Eko-Viikki

– tavoitteiden ja tulosten erot energiankulutuksessa

Motiva

Eko-Viikki

– tavoitteiden ja tulosten erot energiankulutuksessa

Ympäristöministeriö

Harri Hakaste

Helsingin kaupunki, Talous- ja suunnittelukeskus
Heikki Rinne

Motiva Oy

Tapio Jalo

Kannen kuva: Suomen Ilmakuva Oy, 2008

30.06.2008

Copyright Motiva Oy

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo **5**
Esipuhe **7**
Tiivistelmä **8**
Abstract **9**
1 Eko-Viikin koerakentamishanke ja sen seuranta **10**
1.1 Eko-Viikin koerakentamishanke 10
1.2 Eko-Viikin seuranta 10
2 Eko-Viikki – tavoitteiden ja saavutusten erot energiankulutuksessa -projektin tavoitteet **13**
2.1 Eko-Viikin jatkoselvityksen käynnistäminen 13
3 Jatkoselvityksen tekeminen **14**
3.1 Kohteiden valinta 14
3.2 Muut taustatiedot 14
4 Lämmitysenergian kulutus Eko-Viikin rakennuksissa **21**
4.1 Kulutustiedot 2003–2006 21
5 Lämmitysenergian kulutustavoitteet ja niiden toteutuminen **23**
5.1 Suunnitteluvaiheen vaatimustaso ja PIMWAG-pisteytys 23
5.2 Rakennuttajien ilmoittamat suunnittelutavoitteet 23
6 Lämmitysenergian kulutus ja havaitut säästömahdollisuudet **25**
6.1 Rakennustekniikka 25
6.2 Ilmanvaihto ja tuloilmaikkunat 25
6.3 Lämmitysjärjestelmä 27
6.4 Aurinkolämmitysjärjestelmät 27
6.5 Käyttövesiverkosto 27
6.6 Ylläpito ja energiankulutuksen seuranta 28
6.7 Säästömahdollisuudet lämmityksessä 28
7 Yhteenveto **30**
7.1 Johtopäätöksiä 30
7.2 Vastauksia energiankulutuksesta esitettyihin kysymyksiin 31
8 Jatkokehitystarpeita tulevaisuudessa **33**
8.1 Rakentamisen laadunvarmistus 33
8.2 Tiedon hallinta ja toimivuuden varmistaminen 34
8.3 Elinkaaritoteutusmuodot toiminnallisen laadun varmistamisessa 35
8.4 Energiatehokkuusvaatimukset paremmin mukaan ylläpitoon ja käyttöön 36
LIITE 1 Energiakatselmuksen yhteenveto (kohde A) **38**
LIITE 2 Energiakatselmuksen yhteenveto (kohde B) **39**
LIITE 3 Energiakatselmuksen yhteenveto (kohde C) **40**
LIITE 4 Energiakatselmuksen yhteenveto (kohde D) **41**
LIITE 5 Energiakatselmuksen yhteenveto (kohde E) **42**
LIITE 6 Energiakatselmuksen yhteenveto (kohde F) **43**
LIITE 7 Eko-Viikin kohteet valmistumisjärjestyksessä **44**
LIITE 8 Energiakatselmuksissa havaittujen lämmitysenergian kulutuksen pienennystoimenpiteiden vaikutus ominaiskulutuksiin **46**

Esipuhe

Viikin ekologinen asuinalue on suomalaisen ympäristötietoisen rakentamisen merkittävin käytännön sovellus. Samalla se on ekotehokkaan rakentamisen menetelmien, järjestelmien ja ohjauskeinojen runsaudensarvi, josta tutkimukselle jatkossakin riittää ammennettavaa. Nyt käsillä oleva selvitys keskittyy Eko-Viikin kohteissa ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta entistä ajankohtaisempaan aiheeseen, rakennusten energiatehokkuuteen.

Eko-Viikissä Helsingin kaupunki maanomistajana asetti kunnianhimoiset, mutta realistiset tavoitteet alueen kiinteistöjen ekologiselle kestävyydelle. Huolella valmisteltu ja toteutettu alueen kehitysprojekti sisälsi runsaasti ekologisen rakentamisen ohjauksen pioneerityötä. Monine kilpailuineen, seminaareineen ja julkaisuineen se muodosti ympäristöasioihin heräävälle maamme kiinteistö- ja rakennusalalle oppimis- ja kokeiluympäristön, johon osallistuivat kaikki keskeiset alan toimijat.

Eko-Viikin energiankulutus alittaa selvästi ajankohdan normaalituotannon, vaikka alkuperäisiä tavoitteita ei kaikilta osin ole saavutettu. Kulutusarvojen vaihtelu eri hankkeiden välillä oli suurta. Miksi näin tapahtui, siihen tämä selvitys pyrkii ottamaan kantaa.

Selvitys tuottaa runsaasti eväitä rakentamisen ohjauksen kehittämiseen. Päällimmäinen viesti lienee, että ekologisen kestävyyden teorian ja käytännön välimatka on vielä suuri. Esimerkiksi energiatehokkuuden osalla uudisrakentamisen ohjausjärjestelmä perustuu mitoitukseen ja laskennalliseen energiankulutuksen mittaukseen. Todelliset kulutusluvut ovat usein merkittävästi suuremmat kuin laskennalliset arvot antaisivat odottaa. Tähän vaikuttavat mm. rakennuksen sijainti ja mahdolliset rakennusvirheet, mutta ennen kaikkea rakennuksen ylläpito ja käyttö. Vertailutietoa laskennallisten ja toteutuneiden energiakulutuksien eroista on toistaiseksi vähän. Eko-Viikin rakennushankkeet osoittavat, että rakennushankkeen ekologinen juoni katkeaa luvattoman usein käyttöönottovaiheessa. Eko-Viikissä katkoksen suuruutta korostavat normaalista poikkeavat tekniset ratkaisut, etenkin aurinkolämpöjärjestelmä, painovoimainen ilmanvaihto ja tuloilmaikkunat.

Eko-Viikissä kaupungin asettama rima oli korkealla, mutta monella hyppääjällä se myös putosi. Valitettavaa on, että Eko-Viikin kokemus on verrattain vähän muuttanut rakennuttamisen ja rakentamisen käytäntöjä. Tämä herättääkin kysymyksen, ovatko ekologiset tavoitteet jatkossa entistä vahvemmin varustettava sitovin määräyksin tai taloudellisin sanktioin. Ilmastonmuutoksen hillinnän osalla epäonnistumisiin ei näet ole varaa.

Sitovia ympäristövaatimuksia rakentamisen ekotehokkuuden kehittämisessä varmasti tarvitaan, mutta ennen kaikkea kaivataan tällä hetkellä uusia käytännön avauksia. Kuntasektorilla Helsingin kaupunki on Eko-Viikissä tehnyt uraauurtavan työn, mutta ura uhkaa jo umpeutua, sillä seuraajia ei ole näkyvissä.

Kiitän hankkeen läpivieneitä Motivan energia-asiantuntijoita Petri Jaartoa ja Tapio Jaloa. Hankkeen ohjausryhmän työskentelyyn osallistui ympäristöministeriöstä allekirjoittaneen lisäksi yli-insinööri Pekka Kalliomäki ja Helsingin kaupungilta projektinjohtaja Heikki Rinne. Lisäksi projekti käytti asiantuntijana Eko-Viikissä LVI-suunnittelijana toiminutta Veijo Matilaista sekä yliarkkitehti Aila Korpivaaraa ympäristöministeriöstä. Kiitos heille kaikille.

Harri Hakaste
Ympäristöministeriö

Tiivistelmä

Tämä selvitys on jatkoa Eko-Viikin seurantaprojektille, jonka tulokset Helsingin kaupunginsuunnitteluvirasto julkaisi 2004 (julkaisu 2004:10). Jatkoselvityksen tilaajana toimi Ympäristöministeriö ja hankkeen toteutuksesta vastasi Motiva Oy. Jatkoselvitysprojektin ohjausryhmän muodostivat Ympäristöministeriöstä Harri Hakaste (puheenjohtaja) ja Pekka Kalliomäki, Helsingin kaupungin talous- ja suunnittelukeskuksesta Heikki Rinne ja Motiva Oy:stä Petri Jaarto (30.6.2007 asti) sekä Tapio Jalo (6.8.2007 alkaen).

Eko-Viikin seurantaprojektin jatkoselvitykseen valittiin kuusi erilaista asuntohanketta, joissa lämmitysenergian kulutus ylitti alueen keskiarvon. Asuinrakennuksiin teetettiin vuonna 2006 energiakatselmukset, joiden perusteella verrattiin toteutunutta energiankulutusta suunnitteluvaiheen tavoitteisiin. Asuntoyhtiöistä kerättiin toteutuneet kulutustiedot vuosilta 2003–2006 ja haastateltiin kohteiden suunnittelijoita, isännöitsijöitä ja huoltohenkilökuntaa. Jatkoselvitys kohdistuu asuinrakennusten energiankulutukseen vaikuttaviin tekijöihin.

Kaupunki oli asettanut nk. PIMWAG-kriteereissä Eko-Viikin asuntokohteille lämmitysenergian kulutustavoitteen, joka oli 66 % sen hetkisen rakentamisen tavanomaista tasoa kuvaavasta referenssirakennuksesta. Tavoite ohjasi suunnitteluratkaisuja tavanomaista parempiin energiankulutustavoitteisiin.

Valittujen kuuden kohteen toteutunut lämmitysenergiankulutus oli keskimäärin 137 kWh/brm^2, joka on n. 30 % kaupungin asettamaa vaatimustasoa korkeampi.

Tehtyjen energiakatselmuksien perusteella tarkasteluissa kohteissa on mahdollista saavuttaa PIMWAG-kriteerien vaatimustaso (=105 kWh/brm^2) energiankulutuksessa, mikäli järjestelmät toimisivat optimaalisesti suunnitellulla tavalla. Mikäli kohteissa saavutettaisiin energiakatselmuksessa havaittu säästöpotentiaali, laskisi keskimääräinen kulutus n. 13 % eli tasolle 119 kWh/brm^2, mikä ylittää kaupungin asettamaa tavoitetason n. 13 %.

Syitä suurempaan energiakulutukseen olivat erityisesti toimintaongelmat tuloilmaikkunoissa, rakenteiden ilma- ja lämpövuodot, ylilämmitys, käyttövesiverkoston liian korkea painetaso, liian korkeat virtaamat vesikalusteissa ja aurinkolämmitysjärjestelmien säätöongelmat. Tarpeeton ylilämmitys aiheutti keskimäärin 7,6 % lisäyksen vuotuiseen kulutukseen.

Eko-Viikin kokemusten nojalla jatkokehitystarpeet asuinrakentamisen ohjauksen kehittämisessä kohdistuvat ekotehokkaaseen rakentamiseen soveltuvien ympäristöluokituskriteerien ja tavoitetasojen määrittelyyn ja yhdyskuntarakenteen kokonaisvaikutuksen arvioimiseen energian kokonaiskäytössä. Lisäksi on kiinnitettävä huomiota rakentamisen laadunvarmistukseen ja tiedon hallintaan sekä toiminnallisuuden varmistamiseen. Elinkaaritoteutusmuodot on otettava laajemmin käyttöön ja kehitettävä energiatehokkuuskriteerien seurantaa sekä sanktiojärjestelmiä. Suunnittelun ja rakentamisen aikana asetettujen energiatehokkuustavoitteiden siirtyminen kiinteistöjen käyttöön ja ylläpitoon on varmistettava.

Abstract

This study is a follow-up on to the Eco-Viikki monitoring project, whose results were published by the Helsinki City Planning Department in 2004 (Publication 2004:10). The follow-up study was commissioned by the Ministry of the Environment and the implementation of the project was the responsibility of Motiva Oy. The steering group members of the follow-up study project were Harri Hakaste (chairperson) and Pekka Kalliomäki, both from the Ministry of the Environment; Heikki Rinne, from the Economic and Planning Centre of the City of Helsinki; Petri Jaarto (up to 30 June 2007) and Tapio Jalo (as of 6 August 2007) from Motiva Oy.

Six different housing projects with heating energy consumption above the average for the area were chosen for the follow-up on the Eco-Viikki monitoring project. In 2006, energy audits of the residential buildings were conducted and the audit results were used to compare the actual energy consumption with the targets set at the planning stage. The actual consumption data for 2003–2006 were collected from the housing co-operatives, and the planners, building managers and maintenance personnel involved were interviewed at the sites studied. The follow-up study focused on factors influencing energy consumption in residential buildings.

In its so-called PIMWAG criteria, the city had set for Eco-Viikki residences, the heating energy consumption target that was 66% of the consumption in a reference building that represented the normal construction level at that time. This target was used to steer planning solutions towards energy consumption targets that were better than average.

The actual heating energy consumption for the six selected sites was 137 kWh/brm^2 in average, which was approx. 30% higher than the standard set by the city.

On the basis of the energy audits, it should be possible for the studied sites to achieve the standard (=105 kWh/brm^2) set by the PIMWAG criteria for energy consumption if the systems function optimally as planned. If the sites achieved the conservation potential determined by the energy audits, the average consumption would drop by approx. 13%, i.e. to the 119 kWh/brm^2 level, which would exceed the target level set by the city by approx. 13%.

Reasons for the higher energy consumption level included malfunctioning air-supply windows, uncontrolled ventilation, heat losses, overheating, and water supply system overpressure, excessive flow rates in water supply fittings and control problems in solar heating systems. Unnecessary overheating caused an average increase of 7.6% in annual consumption.

Based on the experiences gained from Eco-Viikki, further development needs in residential construction control are on the definition of environmental classification criteria and target levels suitable for ecologically efficient construction, and on the assessment of the overall effect of the urban structure on total energy use. Attention should also be paid to construction quality assurance and information management, and efficient functioning should be ensured. Life cycle implementation modes need to be more widely introduced and the monitoring of energy efficiency criteria and sanction systems developed. It is also important to ensure that the energy efficiency targets set during planning and construction phases are transferred to building use and maintenance.

1 Eko-Viikin koerakentamishanke ja sen seuranta

1.1 Eko-Viikin koerakentamishanke

Eko-Viikki on Latokartanon eteläiseen osaan sijoittuva asuntorakentamisen koealue, jossa kahden ekologiseen rakentamiseen painottuvan suunnittelukilpailun kautta etsittiin kestävän kehityksen mukaisia asuntoratkaisuja. Kohteet ovat valmistuneet vuosina 2000–2004 ja niissä asuu noin 2 000 ihmistä.

Rakentamista lähdettiin ohjaamaan tietoisesti ympäristöystävällisempään suuntaan määrittämällä alueelle kriteeristö, joka mittaa rakennushankkeiden ekologisuutta saastumisen, luonnonvarojen käytön, rakennusten terveellisyyden, luonnon monimuotoisuuden ja ravinnon tuotannon suhteen.

Ekokriteeristön vähimmäistason saavuttaminen, ekologinen koerakentaminen ja asemakaavan noudattaminen muodostivat Eko-Viikissa tontin ekologiset luovutusehdot. Jokaisen kohteen ekologinen laatu arviointiin siihen kehitetyllä PIMWAG-pisteytyksellä. Rakennuslupavaiheessa Viikin asuntohankkeiden PIMWAG-pisteet asettuivat välille 9,5–17,3. Minimivaatimus (0 pistettä) edusti jo tavallista parempaa rakentamista ja 10 pisteen saavuttaminen ekologisesti erinomaista tavoitetasoa.

Ekokriteeristön määrittämän minimitason lisäksi rakennushankkeissa kehitettiin suunnittelu- ja toteutusprosessia sekä energian, veden ja raaka-aineiden tehokkaampaa käyttöä. Alkuperäisten tavoitteiden mukaan ostettavan lämmitysenergian määrän piti olla vain 60–65 % tavanomaisesta. Alueella toteutui kolme merkittävää aktiiviseen aurinkoenergian hyödyntämiseen perustuvaa, EU:n tukemaa kehittämishanketta. Eko-Viikin alueellinen aurinkolämpöjärjestelmä palvelee yhteensä 370 asuntoa. Toinen hanke, SUNH-projekti (Solar Urban New Housing) on rivi- ja kerrostalokohde, jossa on 44 asuntoa. Siinä oli tavoitteena lämmittää aurinkokeräinten avulla 40–50 % asuntojen vuotuisesta käyttövedestä. Alueella on myös Suomen ensimmäinen aurinkosähköä hyödyntävä kerrostalo, jossa noin viidesosa kiinteistösähköstä tuotetaan parvekekaiteisiin asennetuilla aurinkokennoilla.

1.2 Eko-Viikin seuranta

Helsingin kaupunki on koordinoinut ekoalueen valmistumisen ja käyttöönoton jälkeistä seurantaa. Asuntokohteet, koulut ja päiväkodit velvoitettiin käytön aikaiseen seurantaan mm. energian, sähkön ja veden kulutuksen osalta. Helsingin kaupunki on pääsääntöisesti vastannut alueellisten kokeilujen seurannasta.

Vuosien 2002–2003 kulutustietojen seurannan tulokset on julkaistu Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisusarjassa vuonna 2004. Julkaisun 2004:10 nimenä on Eko-Viikki seurantaprojektin loppuraportti. Seurantatietojen mukaan kohteiden lämmitysenergian kulutus oli keskimäärin 75–80 % vastaavanikäisten asuinrakennusten tavanomaisesta kulutuksesta, joten tavoitteeseen ei siltä osin aivan päästy.

Eko-Viikki seurantaprojektin loppuraportissa todettiin, että rakennuslupavaiheessa rakennuttajien asettamat PIMWAG-kriteeristön mukaiset tavoitearvot jäivät pääosin saavuttamatta lämmitysenergian kulutuksen osalta.

Rakentamiselle asetetusta korkeasta tavoitetasosta huolimatta osa kohteista vastaa kulutustasoltaan lähinnä tavanomaista asuntorakentamista. Rakennuttajien ilmoittamat energiankulutuksen suunnittelutavoitearvot on pääsosin ylitetty 20–100 % ja kaupungin asettamaan tavoitetasoon on päästy vain muutamassa kohteessa.

Vuosina 2002–2003 kiinteistöjen lämmitysenergian keskimääräinen kulutus oli 120,3 kWh/brm^2, joka on neljänneksen vähemmän kuin vastaavan ikäisten asuinrakennuksen kulutustaso (144 kWh/brm^2), mutta n. 15 % korkeampi kuin rakentamiselle asetettu PIMWAG-minimivaatimus (105 kWh/brm^2). Eko-Viikin tavanomaista tiheämpi asukastiheys (paljon lapsiperheitä) selittää tästä ylityksestä n. 5 %-yksikköä vastaavan määrän.

Sähkön- ja vedenkulutuksen osalta seurantakohteet ovat keskimäärin tavoitetasossa ja asukasjätteen osalta seurantajärjestelmät eivät ole oleet vielä tarpeeksi luotettavia vertailujen tekemiseksi.

Jatkoselvitys kohdistuu asuinrakennusten energiankulutukseen vaikuttaviin tekijöihin. Tässä ei tarkastella kriteerejä, joilla Eko-Viikissä ohjattiin rakennusten tilankäyttöä, jätehuoltoa, asuinympäristön terveellisyyttä ja luonnon monimuotoisuutta.

Kestävän kehityksen mukainen asuntorakentaminen on ilmastonmuutoksen myötä jatkuvan kiinnostuksen kohteena. Eko-Viikki on ensimmäinen suomalainen kokonaisvaltainen koerakentamiskohde, joka sai vuonna 2007 kaksi kansainvälistä kestävän kehityksen mukaisen rakentamisen palkintoa: ”Ecobuilding Performance 2007”, joka luovutettiin Pariisissa ja ”Sustainable City Award 2007”, joka luovutettiin Malmössä.

Tuomariston arvosteluperusteet olivat: sosiaalisesti, ekologisesti ja taloudellisesti kestävä kehitys, asuinympäristön laatu ja ratkaisujen soveltamiskelpoisuus laajemminkin. Eko-Viikin osalta kiinnitettiin huomiota erityisesti siihen, että kohteessa on tavoitteet asetettu korkealle, toteutuksessa on sitouduttu tavoitteiden saavuttamiseen ja projektin tulokset on raportoitu.

Taulukko 1. **Eko-Viikin PIMWAG-kirteeristö.**

Saastuminen	**minimitaso**	**1 piste**	**2 pistettä**
Hiilidioksidipäästöt	3200 kg/brm^2	2700 kg/brm^2	2200 kg/brm^2
Puhtaan veden kulutus	125 l/as, vrk	105 l/as, vrk	85 l/as, vrk
Rakentamisen jäte	18 kg/brm^2	15 kg/brm^2	10 kg/brm^2
Asukasjäte	160 kg/as, a	140 kg/as, a	120 kg/as, a
Ympäristömerkit	Ei lisävaatimuksia	Ympäristömerkki väh 2, tuotteella, joita käytetään merkittäviä määriä	Ympäristömerkki usealla tuotteella, joita käytetään merkittäviä määriä
Luonnovarat			
Primäärienergia	30 GJ/brm^2, 50 a	25 GJ/brm^2, 50 a	20 GJ/brm^2, 50 a
Lämmitysenergia	105 kW/brm^2, a	85 kW/brm^2, a	65 kW/brm^2, a
Sähköenergia	45 kW/brm^2, a	40 kW/brm^2, a	35 kW/brm^2, a
Muuntojousto ja tilojen monikäytt.	Tavanomainen ratkaisu	15% asunn. muuntojoust. t. asumistoim. keskitetty yhteistiloihin	15% asunn. muuntojoust. t. asumistoim. keskitetty yhteistiloihin + rakennukseen suunniteltu monikäytt. tiloja
Terveellisyys			
Sisäilmasto	S = luokka 2 P = luokka 1 M = luokka 2	S = luokka 2 P = luokka 1 M = luokka 1 väh. 2 merkitt. tuoteryhmää	S = luokka 1 P = luokka 1 M = luokka 1
Kosteusriskit	Tavanomainen hyvä ratk.	Parempi kuin RakMK osa C2 (lausunnolla v.1997) minimitaso	Innovaatioita käytetty
Melu	Tavanomainen ratkaisu	RakMK osa C1 muk. taso (lausunn. -97)	Äänieristys selvästi em. normeja parempi
Tuulettomuus ja aurinkoisuus	Tavanomainen hyvä ratk. Tavanomainen ratkaisu	Erinomainen ratkaisu 15% asunn. vaihtoehtoisia	30% asunnoista vaihtoehtoisia
Luonnon monimuotoisuus			
Kasvivalinnat ja kasvupaikkatyypit	Kasvivalinnat perustuvat määritettyyn kasvupaikka tyyppiin	Kasvillisuudelle tyyppillistä lajirunsaus ja monikerroksellisuus	Pihasuunnitelmissa on luotu uusia, luonnon monimuotoisuutta lisääviä kasvupaikkatyyppejä. Kasvillisuutta on suunniteltu istutettatavaksi eri lajeja sisältävinä kasviyhdyskuntina
Hulevesien käsittely	RakMK D1 muk. ratkaisu	Sadevettä käytetään rikast. ekosysteemien luomiseen ja käytetään hyödyksi esim. pihojen kasteluun	
Ravinto			
Hyötykasvien viljely	Tavanomainen ratkaisu	Kolmannes istutettavista pensaista ja puista on hyötykasveja	Asukkaille osoitetaan hyvät mahdollisuudet viljellä itse tontilla

2 Eko-Viikki – tavoitteiden ja saavutusten erot energiankulutuksessa -projektin tavoitteet

2.1 Eko-Viikin jatkoselvityksen käynnistäminen

Ympäristöministeriö käynnisti vuonna 2006 Eko-Viikin koerakentamishankkeen kohteiden jatkoseurantaprojektin, jonka tavoitteena oli selvittää tarkemmin, miksi toteutunut energiankulutus erosi suunnitteluvaiheessa asetetusta tasosta.

Tärkeänä tavoitteena on myös esittää keinoja ekotehokkaan rakentamisen ohjausprosessin, ohjeistuksen sekä tiedonvälityksen parantamiseksi.

Selvityksen tavoitteena oli löytää vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

1. Energiankulutuksen vaatimustason määritys

Miksi toteutunut lämmitysenergiankulutus on usein korkeampi kuin kaupungin asettama vaatimustaso?
Oliko lämmitysenergiakulutuksen vaatimustaso asetettu oikein?

2. Energiankulutuksen suunnittelutason määritys

Miksi toteutunut lämmitysenergiankulutus on selvästi korkeampi kuin rakennuttajien suunnitteluvaiheessa esittämä laskennallinen tavoitetaso?
Onko suunnitteluvaiheen laskennallinen tavoitearvo realistinen ja voidaanko se saavuttaa?

3. Suunnittelu- ja toteutusprosessi

Onko suunnittelu- tai rakentamisvaiheessa tehty muutoksia, jotka vaikuttavat asetettuihin tavoitteisiin?

4. Käyttöönoton ja ylläpidon vaikutus

Toimivatko rakennukset ja niiden tekniset järjestelmät suunnitelmien mukaisesti, vai onko niiden toimintaa haittaavia ongelmia, jotka johtuvat rakentamisvaiheen virheistä?
Mikä on rakennuksien ylläpidon ja käytön merkitys energiakulutuksessa?
Onko käytön yhteydessä havaittu keskeisiä syitä tavoitetta korkeampaan kulutukseen ja kohteiden keskinäisiin ennakoitua suurempiin kulutuseroihin?

3 Jatkoselvityksen tekeminen

3.1 Kohteiden valinta

Ohjausryhmä valitsi Eko-Viikin alueelta tarkemman selvityksen kohteeksi kuusi kohdetta, joihin teetettiin keväällä 2006 laajennetut asuinrakennusten energiakatselmukset, jotta saataisiin tarkemmin selvitettyä rakennusten energiatehokkuuteen liittyvät tekijät ja mahdolliset energiansäästömahdollisuudet.

Kohteet valittiin siten, että niissä tehtävien energiakatselmusten perusteella voitaisiin tehdä johtopäätöksiä energiakulutukseen vaikuttavista tekijöistä. Mukana on pieni 32 asukkaan rivitalo ja toisaalta myös iso n. 200 asukkaan kerrostalo. Kolmessa kohteessa on aurinkolämmitysjärjestelmä. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmön talteenotolla on neljässä kohteessa ja kahdessa kohteessa on koneellinen poisto sekä tuloilmaikkunat (alkuvaiheessa). Kaikki rakennukset on varustettu huoneistokohtaisilla vedenmittauksilla ja puolessa kohteista on huoneistokohtaiset saunat. Myös rakennuttajat ja hallintamuodot vaihtelevat: kolmessa kohteessa on omistusasuntoja, kahdessa vuokra-asuntoja ja yhdessä asumisoikeusasuntoja. Keskimäärinen mitattu lämmitysenergian-kulutus vuosina 2003–2006 oli kohteissa välillä 114–153 kWh/brm^2 eli kaikissa yli vaatimustason 105 kWh/brm^2 sekä Eko-Viikin keskiarvon (118 kWh/brm^2). Kohteiden yleistiedot on esitetty seuraavassa luvussa.

3.2 Muut taustatiedot

Varsinaisen energiakatselmuksen lisäksi haastateltiin joitakin valittujen kohteiden LVI-suunnittelijoita, arkkitehteja sekä nykyisiä isännöitsijöitä sekä kiinteistöhuollosta vastaavia henkilöitä. Tässä raportissa ei keskitytä yksittäisiin kohteisiin, vaan tehtyjen katselmusten ja haastattelujen pohjalta esitetään yleistettäviä tekijöitä.

Alkuperäisen selvityksen tapaan tässä jatkotyössä kerättiin myös muiden alueen kiinteistöjen energian kulutustiedot vuosilta 2003–2006. Tiedot saatiin Helsingin Energialta. Sähkön kulutustiedot kerättiin myös huoneistosähkön osalta vuodelta 2005. Yksittäisiä huoneistoja ei kuitenkaan voi tunnistaa vaan tiedot ovat koko kiinteistön kokonaiskulutuksia.

Kohteiden yleistiedot

KOHDE A: As Oy Helsingin Rosmariini

Osoite:	Tilanhoitajankaari 17
Rakennustyyppi:	kerrostalo
Valmistunut:	3/2001
Hallintamuoto:	omistus
Asukasmäärä (2005):	109 hlö
Bruttoala:	4 446 brm^2
Huoneistoala:	3 236 m^2
Asuntojen lukumäärä:	49 kpl
Kerrosluku:	5/6 krs.

Talotekniikka:

- kaukolämpö päälämmönlähteenä, vesikiertoinen patterilämmitys
- sähköinen lattialämmitys pohjakerroksessa
- asuntokohtaiset saunat
- huoneistokohtainen tulo-poistoilmanvaihto + LTO
- rakennuskohtainen paineenalennus ja huoneistokohtainen veden mittaus
- vettä säästävät kalusteet ja hanakohtainen virtaaman rajoitus sekä 2-toiminen huuhtelu WC:ssä

KOHDE B: As Oy Helsingin Auringonkukka

Osoite: Nuppukuja 3

Rakennustyyppi: kerrostalo
Valmistunut: 10/2002
Hallintamuoto: omistus
Asukasmäärä (2005): 64 hlö

Bruttoala: 2 781 brm^2
Huoneistoala: 1 952 m^2
Asuntojen lukumäärä: 31 kpl
Kerrosluku: 4 krs.

Talotekniikka:

- kaukolämpö päälämmönlähteenä, vesikiertoinen patterilämmitys
- aurinkolämpö, keräinten pinta-ala 116 m2
- talosaunoja 4 kpl, talopesuloita 2
- keskitetty tulo-poistoilmanvaihto + LTO
- huoneistokohtainen veden mittaus ja -vettä säästävät kalusteet

KOHDE C: HELAS Viikin Nuppukuja

Osoite:	Nuppukuja 6
Rakennustyyppi:	rivitalo
Valmistunut:	6/2000
Hallintamuoto:	asumisoikeus
Asukasmäärä (2002):	76 hlö
Bruttoala:	2 700 brm^2
Huoneistoala:	2 101 m^2
Asuntojen lukumäärä:	26 kpl
Kerrosluku:	3/2 krs.

Talotekniikka:

- kaukolämpö päälämmönlähteenä, vesikiertoinen patterilämmitys
- aurinkolämpö, keräinten pinta-ala 80 m2
- yksi asuntosauna, talosaunoja 2 kpl (josta toinen on puulämmitteinen), talopesula
- huoneistokohtainen tulo-poistoilmanvaihto + LTO
- huoneistokohtainen kaukoluettava veden mittaus
- vettä säästäviä kalusteita

KOHDE D: As Oy Helsingin Kevätkatu

Osoite:	Versokuja 2
Rakennustyyppi:	rivitalo
Valmistunut:	9/2000
Hallintamuoto:	omistus
Asukasmäärä (2004):	32 hlö
Bruttoala:	1 228 brm^2
Huoneistoala:	960 m^2
Asuntojen lukumäärä:	12 kpl
Kerrosluku:	2 krs.

Talotekniikka:

- kaukolämpö päälämmönlähteenä, vesikiertoinen patterilämmitys
- kylpyhuoneissa vesikiertoinen lattialämmitys
- koneellinen poistoilmanvaihto + tuloilmaikkunat
- rakennuskohtainen paineenalennus ja huoneistokohtainen veden mittaus
- vettä säästävät kalusteet ja sadeveden käyttö kasteluun

KOHDE E: As Oy Helsingin Eko-Helmi

Osite:	Norkkokuja 9
Rakennustyyppi:	rivitalo
Valmistunut:	6/2001
Hallintamuoto:	omistus
Asukasmäärä (2005):	69 hlö
Bruttoala:	2 360brm^2
Huoneistoala:	1 976 m^2
Asuntojen lukumäärä:	22 kpl
Kerrosluku:	2 krs.

Talotekniikka:

- kaukolämpö päälämmönlähteenä, vesikiertoinen patterilämmitys
- sähköinen lattialämmitys kylpyhuoneissa ja saunoissa
- asuntokohtaiset saunat
- huoneistokohtainen tulo-poistoilmanvaihto + LTO
- huoneistokohtainen veden mittaus ja vettä säästävät kalusteet (2-toiminen WC-huuhtelu)
- sadeveden käyttö kasteluun

KOHDE F: Helsingin Korkotukiasunnot / Ekoviikki

Osoite:	Tilanhoitajankaari 28
Rakennustyyppi:	rivitalo + kerrostalo
Valmistunut:	6/2000
Hallintamuoto:	vuokra-asunnot
Asukasmäärä (2005):	199 hlö
Bruttoala:	8 265 brm^2
Huoneistoala:	5 896 m^2
Asuntojen lukumäärä:	87 kpl
Kerrosluku:	5–4 / 2krs.

Talotekniikka:

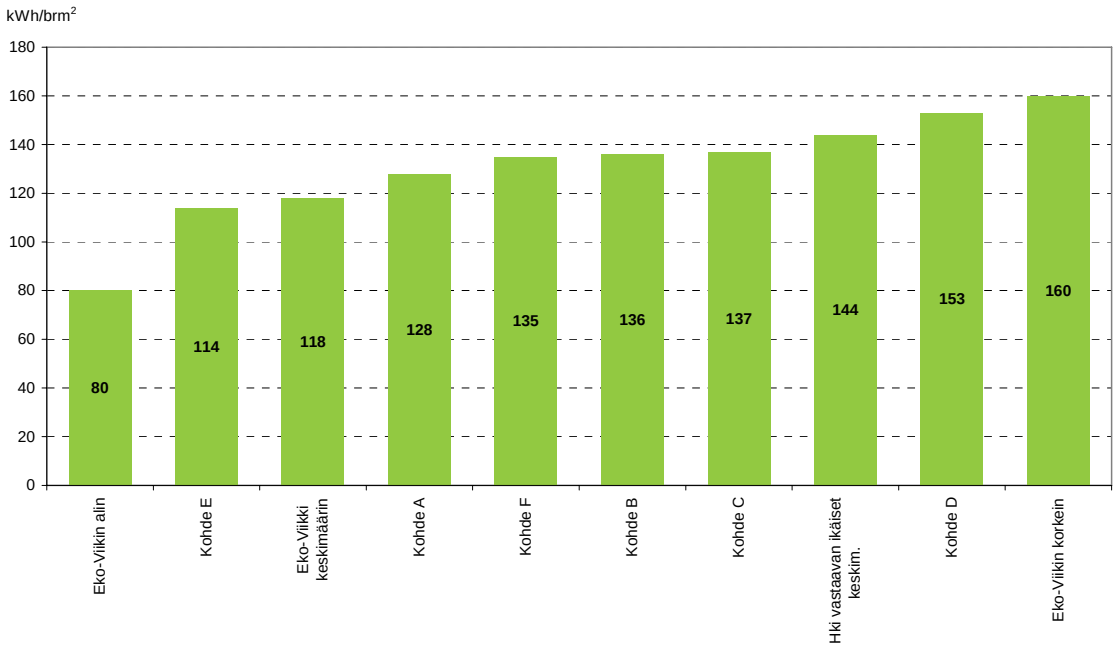
- kaukolämpö päälämmönlähteenä, vesikiertoinen patterilämmitys
- vesikiertoinen lattialämmitys kylpyhuoneissa
- aurinkolämpö, keräinten pinta-ala 248 m2
- ei asuntokohtaisia saunoja, talosaunat, talopesula
- koneellinen poistoilmanvaihto + tuloilmaikkunat (vaihdettu myöhemmin tavallisiksi)
- huoneistokohtainen kaukoluettava veden mittaus
- veden painetasojen hallinta, vettä säästäviä kalusteita ja sadeveden käyttö kasteluun

4 Lämmitysenergian kulutus Eko-Viikin rakennuksissa

4.1 Kulutustiedot 2003–2006

Kuvassa 1 olevat tiedot perustuvat Helsingin energian toimittamiin kaukolämmön seurantatietoihin vuosilta 2003–2006. Kohdekohtaiset vuoden 2005 kulutukset lämmön, veden ja sähkön osalta selvitettiin energiakatselmuksen yhteydessä.

Eko-Viikin kohteiden keskimääräinen kulutus ylittää minimivaatimuksen (105 kWh/brm^2) noin 15 % ja vaihtelu on suurta asetetuista vaatimus- ja suunnittelutavoitteista huolimatta. Käytännössä Eko-Viikissä on saavutettu keskimääräinen kulutustaso, joka alittaa vastaavanikäisten asuinrakennusten kulutustason noin neljänneksellä.



Kuva 1. **Lämmitysenergian kulutusarvoja, kWh/brm^2.**

Taulukko 2. **Energiakatselmuskohteiden kulutustietoja.**

Katselmuskohteiden veden kulutus

Eko-Viikin kohteiden keskimääräinen 133 l/vrk,asukas,a

KOHDE	Suunniteltu tavoitearvo	Vaatimustaso	Mitattu kulutus 2005
	l/vrk,asukas,a	l/vrk,asukas,a	l/vrk,asukas,a
A	100	125	118
B	125	125	124
C	100	125	113
D	100	125	97
E	100	125	104
F	80	125	135

Katselmuskohteiden sähkön kulutus

Eko-Viikin kohteiden keskimäärinen 42,9 kWh/brm^2

KOHDE	Suunniteltu tavoitearvo	Vaatimustaso	Mitattu kulutus 2002
	kWh/brm^2	kWh/brm^2	kWh/brm^2
A	45	45	40,5
B	45	45	52,0
C	40	45	37,1
D	40	45	33,5
E	36	45	56,9
F	33	45	38,5

Katselmuskohteiden lämmityksen kulutus

Eko-Viikin kohteiden keskimääräinen 118 kWh/brm^2

KOHDE	Suunniteltu tavoitearvo	Vaatimustaso	Mitattu kulutus km. 2003-2006
	kWh/brm^2	kWh/brm^2	kWh/brm^2
A	50	105	127
B	81	105	128
C	81	105	144
D	85	105	163
E	89	105	123
F	92	105	135

5 Lämmitysenergian kulutustavoitteet ja niiden toteutuminen

5.1 Suunnitteluvaiheen vaatimustaso ja PIMWAG-pisteytys

Ekokriteeristön vähimmäistason saavuttaminen ja asemakaavan noudattaminen muodostivat Eko-Viikissä tontin luovutusehdot.

Lämmitysenergian kulutukselle asetettiin seuraavat PIMWAG-tavoitetasot:

- 105 kWh/brm^2,a (= minimivaatimustaso) → 0 pistettä
- 85 kWh/brm^2,a → 1 piste
- 65 kWh/brm^2,a → 2 pistettä

Minimivaatimustaso 105 kWh/brm^2 vastaa kesällä 2007 annetun energiatodistusasetuksen energiatehokkuusluokkaa B ja sitä voidaan pitää perusteltuna ekologisen aluerakentamisen tavoitteen kannalta. Enimmäispistemäärän antava taso 65 kWh/brm^2 on noin 20 % parempi, kuin energiatodistusasetuksen mukainen energiatehokkuusluokka A.

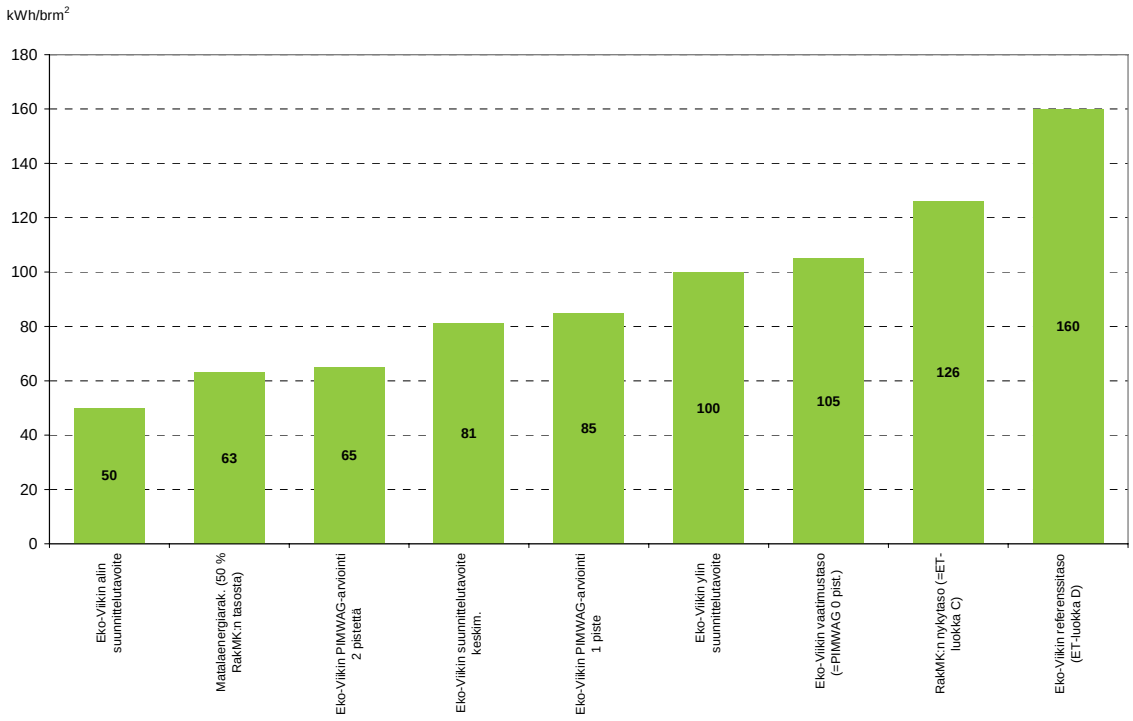
5.2 Rakennuttajien ilmoittamat suunnittelutavoitteet

PIMWAG-pisteytystä varten rakennusten energiankulutustavoitteet laskettiin ohjeistuksen mukaisesti pääosin Motivan energiakatselmoijille teettämällä Motiwatti-ohjelmistolla. Tarkasteltujen kohteiden suunnitteluvaiheen laskennalliset tavoitetasot olivat kohteissa 50–92 kWh/brm^2, a eli kaikki selvästi alempia kuin kaupungin asettama vaatimustaso 105 kWh/brm^2, a.

Alin arvioitu laskennallinen kulutustaso suunnitteluvaiheessa oli 50 kWh/brm^2, joka vastaa matalaenergiarakentamisen kriteeriä (noin 60 % rakentamismääräyskokoelman määrittämästä minimikriteereistä). Keskimääräinen arvioitu kulutustaso 81 kWh/brm^2 vastaa kesällä 2007 annetun energiatodistusasetuksen mukaista energiatehokkuusluokkaa A. Vertailussa energiatehokkuusluokkaan on oletuksena, että kiinteistösähkön osuus on tasolla 15 kWh/brm^2 (Eko-Viikissä toteutunut taso on keskimäärin 16 kWh/brm^2).

Rakennuttajien ilmoittamat suunnittelutavoitteet perustuivat suunnitteluratkaisujen laskennalliseen arvioon ja on todennäköistä, että tämä laskenta on tehty ylioptimistisesti mm. aurinkolämmitysjärjestelmien osalta. Laskentaohjelmissa ei myöskään ollut mahdollista laskea tuloilmaikkunan vaikutusta suoraan, vaan tuloilmaikkunoiden energiansäästövaikutus arvioitiin kompensoimalla ikkunoiden U-arvoja VTT:n tutkimustuloksien mukaisesti.

Arkkitehtikommentissa viitataan siihen, että suunnittelun kilpailuvaiheessa esillä oli ”lennokkaita” vaihtoehtoja, joista ”loppuun asti selvisivät vain melko tavanomaiset ratkaisut”. Tämä on voinut osaltaan lisätä tavanomaisten ratkaisujen energiatehokkuuden ylioptimistisuutta.



Kuva 2. **Lämmitysenergian suunnittelu- ja referenssiarvoja, kWh/brm^2.**

6 Lämmitysenergian kulutus ja havaitut säästömahdollisuudet

6.1 Rakennustekniikka

Lämmöneristystaso on kohteissa keskimäärin 10–30 % parempi kuin toteutusaikana voimassa olleet rakentamismääräykset. Erityisesti ikkunateknologian mahdollisuuksia lämpöhäviöiden pienentämiseksi käytettiin laajamittaisesti. Katselmuskohteiden seinärakenteen keskimääräinen U-arvo on 0,26 W/m^{2}K, yläpohjan 0,17 W/m^{2}K ja ikkunoiden 1,3 W/m^{2}K. Rakenteiden lämpötekniset ominaisuudet olivatkin käytännössä jo vuoden 2003 rakentamismääräyksen D3 tasolla, jolloin vaatimuksia tiukennettiin 20–30 %.

Energiakatselmoiduissa kohteissa ei tullut esiin mitään systemaattista isoa rakennusvirhettä tai rakentamisen aikaisia muutoksia, mutta toisaalta havaittiin tyypillisiä pieniä asuntorakentamisen rakennusvirheitä ja puutteita, jotka olivat osittain vielä korjaamatta. Energiankulutukseen vaikuttivat erityisesti lämpövuodot, joita todettiin niin ulkoseinissä kuin alapohjissa (epätiiviyttä liitoskohdissa ja lämpöeristyspuutteita). Näistä aiheutuvaa vedon tunnetta on kompensoitu myös lisälämmityksellä.

6.2 Ilmanvaihto ja tuloilmaikkunat

Koneellisten ilmanvaihtojärjestelmien ilmavirtojen epätasapainosta johtuva asuntojen alipaineisuus on lisännyt hallitsematonta vuotoilmanvaihtoa. Koneellisessa huoneistokohtaisessa tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmässä oli myös paikoin liian korkea äänitaso, jonka vuoksi ilmanvaihtoa puolestaan on pidetty suositusta pienemmällä teholla.

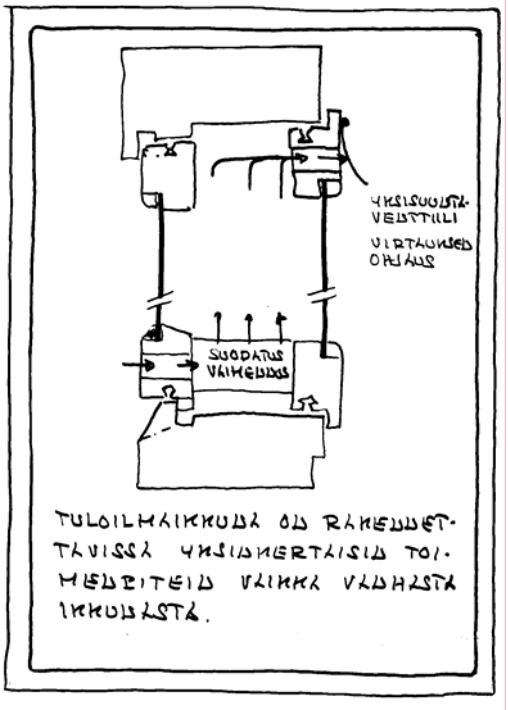
Eko-Viikin kohteista neljään toteutettiin tuloilmaikkunat, joista tässä tarkastelussa olivat mukana kohteet D ja F. Kohteessa F tuloilmaikkunoiden osuus oli n. 50 %, joista kuitenkin osa vaihdettiin 3-lasisiksi äänieristyssyistä, jolloin kulutuslaskelmien pohjana ollut lämmön talteenotto jäi toteutumatta. Tuloilmaikkunoiden rakenne ja toiminta on esitetty kuvassa 3.

Viikin ikkunoissa takaisinvirtausventtiili rakennettiin säleverhon säleellä, jonka tuli kääntyä kiinni- asentoon, jos virtaus pyrkii kääntymään väärin päin. Se ei toiminut, joten pakkasilla suojan puolen ikkunat huurtuivat.

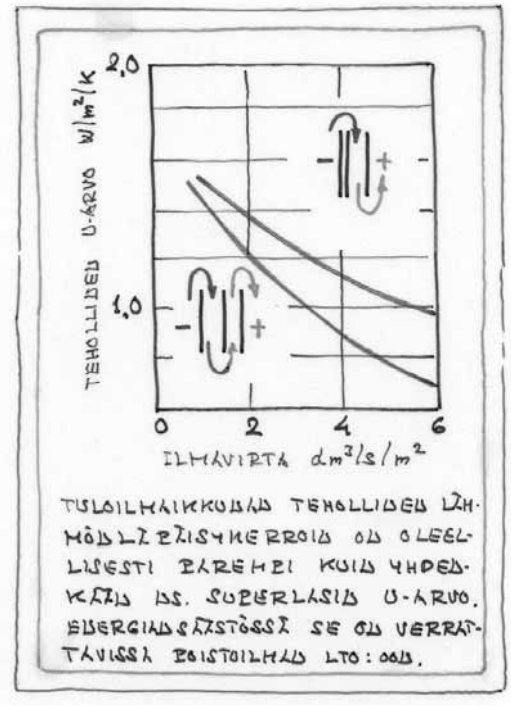
Viikin tuloilmaikkunoissa oli toinenkin virhe; ulkopuite oli hatara, kuten tavanomaisissa ikkunoissa. Siksi ilmavirta ei kulkenut lasiraossa odotetulla tavalla, vaan ulkoilma pääsi lasirakoon puitteen ja karmin välistä. Silloin tuloilma ei ota ikkunan lämpöhäviöitä talteen, vaan tällöin kolminkertainen ikkuna vastaa lämpöominaisuuksiltaan lähes kaksinkertaisen ikkunan tasoa.

Tuloilmaikkuna ei toiminut suunnitellulla tavalla painovoimaisen ja koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän yhteydessä, sillä tuloilmaikkunoita asennettiin vääriin paikkoihin ja niitä puuttui suunnitelluista paikoista. Kahdessa kohteessa painovoimaisen ilmanvaihdon tehostamiseksi toteutettiin alipainetuulettimet ns. Viikin ”harakat” ja lisäksi keittiö- sekä kylpyhuonehormeihin tehtiin pienet poistoilmapuhaltimet. Näiden johdosta ilman vaihtuvuus osoittautui osin liialliseksi, joka lisäsi energiankulutusta. Katajanokan keskus-

vankilan ullakolta löytyneiden mallien mukaisesti rakennetut alipainetuulettimet eivät kestäneet kovaa tuulta ja ne jouduttiin poistamaan.



Tuloilmaikkuna toimii siten, että rakennuksen korvausilma tulee ikkunan kautta. Virtausaukot voivat olla joko puitteisiin porattuja reikiä, tai puitteisiin jyrsittyjä virtausaukkoja. Poratut reiät ovat tehokkaampia, koska ne tasaavat ilmavirran koko ikkuna-alalle. Alapuitteiden väliin voidaan asentaa vain suhteellisen karkea suodatin, ettei suodattimen painehäviö kasva kohtuuttoman suureksi, etenkään painovoimaisessa ilmanvaihdossa.



Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ilman liikkeen synnyttävät voimat ovat suhteellisen pieniä verrattuna tuulen voimiin. Siksi on oleellista, että tuuli ei saa puhaltaa rakennuksen läpi. Takaisinvirtaus estetään ”yksisuuntaventtiilillä”, joka voi olla taipuisa, tiivis kangas virtausaukkojen päällä.

Lasivälissä korvausilma lämpenee, eli se ottaa talteen ikkunan lämpöhäviöitä. Talteenotto pienentää ikkunan tehollisen U- arvon jopa alle arvon 1,0 W/m^{2}K.

Tuloilmaikkunan energiataloutta on Suomessa selvitetty ensimmäisen kerran 1950-luvulla. Tutkimustulokset on kirjattu VTT:n tutkimusraporttiin ja siinä on selvitetty energiatalous ja viihtyvyys operatiivisten lämpötilojen ja virtausnopeuksien avulla.

Kuvat ja teksti: Veijo Matilainen

Lähde: T. Tuomola, M. Reinilä; ikkunat ja ilmanvaihto, tutkimukset 1953–1955, VTT 1955.

Kuva 3. **Tuloilmaikkunan toimintaperiaate ja energiatalous.**

6.3 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmissä oli lattialämmitysputkiston vuoto- ja ilmausongelmia ja osassa kylpyhuoneista oli lämmityspatteri alimitoitettu, mikä aiheutti epäviihtyvyyttä. Kylpyhuoneiden lattialämmityksissä havaittiin säätöongelmia ja lämpimän käyttöveden lämpötilan vaihtelua sekä liiallista jäähtymistä.

Sisälämpötilat olivat maalis–huhtikuun vaihteessa tehdyllä viikon seurantajaksolla 22–26°C. Yli 22 asteen sisälämpötilat johtuivat lämmitysverkoston liian korkeasta menoveden lämpötilasta lämmitystarpeeseen nähden. Ylilämmitys on korostunut varsinkin keväällä, jolloin se on lisännyt asuntojen ikkunatuuletusta. Menoveden lämpötilasäädön optimoinnilla arvioitiin saavutettavan kohteiden energiakulutuksissa 4,4–11,1 % vuotuinen säästö (keskimäärin 7,4 %).

6.4 Aurinkolämmitysjärjestelmät

Energiakatselmuskohteista kolmessa oli aurinkolämmitysjärjestelmät, joilla saavutettu vuotuinen energiamäärä vastasi 3–10 % vuotuisesta tarpeesta. Yhden kohteen osalta oli päästy tavoitteena olevaan 40–50 % käyttöveden lämmityksen tarpeesta eli n. 10 % vuotuisesta kokonaisenergiatarpeesta.

Aurinkolämmitysjärjestelmässä oli havaittu vuotoja sekä automaation kenttälaitteiden ja säätöjärjestelmän näyttöpäätteen yhteensopimattomuutta, joka vaikeutti järjestelmien optimaalista käyttöä.

Aurinkolämmitysjärjestelmien osalta on tehty myös erillinen seurantahanke 2002–2004, josta vastasi Solpros Ay. Selvityksessä todettiin, että aurinkolämpöjärjestelmillä tuotettiin Eko-Viikissä vajaa 10 % kaikesta lämmöstä. Kohdekohtainen hajonta oli suuri eli 5–25 % välillä. Seurantahankkeen perusteella esitettyjä teknisiä parannustoimenpiteitä olivat mm. aurinkokeräinten ilmausratkaisut ja lämmön tehokas purkaminen varaajasta, suurempi kallistuskulma keräimille sekä vesivaraajan koon kasvattaminen. Tehtyjen analyysien perusteella arvioitiin, että aurinkolämmön osuutta voidaan nostaa 20–25 %:iin lisäämällä keräinmäärää ja hyödyntämällä uusia teknologiaratkaisuja. Tämä alentaisi aurinkolämpökohteiden kaukolämmön vuotuista energian tarvetta keskimäärin n. 20 kWh/brm^2.

6.5 Käyttövesiverkosto

Muita katselmuksissa esitettyjä lämmönkulutuksen alentamistoimenpiteitä olivat mm. käyttövesiverkoston painetason ja kalustevirtaamien alentaminen sekä aurinkolämpöjärjestelmän säädön optimointi. Toimenpiteiden arvioidut säästövaikutukset olisivat 1,5–7,0 % vuotuisesta energiankulutuksesta.

6.6 Ylläpito ja energiankulutuksen seuranta

Eko-Viikin kohteiden suunnitteluprosessia ohjattiin aluesuunnitteluohjeiden sekä PIMWAG-kriteerien avulla. Käytännössä tämä tieto on kuitenkin vain osittain nykyisen isännöinnin, kiinteistöhoidon ja käyttäjien tiedossa.

Energiankulutustason seurantaa pidetään ajan tasalla, mutta rakennuskohtaisia vertailuja alkuperäisiin tavoitetasoihin ei ole tehty järjestelmällisesti. Eko-Viikin kohteiden energiankulutustaso on yleensä alempi kuin muussa asuinrakennuskannassa, joten alkuperäisen erittäin vaativan tavoitetason alitusta ei ole havaittu.

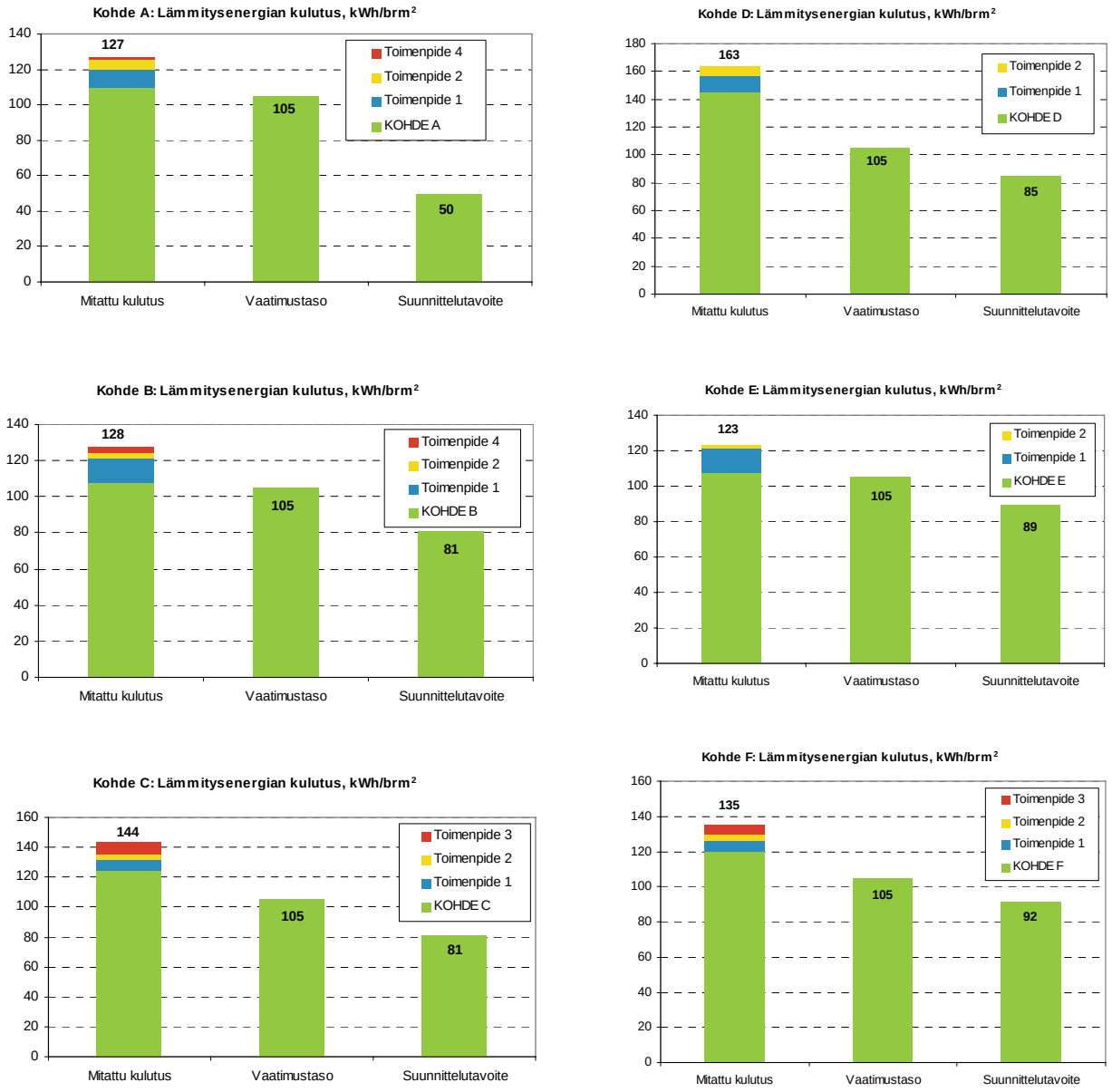
6.7 Säästömahdollisuudet lämmityksessä

Valittujen kuuden kohteen lämmitysenergiankulutus on keskimäärin 137 kWh/brm^2, joka on n. 30 % kaupungin asettamaa vaatimustasoa korkeampi.

Mikäli kohteissa saavutettaisiin energiakatselmuksessa havaittu säästöpotentiaali, laskisi keskimääräinen kulutus n. 13 % eli tasolle 119 kWh/brm^2, joka on n. 13 % kaupungin asettamaa tavoitetasoa korkeampi.

Kuvassa 4 esitetään energiakatselmuskohteiden lämmitysenergian kulutus vuonna 2005 ja vertailu vaatimustasoon sekä suunnittelutavoitteeseen. Kuvissa on myös eritelty se osuus lämmitysenergian kulutuksesta, johon kohdistuu energiakatselmuksissa havaittu säästöpotentiaali.

Energiakatselmuksien havainnot ja lämmitysenergian kulutuksiin vaikuttavien toimenpiteiden vaikutukset on rakennuskohtaisesti koottu myös selvityksen liitteenä olevaan taulukkoon (liite 7).



Kuva 4. **Lämmitysenergian kulutus kohteissa A, B, C, D, E ja F. Mitatun kulutuksen vertailu vaatimustasoon ja suunnittelutavoitteeseen.**

Energiakatselmuksissa havaittu säästöpotentiaali:

Toimenpide 1) Kohde A, B, C, D, E, F: Huonelämpötilojen laskeminen 1–2 astetta (lämmityksen menoveden lämpötilan alentaminen)

Toimenpide 2) Kohde A, C, D, E: Painetason alennus
Kohde B ja F: Vesikalusteiden virtaamien säätö

Toimenpide 3) Kohde A, D ja E: Ei aurinkolämpöjärjestelmää
Kohde B: Toiminta OK, n. 50 % käyttöveden lämmitystarpeesta eli n. 10 % kokonaisenergiasta
Kohde C: 2002 saavutettu 3 % kokonaisenenergian tarpeesta, joten säästöpotentiaali tavoitteeseen nähden 7 %
Kohde F: Saavutettu 6 % kokonaisenenergian tarpeesta, joten säästöpotentiaali tavoitteeseen nähden 4 %

Toimenpide 4) Kohde A: Käyttötapamuutos: tuuletuksen vähentäminen (liittyy toimenpide 1:een)
Kohde B: Ilmanvaihdon 1/1 -tehon käyttöajan lyhennys

7 Yhteenveto

7.1 Johtopäätöksiä

Lämmitysenergian tavoiteasettelu ohjasi suunnittelua

- Eko-Viikin yleiseen hankeohjaukseen kehitetty aluerakentamisen kehys on ohjannut suunnitteluratkaisuja sekä luonut pohjan ekotehokkaalle rakentamiselle.
- Ekologisen laadun arvioimiseksi laadittu PIMWAG-kriteeristö edellytti sitoutumaan esitettyihin kulutustavoitteisiin. Asetettuja minimitavoitteita voidaan pitää vaativina erityisesti lämmitysenergian osalta, jossa minimitaso oli vain 66 % sen hetkisen rakentamisen tavanomaista tasoa kuvaavasta referenssirakennuksesta. Sähkönkulutuksessa minimitasoksi määriteltiin referenssitaso.
- Toteutuneen kulutustason ja energiakatselmuksien perusteella voidaan todeta, että suunnitteluvaiheen laskennalliset arviot ovat osoittautuneet ylioptimistisiksi rakenteiden ja taloteknisten järjestelmien (tuloilmaikkuna, aurinkolämmitys) energiatehokkuuden osalta.

Lämmityksen käytössä säästömahdollisuuksia

- Kohteissa laadittujen energiakatselmusten mukaan lämmitysenergiankulutusta voidaan alentaa lämmityksen menoveden lämpötilasäädön optimoinnilla, jolloin voidaan saavuttaa kohdekohtaisesti energiakulutuksissa 4,4–11,1 % vuotuinen säästö (keskimäärin 7,4 %).
- Muita alentamistoimenpiteitä olivat mm. käyttövesiverkoston painetason ja kalustevirtaamien alentaminen sekä aurinkolämpöjärjestelmän toiminnan tehostaminen, joiden arvioidut vaikutukset olivat 1,5–7,0 % vuotuisesta energiankulutuksesta.

Kaupungin asettama minimivaatimustaso saavutettavissa

- Valittujen kuuden kohteen keskimääräinen toteutunut lämmitysenergiankulutus on keskimäärin 137 kWh/brm^2, joka on n. 30 % kaupungin asettamaa vaatimustasoa korkeampi.
- Mikäli kohteissa saavutettaisiin energiakatselmuksessa havaittu säästöpotentiaali, laskisi keskimääräinen kulutus n. 13 % eli tasolle 119 kWh/brm^2, joka on n. 13 % kaupungin asettamaa tavoitetasoa korkeampi.

- Tuloilmaikkunoiden lämmitysenergian kulutusta säästävät ominaisuudet eivät ole toteutuneet ja näissä rakennuksissa lämmityksen ominaiskulutus on keskimäärin 20 % suurempi muihin nähden. Mikäli arvioidaan laskennallisesti, että tuloilmaikkunoilla saavutettaisiin poistoilmalämpöpumppua vastaava säästö energiankulutuksessa, niin tarkasteltujen kohteiden keskimääräinen ominaislämmönkulutus olisi myös hyvin lähellä vaatimustasoa.

- Tehtyjen energiakatselmuksien perusteella voidaan todeta, että tarkasteltujen kohteiden suunnittelu- ja toteutusratkaisuilla on mahdollista saavuttaa PIMWAG-kriteerien vaatimustaso energiankulutuksessa, vain mikäli järjestelmät toimisivat optimaalisesti suunnitellulla tavalla. Suunnitteluvaiheen laskennalliset tavoitekulutustasot ovat puolestaan osoittautuneet ylioptimistisiksi.

- PIMWAG-kriteerien mukaista vaatimustasoa voidaan toisaalta pitää varsin hyvänä energiankulutuksen kannalta, sillä se on n. 25 % alempi kuin Helsingin kaikkien samanikäisten asuinrakennusten keskimääräinen kulutustaso, joka oli vuonna 2006 n. 44 kWh/brm^3 (= n. 140 kWh/brm^2).

7.2 Vastauksia energiankulutuksesta esitettyihin kysymyksiin

Miksi rakennuksien lämmitysenergian kulutus on usein korkeampi kuin kaupungin asettama vaatimustaso ja selvästi korkeampi kuin rakennuttajan esittämä suunnitteluvaiheen laskennallinen tavoite?

- Laskennalliset tavoitekulutukset oli arvioitu ylioptimistisesti, jonka lisäksi toteutunut energiankulutus on ollut keskimäärin 14 % korkeampi kuin järjestelmien oikealla käytöllä on mahdollista saavuuttaa. Osassa kohteista käytetty tuloilmaikkuna ei toiminut toivotulla tavalla.

Oliko energiakulutuksen vaatimustaso asetettu oikein?

- Vaatimustaso 105 kWh/brm^2 on noin 25 % alempi kuin vastaavan ikäluokan asuinkerrostalojen keskikulutus Helsingissä, joten sitä voidaan pitää vaativana. Jos kiinteistösähkön osuudeksi arvioidaan 15 kWh/brm^2, vastaa vaatimustaso nykyisen energiatodistusasetuksen luokkaa B. Eko-Viikin aluerakentamisessa energiatehokkuusvaatimukset oli asetettu korkealle, joten vähintään B-luokan vaatimusta voidaan pitää perusteltuna.

Onko suunnitteluvaiheen laskennallinen tavoitearvo realistinen ja voidaanko se saavuttaa?

- Laskennalliset tavoitetasot ovat niin alhaisia, että niiden saavuttaminen edellyttäisi matalaenergiarakentamisen ratkaisuja. Toteutetuilla ratkaisuilla niiden

saavuttaminen ei käytännössä ole realistista – toteutuneiden rakennuksien optimaalisella toiminnalla voidaan päästä asetetulle minimivaatimustasolle.

Mitkä ovat keskeiset syyt suunnittelutavoitteita korkeampiin kulutuksiin?

- Laskennallinen tavoitekulutus on perustunut optimaalisesti toteutuviin rakenneratkaisuihin ja järjestelmiin, jotka eivät käytännössä toimi täysin suunnitelmien mukaisesti (mm. tuloilmaikkunat, painovoimainen ilmanvaihto, osa aurinkolämpöjärjestelmistä).
- Laskennassa ei ole otettu huomioon käyttöön liittyviä energian kulutusta lisääviä käytännön ongelmia (mm. ylilämmitys, käyttövesiverkoston liian korkea painetaso, liian korkeat kalustevirtaamat, ilmanvaihtokoneen äänitaso, aurinkolämmitysjärjestelmien säätöongelmat).
- Rakenteellisten ratkaisujen energiatehokkuus on suurelta osin tavanomaista tasoa.
- Kulutusseuranta ei ole toteutunut suunnitellulla tavalla varsinkaan käyttöveden huoneistokohtaisen mittauksen osalta.

Onko suunnittelu- tai rakentamisvaiheessa tehty muutoksia, jotka vaikuttavat asetettuihin tavoitteisiin?

- Rakentamisvaiheessa tehtyjä muutoksia ei tullut esille muita, kuin tuloilmaikkunoihin ja painovoimaiseen ilmanvaihtoon liittyvät muutokset.

Toimivatko rakennukset ja niiden tekniset järjestelmät suunnitelmien mukaisesti, vai onko niiden toimintaa haittaavia ongelmia, jotka johtuvat rakentamisvaiheen virheistä?

- Rakentamisvaiheessa oli syntynyt rakennusvirheitä, joita ei kaikkia ollut korjattu takuuaikana eikä edes katselmusajankohtana 2006 keväällä.
- Virheet johtivat energiakulutuksen nousuun erityisesti toimimattomien tuloilma-ikkunoiden, rakenteiden ilma- ja lämpövuotojen sekä aurinkolämmitysjärjestelmien säätöongelmien vuoksi.

Mikä on rakennuksien ylläpidon ja käytön merkitys energiakulutuksessa?

- Energiakulutuksen seurannan tulee perustua realistiseen kuukausittaiseen tavoitekulutukseen ja mahdollisten poikkeaminen analysointiin sekä korjaustoimenpiteisiin.
- Tarkastelluissa kohteissa todettiin tarpeettoman lämmityksen aiheuttavan keskimäärin 7,6 % lisäyksen vuotuiseen kulutukseen, joka ko. kohteissa vastaa energiana yhteensä 196 MWh vuodessa (n. 9 kWh/brm^2).

8 Jatkokehitystarpeita tulevaisuudessa

Eko-Viikin laajuisia kestävän kehityksen aluerakentamisprojekteja ei ole vielä toteutettu muualla Suomessa. Nykytilanteessa on paljon samoja haasteita kuin kymmenen vuotta sitten. Suurimmat haasteet ovat ekotehokkaan rakentamisen nykytilanteeseen soveltuvien ympäristöluokituskriteerien ja tavoitetasojen määrittely sekä soveltaminen ja yhdyskuntarakenteen kokonaisvaikutuksen arvioiminen energian käytössä.

Jatkossa tarvitaan asuinrakentamiseen sopivia ekotehokkaita rakenne- ja järjestelmäratkaisuja, joissa otetaan huomioon ja hyödynnetään vallitsevat pohjoiset ilmasto-olosuhteet.

Seuraavissa luvuissa on esitetty Eko-Viikin perusteella kirjattuja kehitysosa-alueita.

8.1 Rakentamisen laadunvarmistus

Energiatehokkuuden saavuttaminen edellyttää rakennusvirheiden eliminoimista ja taloteknisten järjestelmien saamista käyttöön täysin valmiina, säädettyinä sekä koekäytettyinä. Tavanomaisuudesta poikkeavien aurinkolämpöjärjestelmien käytönopastus ja optimaalinen käyttö edellyttävät erityisosaamista.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä rakenteellisten lämpövuotojen syntymisen estämiseen jo rakennusvaiheessa ja mahdollisten ongelmien korjaamiseen 1. lämmityskauden jälkeen takuutyönä. Käytännössä tämä edellyttää laadunvarmistuksena kattavaa lämpökuvausta rakentamisen aikana ja tarvittavia lisäkuvauksia 1. takuuvuoden lämmityskaudella.

Erikoisjärjestelmät edellyttävät usein ulkopuolista asiantuntemusta, kuten Eko-Viikin rakennuksien aurinkolämpöjärjestelmät. Suunnitteluvaiheessa koettiin ongelmalliseksi aurinkolämpöjärjestelmän suunnittelurajapintojen vastuun jakaantuminen. Oman haasteen ylläpitoon muodostaa järjestelmän hankinnan hajautuminen eri toimittajiin. Aurinkolämmön hyödyntämiselle oli asetettu tavoite 40–50 % käyttöveden lämmitystarpeesta, mutta konkreettista järjestelmätoimitukseen liittyvää sopimusteknistä sitoutumista tämän toteutumiseksi ei vaadittu.

8.2 Tiedon hallinta ja toimivuuden varmistaminen

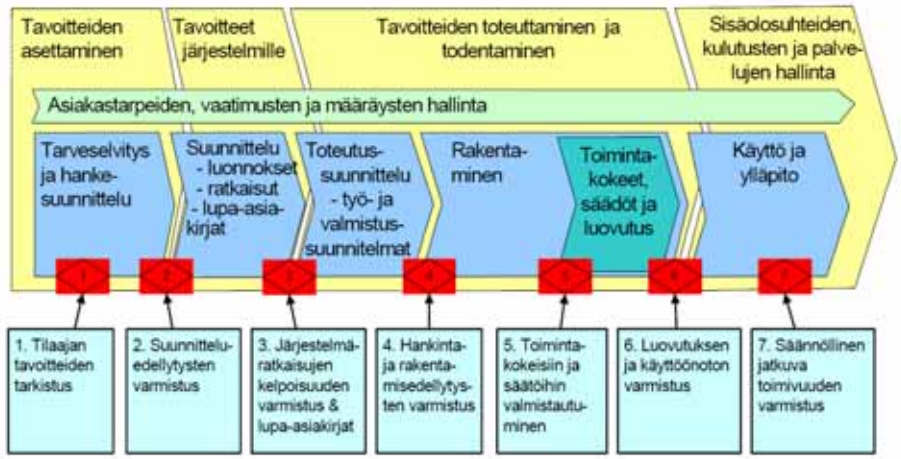
Tiedonsiirto suunnitteluprosessin alkuvaiheesta toteutussuunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöönottoon on pitkä prosessi. Suunnitteluryhmän hallittavissa oleva tietomäärä on suuri ja huolehdittavien tietojen tärkeysjärjestys ei korreloi ko. asian vaatiman työmäärän ja merkittävyyden kanssa, varsinkaan kaikkien energiatehokkuuteen vaikuttavien asioiden osalta. Yksittäiset parannukset ja osaoptimointi eivät johda hyvään lopputulokseen. Energiatehokkuuden varmistamisessa korostuu kokonaisvaltaisen suunnittelun merkitys ja toimintavarmat ratkaisut, joista on konkreettista hyötyä käyttäjälle.

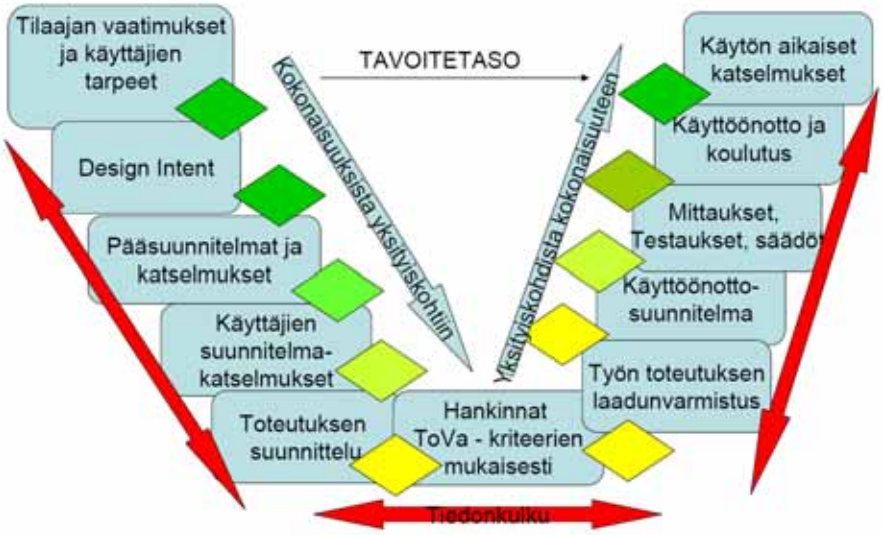
Eko-Viikin projekteissa on edistyksellisellä tavalla muodostettu tavoitetaso ja kriteerit, joiden pohjalta hankkeet tuli toteuttaa. Toisaalta tämän asetetun tavoitetason ja sen edellyttämien ratkaisujen varmentaminen ja todentaminen ei ole ollut jatkuvaa, vaan se jakaantui suunnittelu- ja rakentamisvaiheen toteutusorganisaatioille sekä käyttöönoton jälkeen ylläpidolle. Elinkaariarviointien teko ei ollut systemaattista eikä tavoitteiden dokumentointia ja seurantamittauksia ollut määritelty pakollisiksi.

Energiatehokkuuden tavoitteiden toteutumisen varmistamisessa on selkeästi kysymys ns. hankkeen läpi menevien asioiden varmistamisesta, joka edellyttää jatkuvaa toimivuuden varmistamista eli ToVa-menettelyä (Building Commissioning). Kuvassa 5 on esitetty ToVa-menettely.

Energiatehokkuuden kannalta toimivuuden varmistussuunnitelman painopistealueita ovat mm.:

- sisäilmaston laatuluokka
- energiatehokkuusluokan ja käyttöasteen määrittely
- tavoitekulutuksen laskenta ja erittely
- hankintojen energiatehokkuuskriteerit ja toteutusmuodot
- energiatehokkuutta parantavat erityisratkaisut
- suunnittelun, toteutuksen, käyttöönoton ja takuuajan vastuut sekä laadunvarmistusmenettelyt





Kuva 5. **Toimivuuden varmistamisen (ToVa) systematiikka ja tavoitteiden ja vaatimusten asettaminen. Lähde: ToVa-käsikirja, VTT tiedotteita 2413 ja CUBE T&K-hanke.**

8.3 Elinkaaritoteutusmuodot toiminnallisen laadun varmistamisessa

Ekotehokas rakentaminen ja erityisjärjestelmät edellyttävät tavanomaista rakentamista korkeampaa laadunvarmistusmenettelyä ja toiminnallisuuden varmistamismenettelyä.

Hyviä kokemuksia energiansäästön toteutumisesta eri järjestelmätoimituksissa on viime vuosina saavutettu elinkaaritoteutusmalleissa, joissa käytön aikainen vastuu toteuttajalla on normaalia kahden vuoden takuuaikaa pidempi sekä laajempi.

Samaa periaatetta sovelletaan myös ESCO-projekteissa, jossa toteuttaja (Energy Service Company) sitoutuu energiansäästötoimenpiteen säästöihin ja toimenpiteen investointi katetaan vuotuisilla energiakulutuksen säästöillä.

Teknisesti vaativien energiatehokkuutta parantavien järjestelmien hankinnassa, kuten aurinkolämpö- ja lämpöpumppujärjestelmissä, olisi suositeltavaa käyttää laajennettua elinkaarivastuutoteutusmallia, jolloin järjestelmällä on yksi päätoteuttaja, joka vastaa asetetuista tavoitteista. Toteutusvastuuseen sisällytetään myös kattava energiakulutuksen seuranta, jonka pituus voi olla tavanomaista kahden vuoden takuuaikaa pidempi. Osa urakkahinnasta sidotaan seurannan suorittamiseen ja lisäksi muodostetaan palkkio- ja sanktiojärjestelmä, mikäli asetetut tavoitteet alittuvat tai ylittyvät. Elinkaarivastuumallin käyttäminen edellyttää, että energiankulutuksen tavoitetason lisäksi myös sisäilmaston laatukriteerit sekä kiinteistöhoidon ja ylläpidon työnjako on yksiselitteisesti määritelty koko seuranta-ajalle.

Järjestelmien optimaalinen käyttö edellyttää yhteistyötä niin suunnittelijoiden kuin urakoitsijoiden ja laitetoimittajien kesken. Järjestelmien hienosäätö ja virittäminen jää käytännössä tehtäväksi ensimmäisen takuuvuoden aikana, jolloin myös kiinteistöhoidon tulee saada tarvittava käytönopastus ja tiedot järjestelmien optimaaliseen käyttöön eri vuodenaikoina.

8.4 Energiatehokkuusvaatimukset paremmin mukaan ylläpitoon ja käyttöön

Energiatehokkuus edellyttää teknisten järjestelmien jatkuvaa seurantaa sekä havainnointia myös käyttäjien toiminnasta. Eko-Viikin energiakatselmuksissa esille tullut ylilämmittäminen on tyypillinen ongelma, etenkin keväällä, jolloin auringon puolella sijaitsevat huoneet lämpenevät liikaa. Ongelma jää helposti kiinteistönhoidolta noteeraamatta, sillä asukkaat lisäävät tarvittaessa ikkunatuuletusta.

Rakennuksien käyttöönoton yhteydessä ja takuuaikana myös asukkaiden tiedottaminen rakennuksen teknisten järjestelmien ominaispiirteistä ja energiatehokkuuteen vaikuttavista asioista on tärkeää.

Käytön ja ylläpidon puolella kiinteistöhoidon tulisi selvittää jatkuvasti myös asukkaiden viihtyvyyttä ja toimintaa, vaikka varsinaisia valituksia ei tulisikaan. Energiatehokas toiminta edellyttää myös käyttötapojen jatkuvaa arvioimista. Energiankulutukseen vaikuttavista asioista valveutunut asukas (ns. energiaekspertti) on tärkeä linkki, kun kiinnitetään huomiota vedenkulutukseen, ulkovalojen ja yleisten saunojen aikaohjauksiin yms.

Hyvän energiatehokkuuden ylläpitäminen käytön aikana edellyttää jatkuvaa prosessia toteutuneen tason vertaamisessa asetettuun tavoitteeseen kuukausittain. Tämän lisäksi mahdollinen poikkeama tulee analysoida ja selvittää sekä teettää tarvittavat parannustoimenpiteet.

Energiankulutuksen seurannan toteutuksesta, tavoitteista ja edellyttämästä työmäärästä on sovittava isännöinnin ja kiinteistöhuollon kanssa, sillä se ei vastaa tavanomaista toimeksiantoa, jossa seurantajakso on pidempi ja käytännössä puututaan järjestelmien toimintaan vasta varsinaisissa vikatilanteissa.

Energiatehokkuuden toteutuminen tavoitteiden mukaisesti tulisi olla määritelty myös isännöinti- ja kiinteistöhoidon sopimuksiin.

Ylläpitopuolella energiatehokkuuden tavoitteiden huomioonottaminen on liitettävä kiinteämmin mukaan isännöinti- ja kiinteistönhoitopalveluihin sekä sopimuksiin. Isännöinti ja

kiinteistöhuolto on koulutettava hallitsemaan energiankulutusta sekä sisäilmaston tavoite- ja laatutavoitteita.

Energiatehokkaat rakennukset sekä järjestelmät luovat pohjan kestävälle kehitykselle, mutta yhtä suuri haaste on edistää myös energiatietoisuutta, käyttötapoja, asenteita ja energia-asioihin reagoimista käyttäjien keskuudessa. Jatkossa on kehitettävä energiankulutuksen reaaliaikaista käyttäjäkohtaista mittausta ja laskutusta sekä koulutettava uutta sukupolvea välttämään tarpeetonta energian käyttöä.

LIITE 1 Energiakatselmuksen yhteenveto (kohde A)

Kohde A: As Oy Helsingin Rosmariini

Katselmuksessa havaitut säästöpotentiaalit olivat lämmössä 13 % (75 MWh/a), sähkössä 10 % (4 MWh/a) ja vedessä 18 % (858 m^3/a).

Yhtiö on kaukolämmön piirissä. Huoneistojen lämpötila on liian korkea. Lämmityksen säätökäyrä on liian korkea ja tämä on havaittu jo vastaanottotarkastuksessa, mutta korjausta ei jostain syystä ole tehty.

Huoneistojen kylpyhuoneiden lämmityksestä vastaa käyttöveteen kytketty patteri. Patterit ovat kuitenkin suunniteltua tehontarvetta pienemmät eivätkä riitä tilojen lämmittämiseen. Suosituksena on pattereiden vaihtaminen suunnitelman mukaisiin. Tämä ei tuo säästöä, mutta parantaisi tilojen käyttömukavuutta.

Ilmanvaihtona on huoneistokohtaiset tulo-poistokojeet. Tuloilmavirrat ovat noin 40 % yli suunnitteluarvojen eli perussäätö on jäänyt tekemättä. Kojeet ovat äänekkäitä huolimattoman asennuksen ja puutteellisen äänenvaimennuksen takia.

Vesijohtoverkoston painetaso oli noin 1,5-kertainen tarvittavaan nähden. Yhtiössä on paineenalennusventtiili, joten säätö ei vaadi investointeja.

Toimenpide-ehdotukset:

1. Lämmityksen säätökäyrän alentaminen. Säästö 42 MWh/a. Lämmityksen säätö vähentää merkittävästi tuuletustarvetta, jolloin lisäsäästö lämpöön on noin 7 MWh/a.

2. Vesijohtopaineen alentaminen. Säästö vedessä 858 m^3/a ja lämmössä 26 MWh/a.

3. Piha- ja porrasvalojen lamppujen korvaaminen energiansäästölampuilla uusimisen yhteydessä. Säästö 4 MWh/a, kun kaikki on vaihdettu.

LIITE 2 Energiakatselmuksen yhteenveto (kohde B)

Kohde B: As Oy Auringonkukka

Suoritetussa katselmuksessa todettiin merkittäviä säästöpotentiaaleja niin lämpöenergian kuin kiinteistösähkön kulutuksen osalla. Säästöpotentiaali lämmityksessä oli 22 % (84 MWh/a) ja kiinteistösähkössä 20 % (11 MWh/a).

Yhtiö on kaukolämmön piirissä ja lisäksi käyttöveden lämmitykseen on kytketty aurinkokeräinjärjestelmä. Aurinkolämpöä on yhtiössä saatu suunnitelmien mukaan, noin 38 MWh/a. Hyvin toimiva aurinkolämpöjärjestelmä on yksinkertaisempi kuin muissa katselmoiduissa kohteissa. Aurinkolämpöjärjestelmän kiertonesteessä havaittiin kuitenkin sakkaa ja sen jäätymisraja oli hieman alentunut. Järjestelmän huollosta vastaavan ulkopuolisen hoitajan olisi tyhjennettävä ja huuhdeltava järjestelmä.

Katselmuksessa havaittiin, että lämmityksen säätöjärjestelmän näyttöpäätteet eivät olleet yhteensopivia muun automatiikan kanssa eli järjestelmän asetuksia ei voinut tarkistaa. Tämä on rakennuksen urakoinnissa sattunut virhe ja on kummallista, ettei siihen ole puututtu takuukorjausten yhteydessä.

Ilmanvaihto on koneellinen poisto varustettuna poistoilmalämpöpumpulla. Lämpöpumpun tuottama energia hyödynnetään märkätilojen lattialämmityksiin. Vaikka ilmastoinnissa on tehokas lämmöntalteenotto, katselmuksessa kiinnitettiin huomiota pitkiin täyden tehon käyntiaikoihin ja ylisuuriin poistoilmamääriin.

Talosaunojen lämmitysajat eivät vastanneet saunavuoroja vaan olivat huomattavasti pidemmät.

Kiinteistössä on huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus. Vesikalusteiden virtaamat olivat noin 25 % normivirtaamia korkeammat. Vaikka kalusteet ovat vettä säästäviä, on niillä vaikea saada säästöä, jos virtaamat ovat säätämättä.

Toimenpide-ehdotukset:

1. Asuntojen sisälämpötilat olivat liian korkeat tarkastelluissa asunnoissa. Ehdotuksena oli lämmityksen säätökäyrän alentaminen. Lämpötilatasoa voisi alentaa ainakin 2 astetta jolloin säästö olisi 40 MWh/a. Vaikuttaa siltä, että rakennusaikainen korkea asetus on jäänyt pysyväksi säätölaiteongelman vuoksi. Ilmanvaihtokanavien nuohous ja ilmavirtojen säätö suunnitelmien mukaiseksi. Säästö lämmityksessä 25 MWh/a. Ilmavirtoja ei ole perussäädetty urakassa oikein.
2. Ilmanvaihdon 1/1-tehon käyntiaikojen lyhentäminen. Säästö lämmössä vähintään 10 MWh/a ja sähkössä noin 1,5 MWh/a.
3. Vesikalusteiden virtaamien säätö. Säästö vedessä noin 250 m^3/a ja lämmityksessä 9 MWh/a. Vesikalusteiden virtaamien säätö on jäänyt urakoitsijalta tekemättä.
4. Piha- ja yleisten tilojen valaisinten lamppujen vaihtaminen uusittaessa energiansäästölamppuihin. Säästö, kun kaikki lamput on vaihdettu 3,7 MWh/a. Katselmusraportissa annettiin valaisimiin soveltuvien energiansäästölamppujen tyyppejä.
5. Talosaunojen kiukaiden lämmitysaikojen säätäminen vastaamaan saunavuoroja. Säästö 6 MWh/a.

LIITE 3 Energiakatselmuksen yhteenveto (kohde C)

Kohde C: As Oy Nuppukuja 6

Katselmuksessa havaitut säästöpotentiaalit olivat lämmössä 19 % (69 MWh/a), sähkössä 2 % (1 MWh/a) ja vedessä 9 % (273 m^3/a).

Yhtiö on kaukolämmön piirissä ja lisäksi aurinkolämmöllä lämmitetään käyttövettä. Huoneistojen lämpötilat olivat liian korkeat eli säätökäyrää pitäisi laskea. Asunnon B2 sisälämpötilat olivat muuta tasoa alemmat. Asukas kertoi seinärakenteissa olevan ongelmaa. Aurinkolämpöjärjestelmän tuotto on ollut vain 1/3-osa suunnitellusta.

Lämpimän käyttöveden jäähtymä oli suuri. Järjestelmässä lämpötila laski jopa 48 asteeseen. Järjestelmän kiertoa pitäisi säätää, sillä alle 50 asteen lämpötilat käyttövesiverkossa lisäävät legionellabakteerin lisääntymisriskiä.

Ilmanvaihtona on huoneistokohtainen tulo-poistoilmanvaihto. Kojeiden suodattimet likaantuvat vaihtokuntoisiksi ohjeistusta nopeammin. Ilmanvaihtokojeet ovat äänekkäitä ja osa asukkaista käyttää niitä pienellä teholla. Ilmanvaihtokanavat olivat likaisia. Mitatut ilmavirrat eivät vastaa suunniteltuja.

Joidenkin asuntojen lämmöneristyksiä on korjattu, mutta haastattelujen perusteella ongelmia on vielä. Suosituksena on rakenteiden lämpökuvaus.

Yhtiössä on huoneistokohtainen vedenmittaus. Painetaso oli liian korkea.

Toimenpide-ehdotukset:

1. Lämmityksen säätökäyrän alentaminen: säästö lämmössä 21 MWh/a.

2. Vesijohtopaineen alentaminen ja suihkujen virtaaman säätö: säästö vedessä 273 m^3/a ja lämmössä 7 MWh/a.

LIITE 4 Energiakatselmuksen yhteenveto (kohde D)

Kohde D: As Oy Helsingin Kevätkatu

Katselmuksessa havaitut säästöpotentiaalit olivat lämmössä 10 % (18 MWh/a), sähkössä 26 % (2 MWh/a) ja vedessä 18 % (202 m^3/a).

Yhtiö kuuluu kaukolämmön piiriin. Lämmityksen lämmönsiirrin on toteutuneen kulutuksen perusteella ylimitoitettu. Tämä johtaa huonoon jäähtymiseen ja sitä kautta ylisuureen lämmityslaskuun. Asuntojen lämpötilat ovat liian korkeat, mutta ulkolämpötilojen vaihtelut eivät niihin vaikuta. Perussäätötarvetta ei ole, vaan säätökäyrä on liian korkea. Yhdessä asunnossa on havaittu lämpövuotoja rakenteissa. Kylpyhuoneissa on lämmitysjärjestelmään kytketty lattialämmitys. Järjestelmän automaatiolaitteet eivät toimi suunnitellulla tavalla, vaan talvisin pesuhuoneet ovat liian kuumia ja kesäisin kylmiä.

Lämpimän käyttöveden lämpötila vaihtelee suuresti. Säädin on tarpeen virittää uudelleen.

Ilmanvaihtona on koneellinen poisto ja tuloilmaikkunat. Asunnossa B12 mitattiin lähes olemattomat ilmavirrat. Syynä todennäköisesti auennut liitos runkokanavassa. Asia ilmoitettiin huoltomiehelle välittömästi. Ilmavirrat vaihtelivat myös muissa asunnoissa.

Vesijohtopaine oli noin 1,5-kertainen tarpeeseen nähden.

Toimenpide-ehdotukset:

1. Ilmanvaihtokanavien nuohous ja ilmavirtojen säätö. Tämä saattaa lisätä hieman energiankulutusta, mutta parantaa asumismukavuutta ja sisäilman laatua.

2. Lämmityksen säätökäyrän alentaminen: säästö lämmössä 14 MWh/a.

3. Vesijohtopaineen alentaminen: säästö vedessä 202 m^3/a ja lämmössä 7 MWh/a.

4. Ulko- ja yleisten tilojen valaisimien lamppujen vaihto energiansäästölampuiksi: säästö sähkössä 1,6 MWh/a.

LIITE 5 Energiakatselmuksen yhteenveto (kohde E)

Kohde E: As Oy Helsingin Eko-Helmi

Katselmuksessa havaittiin säästöpotentiaalia lämmön osalta 16 % (42 MWh/a) ja veden osalta 5 % (144 m^3/a).

Yhtiössä on ollut rakenteellisia ongelmia ulkoseinien kanssa. Katselmustalvena on teetetty rakenteiden lämpökuvauksia ja havaittujen puutteiden korjauksesta ei katselmuksen aikoihin ollut tietoa.

Yhtiö on kaukolämmityksen piirissä. Huonelämpötilat ovat huomattavasti normaalia korkeammat. Ulkolämpötila ei vaikuta lämpötilatasoon, joten säätökäyrä on liian korkea. Myös lämpimän käyttöveden lämpötilassa havaittiin huojuntaa sen verran, että se olisi syytä virittää uudelleen.

Asunnoissa on huoneistokohtaiset tulo-poistoilmanvaihtokojeet. Kohteessa koneiden suodattimet likaantuvat normaalia enemmän. Tämä johtaa ilmavirtojen suureen vaihteluun ja suodatinten ohjeistusta tiheämpään vaihtoväliin. Asukkaille olisi tiedotettava tihentyneestä huoltotarpeesta tai suodatinten vaihto olisi järjestettävä keskitetysti huoltoyhtiön toimesta.

Vesijohdon painetaso oli katselmuksen aikana liian korkea.

Toimenpide-ehdotuksia:

1. Ilmanvaihtojärjestelmän säätö ja puhdistus. Toimenpiteellä ei ole säästövaikutusta.

2. Lämmityksen säätökäyrän alentaminen. Säästö 30 MWh/a.

3. Vesijohtopaineen alentaminen olemassa olevalla paineenalennus venttiilillä. Säästö vedessä 144 m^3/a ja lämmössä 4 MWh/a. Tämä on jäänyt putkiurakoitsijalta tekemättä.

LIITE 6 Energiakatselmuksen yhteenveto (kohde F)

Kohde F: KTA Eko-Viikki

Katselmuksessa havaitut säästöpotentiaalit olivat lämmössä 10 % (108 MWh/a), sähkössä 14 % (20 MWh/a) ja vedessä 12 % (1 166 m^3/a).

Yhtiö on kaukolämmön piirissä ja lisäksi aurinkokeräimillä lämmitetään osittain käyttövettä. Aurinkokeräimien kytkennät ovat monimutkaiset ja niissä on manuaalisesti käytettäviä venttiileitä vuodenaikojen mukaan tehtäviä muutoksia varten. Huoltomies ei tee näitä muutoksia ja osin siitä syystä järjestelmän tuotto on jäänyt noin puoleen suunnitellusta. Huoltomies on joutunut lisäämään järjestelmään kiertonestettä noin puolet järjestelmän tilavuudesta katselmustalven aikana. Tämä tarkoittaa, että järjestelmässä on jossain vuoto.

Huonelämpötilat ovat liian korkeat ja tästä johtuen osa asukkaista ilmoittaa tuulettavansa paljon ja pitkiä aikoja.

Ilmanvaihtona on poistoilmanvaihto ja alun perin tuloilmaikkunat, jotka on osin vaihdettu tavanomaisiin 3-lasisiin ikkunoihin ääniteknisistä syistä. Järjestelmässä ei ollut huomauttamista.

Talosaunojen lämmitysajat olivat pitemmät kuin käyttöajat.

Yhtiössä on huoneistokohtainen vedenmittaus. Vesikalusteiden virtaamat ovat kunnossa suihkuja lukuun ottamatta.

Toimenpide-ehdotuksia:

1. Lämmityksen säätökäyrän alentaminen. Säästö vähintään 49 MWh/a.

2. Suihkujen virtaaman säätö. Säästö vedessä noin 1 150 m^3/a ja lämmössä noin 34 MWh/a.

3. Piha- ja yleisten tilojen valaisinten lamppujen vaihtaminen energiansäästölampuiksi uusimisen yhteydessä. Säästö, kun kaikki on vaihdettu 10,3 MWh/a.

4. Kiukaiden lämmitysaikojen säätö vastaamaan saunavuoroja. Säästö 10 MWh/a.

LIITE 7 Eko-Viikin kohteet valmistumisjärjestyksessä

No.	Kohde	Tontti	Valmistunut	Osoite	Kohteen nimi	Rak.	Asuntoja	brm^2	Hall.
1		36101/2	4/2000	Tilanhoitajankaari 20	Pihl. Kiint. Oy / Tilanhoitajank. 20 (SUNH)	ATT	44	4 505	V
2	**C**	36096/3	6/2000	Nuppukuja 6	Helas / Viikin Nuppukuja	HELAS	26	2 700	ASO
3		36096/4	9/2000	Versokuja 3	YH-ASO Versokuja	ESY	31	2 636	ASO
4	**F**	36092/1	9/2000	Tilanhoitajankaari 28	Hgin KTA Ekoviikki	ATT	87	8 265	V
5		36092/2	9/2000	Tilanhoitajankaari 30	Hgin ASO Ekoviikki	ATT	38	3 889	ASO
6	**D**	36098/2	9/2000	Versokuja 2	As Oy Hgin Kevätkatu	ESY	12	1 228	O
7	**B**	36094/6	10/2000	Nuppukuja 3	As Oy Hgin Auringonkukka	SKA	31	2 781	O
8		36101/1	10/2000	Tilanhoitajankaari 22	As Oy Hgin Keltavuokko	SKA	63	6 209	O
9		36092/5	1/2001	Norkkokuja 3	VVO / Norkkokuja	VVO	33	3 836	V
10		36094/2	1/2001	Norkkokuja 4	VVO / Norkkokuja	VVO	28	2 528	V
11	**A**	36091/4	3/2001	Tilanhoitajankaari 17	As Oy Hgin Rosmariini	YIT	49	4 446	O
12		36092/7	3/2001	Norkkokuja 6	Asoasunnot Oy / Ekoviikki	VVO	34	3 327	ASO
13		36094/3	3/2001	Norkkokuja 7	Asoasunnot Oy / Ekoviikki	VVO	34	3 460	ASO
14		36094/5	5/2001	Norkkokuja 10	As Oy Hgin Eko-Keidas	VVO	9	974	O
15	**E**	36093/1	6/2001	Norkkokuja 9	As Oy Hgin Eko-Helmi	VVO	22	2 360	O
16		36101/3	8/2001	Tilanhoitajankaari 18	As Oy Hgin Korianteri	YIT	55	5 384	O
17		36096/2	12/2001	Nuppukuja 4	As Oy Hgin Valkoapila	SKA	31	2 781	O
18		36091/5	3/2002	Tilanhoitajankaari 19	As Oy Hgin Minttu	YIT	23	2 182	O
19		36091/6	10/2002	Tilanhoitajankaari 21	As Oy Hgin Basilika	YIT	28	2 350	O
20		36097/4	10/2002	Versokuja 8	As Oy Hgin Versokuja 8	Ryh.rak	4	652	O
21		36097/8	10/2002	Versokuja 9	As Oy Hgin Elovire	Ryh.rak	4	500	O
22		36091/6	3/2003	Tilanhoitajankaari 23	As Oy Hgin Salvia	YIT	39	3 136	O
23		36095/3	3/2003	Nuppukuja 9	As Oy Niittyleinikki	SKA	21	2 996	O
24		36097/6	6/2003	Versokuja 5	As Oy Hgin Ahonlaita	Ryh.rak	5	680	O
25		36097/7	8/2003	Versokuja 7	As Oy Villa Avena	Ryh.rak	2	743	O
26		36097/5	11/2003	Versokuja 6	As Oy Versokuja 6	Ryh.rak	4	590	O
27		36097/9	8/2004	Versokuja 10	As Oy Hgin Versokuja 10	Ryh.rak	2	477	O
28		36094/9	8/2004	Nuppukuja 5-9	As Oy Hgin Ahomansikka	SKA	44	3 698	O
29		36090/1	8/2001	Tilanhoitajankaari 34	Lastenpäiväkoti Kamomilla	Sosv	-	878	
30		36099/1	8/2002	Kevätkatu 6	Lastenpäiväkoti Auringonkukka	Sosv	-	1 012	
31		36100/1	5/2003	Kevätkatu 2	Viikin normaalikoulu	Opev	-	14 449	

Mustalla merkityt kohteissa tehtiin energiakatselmukset keväällä 2006

Harmaalla merkityt kohteet eivät kuulu kulutusseurantaan

Taulukossa käytetyt lyhenteet:
Rak. = rakennuttaja; Sosv = Helsingin kaupungin sosiaalivirasto,
Opev = Helsingin kaupungin opetusvirasto, Ryh.rak = Ryhmärakentaja
Hall. = hallintamuoto; V = Vuokra-asunto, ASO = Asumisoikeusasunto, O = omistusasunto.

Eko-Viikki ja kohteiden sijainti alueella. Kohteiden kirjaintunnisteet kuten taulukossa.

LIITE 8

Energiakatselmuksissa havaittujen lämmitysenergian kulutuksen pienennystoimenpiteiden vaikutus ominaiskulutuksiin

KOHDE	Suunnittelu-vaiheen laskennallinen tavoitetaso kWh/brm^2	**Vaatimus-taso, PIMWAG** **kWh/brm^2**	**Mitattu kulutus ka. 2003-2006** **kWh/brm^2**	**Toimenpide 1:** Lämmitysverkos-ton säätökäyrän alennus [1)] Ominaiskulutuk-sen alentuminen / alennusprosentti kWh/brm^2	**Toimenpide 2:** Käyttövesiverkoston painetason ja kaluste-virtaamien alennus [2)] Ominaiskulutuksen alentuminen / alennusprosentti kWh/brm^2	**Toimenpide 3:** Aurinkolämpöjärjes-telmän toiminnan tehostaminen [3)] Ominaiskulutuksen alentuminen / alennusprosentti kWh/brm^2	**Toimenpide 4:** Muut toimenpiteet [4)] Ominaiskulutuksen alentuminen / alennusprosentti kWh/brm^2	**Kulutusarvio toimenpiteiden jälkeen** **kWh/brm^2**	Kulutusarvion ylitys vaatimus tasoon nähden
A	50	**105**	**127**	9,5 / -7,4 %	5,7 / -4,6 %	----------	1,6 / -1,2 %	**110**	5 %
B	81	**105**	**128**	13,4 / -10,6 %	3,0 / -2,4 %	Toiminta OK	3,4 / -2,6 %	**108**	3 %
C	81	**105**	**144**	8,2 / -5,7 %	2,6 / -1,9 %	8,8 / -7,0 %	----------	**124**	18 %
D	85	**105**	**163**	12,2 / -7,4 %	6,1 / -3,7 %	----------	----------	**145**	38 %
E	89	**105**	**123**	13,5 / -11,1 %	1,9 / -1,5 %	----------	----------	**108**	3 %
F	92	**105**	**135**	6,0 / -4,4 %	4,1 / -3,0 %	5,3 / -4,0 %	----------	**120**	14 %
Ka.	80	**105**	**137**	10,5 / -7,6 %	3,9 / -2,8 %	4,7 / -3,6 %	2,5 / -1,7 %	**119**	14 %

Toimenpide 1) Huonelämpötilat 1-2 astetta liian korkeat

Toimenpide 2) Kohde A, C, D, E: Painetason alennus kohteissa
Kohde B ja F: Vesikalusteiden virtaamien säätö

Toimenpide 3) Kohde A, D ja E: Ei aurinkolämpöjärjestelmää
Kohde B: Toiminta OK, n. 50 % käyttöveden lämmitystarpeesta eli n. 10 % kokonaisenergiasta
Kohde C: 2002 saavutettu 3 % kokonaisenenergian tarpeesta, joten säästöpotentiaali tavoitteeseen nähden 7 %
Kohde F: saavutettu 6 % kokonaisenenergian tarpeesta, joten säästöpotentiaali tavoitteeseen nähden 4 %

Toimenpide 4) Kohde A: Käyttötapamuutos: tuuletuksen vähentäminen (liittyy toimenpide 1:een)
Kohde B: Ilmanvaihdon 1/1 -tehon käyttöajan lyhennys

Aurinkolämpöjärjestelmä kohteissa B, C ja F. Tuloilmaikkunat kohteissa D ja F. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmön talteenotolla kohteissa A, B, C ja E. Koneellinen poistoilmanvaihto kohteissa D ja F. Huoneistokohtainen vedenmittaus kaikissa kohteissa. Huoneistokohtaiset saunat kohteissa A, D ja E.