuksen ja käytön laadunvalvonta on tärkeätä myös energiatehokkuuden osalta. Se saattaa kuitenkin jäädä tekemättä, koska se ei ole näkyvästi esillä rakennusta luovutettaessa ja käyttöönotettaessa. Kuvassa 5.5.1 on esitetty yksi malli talotekniikan laadunvarmistuksesta rakennushankkeessa.

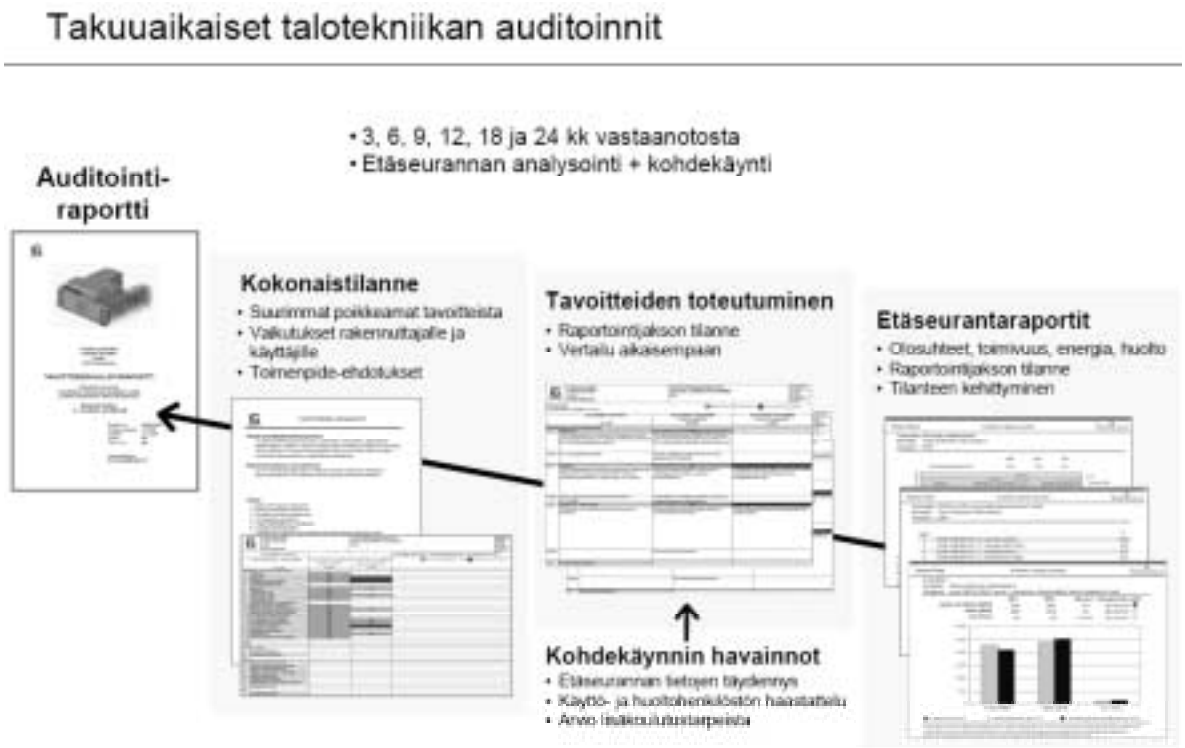


Kuva 5.5.1 Esimerkki talotekniikan laadunvarmistuksesta rakennushankkeessa. Ote BildMet -konseptista, jota jalostetaan edelleen rakentamisen ja takuuajan osalta Granlundin, Tapiolan, Teknillisen korkeakoulun SimLab-yksikön yhteisessä GsT-projektissa. Kehitystyössä kehitellään edelleen tavoitteiden toteutumisen seurantaa yms.

5.6 Vastaanotto, käyttöönotto ja takuuajan tarkistukset

Vastaanoton jälkeen heti käyttöönoton alussa tulee kiinteistön käyttö saattaa tarkoituksenmukaiseksi olosuhteiden ja energiankäytön kannalta. Tällöin tilojen viihtyvyys ja energiankulutus saadaan nopeasti asetellun tavoitteen mukaiseksi. Tehostetulla takuuaikaisella auditoinnilla varmistetaan kiinteistön käyttäjien oikean käytön omaksuminen sekä mahdollisten takuun piiriin kuuluvien virheiden nopeampi korjaaminen. Auditoinnilla saadaan myös paremmin aikaiseksi reaktiivinen toiminta käyttäjien, isännöitsijän sekä kiinteistöhuollon välille. Esimerkki takuuaikaisesta talotekniikan auditoinnista on esitetty kuvassa 5.6.1.

Laajassa TOVA -hankkeessa (Toiminnan varmistaminen) esitetty kuvaus rakentamisprosessista ja toiminnan varmistamisesta on esitetty kuvassa 5.6.2. Toiminnan varmistaminen sisältyy useisiin kohtiin rakentamisprosessia, mutta oleellisinta on toimintakokein ja säädöin varmistaa toiminta ennen luovutusta ja käyttöönottoa.



Kuva 56.1 Esimerkki takuuaikaisesta talotekniikan auditoinnista. Ote BildMet -konseptista, jota jalostetaan edelleen rakentamisen ja takuuajan osalta Granlundin, Tapiolan, Teknillisen korkeakoulun SimLab-yksikön yhteisessä GsT-projektissa. Kehitystyössä kehitellään edelleen tavoitteiden toteutumisen seurantaa yms.

Kuva 5.5.3 Laajassa TOVA -hankkeessa (Toiminnan varmistaminen) esitetty kuvaus rakentamisprosessista. Toiminnan varmistaminen sisältyy useisiin kohtiin rakentamisprosessia, mutta oleellisinta on toimintakokein ja säädöin varmistaa toiminta ennen luovutusta ja käyttöönottoa.

Talotekniikan energiatehokas toiminta voidaan varmistaa esim:

- lämpökamerakuvauksella
- vuotoilman mittauksella (edes osasta rakennusta ?)
- sähkönkulutustestillä (tyhjäkäyntiteho, täyden käytön teho)

6 EHDOTUKSIA JULKISTEN HANKINTOJEN ENERGIATEHOKKUUDEN OHJEISTUKSEN KEHITTÄMISEKSI VAIKUTTAVAMMAKSI

6.1 Yleiset periaatteet

Kun käsittelemme palvelurakennuksia, on rakennusten oikealla käytöllä erittäin suuri merkitys energiankulutukseen. Oikealla käytöllä tarkoitetaan tarpeenmukaista valaistuksen, ilmanvaihdon ja lämmityksen ohjausta. Kiinteistön toimivuutta tulee seurata kiinteistöhuollon toimesta rakennusautomaation avulla sekä reagoida siitä saatavan informaation tai saadun käyttäjäpalautteen perusteella. Sellaiset asiat tai ongelmat, joita ei voida ratkaista asetusarvomuutoksin tai epäillään laitevikoja, tulee saattaa tiedoksi kiinteistön käytöstä vastaavalle taholle (isännöitsijä) ja korjata havaitut epäkohdat. Myös isännöitsijältä odotetaan aktiivisuutta kiinteistön energiankulutusta pienentävien ja olosuhteita parantavien asioiden eteenpäin viemiseksi kiinteistön omistajille. Tavoitteena on saada näin varattua kiinteistön PTS-suunnitelmaan varoja epäkohtien kunnostamiseen.

Seuraavilla tekijöillä on oleellista vaikutusta pyrittäessä parantamaan rakennusten energiatehokkuutta:

Budjetointi, taloudellisuuslaskelmat ja valintaprosessi ovat oleellisia pyrittäessä parempaan energiatehokkuuteen:

- Kuntien ongelmana on niukka budjetointi (auttaisiko erillinen "investointiraha"?)
- Päätöksentekijät tarvitseva tueksi elinkaarikustannuslaskelmia.
- Energiainvestoinneille (ympäristöinvestoinneille) pitää vaatia normaalia alempi korkotuotto (laskentakorko), koska hyötynä on muukin merkittävä hyöty kuin rahan säästö. Ympäristön näkökulmasta ei ole oikein, että esim. 5 % reaalisella laskentakorolla laskettuna 30 vuoden päästä syntyvillä energiankulutuksilla ja päästöillä on vain 23 % painoarvo tämänhetkisiin vaikutuksiin verrattuna. Päästöillä voi olla 30 vuoden päästö suurempi haitallinen vaikutus kuin tällä hetkellä ! Korkea laskentakorko ohjaa lyhytaikaisiin investointeihin, joita pitäisi toistaa usein. Pitkävaikutteiset tärkeät investoinnit jäävät helposti tekemättä. Laskentakoroksi on esitetty esim. yhden prosentin reaalista korkoa, joka vastaa kahden prosentin inflaation vallitessa noin kolmen prosentin nimellistä korkoa.

Energian kulutusta pienentävissä hankkeissa on mahdollisuus saada rahoitusta Esco-toiminnan kautta, missä investointi toteutetaan Esco-yrittäjän toimesta ja rahoitetaan

energiansäästön kautta. Investoinnin maksettua itsensä takaisin jää energiansäästöön hankittu laite kiinteistön omistajalle. Esco-toiminta sopii parhaiten suuriin monimutkaisiin kiinteistöihin, joissa voidaan ammattilaisten avulla saada merkittäviä energiansäästöjä aikaan.

Edesautetaan rakennusten tehokasta käyttöä energiatehokkaasti:

- Ilta- ja viikonlopun osakäytön valaistuksen ja ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus pitää mahdollistaa.
- Ilta- ja viikonloppukäytön osalta pitää tehdä selkeä ohjeistus huoltomiehille ja tilojen käyttäjille, jotta energiatehokas tarpeenmukainen valaistuksen, muun sähkönkäytön ja ilmanvaihdon ohjaus toteutuu.

Ensisijassa pyritään vähentämään sellaista energiankäyttöä, minkä ympäristövaikutus on suhteellisen suuri (esim. kasvihuonekaasujen päästökerroin on korkea):

- sähkönkäyttö kovilla pakkasilla
- erityisesti sähkölämmitys yhteistuotannon kaukolämmössä
- sähkölisälämmittimet
- öljylämmitys

Lyhyellä tähtäimellä tehokkaimpia ovat toimenpiteet, joiden epäsuora energiankäyttö (tuotannon ja kuljetusten energia) on vähäistä:

- tarpeenmukainen ohjaus ja käyttö
- säätötoimenpiteet
- rakenteiden tiivistys (vuotoilmanvaihdon vähennys)

Kalliissa energiansäästöinvestoinneissa energiatakaisinmaksuaika voi olla useita vuosia. Energiatakaisinmaksuaika tarkoittaa aikaa jolloin energian säästö tulee yhtä suureksi kuin investoinnin aiheuttama energiankulutuksen lisäys teollisuudessa, kuljetuksessa ja rakentamisessa.

Energiatehokkuuden parantamiskeinojen pitää olla osa normaalia rakentamista ja rakennuksen ylläpitoa:

- yksi osa asetetuista tavoitteista
- sisältyvät suunnitteluohjeisiin
- mukana tarjouspyynnöissä
- osana taloudellista päätöksentekoa
- valvonnan kohteena
- tarkistusmittausten kohteena
- vastaanottotarkastuksen tarkistuslistalla
- toiminta-arvot ja energiataloudellisen käytön ohjeet sisällytetään huoltokirjaan
- energiatehokas toiminta varmistetaan käytön aikana
- kulutusseuranta toteutetaan hyödyllisellä tavalla

Suosituksilla voidaan vaikuttaa energiatehokkaaseen rakentamiseen eri tasoilla:

1. Suositellaan energiansäästöasioiden ottamista huomioon (nykyiset suositukset ovat rakennusten osalta pitkälti tällaiset). Tällä tasolla pitää pyrkiä yleisesti esittämään tavoitetaso. Esimerkiksi voidaan määritellä laskentakorko, jolla säästöratkaisuja arvioidaan. Laskentakorkosuositus kasvihuonekaasupäästöjä vähentävissä energiansäästötoimenpiteissä voisi olla esimerkiksi vain 1 % (reaalinen korko). Toisena vaihtoehtona on määrittää laskelmiin energian hinta, jossa otetaan huomioon energian reaalihinnan nousu ja ympäristölle aiheutetut haitat. Energian hinta laskelmissa voidaan sopia esim. kaksinkertaiseksi nykyisiin hintoihin verrattuna.
2. Suositellaan energiatehokkaiden kokonaisratkaisujen tekemistä. Uusien rakentamismääräysten energiatehokkuusluokitus antaa tähän mahdollisuuden uudistuotannossa. Jos pyritään lähelle matalaenergiatasoa, olisi suosituksena A-luokka. Korjaustoiminnassa tämä on hankalampaa.
3. Suositellaan konkreettisia järjestelmä- tai järjestelmäosaratkaisuja (ikkunan U-arvo tai tehokkuusluokitus, lampputyypit, LTO %, säätölaitteet, pumpun luokitus, kylmäkalusteiden luokitus, ...).
4. Suositellaan ja ohjeistetaan prosesseja, joilla energiatehokkuus aikaansaadaan
    - budjetointi ja tavoitteiden asettaminen
    - rakennusprojektin toteutusmuoto
    - energiatehokkuuden kirjaaminen tarjouspyyntöön
    - suunnitteluohjeiden laatiminen
    - suunnittelun ohjaus (erittäin tärkeä)
    - valintojen tekoprosessi (elinkaaritarkastelu ?)
    - valvonta
    - vastaanotto (toimintakokeet, säädöt)
    - energiataloudellisen käytön ohjeistuksen aikaansaaminen,
    - käytön opastus (opastustilaisuudet; ohjeet erikseen huoltomiehille, tilojen vastaaville ja tilan käyttäjälle)
    - vaatimukset kulutusseurannan käyttämiselle ja korjaaville toimenpiteille.

6.2 Energiatehokkuuden varmistaminen erilaisissa hankkeen toteutusmuodoissa ja elinkaarihankkeissa

Nämä kirjaukset perustuvat kokemuksiin elinkaarisuunnitteluprojekteista, joita on toteutettu Erja Reinikainen / Olof Granlundin toimesta 25-30 kpl parin viime vuoden aikana. Tehtäviä on ollut sekä julkiselta että yksityiseltä sektorilta.

Näkökohtia rakennuttamis- ja rakentamisprosessista

1. Energia- ja elinkaariasiat tulisi ottaa huomioon jo hankesuunnittelussa ja budjetoida näihin myös varoja. Liian tiukalla taloudellisella ja aikataulullisella puitteella toteutetuissa hankkeissa ei energia-asioille ole aikaa
2. Tavoitteet (mm. energiatalous, sisäolosuhteet, käyttöikä, jne.) tulee kirjata jo hankesuunnitelmaan.
3. Suunnitteluvaiheeseen mukaan elinkaarisuunnittelija
    a. Suunnittelun alkuvaiheessa toteutettavien elinkaaritarkastelujen avulla kiinteistön omistaja tai rakennuttaja voi ohjata suunnittelua, toteutusta ja ylläpitoa kustannustehokkaisiin ja ekologisesti kestäviin ratkaisuihin
    b. Elinkaaritarkastelujen tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksenteon ja suunnittelun tueksi hanke- tai luonnossuunnitteluvaiheessa. Elinkaarisuunnittelun painopiste on suunnittelun alkuvaiheessa kun sovitaan tärkeimmistä teknisistä ratkaisuista.
    c. Elinkaarisuunnittelun lähtökohtana on kiinnittää huomiota suunniteltavan kohteen ominaisuuksiin teknistä näkökulmaa laajemmin.
    d. Tavoitteena on ohjata suunnittelua energiataloudellisiin, taloudellisiin ja kestäviin ratkaisuihin.
    e. Vertailut ja laskennalliset tarkastelut tehdään yhteistyössä projektiin osallistuvien suunnittelijoiden kanssa.
4. Tavoitteiden toteutumista seurataan suunnittelun edetessä.
5. Suunnitelmien energiatehokkuus tarkistutetaan ulkopuolisella konsultilla (”auditointi”, suunnitteluvaiheen energiakatselmus).
6. Tavoitemäärittelyt tehdään myös rakentamiseen (energiatalous, sisäolosuhteet, käyttöikä jne.)
7. Rakentamisen laadunvarmistus on tärkeää.
8. Käyttöönottovaiheen koulutus ja opastus on toteutettava huolellisesti (loppukäyttäjät, tekniikkahenkilökunta)
9. Käyttöönottovaiheessa voidaan suorittaa energiakatselmus.
10. Ylläpitovaiheessa käytetään jatkuvaa reaktiivista kulutusseurantaa. (Reagoi nopeasti poikkeamiin).

Kokemuksia toteutetuista projekteista

Alla on esitetty ajatuksia ja näkemyksiä siitä, millä asioilla on toteutettujen elinkaarisuunnittelutehtävien ja energiakatselmushankkeiden perusteella suurin merkitys rakennuksen energiatehokkuudelle. Asiat eivät ole tärkeysjärjestyksessä:

- Lämmitysenergian kulutus on yleensä hallinnassa: lämmöntalteenotot ovat hyvät, käyttöveden osuus pieni, painopiste tilojen lämmityksessä.
- Rakenteiden parantaminen nykyisestä määräystasosta ei ole taloudellisesti kannattavaa, takaisinmaksuajat ovat useita kymmeniä vuosia.
- Ikkunoiden ominaisuuksien vertailu kannattaa – ellei energiamielessä niin ainakin sisäolosuhteiden ja jäähdytystarpeen kannalta. Merkittävää säästöä tehomitoituksessa on saavutettavissa kunnollisilla ikkunoilla.
- Ilmanvaihdon käytön hallinta normaalin käyttöajan ulkopuolella on usein merkittävä tekijä. Miten tällöin kohdennetaan ilmanvaihto vain siihen rakennusosaan missä sitä tarvitaan?
- Päällekkäisen lämmityksen ja jäähdytyksen välttäminen on oleellista – lisäämättä tekniikkaa - oikeilla asetusarvoilla ja käytöllä.
- Sähköenergian kulutukseen kiinnitettävä nykyistä enemmän huomiota:
    - ilmanvaihdon sähköenergian kulutus (puhaltimien SFP, kone- ja kanavamitoitukset)
    - sähköisten lämmitysten ja sulatusten hallinta
    - valaistuksen ohjausratkaisut (kannattaako läsnäolo-ohjaus, toimiiko sammutuspulssi, päivänvalo-ohjauksen rajoitukset jne.)
    - elektroniset liitäntälaitteet – maksavatko itsensä elinkaarensa aikana?
    - vapaajäähdytyksen oikea käyttö
    - toimistolaitteiden energiatehokkuus.
- Energiaa käyttävät järjestelmät ovat teknisiä, monimutkaisia ja ristikkäin vaikuttavia – käytönopastus on erittäin tärkeää.
- Säätöjärjestelmän/rakennusautomaation suunnittelu, toteutus, valvonta ja käyttö ratkaisevat energiatehokkuuden – tähän osa-alueeseen tulisi panostaa enemmän.
- Kulutusseurannan kehittäminen menneen toteamisesta reaktiiviseen ja kulutuspoikkeamien syitä aktiivisesti etsivään toimintaan varmistaa energiatehokkuuden pysymisen hyvänä rakennuksen elinkaaren aikana.
- Kiinteistönhoitajien (”huoltomiesten”) osaaminen on avainasemassa. Heidän on hallittava energiatehokkuuden perusteet, teknisesti monimuotoinen laitos ja oltava vielä ”palveluammatissa” kiinteistössä työskenteleviin nähden. Jos huolto on kilpailutettu niin, että henkilöllä on 15 min yhtä päivää kohti aikaa kiinteistölle, niin ei asioihin pysty paneutumaan ja tulee tehdyksi pikaratkaisuja, joilla usein on energiaa tuhlaava vaikutus (nostetaan lämpötiloja valitusten estämiseksi, pidennetään tilapäisesti käyntiaikaa ja muutos unohtuukin pysyväksi jne.). Energiakatselmuksissa on todettu suuri säästöpotentiaali juuri tämäntyyppisistä käyttövirheistä.
- Usein keskitytään vain kiinteistöön. Oman kattilalaitoksen toiminta, käyttö ja energiatehokkuusominaisuudet sivuutetaan – kuitenkin häviöt nimenomaan lämmöntuotannossa ovat usein merkittävät.

6.3 Rakennusten ylläpito

Leevi Myyryläinen /MX6 Teknologiat Oy käsittelee aihetta tässä osuudessa lähinnä kiinteistöjen ylläpidon näkökulmasta, eli teknisen käytön, huollon, energiatehokkuuden sekä korjausrakentamisen näkökulmasta. Lisäksi hän ottaa kantaa aluksi myös rakentamiseen energiatehokkuuden ja elinkaaritalouden näkökulmasta.

Rakentamisen energiatehokkuus

1. Vaippa tulisi mitoittaa rakennusosittain elinkaaritalouden periaatteiden mukaan, jolloin on otettu huomioon investointi ja energiakustannukset parhaan arvauksen mukaan. Energian hintaa pitäisi ennustaa yhteiskunnan asettamana.

2. Sisäilmastoratkaisut tulisi valita käyttötarkoituksen ja ennustetun tarpeen mukaisiksi ja energiatehokkaaksi. Muuntojoustavuus on huomioitava tulevien käyttötarkoitusmuutosten mukaan (lastenpäiväkoti -> koulu –> seniorikäyttö).

Rakennusten energiankäyttö ratkaistaan pääosin rakentamisvaiheessa. Ylläpidolla voidaan vaikuttaa vain rakentamistasoisesti tai tekemällä jälkeenpäin korjauksia, jotka ovat kalliita suhteessa siihen mitä olisi voitu tehdä uustuotannossa. Kallistuvan energian takia määräyksiä energiatehokkaampaa rakentamista tulisi suosia.

TOVA-menettely on hyvä menetelmä, mutta se tulisi saada käytäntöön näillä energiatehokkuusohjeilla.

Taloteknisen valvonnan koulutus on saatu kuntoon 2000 luvun alussa ja pätevöityneitä valvojia on nyt jo yli sata. Tämä RAKLIn vetämä ja Tekesin tukema järjestelmä tulisi saattaa myös näissä ohjeissa yleisempään käyttöön.

Tässä valvontakoulutuksessa ohjeistetaan valvontatyö valvonnan suunnittelusta aina käyttöhenkilöstön ja käyttäjien koulutukseen. Koulutus tapahtuu Kiinteistöalan Koulutuskeskuksen ja AEL:n toimesta ja tentit järjestää EVTEK. Pätevöitymisen antaa RKL.

Kiinteistöjen tekninen huolto

Suurin haitta energiatehokkuuden kannalta on edelleenkin taloteknisten laitteiden oikean käytön osaamattomuus. Lisääntynyt talotekniikka ja sitä ohjaavat automaatioratkaisut pyrkivät tulemaan insinööritietoja vaativaksi toiminnaksi, jolloin perushuoltomies (kiinteistönhoitaja) ei tarvittavista tehtävistä selviydy energiatehokkaasti.
Ongelmina ovat energiatehokkuuteen vaikuttavat perusasiat, kuten:

1. Olosuhteiden ja lämpötilojen hallinta
2. Ilmanvaihdon ja valaistuksen tarkoituksenmukainen ohjaus ja käyttöaikojen hallinta

3. Veden kulutuksen hallinta
4. Lisää aiheesta löytyy alan kirjallisuudessa (mm. Kiinteistöjen teknisen huollon käsikirjassa)

Ongelmina on lisäksi lämmityksen ja jäähdytyksen yhtäaikainen käyttö. Eräänä kokemusperäisenä havaintona on ollut myös, että kun on jäähdytyslaitteet, niin niitä käytetään niin tehokkaasti, että kesällä on huoneissa turhan kylmä. Talvella lämmityskautena on aina yleensä liian kuumaa. Energiatehokkuuden kannalta asiat pitäisi olla juuri päinvastoin. Kesällä, kun ilma on myös kosteaa, niin jäähdytetty ilma tuntuu aina turhankin kylmältä.

Ongelmien syynä ovat:
- osaamattomuutta
- motivaation puutetta
- välinpitämättömyyttä
- ei seurata ja valvota energiankäyttöä, jolloin huoltomieskään ei kiinnitä huomiota energian kulutukseen
- ei ole tulospalkkausta

Asian ratkaisemiseksi on käytettävissä mm. seuraavia tapoja:
1. Annetaan taloteknisen huollon ja energiatalouden tehtävät osaavalle yritykselle ja kytkettynä sisäilmasto ja energiatehokkuus sanktioineen sopimukseen.
2. Koulutetaan oma henkilö huoltotyöhön riittävän hyvin ja toivotaan hänen pysyvän koulutuksen jälkeen talossa töissä
3. Jaetaan oman ja yrityksen henkilöstön tehtävät ja vastuut kohdekohtaisesti. Tuloksena on usein tehtävien ja vastuiden vaikea rajaaminen ja oman henkilöstön turhautuminen niihin vaatimattomimpiin töihin, mitkä huoltomiehelle jäävät.

Vaativissa kohteissa näyttäisi siltä, että kiinteistönomistajan kannattaisi tehdä pitkäaikainen sopimus yrityksen kanssa, joka vastaa teknisestä huollosta, sisäilmastosta ja energiatehokkuudesta. Sopimusaika pitäisi olla riittävän pitkä (10 -20 vuotta).

Vaatimattomimmissa kohteissa voisi olla oma henkilöstö tai yleinen huoltoyritys, jolla on osaamista myös teknisen huollon osalta.

Korjausrakentaminen

Korjausrakentaminen jaetaan yleensä:
1. Vikojen korjauksiin (huolto- ja hoitotyötä)
2. Kunnossapitokorjauksiin (ylläpitävä korjausrakentaminen)
3. Perusparannukseen (rakennusosien peruskorjaus tai uusiminen)

Vikojen korjaus
Nämä tehdään energiatehokkuuden kannalta välittömästi vian imettyä. Tekijänä on teknisen huollon toimiala, oma henkilö tai ostettu palvelu

Kunnossapitokorjaus
Nämä korjaukset tehdään kunnossapidon PTS-ohjelmaan suunniteltuna.
Tyypillistä näissä suunnitelmissa on, että kun kunnossapitoon on varattu liian vähän varoja, niin kaikki muut korjaustarpeet menevät yleensä energiatehokkuutta parantavien korjausten ohi. Tämä ongelma poistuisi yleensä, jos rakennuksen omistajataho laskisi tai lasketettaisi kannattavuuslaskennat energiatehokkaille korjauksille. Laskenta on helppoa ja nopeaa tätä varten laadituilla ohjelmilla.

Perusparannus
Rakennusosien uusimisella ja peruskorjauksilla, jotka lasketaan kuuluvan investointeihin, on mahdollista korjata rakennuksen energiatehokkuutta tavoitteellisesti rakennusosittain. Uusinnassa ja korjauksissa on otettava huomioon samat seikat kuin uudisrakentamisessa.

Korjausrakentamisessa voitaisiin ottaa käyttöön samantapainen tähtiluokitus kuin mitä ollaan ottamassa käyttöön taloyhtiöissä. Tämä luokittelu ohjaisi kiinteistön osto-, myynti- ja vuokraustoiminnan rehellisyyttä ja edistäisi korjausrakentamisen PTS-suunnittelua. Kuntoluokitus yhdessä energiatodistuksen kanssa antaisi läpinäkyvyyttä rakennuksen kunnosta ja energiatehokkuudesta.

Varastot ja käyttämättömänä olevat rakennukset

Varastot ja kesämökit
Varastoinnissa voidaan käyttää kuivaustekniikoita menestyksellisesti, koska sellainen materiaali, joka ei tarvitse lämmitystä, säilyy erittäin hyvin kuivissa ja kylmissä varastoissa. Energiatehokkuuden kannalta kuivaus edellyttää vain rakenteen kosteudenpitävyyttä ja kuivauslaitteen. Energiamenekki on yleensä 20 -30 % lämmityskuivaustavasta.

Julkishallinnossa on runsaasti tiloja, joita pidetään ympärivuoden lämpiminä, vaikka ne säilyisivät paremmin materiaaleineen kuivaustekniikoilla. Tähän ryhmään kuuluu mm myös ”vapaa-ajan rakennukset”, joita on myös julkishallinnossa.

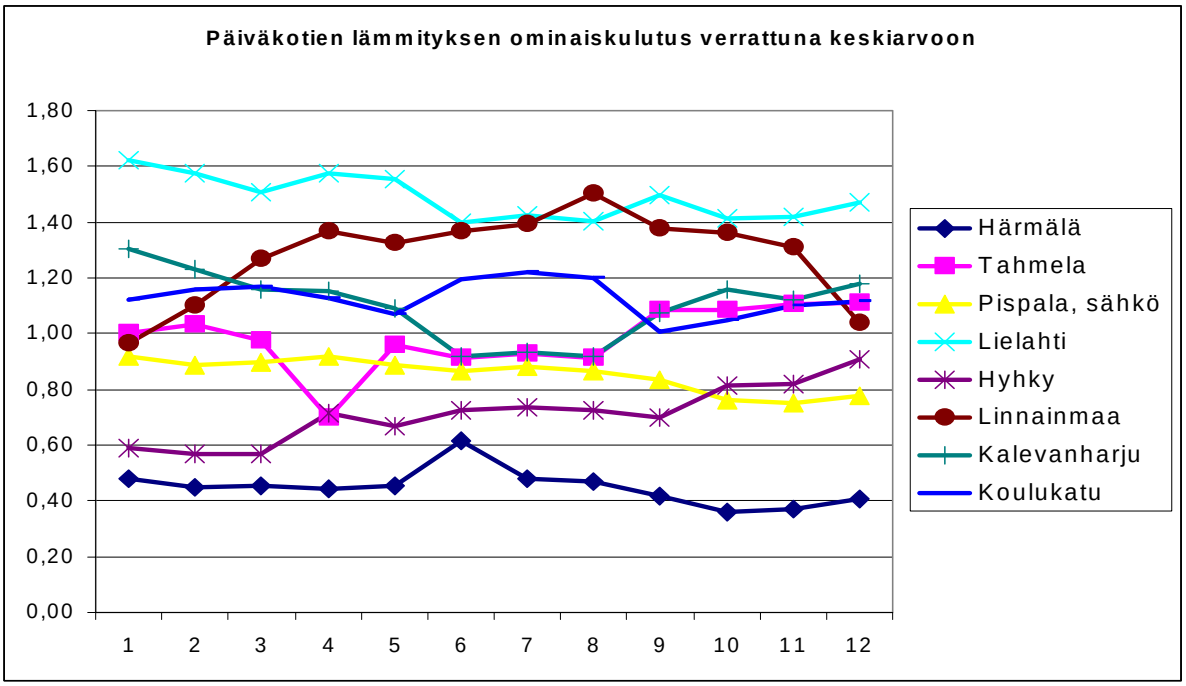
Näissä rakennuksissa voisi ohjata lämmityspattereita myös hygrostaattiohjauksella, jolloin lämpötila saisi mennä talvella miinusasteille. Toinen tapa on pitää talvella vain pientä lämmityksen vakiotehoa, jolloin energian huippukuormat pysyvät matalina.

Käyttämättömänä olevat rakennukset
Käyttämättömät rakennukset voisi laittaa säilöntätilaan silloin kun rakennus on tyhjillään lyhyen tai pidemmän ajan
Energiamenekki putoaa lämmityssäilönnässä yleensä noin ¼ osaan ja kuivaustekniikoilla 1/5 osaan ja silti rakennus ei turmellu.

6.4 Kulutusseuranta

Kulutusseurantaan pitää aktiivisesti kehittää ja ottaa käyttöön hyödyllisiä toimintamalleja. Helpointa on järjestää kunnollinen kulutusseuranta sähkön osalta. Ongelmana on kuitenkin vielä kulutuksen analysointi ja johtopäätösten tekeminen. Kuvassa 6.4.1 on esitetty esimerkki sähkötehon seurannasta. Kuvassa 6.4.2 on esitetty uudenlainen samanlaisten rakennusten vertaamiseen perustuva kulutusseuranta, jossa ei tarvita epätarkkoja lämmöntarvelukukorjauksia.

Kuva 6.4.1 Esimerkki sähkönkulutuksesta vuorokausitasolla. Kulutuksessa näkyy selvästi päiväkäyttö, iltakäyttö ja yökulutus. Helpoimmin virhetilanteet pystyy havaitsemaan yökulutuksesta.



Kuva 6.4.2 Uudenlainen vertaileva kulutusseuranta eri päiväkotien välillä.

7 ARVIOT ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVIEN EHDOTUSTEN ENERGIANSÄÄSTÖVAIKUTUKSISTA JA CO_2 -PÄÄSTÖJEN VÄHENEMISESTÄ

Asiantuntijakokouksen yhteenvetona kirjattiin seuraavat tärkeimmät energiansäästökohteet sekä niiden karkeat energiansäästövaikutukset:

1. Ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus. IV:n kulutuksesta voidaan säästää n. 20 %.
2. Valaistuksen tarpeenmukainen ohjaus. Valaistuksen sähkönkulutuksesta voi säästää 30 %.
3. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton hyötysuhteen parantaminen. Säästö 10 % IV:n kulutuksesta.
4. Jäähdytykseen pitää kiinnittää huomiota vaikka sen merkitys ei vielä kovin suuri olekaan ? Koneellisen jäähdytystarpeen vähentämisessä ilmansuunnilla, varjostuksilla, ikkunoilla ja yötuuletuksella on iso merkitys.
5. Lämpötilan säätö on tärkeä asia, mutta sisälämpötilan pudottamiseen ei uskottu.

Lisäksi keskusteltiin energiatodistusten luokituksista. Selkeää näkemystä ei syntynyt siitä, kannattaisiko julkisten rakennusten uudistuotannossa vaatia jokin määrätty energiatodistusluokka vai hoidetaanko energiansäästö muulla tavoin.

Asiantuntijakokouksen keskustelujen perusteella ja eri säästöjen suuruusluokkien havainnollistamiseksi tehtiin lopulta seuraavat energiansäästö- ja päästövähennyslaskelmat:

7. Ilmanvaihdon ohjaus korjaustoiminnassa
8. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton parantaminen korjaustoiminnassa
9. Lämmityksen säätö korjaustoiminnassa
10. Vaipan lämmöneristyksen korjaus (parantaminen) korjaustoiminnassa
11. Valaistuksen ohjaus korjaustoiminnassa
12. Yhden energiatodistuksen energiatehokkuusluokan parannus uudistuotannossa

Oletetut energiansäästöt vaihtelevat talotyypeittäin. Säästöprosentit näkyvät laskentataulukoista 7.2. - 7.8.

Uudistuotannon osalta ei ole listattu erikseen, millä toimenpiteillä oletettu yhden energiatehokkuusluokan säästö saavutetaan. Keinot voivat olla pitkälti samoja kuin korjaustoimintaan ehdotetut toimenpiteet.

Uudistuotannon osalta on oletettu, että yhden energiatehokkuusluokan parannus tehdään kaikkiin muihin paitsi teollisuus- ja varastorakennuksiin. Korjaustoiminnan osalta piti arvioida, kuinka suureen osaan kannasta vuosittain korjauksia tehdään, jotta energiansäästöt saadaan vertailukelpoisiksi uudistuotannon kanssa. Aiemmassa taulukossa 3.4.1 on esitetty vuonna 2000 yhden vuoden aikana toteutettujen korjaustoimenpiteiden määrä suhteessa koko ko. ikäluokan rakennuskantaan kuntien rakennuksissa. Taulukon avulla laskettujen keskimääräisten osuuksien perusteella energiansäästölaskelmissa päädyttiin 2-2,5 %/a -osuuksiin. Tämän on kuitenkin todettu olevan liian vähäistä korjaustoimintaa ja siksi onkin syntynyt korjausvelkaa, jonka purkaminen 10 vuoden aikana kaksinkertaistaisi kuntien rakennusten. Jäljessä esitetyt energiansäästöt on siten mahdollista kaksinkertaistaa kymmenen vuoden ajaksi.

Korjaustoiminnan energiansäästöt eivät välttämättä näy säästöinä vanhaan kulutukseen nähden. Esimerkiksi koulujen perusparannuksissa lämmönkulutus ei ole keskimäärin vähentynyt ja sähkönkulutus on kasvanut energiansäästötoimenpiteitä huolimatta (ks. 3.5).

Lämmitysenergian säästöjen osittainen päällekkäisyys on otettu laskelmissa huomioon. Sähkön säästön vaikutusta lämmitysenergian kulutukseen ei sitä vastoin ole otettu huomioon. Sähköstä saadaan lämmityksessä hyödyksi 30 -50 %, joten tämän verran sähkönsäästö lisää lämmitysenergian kulutusta. Tällä on kuitenkin tässä tarkastelussa vain muutaman prosentin vaikutus kokonaissäästöön.

Yhden energiatehokkuusluokan muutos uudistuotannossa tuo suurimmat energiansäästöt ja päästövähennykset (taulukko 7.1). Sen jälkeen merkittävimpiä ovat ilmanvaihdon lämmöntalteenoton parantaminen ja vaipan korjaaminen rakennuskannassa. Vaipan korjauksen energiansäästöksi on oletettu ikkunoiden vaihdon aiheuttama energiansäästö. Yhteensä energiaa säästyisi esitetyillä toimenpiteillä 56 GWh vuodessa ja CO2 päästövähennys olisi yli 12 000 CO_2 tonnia vuodessa. Laskelman mukaan uudistuotannon osuus kokonaissäästöstä olisi n. 30 %. Historiassa energiansäästöä on tehtyjen laskelmien perusteella syntynyt yhtä paljon uudistuotannossa ja korjaustoiminnassa. Näin saattaa vieläkin olla käytännössä, sillä korjaustoiminnassa osa säästöistä menee laatutason parantamiseen.

Taulukko 7.1. Yhteenveto energian säästö- ja päästövähennysmahdollisuuksista julkisten hankintojen energiatehokkuutta parantamalla kuntien ja valtion rakennuksissa yhden vuoden korjaustoiminnassa ja uudistuotannossa. Tarkastelu käsittää vain merkittävimmiksi valitut toimenpiteet. Lisäksi energiansäästöä voidaan saada aikaan monilla vähäisemmillä keinoilla kuten esim. veden kulutuksen vähentäminen.

Energian säästö- ja päästövähennysmahdollisuus julkisten hankintojen energiatehokkuutta parantamalla kuntien ja valtion rakennuksissa yhden vuoden korjaustoiminnassa ja uudistuotannossa	**Energian kulutus GWh/a**	**Osuus kannasta vuodessa %**	**Energian säästö GWh/a**	**Päästö-vähennys t CO2 /a**
IV ohjaus kannassa	4371	2-2,5 %	-6,3	-1380
IV LTO -10% - -40% kannassa	4365	2-2,5 %	-12,2	-2674
Lämmityksen säätö -0,5 C kannassa	9907	2-2,5 %	-5,7	-1247
Vaipan korjaus kannassa	5416	2-2,5 %	-10,6	-2337
Valaistuksen ohjaus kannassa	926	2-2,5 %	-4,5	-998
Yhden energiatehokkuusluokan muutos uusissa	122	100 %	-17,0	-3748
Yhteensä			**-56**	**-12385**

Taulukko 7.2. Arvio energiansäästö- ja päästövähennysmahdollisuudesta kuntien rakennusten ilmanvaihtoa ohjaamalla. Ilmanvaihtoa ohjataan paremmin tarvetta vastaavasti, jolloin ilmanvaihdon päälläoloaika vähenee. Tällöin säästyy hieman myös sähköä, mitä ei ole laskelmassa otettu huomioon.

Kuntien rakennuskanta, IV ohjaus	**IV kulutus GWh/a**	**Energian säästö %**	**Osuus kannasta vuodessa %**	**Energian säästö GWh/a**	**Päästö-vähennys t CO2 /a**
Asuinrakennukset	276	0 %		0,0	0
Hoitoalan rakennukset	838	0 %		0,0	0
Lasten päiväkodit	41	0 %		0,0	0
Toimistorakennukset	217	-20 %	2 %	-0,9	-191
Kokoontumisrakennukset	207	-20 %	2 %	-0,8	-182
Jäähallit	29	-20 %	2 %	-0,1	-25
Uimahallit	25	-20 %	2 %	-0,1	-22
Opetusrakennukset	664	-20 %	2 %	-2,7	-584
Teollisuusrakennukset	850	0 %		0,0	0
Varastorakennukset	100	0 %		0,0	0
Liikenteen rakennukset	88	0 %		0,0	0
Muut rakennukset	0	0 %		0,0	0
Yhteensä	**3334**			**-5**	**-1004**

Taulukko 7.3. Arvio energiansäästö- ja päästövähennysmahdollisuudesta kuntien rakennusten ilmanvaihdon lämmöntalteenottoa parantamalla. Lämmöntalteenottolaitteita lisätään rakennuksiin ja tiloihin, joissa niitä ei aiemmin ole ollut ja lämmöntalteenottolaitteiksi valitaan tehokkaampia laitteita. Lämmöntalteenottolaitteiden lisääminen lisää hieman sähkön kulutusta, jota ei ole laskelmassa otettu huomioon.

Kuntien rakennuskanta, IV LTO -10% - 40%	**IV kulutus GWh/a**	**Energian säästö %**	**Osuus kannasta vuodessa %**	**Energian säästö GWh/a**	**Päästö-vähennys t CO2 /a**
Asuinrakennukset	276	-40 %	2 %	-2,2	-486
Hoitoalan rakennukset	838	-30 %	2 %	-5,0	-1106
Lasten päiväkodit	41	-20 %	2 %	-0,2	-36
Toimistorakennukset	216	-10 %	2 %	-0,4	-96
Kokoontumisrakennukset	206			0,0	0
Jäähallit	29	-10 %	2 %	-0,1	-13
Uimahallit	25	-10 %	2 %	-0,1	-11
Opetusrakennukset	661	-10 %	2 %	-1,3	-293
Teollisuusrakennukset	850			0,0	0
Varastorakennukset	100			0,0	0
Liikenteen rakennukset	88			0,0	0
Muut rakennukset	0			0,0	0
Yhteensä	**3329**			**-9**	**-2041**

Taulukko 7.4 Arvio energiansäästö- ja päästövähennysmahdollisuudesta kuntien rakennusten lämmityksen säätöä parantamalla. Lämmityksen säädön toteutumista on vaikea arvioida, koska pitäisi pystyä muuttamaan huoltomiesten ja tilojen käyttäjien säätötottumuksia. Laskelmassa on oletettu keskimäärin noin puolen asteen lämpötilan pudotus, minkä pitäisi olla mahdollista huonontamatta oleellisesti lämpöviihtyvyyttä.

Kuntien rakennuskanta, lämmityksen säätö -0,5 astetta	**Lämmitys-energian kulutus GWh/a**	**Energian säästö %**	**Osuus kannasta vuodessa %**	**Energian säästö GWh/a**	**Päästö-vähennys t CO2 /a**
Asuinrakennukset	1046	-2,5 %	2 %	-0,5	-115
Hoitoalan rakennukset	1712	-2,5 %	2 %	-0,9	-189
Lasten päiväkodit	104	-2,5 %	2 %	-0,1	-11
Toimistorakennukset	689	-2,5 %	2 %	-0,4	-81
Kokoontumisrakennukset	504	-2,5 %	2 %	-0,3	-60
Jäähallit	66	-2,5 %	2 %	0,0	-8
Uimahallit	94	-2,5 %	2 %	0,0	-11
Opetusrakennukset	1748	-2,5 %	2 %	-0,9	-207
Teollisuusrakennukset	1324	-2,5 %	2 %	-0,7	-146
Varastorakennukset	236	-2,5 %	2 %	-0,1	-26
Liikenteen rakennukset	133	-2,5 %	2 %	-0,1	-15
Muut rakennukset	0	0,0 %	2 %	0,0	0
Yhteensä	**7657**			**-4**	**-869**

Taulukko 7.5. Arvio energiansäästö- ja päästövähennysmahdollisuudesta kuntien rakennusten vaippojen lämmöneristystä parantamalla. Laskelmassa on toimenpiteeksi oletettu pitkälti ikkunoiden vaihto, mutta säästö voidaan saada aikaan myös vaipan muiden osien lämmöneristystä ja tiiviyttä parantamalla.

Kuntien rakennuskanta, vaipan korjaus "ikkunat uusimalla"	**Lämmitys-energian kulutus GWh/a**	**Energian säästö %**	**Osuus kannasta vuodessa %**	**Energian säästö GWh/a**	**Päästö-vähennys t CO2 /a**
Asuinrakennukset	753	-10,0 %	2,5 %	-1,9	-425
Hoitoalan rakennukset	857	-10,0 %	2,5 %	-2,2	-484
Lasten päiväkodit	62	-10,0 %	2,5 %	-0,2	-35
Toimistorakennukset	462	-10,0 %	2,5 %	-1,2	-261
Kokoontumisrakennukset	290			0,0	0
Jäähallit	37			0,0	0
Uimahallit	67			0,0	0
Opetusrakennukset	1061	-10,0 %	2,5 %	-2,7	-599
Teollisuusrakennukset	463			0,0	0
Varastorakennukset	133			0,0	0
Liikenteen rakennukset	44			0,0	0
Muut rakennukset	0			0,0	0
Yhteensä	**4228**			**-8**	**-1802**

Taulukko 7.6. Arvio energiansäästö- ja päästövähennysmahdollisuudesta kuntien rakennusten valaistuksen ohjausta parantamalla. Valaistuksen osalta rakennuksissa arvioidaan usein olevan suurimmat sähkönkäyttöön liittyvät säästöpotentiaalit. Laskelmassa on oletettu säästömahdollisuuden olevan keskimäärin jopa 30 %. Säästöt syntyvät käyttämällä tehokkaammin hyödyksi luonnonvaloa, valitsemalla tehokkaampia lamppuja ja valaisimia sekä pitämällä valaistusta päällä vain tarpeen mukaan.

Kuntien rakennuskanta, valaistuksen ohjaus, -30% valaistussähköstä	**Valaistus-sähkön kulutus GWh/a**	**Energian säästö %**	**Osuus kannasta vuodessa %**	**Energian säästö GWh/a**	**Päästö-vähennys t CO2 /a**
Asuinrakennukset	50	-30 %	2 %	-0,3	-66
Hoitoalan rakennukset	118	-30 %	2 %	-0,7	-156
Lasten päiväkodit	22	-30 %	2 %	-0,1	-29
Toimistorakennukset	69	-30 %	2 %	-0,4	-91
Kokoontumisrakennukset	22	-30 %	2 %	-0,1	-29
Jäähallit	3	-30 %	2 %	0,0	-3
Uimahallit	2	-30 %	2 %	0,0	-3
Opetusrakennukset	251	-30 %	2 %	-1,5	-331
Teollisuusrakennukset	114		2 %	0,0	0
Varastorakennukset	14		2 %	0,0	0
Liikenteen rakennukset	14		2 %	0,0	0
Muut rakennukset	0		2 %	0,0	0
Yhteensä	**679**			**-3**	**-709**

Taulukko 7.7 Arvio energiansäästö- ja päästövähennysmahdollisuudesta valtion ja kuntien rakennusten korjaustoiminnassa yhteensä. Edellä olevissa kuvissa on esitetty säästöt ja päästövähennykset toimenpiteittäin kuntien osalta. Valtion rakennusten osalta säästöt on laskettu vastaavasti ja energiansäästö sekä päästövähennys on 26 % yhteissummasta.

Valtion ja kuntien rakennuskanta, korjaustoiminta yhteensä	**Energian kulutus GWh/a**	**Energian säästö GWh/a**	**Päästö-vähennys t CO2 /a**	**Energian säästö %**
Asuinrakennukset	2000	-7,4	-1636	19 %
Hoitoalan rakennukset	2602	-10,0	-2197	25 %
Lasten päiväkodit	230	-0,6	-122	1 %
Toimistorakennukset	1637	-6,6	-1459	17 %
Kokoontumisrakennukset	806	-1,5	-335	4 %
Jäähallit	85	-0,2	-50	1 %
Uimahallit	111	-0,2	-47	1 %
Opetusrakennukset	3760	-11,2	-2453	28 %
Teollisuusrakennukset	2861	-1,2	-258	3 %
Varastorakennukset	453	-0,2	-44	1 %
Liikenteen rakennukset	481	-0,2	-37	0 %
Muut rakennukset	29	0,0	0	0 %
Yhteensä	**15054**	**-39,3**	**-8636**	100 %

Taulukko 7.8. Arvio energiansäästö- ja päästövähennysmahdollisuudesta valtion ja kuntien rakennusten uudistuotannossa yhteensä. Valtion rakennusten osuus energiansäästöstä ja päästövähennyksistä on 35 %.

Kuntien ja valtion uudistuotanto	**Hyöty-energian kulutus GWh/a**	**Energian säästö %**	**Energian säästö GWh/a**	**Päästö-vähennys t CO2 /a**
Asuinrakennukset	13,9	15 %	2,1	460
Hoitoalan rakennukset	6,1	23 %	1,4	309
Lasten päiväkodit	3,3	21 %	0,7	153
Toimistorakennukset	13,6	15 %	2,0	448
Kokoontumisrakennukset	11,8	22 %	2,6	573
Jäähallit	1,6	25 %	0,4	90
Uimahallit	0,9	22 %	0,2	42
Opetusrakennukset	28,0	20 %	5,6	1232
Teollisuusrakennukset	27,3	0 %	0,0	0
Varastorakennukset	7,5	0 %	0,0	0
Liikenteen rakennukset	7,6	25 %	1,9	421
Muut rakennukset	0,4	25 %	0,1	22
Yhteensä	**122**		**17**	**3748**

LÄHTEET

Aho, T., Rantamäki, J., Sormunen, T., Huoneistokohtaisen mittauksen ja laskutuksen vaikutus energian ja veden kulutukseen. VTT Tiedotteita 1644. Espoo 1995. 19 s.

Energiatehokkaat toimistovalaistusratkaisut. Motivan julkaisu, 2. painos 2001. Helsinki 2001. 72 s.

Energiatilasto, vuosikirja 2006. Tilastokeskus. Helsinki 2006. 151 s.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/32/EY. Annettu 5 päivänä huhtikuuta 2006, energian loppukäytön tehokkuudesta ja energiapalveluista sekä neuvoston direktiivin 93/76/ETY kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti 27.4.2006.

Hekkanen, M., Heljo, J., Rakennusten käyttö- ja huolto-ohjeiden kelpoisuus ja kehittämistarve. VTT Tiedotteita 2350. Espoo 2006. 47 s.

Heljo, J., Lämmön ja sähkön kulutusseurannan tehostaminen kuntien rakennuksissa. LINKKI 2. Julkaisu 22/2001. Helsinki 2001. 60 s.

Heljo, J., Peuhkurinen, T., Asuinkerrostalon perusparantamisen ja laajuusmuutosten vaikutus energiankulutukseen ja elinkaarikustannuksiin. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakentamistalouden laitos. Raportti 2004:5. Tampere 2004. 27 s.

Heljo, J., Nippala, E., Nuuttila, H., Rakennusten energiankulutus ja CO_2-ekv päästöt Suomessa. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakentamistalouden laitos. Raportti 2005:4. Tampere 2005. 105 s.

Heljo, J., Asuinkerros- ja rivitalojen energia-avustusten vaikutukset. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustuotannon ja –talouden laitos. Tampere 2007. Julkaisematon. 23 s.

Hemmilä, K., Saarni, R., Ikkunoiden energiamerkintä Suomessa. Esiselvitys. Espoo 1998. 27 s.

Hemmilä, K., Saarni, R., Ikkunaremontti. Rakennustieto Oy. Tampere 2002. 115 s.

Holopainen, R., Hekkanen, M., Hemmilä, K., Norvasuo, M., Suomalaisten rakennusten energiakorjausmenetelmät ja säästöpotentiaalit. VTT Tiedotteita 2377. Espoo 2007. 104 s.

Ikkunoiden energialuokitus [WWW]. [viitattu 10.8.2007]. Saatavissa www.motiva.fi/fi/kuluttajat/hankinnat/ikkunat.

Kauppa- ja teollisuusministeriön suositukset julkisten hankintojen energiatehokkuudesta. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Helsinki 2000. 11 s.

Korhonen, A., Pihala, H., Ranne, A., Ahponen, V., Sillanpää, L., Kotitalouksien ja toimistotilojen laitesähkön käytön tehostaminen. Työtehoseuran julkaisuja 384. Helsinki 2002. 158 s.

Leskinen, M., Heljo, J., Holopainen, R., Haakana, M., Perusparannusten energiavaikutukset julkisissa rakennuksissa. LINKKI 2. Julkaisu 20/2001. Helsinki 2001. 65 s.

Nippala, E., Heljo, J., Jaakkonen, L., Lehtinen, E., Rakennuskannan energiankulutus Suomessa. VTT Tiedotteita 1625. Espoo 1995. 61s.

Nippala, E., Vainio, T., Nuuttila, H., Rakennustyyppikohtainen peruskorjaustarpeen arviointi kuntien rakennuksissa. Suomen Kuntaliitto. Helsinki 2006. 61 s.

Rajala, R., Katko, T., Household water consumption and demand management in Finland. Urban Water Journal, Vol. 1, No. 1, March 2004, s. 17-26.
Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Määräykset ja ohjeet 2000. Suomen Rakentamismääräyskokoelma A4. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. 7 s.

Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2007. Suomen Rakentamismääräyskokoelma D3. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. 14 s.

Rakennusten energiatalous. Määräykset ja ohjeet. Suomen Rakentamismääräyskokoelma D3. Sisäasiainministeriö. 4 s.

Ruokojoki, J., Kuntien omien rakennusten lämmön, sähkön ja veden kulutus v. 2005. Suomen Kuntaliitto 11.10.2006. 14 s.

Tilastokeskus. Erillisselvitys 2006. Kuntien ja kuntayhtymien rakennuskanta 2006. julkaisematon.

Tilastokeskus. Erillisselvitys 2007. Valtion rakennuskanta 2007, julkaisematon.

Vainio, T., Jaakkonen, L., Nuuttila, H., Nippala, E., Kuntien rakennuskanta 2005. Suomen Kuntaliitto. Helsinki 2006. 49 s.

Vainio, T. Jaakkonen, L., Nippala E., Lehtinen, E., Isaksson Kaj. Korjausrakentaminen 2000-2010. VTT tiedotteita 2154, Espoo, 2002.

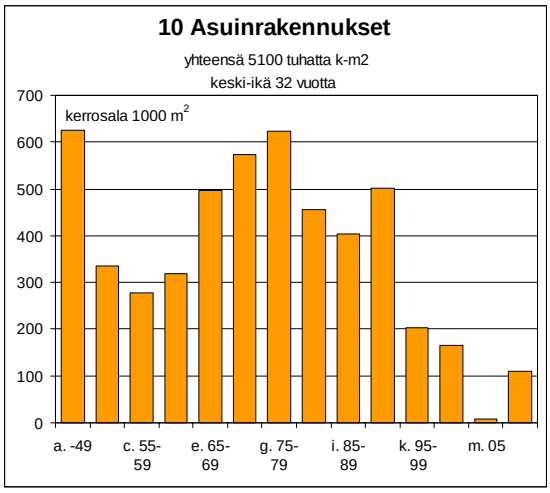
Vainio, T. Erillisselvitys korjaustoimenpiteiden ikäluokittaisista esiintymistiheyksistä rakennuskannassa vuonna 2000 sekä korjausrakentaminen 2005. Tampere, 2007. julkaisematon.

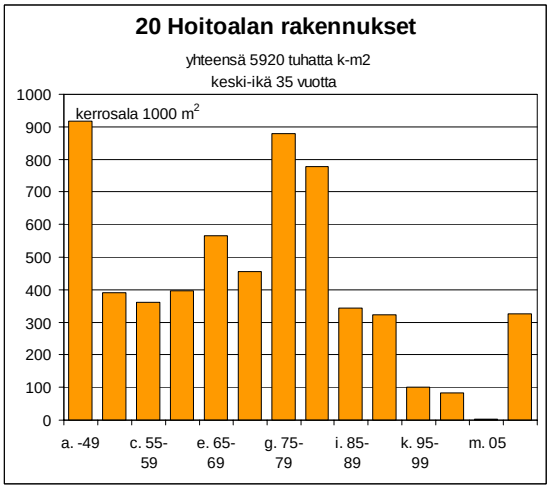
Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. Annettu 19.6.2007

8 LIITTEET

Liite 1

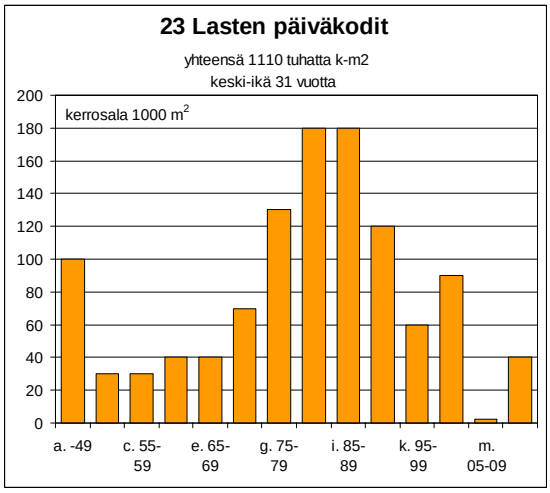
Kuntien omistamat rakennukset talotyypeittäin ja ikäryhmittäin

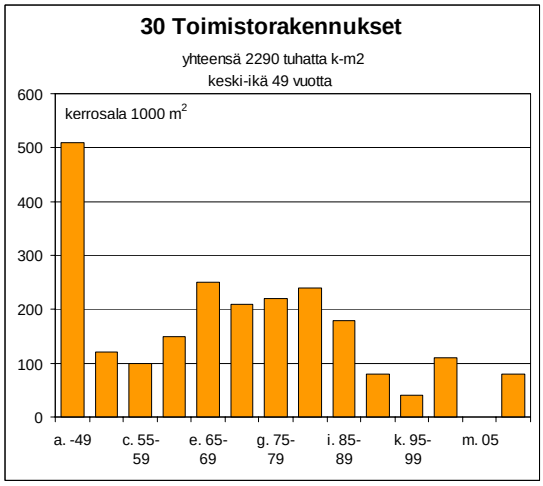




Kuva 2.2.2 Kuntien ja kuntayhtymien asuinrakennuskanta 5,1 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005. Lähde: Kuntien rakennuskanta 2005, Vainio, Nippala, Jaakkonen.

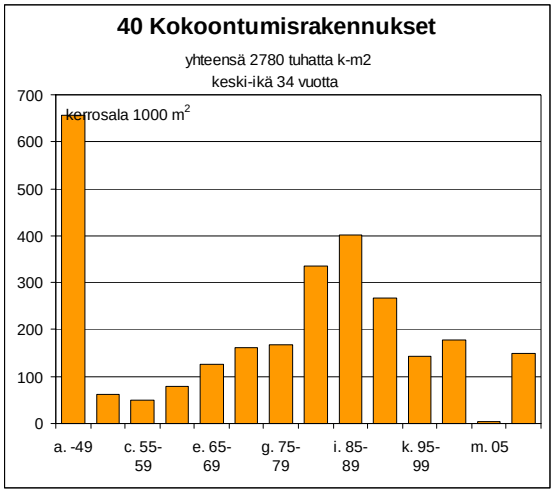
Kuva 2.2.3 Kuntien ja kuntayhtymien hoitoalan rakennuskanta 5,9 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005. Lähde: Kuntien rakennuskanta 2005, Vainio, Nippala, Jaakkonen.

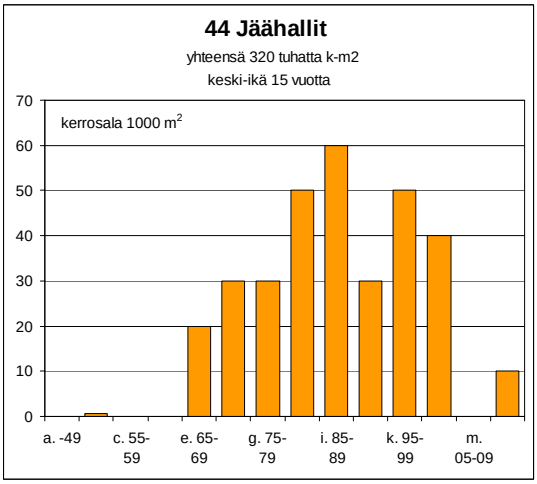




Kuva 2.2.4 Kuntien ja kuntayhtymien lasten päiväkodit 1,1 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005. Lähde: Kuntien rakennuskanta 2005, Vainio, Nippala, Jaakkonen.

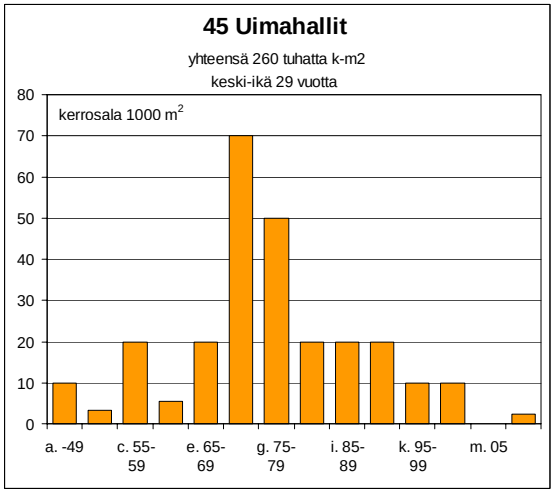
Kuva 2.2.5 Kuntien ja kuntayhtymien toimistorakennuskanta 2,3 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005. Lähde: Kuntien rakennuskanta 2005, Vainio, Nippala, Jaakkonen.

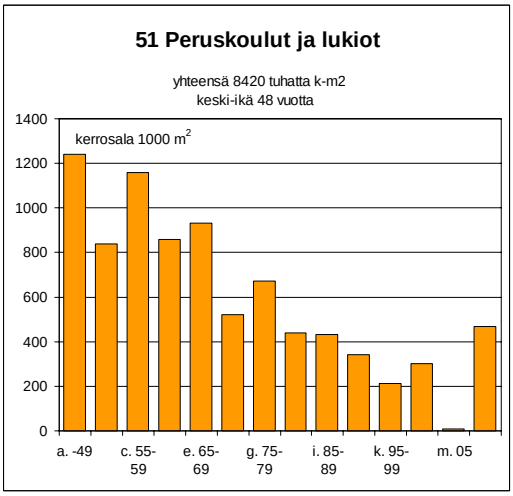




Kuva 2.2.6 Kuntien ja kuntayhtymien kokoontumisrakennukset 2,8 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005. Lähde: Kuntien rakennuskanta 2005, Vainio, Nippala, Jaakkonen.

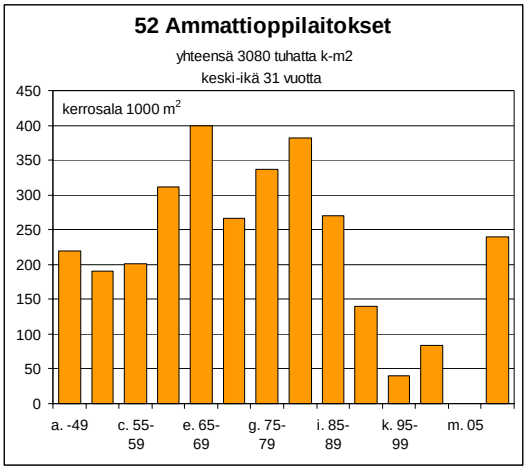
Kuva 2.2.7 Kuntien ja kuntayhtymien jäähallit 0,3 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005 . Lähde: Kuntien rakennuskanta 2005, Vainio, Nippala, Jaakkonen.

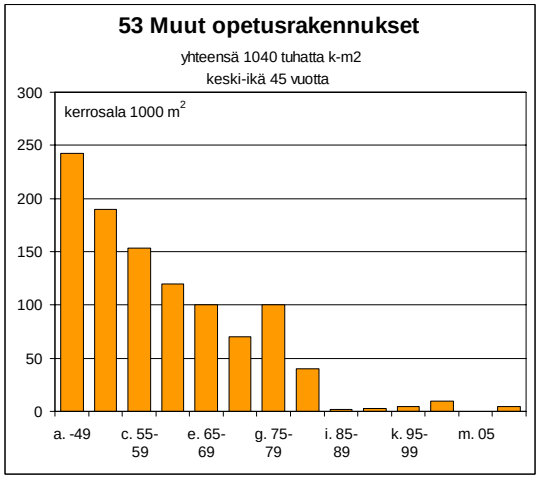




Kuva 2.2.8 Kuntien ja kuntayhtymien uimahallit 0,3 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005. Lähde: Kuntien rakennuskanta 2005, Vainio, Nippala, Jaakkonen.

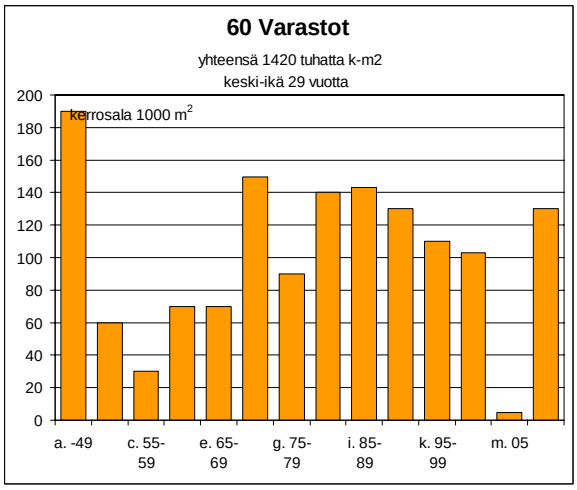
Kuva 2.2.9 Kuntien ja kuntayhtymien peruskoulut ja lukiot 8,4 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005. Lähde: Kuntien rakennuskanta 2005, Vainio, Nippala, Jaakkonen.

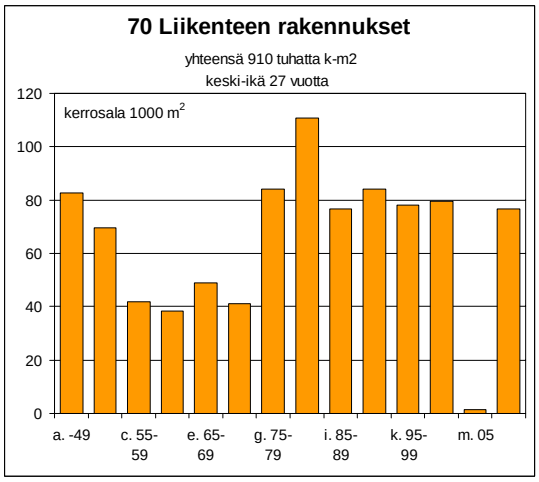




Kuva 2.2.10 Kuntien ja kuntayhtymien ammattioppilaitokset 3,1 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005. Lähde: Kuntien rakennuskanta 2005, Vainio, Nippala, Jaakkonen.

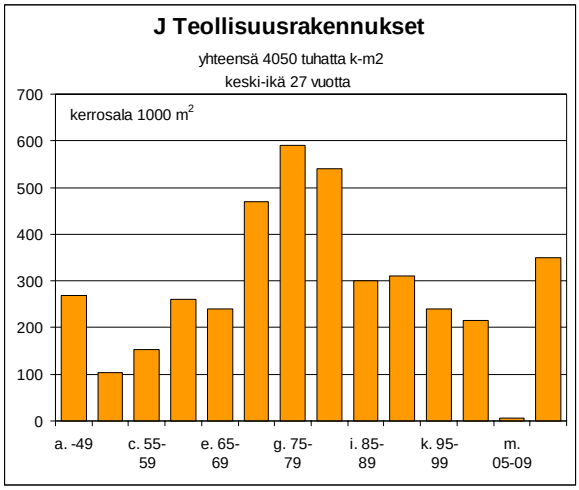
Kuva 2.2.11 Kuntien ja kuntayhtymien muut opetusrakennukset 1,0 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005. Lähde: Kuntien rakennuskanta 2005, Vainio, Nippala, Jaakkonen.





Kuva 2.2.12 Kuntien ja kuntayhtymien varastot 1,4 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005. Lähde: Kuntien rakennuskanta 2005, Vainio, Nippala, Jaakkonen.

Kuva 2.2.13 Kuntien ja kuntayhtymien liikenteen rakennukset 0,9 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005.



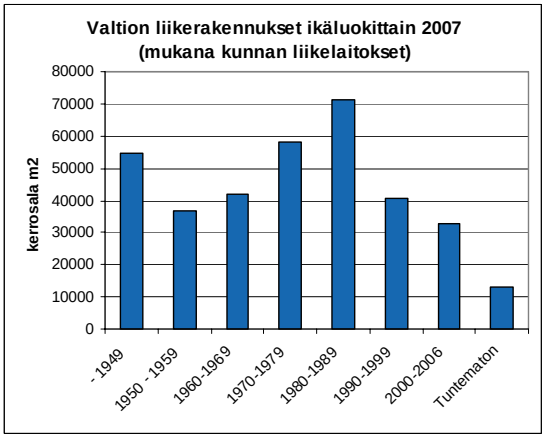
Kuva 2.2.14 Kuntien ja kuntayhtymien teollisuusrakennukset 4 miljoonaa kerrosneliötä ikäluokittain 2005. Lähde: Kuntien rakennuskanta 2005, Vainio, Nippala, Jaakkonen.

Rekisteritiedon mukaan 2005 kuntien ja kuntayhtymien omistuksessa olevaa rakennuskantaa oli tyhjänä 3,2 miljoonaa neliötä oli noin 10 prosenttia. Tässä luvussa on mukana mm. 400 tyhjää peruskoulua.

Kuntayhtymien osuus kuntien ja kuntayhtymien rakennuskannasta oli v. 2005 tyhjänä noin 4 miljoona neliötä.

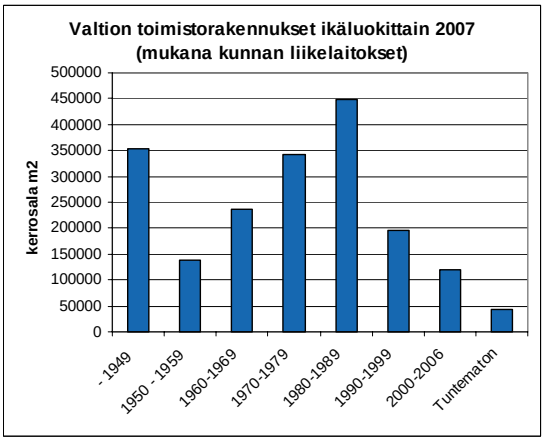
Liite 2

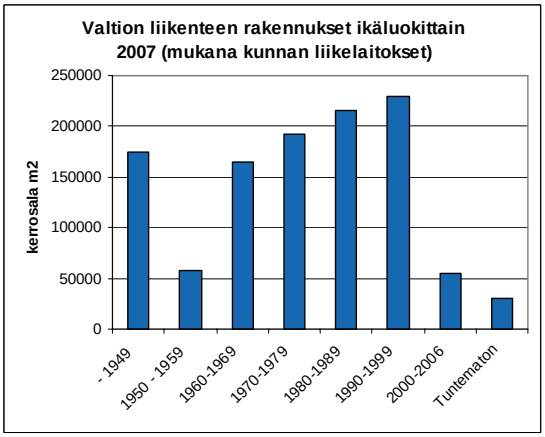
Valtion omistamat rakennukset talotyypeittäin ja ikä-ryhmittäin



Kuva 2.2.15 Valtion (ml. kunnan liikelaitokset) asuinrakennukset 2007 yhteensä 2,4 miljoonaa neliötä kerrosalaa. Lähde: Tilastokeskus, erillisselvitys 2007.

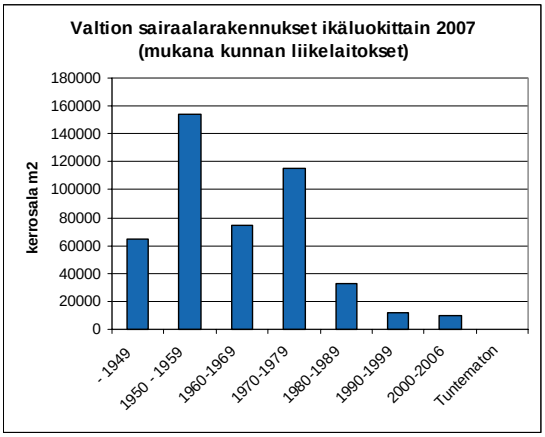
Kuva 2.2.16 Valtion (ml. kunnan liikelaitokset) liikerakennukset 2007 yhteensä350 000 neliötä kerrosalaa. Lähde: Tilastokeskus, erillisselvitys 2007.

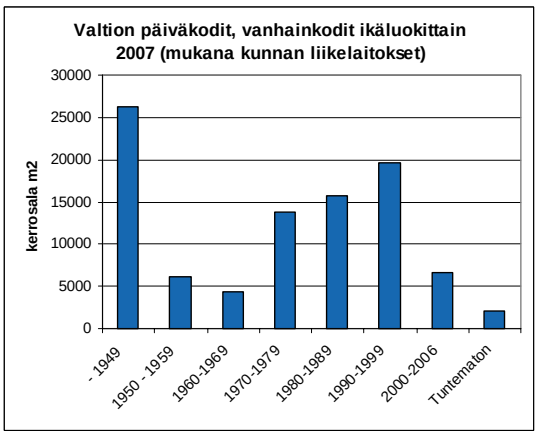




Kuva 2.2.17 Valtion (ml. kunnan liikelaitokset) toimistorakennukset 2007 yhteensä 1,9 miljoonaa neliötä kerrosalaa. Lähde: Tilastokeskus, erillisselvitys 2007.

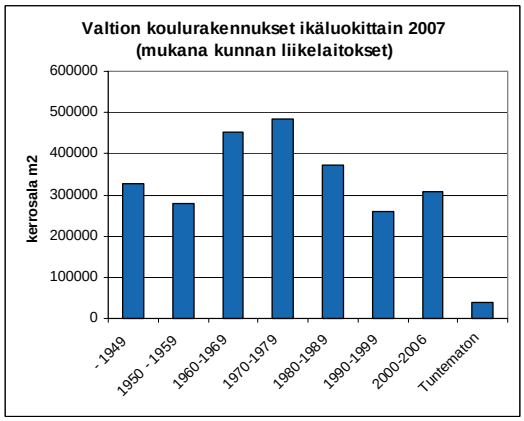
Kuva 2.2.18 Valtion (ml. kunnan liikelaitokset) liikenteen rakennukset 2007 yhteensä 1,1 miljoonaa neliötä kerrosalaa. Lähde: Tilastokeskus, erillisselvitys 2007.

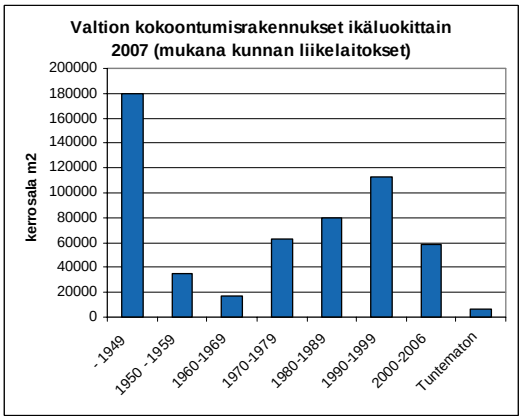




Kuva 2.2.19 Valtion (ml. kunnan liikelaitokset)sairaalarakennukset 2007 yhteensä 465 000 neliötä kerrosalaa. Lähde: Tilastokeskus, erillisselvitys 2007.

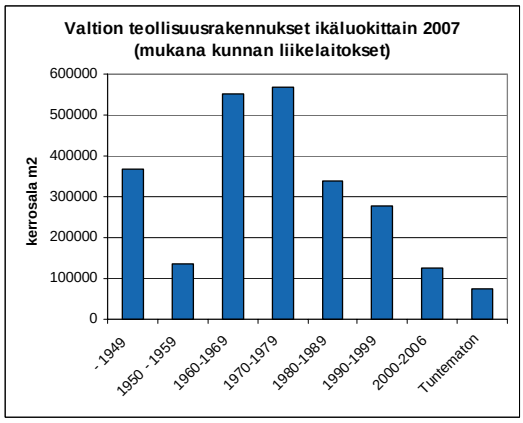
Kuva 2.2.20 Valtion (ml. kunnan liikelaitokset) päiväkodit ja vanhainkodit rakennukset 2007 yhteensä 95 000 neliötä kerrosalaa. Lähde: Tilastokeskus, erillisselvitys 2007.





Kuva 2.2.21 Valtion (ml. kunnan liikelaitokset) koulurakennukset 2007 yhteensä 2,5 miljoonaa neliötä kerrosalaa. Lähde: Tilastokeskus, erillisselvitys 2007.

Kuva 2.2.22 Valtion (ml. kunnan liikelaitokset) kokoontumisrakennukset 2007 yhteensä 0,55 miljoonaa neliötä kerrosalaa. Lähde: Tilastokeskus, erillisselvitys 2007.



Kuva 2.2.23 Valtion (ml. kunnan liikelaitokset) teollisuusrakennukset 2007 yhteensä 2,4 miljoonaa neliötä kerrosalaa. Lähde: Tilastokeskus, erillisselvitys 2007.

Kuva 2.2.24 Valtion (ml. kunnan liikelaitokset) varastorakennukset 2007 yhteensä 0,79 miljoonaa neliötä kerrosalaa. Lähde: Tilastokeskus, erillisselvitys 2007.

Liite 3

Valtion jakuntien rakennusten uudistuotannon määrä tarkalla talotyyppijaottelulla v. 2005

Käyttötarkoitus	Rakennukset, kpl	Kerrosala, m2	Tilavuus, m3	Asunnot, kpl
Yhden asunnon talot	51	6 715	21 316	46
Kahden asunnon talot	4	888	2 804	8
Rivitalot	35	11 507	37 009	164
Ketjutalot	3	1 261	3 950	14
Luhtitalot	6	1 751	5 475	23
Muut asuinkerrostalot	53	80 508	280 167	1 070
Vapaa-ajan asuinrakennukset	33	1 130	3 597	0
Myymälähallit	1	23	72	0
Liike- ja tavaratalot, kauppakeskukset	3	12 334	75 760	0
Muut myymälärakennukset	7	5 441	30 903	0
Hotellit yms.	2	30	242	0
Loma-, lepo- ja virkistyskodit	1	142	480	0
Vuokrattavat lomamökit ja -osakkeet	6	314	934	0
Muut majoitusliikerakennukset	6	367	1 109	0
Asuntolat yms.	14	19 277	85 293	31
Muut asuntolarakennukset	6	435	1 505	0
Ravintolat yms.	8	2 229	7 963	0
Toimistorakennukset	31	44 282	220 815	0
Asemat ja terminaalit	5	4 213	25 753	0
Kulkuneuvojen suoja- ja huoltorak	15	2 254	10 437	0
Pysäköintitalot	6	42 841	119 560	0
Tietoliikenteen rakennukset	7	109	313	0
Muut liikenteen rakennukset	20	2 486	11 663	0
Keskussairaalat	5	8 112	37 158	0
Muut sairaalat	14	10 860	41 245	0
Terveyskeskukset	17	12 294	51 868	0
Terveydenhuollon erityislaitokset	3	1 659	6 022	1
Muut terveydenhuoltorakennukset	3	741	2 603	1
Vanhainkodit	13	10 320	37 915	67
Lasten- ja koulukodit	4	1 881	7 538	3
Kehitysvammaisten hoitolaitokset	8	5 025	17 783	0
Muut huoltolaitoksrakennukset	10	6 682	23 857	69
Lasten päiväkodit	31	16 758	66 997	0
Muut sosiaalitoimen rakennukset	5	5 878	23 515	16
Vankilat	2	561	2 336	0
Teatterit,kongressitalot ja oopperat	2	1 546	8 165	0
Kirjastot ja arkistot	2	5 074	21 400	0
Museot ja taidegalleriat	5	900	3 639	0
Näyttelyhallit	6	4 795	24 650	0
Seura- ja kerhorakennukset yms.	29	2 595	9 692	0
Kirkot,kappelit,luostarit,rukoushuoneet	6	1 872	13 279	0
Seurakuntatalot	11	1 523	6 015	1
Muut uskonnollisten yhteisöjen rak.	18	2 536	10 610	0
Jäähallit	2	2 255	13 680	0
Uimahallit	3	3 443	29 938	0
Tennis-, squash- ja sulkapallohallit	1	128	420	0
Monitoimihallit ja muut urheiluhallit	14	20 217	138 959	0
Muut urheilu- ja kuntoilurakennukset	30	8 239	45 436	0
Muut kokoontumisrakennukset	30	7 411	32 005	0
Yleissivistävät oppilaitokset	113	125 615	613 968	3
Ammatilliset oppilaitokset	37	18 791	80 374	0
Korkeakoulut	11	14 063	64 817	2
Tutkimuslaitokset	12	8 627	60 245	1
Järjestöjen,liittojen yms. opetusrakennu	2	298	1 100	0
Muut opetusrakennukset	8	2 228	9 672	0
Voimalaitosrakennukset	23	7 747	28 095	0
Yhdyskuntatekniikan rakennukset	69	5 516	28 103	0
Teollisuushallit	15	20 028	123 539	0
Teollisuus- ja pienteollisuustalot	13	4 397	28 918	0
Muut teollisuuden tuotantorakennukset	25	16 198	104 867	0
Teollisuusvarastot	17	21 808	280 325	0
Kauppavarastot	1	2 266	6 800	0
Muut varastot	57	78 560	799 912	0
Paloasemat	7	1 463	6 233	0
Väestönsuojat	8	11 073	52 926	0
Muut palo- ja pelastustoimen rakennukset	6	2 809	13 910	0
Navetat,sikalat,kanalat yms.	1	2 007	12 277	0
Eläinsuojat, ravihevostallit yms.	7	5 276	32 125	0
Viljankuivaamot ja -säilytysrakennukset	3	337	2 149	0
Kasvihuoneet	1	1 407	6 690	0
Muut maa-,metsä- ja kalatalouden rak.	29	1 719	6 450	0
Saunarakennukset	52	1 578	4 716	0
Talousrakennukset	279	13 630	44 437	0
Muualla luokittelemattomat rakennukset	95	6 383	29 362	0

Tampereen teknillinen yliopisto
Rakennustuotannon ja –talouden laitos
PL 600
33101 Tampere

Tampere University of Technology
P.O.B. 600
FIN-33101 Tampere, Finland

www.tut.fi/rtt