

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tutkintotyö

Pentti Hammar

**TALOTEKNIKKAJÄRJESTELMIEN UUDISTAMISEN JA KEHITTÄMISEN MERKITYS KIINTEISTÖN
ENERGIATALOUTEEN PERUSPARANNUKSESSA**

Työn ohjaaja Petri Murtomaa
Työn teettäjä Kiinteistö Oy Maunulan Asunnot
Tampere 2009

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Hammar, Pentti	Talotekniikkajärjestelmien uudistamisen ja kehittämisen merkitys kiinteistön energiatalouteen perusparannuksessa
Tutkintotyö	34 sivua + 6 liitesivua
Työn ohjaaja	Petri Murtomaa
Työn teettävä	Kiinteistö Oy Maunulan Asunnot
Toukokuu 2009	
Hakusanat	Energiataloudellisuus, säästöpotentiaali, taloteknisetjärjestelmät

TIIVISTELMÄ

Energiankulutus on noussut erittäin tärkeään asemaan uudis- ja korjausrakentamisessa. Erilaisilla lainsäädännöllisillä toimenpiteillä sekä rakennusteknisillä menetelmillä ja ratkaisuilla on pyritty pienentämään rakennusten energiantarvetta. EU-direktiivit edellyttävät tiettyä säästötavoitetta tietyssä ajassa. Tässä työssä ei niinkään pyritä suunnittelemaan uusia säästötoimenpiteitä vaan tarkastellaan jo tehdyn perusparannuskohteen taloteknistenjärjestelmien vaikutusta rakennusten energiankulutukseen.

Perusparannettu kohde käsittää 12 asuinrakennusta, jotka on rakennettu vuosina 1950 – 1952. Ennen täydellistä perusparannusta taloihin on tehty joitakin korjaustoimenpiteitä, kuten vesikattojen uusiminen ja ullakoiden lisälämmöneristeen asennus. Taloteknisetjärjestelmät olivat lähes kokonaan alkuperäisessä kunnossa. Lämmitysmuoto muuttui 1970-luvun lomulla kaukolämmöksi. Tällä toimenpiteellä ei ole vaikutusta ennen ja jälkeen remontin energiankulutusvertailuun. Saatujen tulosten pohjalta mietitään erilaisten toimenpiteiden vaikutusta kokonaisenergiankulutukseen.

Talotekniikkajärjestelmien uusiminen ei sinällään ole taloudellisesti kannattavaa, koska takaisinmaksuajat ovat kohtalaisen pitkiä. Uusimisen tuominen muiden tekijöiden, kuten asumismukavuuden parantuminen yms. seikkojen taloudellista merkitystä on mahdoton arvioida.

Tehdyn perusparannuksen pohjalta voidaan karkeasti arvioida sen merkitystä koko Helsingin kaupungin vastaavan asuntokannan energiatalouteen. Helsingin kaupungilla on tämän kaltaista rakennuskantaa n. 248 725 asm² (1 267 340 m³).

TAMPERE POLYTECHNIC
Building department
Pentti Hammar

Engineering Thesis
Thesis Supervisor: Petri Murtomaa
May 2009

Renewing the system of building services in the basic
improvement from point of economical view
34 pages, 6 appendices

ABSTRACT

Energy consumption has become very important matter in new building and renovating projects. By different statutory and construction technique methods and solutions the need of energy in buildings has been tried to cut up. EU-directives demand certain energy saving for a certain time. In this research will not plan new saving methods it only examine the effects of renewing system of building services in pursuance of energy consumption in basic improvement.

The basic improvement consist of twelve residential buildings, which have been built between years 1950-1952. Before the basic improvement there have been done some reparations like renewing the roofs, improvement of attic thermal insulation. The system of building services were mainly in original condition. The heat system was removed in the end of 1970's to district heat. This activity has no influence the energy consumption comparison before and after the basic improvement.

The reports we got can we reflect the influence of various achievements in the totality of energy consumption. Renewing the system of building services as separately achievements is not economical solution because the repayments takes quite long time. The other facts we get when renewing the system of building services like better living comfort and many other things we can only guess economical influences.

The basic improvement made we have a possibility to examine the energy influence of this kind of reparation to the similar building stock of Helsinki city. The city of Helsinki owns residential buildings made in the 1950's about 1 267 340 cubic volume.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
SISÄLLYSLUETTELO	
1. JOHDANTO	4
1.1 Työn tausta	5
1.2 Työn tavoite	6
1.3 Työn suoritus	7
2. PERUSPARANNUSKOHTTEEN LÄHTÖTIEDOT	8
2.1 Tilanne ennen perusparannusta	8
2.2 Lämmitysjärjestelmä	9
2.3 Ilmanvaihtojärjestelmä	9
2.4 Sähköjärjestelmät	9
2.5 Sääto- ja valvontajärjestelmät	9
3.SÄÄSTÖPOTENTIALI	10
3.1 Ulkovaipan lämpövuodot	11
3.2 Rakenteiden lämmöneristävyysaneeraus	12
3.3 Rakennuksen ilmanpitävyys	14
3.4 Lämmöntuottojärjestelmä	14
3.5 Kiinteistösähkö	15
3.6 Vedenkulutus	16
3.7 Painovoimaisen ilmanvaihdon muuttaminen koneelliseksi poistoilmanvaihdoksi	16
3.8 Ikkunat ja ulko- ja parvekeovet	18
4. PERUSPARANNUKSESSA TEHDYT MUUTOKSET	20
4.1 Lämmitysjärjestelmät	20
4.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät	20
4.3 Ilmanvaihtojärjestelmä	20
4.4 Sähköjärjestelmät	21
4.5 Sääto - ja valvontajärjestelmät	22
5. TOTEUTUNEET ENERGIANKULUTUKSEN MUUTOKSET	24
5.1 Lämmitysenergia	24
5.2 Vedenkulutus	24
5.3 Sähkönkulutus	25
5.4 Ilmastointi	26
5.5 Energian tehokkuusluku	27
6. KUSTANNUSMUUTOKSET	29
6.1 Energiasäästö	29
6.2 Perusparannuksen aiheuttamat muutokset	29
6.2.1 Lämmitys	30
6.2.1 Sähkö	30
6.2.3 Vesi	31
7. JOHTOPÄÄTÖKSET	32
LÄHDELUETTELO	34

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta /1/

Kiinteistö Oy Maunulan Asunnot on kokonaan Helsingin kaupungin omistama kiinteistöyhtiö. Kaikki kaupungin tekemät päätökset ja sopimukset koskevat myös tytäryhtiötä. Tässä työssä käsiteltävässä kohteessa Maunulan kansanasunnot on huomioitu konsernin ohjeet, niin suunnittelussa kuin toteutuksessakin. Työssä keskitytään energiankulutuksen muutoksiin perusparannuksessa, jota ohjaa kaupungin ja kauppa- ja teollisuusministeriön tekemä sopimus.

Sopimuksella kauppa- ja teollisuusministeriö ja Helsingin kaupunki sopivat yhteistoiminnasta sellaisten toimenpiteiden toteuttamiseksi, josta valtioneuvoston eduskunnalle antaman selonteon mukaiset Suomen energia- ja ilmastointistrategian tavoitteet edellyttävät. Strategian yksi keskeinen kulmakivi on Kioton pöytäkirjan kasvihuonekaasujen rajoittamisvelvoitteentäyttämisen.

Sopimuksella pyritään ensisijaisesti energiatehokkuuden parantamiseen, mutta siihen liittyy myös uusiutuvan energian edistämiseen liittyviä tavoitteita ja toimenpiteitä. Toukokuussa 2006 voimaan tullut direktiivi asettaa EU:n jäsenvaltioille ohjeellisen yhdeksän prosentin energiansäästö tavoitteen jaksolle 2006 - 2016. Säästö lasketaan vuoden 2005 tasosta ja velvoittaa varmistamaan, että julkisella sektorilla on direktiivin mukaisessa energiansäästön edistämässä esimerkillinen rooli.

Energiansäästö- ja tehokkuustoimenpiteet voivat olla teknisiä tai liittyä toimintatapoihin, käyttäytymiseen ja energiaa kuluttavien laitteiden käyttöön. Energiansäästön edistämässä otetaan aina huomioon turvallisuus ja terveellisyys esimerkiksi rakennusten sisäilmassa. Oikein toteutetut säästötoimenpiteet parantavat ja ehkäisevät osaltaan rakennusten kosteusvaurioita ja homeongelmia.

Helsingin kaupunki asettaa säästö tavoitteiden saavuttamiseksi välitavoitteet vuosille 2010 ja 2012. Kaupunki kehittää rakennusten suunnittelun ohjausta siten, että kaupungin uudis- ja

korjausrakentamisen laite-, rakennusosa- ja järjestelmävalinnoissa otetaan huomioon investointikustannusten lisäksi myös rakennuksen tulevat energia- ja muut käyttökustannukset Uudis- ja korjausrakennuskohteissa tulee teknisen valintojen perustua mahdollisimman suuressa määrin elinkaariedullisuuteen ja energiatehokkuuteen. Muita energiansäästötoimenpiteitä on energiakatselmusten tekeminen ja niissä havaittujen energiansäästömahdollisuuksien toteuttaminen. Kaupunki käynnistää energiansäästöä edistäviä kokeiluhankkeita ja ottaa käyttöön kustannustehokkaita toimintamalleja.

Vertailun vuoksi tässä on tietoja Helsingin kaupungin asuinkiinteistöjen energiankulutuksesta. Helsingin kaupunki omisti vuonna 2008 n. 43 000 aravavuokra-asuntoa.

Rakennusten kokonaistilavuus oli 11 325 545 m³ ja huoneistoala oli 2 628 375 m² ja asukkaita. Asuinkerrostalot ovat 52 % kaupungin rakennuskannan kokonaispinta-alasta.

Aravakiinteistöyhtiöiden energian ja veden kulutuskehitys. /2/

	2006	2007
Kaukolämpö (kWh/m ³)	52,6	52,6
Kiinteistösähkö kWh/m ³)	4,9	4,9
Vesi (litraa/as/vrk/	169	172

Kaukolämpö on merkittävin lämmitysmuoto kaupungin omistamissa kiinteistöissä Helsingin alueella. Sen osuus kokonaislämmönkulutuksesta oli lähes 99%.

Talotekniikka on yhteisnimitys kiinteistön ja liittyvien teknisten palvelujen, järjestelmien ja laitteiden muodostamalle kokonaisuudelle. Talotekniikka käsittää myös kiinteistön energiankäytön tehokkuuden ja ympäristövaikutukset sekä tilojen viihtyvyyteen ja käyttömukavuuteen liittyvät tekijät. Talotekniikalla tuotetaan kiinteistöissä ja tiloissa tapahtuville toiminnoille hallitut olosuhteet. Näitä ovat mm. ilman, veden, lämmön, energian, valon ja tiedon välittäminen sekä turvallisuus- ja liikkumispalvelut. Keskeisen osan tästä tekniikasta muodostavat LVI- ja sähkötekniikka. Talotekniikkaan kuuluu myös jäähdytys-, tele- ja data- sekä palontorjuntajärjestelmät. Rakennuksen teknisiin järjestelmiin liittyvää ohjausautomaatiota kutsutaan rakennusautomaatioksi.

1.2 Työn tavoite

Tutkintotyön tavoitteena on selvittää perusparannuskorjauksen yhteydessä uusittujen talotekniikkajärjestelmien vaikutus eri energiamuotojen kulutusmuutoksiin ja kiinteistön kokonaisenergiankulutukseen. Tarkoitus on myös tarkastella järjestelmien uusimisen ajankohdan tarkoituksenmukaisuutta ja eri ratkaisumallien valitsemista, joiden käyttäminen on teknisesti mahdollista ja kokonaistaloudellisesti kannattavaa.

Perusparannettu kohde on rakennettu 1950 - 1952 sen hetkistä tekniikkaa käyttäen ja asumisvaatimukset täyttäen. Kohde on laajuudeltaan sen suuruinen, että työn tulosten perusteella voi tehdä energiankulutusvertailuja kaupungin omistamiin vastaaviin kiinteistöihin.

1.3 Työn suoritus

Työssä on tutkittu energiankokonaiskulutusta ennen ja jälkeen suoritetun perusparannuksen. Energiankulutus perustuu mitattuihin kulutuksiin. Lämmitysenergian kulutus on normalisoitu vertailun helpottamiseksi.

Tarkasteltavan kohteen kulutustietoja on verrattu Helsingin kaupungin omistamien vastaavien kohteiden tilastoituihin kulutuslukemiin sekä VTT:n tekemään energiansäästötoimenpidetutkimukseen. Talotekniikkajärjestelmien uusimisen vaikutusta kiinteistön energiankulutukseen ja energiataloudellisuuteen on selvitetty vertailemalla eri energiamuotojen kulutusmuutoksia ennen ja jälkeen perusparannuksen.

Järjestelmien uusimisen taloudellista järkevyyttä pohditaan niiden takaisinmaksuaikojen ja energian hinnan kehittymisen näkökulmasta. Talotekniikkajärjestelmien oikeata uusimisajankohtaa ja tarkoituksen mukaisuutta selvitetään vertailemalla toimenpiteiden kustannusvaikutuksia eri tilanteissa. Kannattaako järjestelmät uusia erillisinä korjauksina vai perusparannuksen yhteydessä. Asumismukavuuden lisääntymisen ja asuinolosuhteiden terveellisyyden paranemisen merkitystä ei voida mitata taloudellisuuden mittareilla, joten niiden taloudellista vaikutusta ei ole pohdittu.

2 PERUSPARANNUSKOHTIEN LÄHTÖTIEDOT

2.1 Kiinteistö Oy Maunulan kansanasunnot /7/

Maunulan kansanasuntojen alueeseen kuuluvat rakennukset sijaitsevat kolmessa eri korttelissa. Rakennuksia on yhteensä 15 kpl, joissa on 252 asuntoa (13 527 asm²) ja liiketilaa on 733 m², rakennustilavuus on kokonaisuudessaan 86 830 m³.

Alueella on voimassa vuonna 1957 vahvistettu asemakaava. Yleiskaavassa vuodelta 1992 kahdessa korttelissa sijaitsevat rakennukset on luokiteltu kulttuurihistoriallisesti arvokkaiksi siten, että alueella tapahtuvat muutokset tulee tehdä niin, ettei alueen kulttuurihistoriallisia, rakennustaiteellisia ja kaupunkikuvallisia ominaispiirteitä turmella. Vuonna 2002 koko alue asetettiin rakennuskieltoon. Asemakaavan muutos on edelleen kesken.

Asuinrakennukset on rakennettu vuosina 1950 - 1952. Suunnittelijoina ovat toimineet arkkitehdit Viljo Rewell ja Keijo Petäjä. Rakennukset ovat osittain tiili- ja osittain betonirunkoisia 3-kerroksisia ja koko kerroksen laajuisilla kellaritiloilla varustettuja. Julkisivut ovat pääosin puhtaaksimuurattua tiiltä, osittain betonielementtejä. Ikkunat ovat kaksilasisia puuikkunoita, yhdessä talossa olohuoneiden ikkunat ovat erittäin suuret. Välipohjat on tehty betonista. Parvekkeet ja parvekekaiteet ovat betonia. Vesikatto on tehty betonitiileistä

1980-luvulla taloissa on tehty erillisiä korjaustöitä. Kahdessa rakennuksessa on uusittu parvekkeet. Osassa rakennuksista on uusittu ikkunoita, kylpyhuoneista on poistettu ammeet sekä lisätty yläpohjan lämmöneristystä 200 millimetriä paksulla puhallusvillalla.

2.2 Lämmitysjärjestelmä /7/

Koko aluetta palvelee yksi kaukolämpöön liitetty lämmönjakokeskus. Kauimmaisat talot ovat yli kahden sadan metrin päässä lämpökeskuksesta. Lämmitysjärjestelmä on kaksiputkijärjestelmällä toteutettu vesikiertoinen patterilämmitys. Patterit on varustettu termostaattisilla patteriventtiileillä

2.3 Ilmanvaihtojärjestelmä /7/

Asunnoissa on painovoimainen ilmanvaihto. Saunaosastoissa ja talopesuloissa on koneellinen poistopuhallus.

2.4 Sähköjärjestelmät /7/

Kiinteistö sähköjärjestelmät edustavat 1940/1950-luvun vaihteen suunnittelua.

Osittain asennukset ovat alkuperäisiä. 1980-luvulla sähkölaitteita on uusittu.

Pihavalaistusta on uusittu 1980-luvulla.

2.5 Sääto- ja valvontajärjestelmät /7/

Pihavalaistusta ohjataan hämäräkytkimellä ja kellolla keskitetysti. Lämmityslaitteiden kuntoa ja energiankulutusta seurataan viikoittain.

Kuva 1. Yhden korttelin taloja.



3. SÄÄSTÖPOTENTIAALI

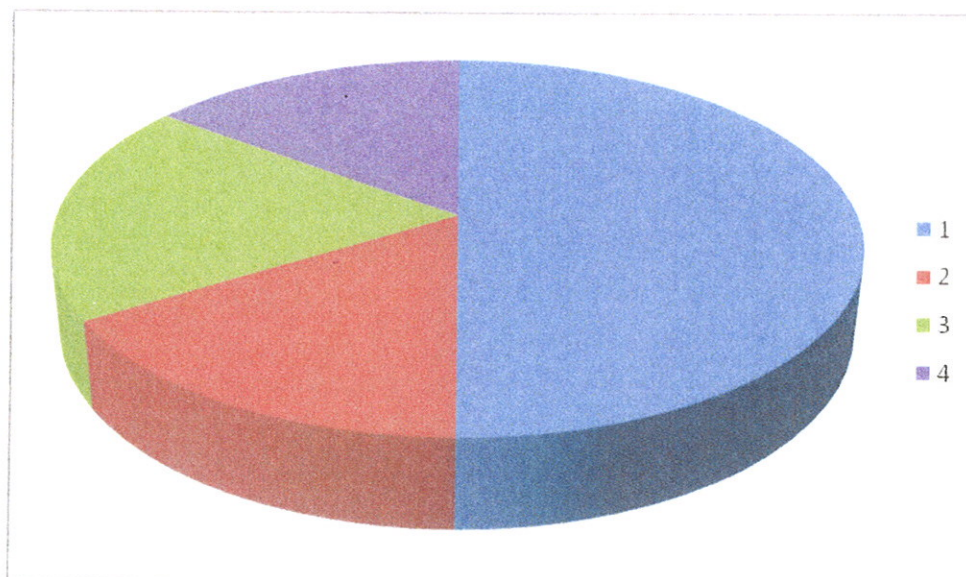
3.1 Ulkovaipan lämpövuodot /3/

Asuinkerrostalon ulkovaipan lämpövuodosta aiheutuu noin puolet rakennuksen lämmityksen energiantarpeesta ja toinen puoli ilmanvaihdosta. Mitattu kokonaisenergiankulutus pitää sisällään sekä huonetilojen lämmitykseen tarvittavan energian että lämpimän käyttöveden tuottamiseen tarvittavan energian. Näiden osuudet jakaantuvat likimain suhteessa 60/40 /6/.

Ilmanvaihdon ja rakennuksen vaipan osien johtumishäviöiden osuuksista RakMr D5 /4/

1. ilmanvaihto	50 %
2. ikkunat	16 %
3. seinät	19 %
4. ylä- ja alapohjat	15 %

Kuva2. Vaipan osien johtumishäviöt.



Rakennusten lämmityksen osuus Suomen hiilidioksiidipäästöistä on kolmannes, siksi energiankulutuksen seuraamiseen kannattaa panostaa ja uhrata resursseja. Energiakustannukset ovat kerrostalomuotoisessa asuinkiinteistössä yli kolmannes kaikista hoitomenoista.

Energiakustannusten osuus hoitokuluista (Motiva)

- lämmitys 38%
- vesi ja jätevesi 11%
- kiinteistösähkö 4%

Lämmitysenergiakustannuksen osuus kaikista energiakustannuksista on yli 60 %, veden osuus n.25 % ja sähkön osuus 10 - 15 %. Järkevällä energiankäytöllä asumisen energiankulutuksesta voidaan vähentää jopa 10 – 15 %.

Tarkasteltavassa kohteessa kokonaisenergiakustannukset olivat vuonna 2008 1,58 €/asm²/kk, jakautuen seuraavasti: lämmitys 0,99 €/asm²/kk, vesi 0,35 €/asm²/kk ja sähkö 0,24 €/asm²/kk.

Tilanne ennen perusparannusta vuonna 1999 oli (ind-korjattu 2008) seuraavanlainen: lämmitys 0,84 €/asm²/kk, vesi 0,35 €/asm²/kk ja sähkö 0,15 €/asm²/kk.

Lämmityksen ja veden osuus energian kokonaiskulutuksesta saattaa nousta jopa 90 %:iin. Niiden kulutuksen tarkalla seuraamisella ja asian merkityksen saattamisella käyttäjien tietoisuuteen voidaan saavuttaa taloudellisia hyötyjä, joiden merkitys hoitovuokratason on noin 5 – 10 %.

3.2 Rakenteiden lämmöneristävyysaneerauksen potentiaali /3/

Nykyvaatimukset täyttävien rakenteiden toteuttaminen ei olisi mahdollista 50 vuotta sitten käytössä olleilla materiaaleilla ja rakenteilla. Rakenteista olisi tullut huomattavan paksuja ja kalliita. Toisaalta nykyisillä materiaalilla lämmöneristysvaatimusten täyttäminen on yksinkertaista ja helppoa. Rakennuksen ulkovaipan osien lämmöneristämisvaatimukset ovat vuosikymmenten aikana kiristyneet. Rakentamismääräyskokoelman C 3 eri rakennusosien suurimmat sallitut lämmönläpäisykertoimet on esitelty taulukossa 1.

Taulukko 1. Suurimmat sallitut lämmönläpäisykertoimet (W/m²/K) asuinrakennuksen eri rakennusosille vuosien 1962 ja 2003 rakentamismääräysten mukaan /5/ ja /6/.

Rakennusosa	1962		2003	
	lämmintila	puolilämmin tila	lämmintila	puolilämmin tila
Seinä	0,41	0,93	0,25	0,4
Alapohja (ulkoilmaa vastaan)	0,41	0,70	0,16	0,3
Maan vastainen rakenne	0,47		0,25	0,36
Välipohja				0,36
Yläpohja	0,41	0,58	0,16	
Ikkunan valoaukko	3,14	3,14		
Oven umpiosa				
Ikkuna			1,4	1,8
Ovi			1,4	1,8

Rakennusten lämmöneristävydestä oli määräyksiä myös vuosina 1978 ja 1976 julkaistuissa rakentamismääräyskokoelman osassa C 3. Tätä ennen vuoden 1969 asuinrakennusten lämmöneristysnormeissa (RIL 66) Suomi oli jaettu kahteen vyöhykkeeseen.

Ensimmäiset varsinaiset lämmöneristysnormit ilmestyivät vuonna 1962, lämmöneristysnormit RIY A43. Tätä ennen oli julkaistu ohjekirjasia "Asuinrakennusten seinämien lämmönläpäisyluvut ja niiden suositeltavat enimmäisarvot", joista ensimmäinen painos on vuodelta 1949.

Verratessa vuoden 1962 lämmöneristysnormien arvoja vuoden 2003 rakentamismääysten vaatimukseen havaitaan, että ulkoseinien osalta vaatimukset ovat tiukentuneet nelinkertaisiksi kivirakenteisella seinällä. Myös muiden rakennusosien sallitut lämmönläpäisyt ovat pudonneet 30 – 50 prosenttia. Vaikka rakennusten ulkovaipan kautta tapahtuva lämmönhukka on ratkaisevasti pienempi nykypäivän rakennuksessa, vanhojen rakennusten saneeraaminen vain energiansäästön vuoksi on harvoin kannattavaa. Suurin hyöty energiankorjauksella saavutetaan, kun lämmöneristävyyden parannus tehdään jonkin muun saneerauksen yhteydessä. Tarkasteltavassa kohteessa ulkoseinien lisälämmöneristämisen tekeminen rakennuksen ulkopuolelta ei olisi ollut mahdollista vireillä olevan asemakaavamuutoksen takia. Tässä tapauksessa ulkoseinien ulkopuolinen lisälämmöneristäminen ei olisi ollut muutenkaan kannattavaa, koska julkisivumuuraus oli hyväkuntoinen. Sisäpuolinen lisälämmöneristäminen olisi aiheuttanut vähennyksen huoneistojen pinta-aloihin aiheuttaen jatkossa vuokratuottojen vähentymisen.

Yläpohjan lisälämmöneristäminen rakennuksissa olisi ollut helppoa, koska ullakkotila on avoin, eikä siellä ole asumiseen liittyviä tiloja. Yläpohjan lämmöneristystä on parannettu 1980-luvun puolivälissä puhallusvillalla noin 200 mm:n kerroksella.

Perusparannuksen yhteydessä tehty saman paksuinen lisälämmöneristyskerros olisi maksanut n. 92 000 €. Toimenpiteellä saatu energiansäästö olisi ollut 145 Mwh/a, n. 4500 €/a. Investoinnin takaisinmaksuajaksi olisi tullut sen hetkisillä kustannuksilla yli 20 vuotta.

Alapohjan lisäeristäminen ei olisi ollut kohteessa taloudellisesti järkevää eikä muutenkaan tarpeellista, koska pohjakerros sijaitsee n. puolitoista metriä maanpinnan alapuolella. Perusmuurin tai sokkelin vedeneristävyyttä ja salaojien toimivuutta parannettiin.

Ikkunoiden ja ovien kokonaispinta-ala on asuinrakennuksissa 10 - 15 % huoneistopinta-alasta ja samaa luokkaa ulkoseinien pinta-alasta. Ikkunoiden ja ovien kautta tapahtuva lämpövuoto voi olla samaa luokkaa kuin ulkoseinien kautta tapahtuva. Ikkunoiden ja ovien uusiminen perusparannuksen yhteydessä oli energiataloudelli-

uuden osalta kannattava toimenpide muihin ulkovaipan rakenteiden lämmön-eristämissaneerauksiin verrattuna. Ikkunoiden kokonaispinta-ala on n. 1600 m² ja niiden uusiminen kaksilasisesta ikkunatyypistä kolmilasiseen olisi ollut joka tapauksessa edessä lähitulevaisuudessa. Ikkunoiden vaihtaminen perusparannuksen yhteydessä oli perusteltua. Ikkunoiden uusiminen vain energiansäästön vuoksi on harvoin kannattava remontti. Saavutettu hyöty verrattuna remontin kustannuksiin on pieni. Ikkunoiden vaihtamisen tuomat muut positiiviset vaikutukset ovat usein tavoiteltavia seikkoja asumismukavuuden kannalta. Ikkunoiden uusimisen kustannukset olivat n. 520 000 €. Kaksilasisen ikkunan U-arvo on 2,7 W/m² K ja lämpölasielementillä varustetun kolmilasisen ikkunan U-arvo on 1,3 W/m² K. Teoreettisesti ikkunoiden uusimisella saavutettu energiasäästö on 1136 Mwh/a, 35 255 €/a, takaisinmaksuaika n. 15 vuotta.

3.3 Rakennuksen ilmanpitävyyden parantaminen /3/

Rakennuksen ilmanpitävyyden parantaminen vähentää hallitsematonta, energiankulutusta aiheuttavaa vuotoilmanvaihtoa. Ilmanvuotoa aiheutuu rakennusosien välisistä liitoksista, läpivienneistä ja tiivisteiden puutteesta. Ilmanpitävyyttä kuvataan 50 P paine-erolla mitatulla ilmapuotokertoimella. Tyypillisesti se on 2 - 4 vaihtoa/h. Tiiviissä talossa kerroin on alle 1 vaihtoa/h ja hatarassa yli 5 vaihtoa/h. Halvin ja helpoin rakennuksen ilmanpitävyydestä huolehtiminen on pitää ikkunoiden ja ovien tiivisteet kunnossa ja uusia tarvittaessa. Monissa vanhoissa taloissa ei ole erikseen suunniteltuja korvausilmareittejä ja korvausilman on ajateltu tulevan suureksi osaksi ikkunoiden ja ovien puutteellisen tiivistyksen kautta. Muuttamalla tiivisteet nykyaikaisiksi kumi- tai muovitiivisteiksi voidaan saavuttaa huomattavia energiansäästöjä lämmityksen osalta, mutta se tapahtuu viihtyisyyden ja terveellisyyden kustannuksella. Perusparannuksen yhteydessä tehtyjen ilmanvaihto-, vesi ja viemäriputkien samoin kuin sähköjohtojen ja -kalusteiden läpivientien tulee olla tiiviitä. Rakenteiden välisten saumojen tiivistystä voidaan parantaa esimerkiksi saumausvaahdolla ja/tai elastisella saumausmassalla.

3.4 Lämmöntuottojärjestelmä /3/

Rakennusten energiankulutusta verrataan yleensä ominaiskulutusluvun avulla, joka lasketaan yleensä huoneistoneliometriä (htm²), bruttoneliometriä (brm²) ja rakennustilavuutta (rm³) kohden. Energiankulutuksen arvioinnissa on tärkeää erottaa lämmitysenergian ja sähköenergian osuus.

Lämmitysenergian kulutukseen vaikuttavia tekijöitä ovat

- rakennuksen tilaohjelma ja rakennuksen koko
- rakennuksen pohjaratkaisu
- rakenteet
- talotekniset järjestelmät
- tilojen käyttöajat ja tilojen tekninen varustetaso
- käyttäjien lukumäärä
- käyttötottumukset
- rakennuksen sijainti.

Tilaohjelman tehokkuudella on merkitystä energiankulutukseen, mutta siihen on vaikea vaikuttaa jo olemassa olevassa kiinteistössä. Siksi se on jätettävä energiatalouden arvioinnin ulkopuolelle. Rakenteisiin ja taloteknisiin järjestelmiin voidaan perusparannuksessa vaikuttaa. Viranomais määräyksissä on esitelty ne vaatimukset, joita rakenteiden ja taloteknisten järjestelmien suunnittelussa ja toteutuksessa tulee noudattaa.

Helmikuussa 2007 perusparannuksen jälkeisessä huoneistojen lämpömittauksissa mitattiin lämpötilat 82 asunnossa.

Lämpötilat jakautuivat seuraavasti:

19 - 20 astetta	2 kpl
20 - 21 astetta	3 kpl
21 - 22 astetta	14 kpl
22 - 23 astetta	43 kpl
23 - 24 astetta	15 kpl
Yli 24 astetta	5 kpl

Ulkoilämpötilat vaihtelivat -10 ja -14 asteen välillä. Patteriverkoston menoveden lämpötila vaihteli 43 - 48 C asteen välillä ja paluueden lämpötilan 25 - 30 C asteen välillä. Huoneistojen lämpötilat ovat mittausten mukaan pääsääntöisesti korkeita.

Huoneilämpötilojen alentaminen 1 - 2 astetta toisi n. 32 Mwh/a säästön

lämmitysenergian kulutuksessa. Investoinnin arvo tulisi olemaan vähäinen, koska huoneistojen lämpötilojen seuranta olisi vaivatonta huoneistoihin (n. 20 kpl) asennettujen kaukoluettavien lämpötila-antureiden avulla.

Verratessa vuosien 2007 ja 2008 lämmönominaiskulutusta voidaan olettaa, että asuntojen lämpötilojen tarkkailua on tehostettu.

Ominaiskulutus 2007 55,5 kWh/m³

2008 46,9 kWh/m³

Helsingin Energian kaukolämpötariffin mukainen säästö on yli 16 000€/vuodessa.

3.5 Kiinteistösähkön säästöpotentiaali

1950-luvun rakennusten sähkötekniinen varustetaso on vaatimatonta.

Perusparannuksen yhteydessä mahdollisuudet vaikuttaa kiinteistösähköenergian kulutukseen ovat periaatteessa vähäisemmät kuin uudisrakentamisessa, koska runkoon ei yleensä tehdä muutoksia. Siksi säästöpotentiaalin pääpaino on valonlähteissä, valaistustavoissa ja valaistuksen ohjauksessa.

Tarkasteittaessa kiinteistösähkön kulutusta ennen ja jälkeen perusparannuksen havaitaan, että kiinteistösähkönkulutus on lisääntynyt yli 50 %. Muutoksen selittää rakennuksissa tapahtuneet tilamuutokset, saunojen, pesuloiden yms. tilojen lisääntyminen, vaikka valaistuksessa on käytetty ns. energiansäästölamppuja ja laitteiden käyttöajat on minimoitu erilaisilla ohjausjärjestelmillä.

Kiinteistöjen sähkön ominaiskulutus on n. 6,0 kWh/rm³ (vastaavien asuinkiinteistöjen ka. 12,3 kWh/rm³). Huoneistojen kylpyhuoneiden lattioiden mukavuuslämmitys ja ilmanvaihdon poistopuhaltimien sähkönkulutus menee huoneistomittareiden kautta. Kun tämä sähkönkulutus lisätään kiinteistösähkönkulutukseen päästään likimain keskiarvo-ominaiskulutukseen.

Perusparannuksen yhteydessä on mahdollista saada aikaiseksi säästöjä kiinteistösähkön kustannuksissa. On pyrittävä sähkölaitteiden käyttöaikojen optimointiin ja reaaliaikaiseen reagointiin käyttöajoissa tapahtuviin muutoksiin.

3.6 Vedenkulutuksen säästöpotentiaali

Kiinteistön vedenkulutuksessa ei tapahtunut kovin suurta muutosta peruseräparannuksen yhteydessä. Kulutus lisääntyi n. 2 %:n verran.

Kiinteistöissä 1980-luvulla tehtyjen vesikalusteiden uusimisen ja kylpyhuoneista poistettujen ammeiden takia kulutuksen lisäys jää pieneksi.

Huoneistoissa ei ole asuntokohtaisia vesimittareita. Niiden puuttumisen vuoksi l/henkilö/vrk kulutus ei ole välttämättä oikea, koska se perustuu oletettuun asukasmäärään.

Vedenkuluttamiseen vaikuttaminen on vaikea asia, koska todelliseen kulutukseen perustuva laskutus puuttuu. Käyttötottumusten muuttaminen on harvoja keinoja vaikuttaa vedenkulutukseen vähentävästi.

Vedenkulutuksen vähäinen muutos ei juuri vaikuta lämpimänkäyttövedenenergiaan.

3.7 Painovoimaisen ilmanvaihdon muuttaminen koneelliseksi poistoilmanvaihdoksi

Painovoimaisen järjestelmän muuttaminen täysin koneelliseksi vastaa käytännössä uuden ilmanvaihtojärjestelmän rakentamista. Tällaisessa korjauksessa on yleensä noudatettava voimassa olevia ilmanvaihtomääräyksiä, ilmavirtojen mitoituksen ja kanaviston tiiviyyden osalta.

Olemassa olevan rakennuksen remontin yhteydessä tulee harkita perusteellisesti ilmanvaihtojärjestelmän muutosta. Suuret purku- ja asennustyöt ovat kalliita, vanhojen poistohormien käyttö on yleensä perustelematonta.

Rakennuksen alipaineisuusvaatimuksien takia koneellinen tuloilmavirta mitoitetaan 10 - 30 % pienemmäksi kuin poistoilmavirta. Täysin koneellisessa ilmanvaihtojärjestelmässä ulkovaipan epätiiviyys aiheuttaa herkästi läpivetoa ja energiahukkaa. Hatarat rakenteet vaikeuttavat tuloilmavirtojen mitoittamista ja ilman vaihtuvuuden hallittavuutta.

Tarkasteltavassa peruseräparannuksessa painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä muutettiin koneelliseksi poistoilmanvaihdoksi. Aikaisemmin puuttunut korvaussilmansaanti järjestettiin tulevaksi lämmityspattereiden kautta esilämmitettynä.

Ilmanvaihdon tehostumisen vaikutus lämmitysenergiankulutukseen lisääntymiseen voidaan karkeasti arvioida olevan n. 5 %.

3.8 Ikkunat ja ulko- ja parvekeovet /4/

Ikkunat ja ovet joudutaan uusimaan tai kunnostamaan perusteellisesti ainakin kerran rakennuksen käyttöiän aikana. Muiden rakennuksen ulkovaipan osiin verrattuna ikkunat ja ovet ovat tässä kohteessa poikkeus. Vaikka rakennusmääräykset eivät edellytä ovien ja ikkunoiden lämmöneristävyyden parantamista perusparannuksen yhteydessä se on kuitenkin taloudellisesti kannattavinta tehdä suuremman remontin yhteydessä.

Energiansäästöikkunoiden käyttö ikkunaremonteissa on ainoa taloudellisesti kannattava tapa vähentää rakennuksen energiankulutusta. Lisäksi hyvin lämpöeristävät ikkunat parantavat myös asumisviihtyisyyttä, jonka mittaaminen rahassa on vaikeaa. Kaksilasisten ikkunoiden vaihtaminen energiansäästöikkunoiksi pienentää ikkunan lämpöhäviötä ja säästö voi olla jopa 15 % lämmitysenergiasta ja 7 % kokonaisenergiankulutuksesta.

Rakennuksen lämmitysenergiankulutukseen vaikuttaa ikkunaremontin lisäksi myös monia muita tekijöitä. Ikkunat vaikuttavat rakennuksen ulkoseinien ilmanpitävyyteen ja lämmöneristävyyteen ja siten koko rakennuksen lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän toimintaan. Ikkunaremontilla saatu energiansäästö voi olla suurempikin kuin teoreettinen arvo, koska

- vanhan ikkunan ja seinän välinen liitos oli epätiivis ja ikkunanvaihdon myötä se tulee täysin tiiviiksi. Seinän eristepaksuus on esimerkiksi elementin valuvaiheen aikana puristunut kasaan, jolloin ikkunan merkitys ulkoseinän lämmöneristävyyden on suunniteltua suurempi. Ikkunanlämmöneristävyyden parantaminen lisää merkittävästi ulkoseinän keskimääräistä lämmöneristävyyttä.
- ikkunaremontin ja sen jälkeen tehtävien lämmitys- ja ilmanvaihtosäätöjen avulla rakennus on mahdollista saada yhden asteen toleranssilla tasalämpöiseksi. Tällöin rakennuksen keskilämpötila laskee. Arvioidaan, että

yhden asteen lämpötilan lasku vähentää rakennuksen lämmitysenergi-
ankulutusta 5 %. Samalla liikalämmön tuuletustarve häviää.

- ikkunaremontin yhteydessä asennetut raitisilmaventtiilit mahdollistavat
riittävän ilmanvaihdon ilman ikkunan aukkipitoa. Näin ollen puuttuvien
raitisilmaventtiilien takia tapahtuva tuuletustarve poistuu, mikä vähentää
energiansäilytystä.

Ikkunaremontin avulla saatu energiansäästö voi olla joskus pienempi kuin teoreet-
tinen laskenta-arvo.

- lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien säätöä ei tehdä remontin jälkeen. Liika
lämpö tuuletetaan ikkunoista ulos. Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien
säätö tulee tehdä aina ikkunaremontin jälkeen.
- rakennuksessa alunperin ollut liian pieni ilmanvaihto ja ikkunaremontin
yhteydessä asennettujen raitisilmaventtiilien myötä saatu riittävälle tasolle.
- ikkunan ja seinän väliset liitokset on tiivistetty huonosti.

4 PERUSPARANNUKSESSA TEHDYT MUUTOKSET

4.1 Lämmitysjärjestelmät /8/

Lämmitysjärjestelmä täyttää RakMK osien C6, D2, D3, D5, E1, E3 ja F1 sekä terveydenhoitolain ja -asetuksien vaatimukset. Säätolaitteet ovat sähköturvallisuusmääräysten mukaisia. Rakennukset ovat liitetty Helsingin Energian kaukolämpöverkoston.

Lämmitysverkoston mitoituslämpötilat ja -paineet:

- ensio 115/45 C ; 1,6 MPa

- toisio 70/40 C ; 0,6 MPa

Lämpimän käyttövesiverkoston mitoituslämpötilat ja -paineet:

- ensio 70/25 C ; 1,6 MPa

- toisio 55/10 C ; 1,0 MPa

Kiinteistön lämmitysverkosto uusittiin kokonaisuudessaan. Talojen väliset lämpöjohdot rakennettiin valmiiksi eristetyistä muoviputkielementeistä.

Aikaisemman yhden lämmönjakokeskuksen tilalla on kolme alakeskusta.

LJH 1 käyttövedensiirrin 523 kW ja lämmönsiirrin 478 kW

LJH 2 käyttövedensiirrin 450 kW ja lämmönsiirrin 600 kW

LJH 3 käyttövedensiirrin 496 kW ja lämmönsiirrin 454 kW

Tilausvesivirrat

LJH 1 6,0 m³/h

LJH 2 10,0 m³/h

LJH 3 6,0 m³/h

Lämmitysverkoston putket ovat komposiittiputkea ja lämmityspatterit teräslevy raitisilmapattereita, jotka ovat varustettu termostaattiventtiileillä. Lämmitysverkoston pumput, sulku- ja säätöventtiilit on uusittu ja verkoston putket lämpöeristetty. Lämmitysverkosto on tasapainotettu uusimisen jälkeen.

Kiinteistön lämmönsäätö tapahtuu DDC-järjestelmän avulla. Hormeihin asennetut lämpöjohtoputket varustetaan kerroksittain vuodonilmaisimilla.

4.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät /8/

Vesijärjestelmä on rakennettu sellaiseksi, että siinä oleva vesi säilyy jatkuvasti laatu-vaatimukset täyttävänä. Vesilaitteistolla on oltava riittävä vedenantokyky. Vesijohdot on tehty kupariputkesta. Käyttöveden painetaso on 490 kPa. Hanat ovat yksiotehanoja, joiden virtaamat on säädetty normivirtaamiin.

Keittiöhanat on varustettu astianpesukonevarauksella. WC-istuimet ovat 4 litran huuhteluvesimäärällä toimivia. Lämpimänkäyttöveden säätö tapahtuu DDC-järjestelmän avulla. Veden lämpötila on +55 C.

4.3 Ilmanvaihtojärjestelmä /5/

Asuntojen tuloilma otetaan raitisilmapatterin kautta. Ilmanpoisto tapahtuu huippuimurin avulla, jota voidaan säätää liesikuvun avulla. Liesikuvussa on kolme painiketta, poissa, normaaliteho ja tehostus. Normaalitehoa voidaan pienentää 30 % ja tehostaa 30 %. Yleisissä tiloissa ilmanvaihto hoidetaan huippuimureilla, jota ohjataan taajuusmuuttajilla. Huippuimureiden käyntiajat on jaksotettu käyttötarkoituksen mukaisesti. Kiinteistössä ei ole lämmöntalteenottolaitteita eikä jäähdytystä. Kanavat ovat eristetty. Kiinteistössä on käytössä DDC-pohjainen säätö- ja valvontajärjestelmä.

4.4 Sähköjärjestelmät /7/ ja /9/

Talojen kaikki sähkönjakelujärjestelmät uusittiin 5-johdinjärjestelmän mukaisiksi. Pääsulakkeet ovat 3 x 200 A, 3 x 160 A ja 3 x 125 A. Kiinteistössä on loistehon kompesointi. Asuntojen osalta sisävalaistusta parannettiin ja pistorasioiden määrää lisättiin. Asuntojen kylpyhuoneiden lattian mukavuuslämmityksen ja ilmanvaihdon poistopuhaltimien tarvitsema sähkö energia on asuntokohtainen.

Yleisten tilojen tarvitsemat tehot:

- yleisten tilojen valaisimien kokonaisteho n. 34 kW
- ulkovalaistuksen kokonaisteho n. 10 kW
- LVI-laitteiden nimellisteho on 31,9 kW
- pesukoneiden yhteenlaskettu laiteteho n. 16 kWh
- kuivaushuoneiden yhteenlaskettu laiteteho 10,3 kW

- kuivatuslinkojen yhteenlaskettu laiteteho 1,2 kW
- erillisten kuivaushuoneiden kondenssikuivaajien yhteenlaskettu laiteteho on 44 kW
- mankelien yhteenlaskettu laiteteho on 0,73 kW
- mattopesulan pesukoneen laiteteho n. 13 kW
- Hissit 8 kpl yhteenlaskettu laiteteho on n. 38 kW
- kiinteistön saunatilojen lattialämmityksen yhteenlaskettu laiteteho on 3,3 kW
- syöksytorvien sulanapitolämmitys yhteenlaskettu laiteteho on n. 3,5 kW
- saunojen kiukaiden yhteenlaskettu laiteteho on 67,5 kW
- lämmitettyjä autopaikkoja on 110 kpl, yhteenlaskettu laiteteho on 60,5 kW

Kiinteistössä on DDC-pohjainen järjestelmä, jolla ohjataan ulkovalaistusta, kiukaita, poistopuhaltimia, ulko-ovien lukkoja ja sulanapitolämmitystä. Saunojen ja pesutilojen huippuimureiden ohjaus on kytketty kiukaiden ohjaukseen.

Perusparannuksessa sähköenergian kulutusta lisääviä toimenpiteitä olivat

- saunojen ja pesuloiden lukumäärän lisääminen
- huippuimureiden lukumäärän lisääminen
- ulkovalaistuksen tehostaminen
- lämmitettävien autopaikkojen lisääminen
- kahdeksan uuden hissien rakentaminen
- sulanapitojärjestelmän rakentaminen.

Rakennuksiin asennettiin perusparannuksessa standardin SFS-EN 50173-1 mukainen YTP yleiskaapelointijärjestelmä sisältäen uuden sisäpuhelinverkon rakentamisen. Myös antenniverkostot uusittiin kokonaisuudessaan.

4.5 Sääto- ja valvontajärjestelmät

Perusparannuksessa uusittiin kaikki LVISA-laitteiden säätimet ja rakennukset yhdistettiin valokaapeliyhteydellä kiinteistöyhtiön keskusvalvomoon. Rakennusautomaatiojärjestelmä on TAC:n järjestelmä. Keskusvalvomosta voidaan ohjata valaistusta, sähkölukkoja, LVI-laitteita, saunan kiukaita sekä muita laitteita.

Alakeskuksina on Xenta 511, joiden avulla voidaan

- valvoa ja muutella asetusarvoja, prosessiarvoja sekä parametrejä
-
- kerätä historiatietoja ja niiden seuraaminen graafisessa muodossa
-
- prosessin graafisen esityksen avulla valvoa helposti prosessia
-
- hälytystietoja voidaan seurata ja välittää ne eteenpäin.

5 TOTEUTUNEET ENERGIANKULUTUKSEN MUUTOKSET

5.1 Lämmitysenergia

Energiansäästövaikutuksia tarkasteltiin kahdentoista asuinrakennuksen kokonaisuudessa. Rakennusten lämmitysenergian kulutusta tarkasteltiin vertaamalla keskenään ennen perusparannusta vuosien 1998 - 2000 keskiarvoa remontin jälkeiseen vuosien 2006 - 2008 keskiarvoa.

Absoluuttisina kulutuslukemina olevat energiankulutustiedot normeerattiin sijaintipaikka kunnan lämmitysluvuilla (Helsinki, Kaisaniemi).

Ennen perusparannusta vuosilta 1997-1999 laskettu keskiarvo normalisoitu lämmitysenergiankulutus oli 57 kWh/rm³. Perusparannuksen jälkeen vuosilta 2006-2008 laskettu lämmitysenergian keskiarvokulutus oli 49,5 kWh/rm³. Vähennys 13 % vuodessa.

Helsingin kaupungin omistamien 1950-luvulla rakennettujen asuintalojen keskimääräinen lämmitysenergian tarve on 58 kWh/rm³. Lukema olisi todellisuudessa suurempi, jos rakennukset olisivat alkuperäisessä kunnossa. Tilastoissa ei ole huomioitu tehtyjä peruskorjauksia eikä muitakaan energiantarvetta muuttaneita toimenpiteitä, tilastot perustuvat valmistumisvuosiin.

Koska rakennuksessa ei mitattu erikseen lämpimän käyttöveden määrää eikä sen tuottamiseen tarvittavaa energiamäärää, veden lämmitykseen tarvittava energia jouduttiin arvioimaan. Oletuksena oli, että lämpimän käyttöveden osuus oli pitkällä aikavälillä 40 % energiantarpeesta. Rakennusten kokonaisenergiankulutusten keskiarvo oli laskenut perusparannuksen jälkeen 12,5 %. Samaan aikaan vedenkulutus oli pysynyt lähes samana.

Lämmitystarve luvulla normalisoitu vuotuinen energiankulutus käyttöveden energiantarve huomioon ottaen lasketaan seuraavasti:

$$Q_n = [S_a / S_n \times (Q_a - Q_{lv}) + O_{lv}] / 3$$

Q_n = normalisoitu lämmitysenergiankulutus

Q_a = toteutunut lämmitysenergiankulutus

Q_{lv} = lämpimän käyttöveden energiankulutus

S_a = vuoden toteutunut lämmitystarveluku

S_n = normaalivuoden lämmitystarveluku

Teoreettisesti ikkunoiden lämmöneristävyuden parantamisen vaikutus energiankulutukseen voidaan laskea kaavasta:

$$Q_i = a \times 120 \times \frac{A_n(k_{n1} - k_{n2})}{4}$$

a = lämmitystarveluku

120 = muuntokerroin

A_n = ikkunoiden pinta-ala

k_{n1} = entisten ikkunoiden lämmönläpäisykerroin (W/m²K)

k_{n2} = uusien ikkunoiden lämmönläpäisykerroin (W/m²K)

Tässä tutkimuksessa ei ollut tarkoitus verrata saavutettuja säästöjä teoreettisiin energiansäästöihin, koska ikkunoiden pinta-alan suhde ulkoseinien pinta-alaan ei ole muuttunut ja ikkunoiden lämmönkulutuksen osuus kerrostaloissa keskimäärin voidaan arvioida, on mahdollista laskea ikkunoiden U-arvojen paranemisen vaikutus energiankulutukseen teoreettisesti.

5.2 Vedenkulutus

Vedenkulutus oli vuosina 1997-1999 keskimäärin 26 290 m³ ja vuosina 2006-2008 keskimäärin 26 769 m³. Vedenkulutuksessa ei ole tapahtunut mitään oleellista muutosta. Vedenkulutus on lisääntynyt perusparannuksen jälkeen vajaa 2 %. Lisäys johtuu saunojen ja pesuloiden lisärakentamisesta perusparannuksen yhteydessä. Asukasluvun ja laskennallisten kertaisuuksien avulla voidaan päätellä, että vedenkulutus jakautuu seuraavasti:

WC-istuimien kulutus	1720 m ³ /a
Muu kylmänvedenkulutus	160 m ³ /a
Hanojen ja suihkujen kulutus	24889 m ³ /a
Yhteensä	26 769 m³/a

Lämpimän veden osuus hanojen ja suihkujen kulutuksesta on 9956 m³/a.

Rakennusten kokonaisenergiatarpeesta lämpimän käyttöveden energiantarve

pysyi lähes samana.

Vedenkulutuksen vähäistä muutosta selittää 1980-luvun alussa tehdyt muutokset.

Asunnoista poistettiin ammeet ja asennettiin 1-vipuhanat kaikkiin vesipisteisiin.

5.3 Sähkönkulutus

Sähkönkulutuksessa tapahtui selvää kasvua vertaillen kulutusta ennen perusparannusta ja sen jälkeistä tilannetta. Vuosien 1997 - 1999 keskimääräinen sähköenergiankulutus oli 356 435 kWh ja vuosien 2006 - 2008 keskimääräinen kulutus 549 789 kWh, kasvua oli siis 52 %.

Kiinteistösähkön kulutus jakautui seuraavasti:

- sisävalaistus	35 MWh/a
- ulkovalaistus	34 MWh/a
- LVI-laitteet	215 MWh/a
- autolämmityspistorasiat	12 MWh/a
- saunat	114 MWh/a
- lattialämmitykset	5 MWh/a
- sulanapitolämmitykset	22 MWh/a
- pesukoneet	41 MWh/a
- kuivauskoneet	3 MWh/a
- lingot	0,4 Mwh/a
- kuivaajat	27 MWh/a
- mankelit	0,04 MWh/a
- mattopesukone	1 MWh/a
- hissit	7 Mwh/a
- muut	31 Mwh/a
Yhteensä	549 Mwh/a

Rakennusten sähköenergiaa ominaiskulutus oli 6,0 kWh/rm³. Luku on n. puolet kuntien asuinkiinteistöjen keskimääräisestä sähkönkulutuksesta. Kiinteistön sähkön ominaiskulutusta pienentää asukkaiden maksettavaksi jäävä huoneistojen poistokoneiden ja kylpyhuoneen lattian mukavuuslämmityksestä aiheutuvat kulutukset. Niiden arvioitu kulutus nostaisi ominaiskulutuksen n.11 kWh/m³.

5.4 Ilmastointi /3/

Rakennusten ilmanvaihto oli ennen perusparannusta painovoimainen, joten ilmanvaihdon energiatehokkuus oli heikko. Toisaalta painovoimaisella ilmanvaihdolla ei yleensä saavuteta määräysten edellyttämää ilmanvaihtuvuutta, joka alentaa rakennuksen ominaiskulutusta. Painovoimaisen ilmanvaihdon osuus rakennuksen lämmitysenergian vuotamisesta on n. 40 %. Koneellisella poistopuhaltimella toteutetussa ilmanvaihtojärjestelmässä vuoto-osuus on vielä suurempi, lähes 50 %. Uusimalla tekniikalla toteutettuna ilmanvaihtojärjestelmän (lämmöntalteenotto) ja ulkovaipan rakennusosien paremmalla lämmöneristävyydellä päästään ilmanvaihdon osalta n. 25 % lämpöenergian vuoto-osuuteen.

5.5 Energian tehokkuusluku /10/ja/11/

$$ET = [Q_{\text{lämmitys}} + W_{\text{aitesähkö}} + Q_{\text{jäähdytys}}] / A \text{ (kWh/brm}^3\text{/vuosi)}$$

Energian kokonaiskulutuksen havainnollistamiseksi laskettiin ET-luku vuosien 1997-1999 (liite 1) mitattujen kulutusten keskiarvon perusteella ja vuosien 2006-2008 (liite 2) mitattujen kulutusten keskiarvon perusteella.

Kohteen laajuustiedot ovat:

Bruttoala	26 984 m ²
Mukavuuslattialämmitetty lattiapinta-ala (2006-2008)	756 m ²

Toteutuneet energian ja veden kulutukset olivat:

	keskiarvo 1997-1999	keskiarvo 2006-2008
Lämmitysenergia		
Kaukolämpö	4918 MWh	4246 MWh
Kiinteistösähkö		
Kiinteistösähkömittari	356 435 kWh	549 789 kWh
Veden kulutus		
Kokonaiskulutus	26 290 m ³	26 769 m ³
Lämmitystarvelukut olivat:	3867	3476

Helsinki (Kaisaniemi) normaalivuoden lämmitystarveluku oli 4229 vuosina 1970 – 2000.

Lämpimän käyttöveden energiakulutuksen (Q_{lkv}) keskiarvo oli vuosina 1997-1999.

$$0,4 \times 26\,290 \text{ m}^3 \times 58 \text{ kWh/m}^3/\text{vuosi} = 609\,928 \text{ kWh/vuosi}$$

Lämpimän käyttöveden energiakulutuksen (Q_{lkv}) keskiarvo oli vuosina 2006-2008.

$$0,4 \times 26\,769 \text{ m}^3 \times 58 \text{ kWh/m}^3/\text{vuosi} = 621\,041 \text{ kWh/vuosi}$$

Mukavuuslattialämmityksen sähköenergiankulutuksen keskiarvo oli vuosina 2006-2008.

$$756 \text{ m}^2 \times 40 \text{ kWh/vuosi} = 30\,249 \text{ kWh/vuosi. / ET-asetus liite 3 taulukko 3/.$$

Jyväskylän normaalivuoden lämmitystarvelukua vastaava rakennuksen

lämmitysenergian kulutus (Q_{lämm.norm}) saadaan seuraavasti.

$$1,24 \times 4229/3867 \times (4\,918\,000 - 609\,928 \text{ kWh/vuosi}) + 609\,928 \text{ kWh/vuosi} = \\ 6\,452\,104 \text{ kWh/vuosi (liitteet 3 ja 4)}$$

$$1,24 \times 4229/3476 \times (4\,276\,249 - 621\,041 \text{ kWh/vuosi}) + 621\,041 \text{ kWh/vuosi} = \\ 6\,095\,105 \text{ kWh/vuosi (liitteet 5 ja 6)}$$

Kiinteistösähkön keskiarvo vuosilta 2006-2008.

Kiinteistösähkөөn kuuluu mitatun kiinteistösähkön lisäksi huoneistojen sähkömittausten takana oleva ilmanvaihtokoneiden puhallinsähkön kulutus saadaan RakMk D5 kohdan 7.3.2 mukaisesti.

$$2,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s}) \times 0,38 \text{ m}^3/\text{s} \times 8760 \text{ h/vuosi} = 8\,332 \text{ kWh/vuosi.}$$

Kokonaiskiinteistösähkön osuudeksi saadaan 549 789 kWh/vuosi + 8 332 kWh/vuosi = 558 121 kWh/vuosi.

Energiatehokkuusluvuissa ei juuri tapahtunut oleellista muutosta. Perusparannuksen jälkeisessä laskelmassa lämmitysenergian osuus laski jonkin verran, mutta toisaalta kiinteistösähkön osuus kaksinkertaistui.

6 KUSTANNUSMUUTOKSET

6.1 Energiansäästö /3/

Energian hinnan ollessa alhainen on energiansäästö lyhyellä tarkasteluvälillä tärkein syy perusparannukseen ryhtymiselle. Energiataloutta parantavat ratkaisut ovat kuitenkin usein sellaisia, että niillä voidaan jatkaa rakennusosan teknistä käyttöikää ja niillä on oleellinen vaikutus asumismukavuuteen. Laajaan korjaukseen ryhdyttäessä on järkevää miettiä vaihtoehtoisia korjausmenetelmiä kiinteistön koko elinkaaren näkökulmasta. Perusparannuksilla vaikutetaan myös asumisterveellisyyteen. Ilmanvaihdon parantamisessa kannattaa miettiä, mitä vaihtoehtoja on käytettävissä ja niiden taloudellisuuden kannattavuutta.

Tehtäessä korjauspäätöstä elinkaarikustannusten perusteella on muistettava, että rakennuksen lämmitysjärjestelmä ja vaipan rakenteet muodostavat kokonaisuuden. Tarkastelua ei voida tehdä erillään rakenteiden ja ilmanvaihdon perusparannuksen suunnittelusta. Jos korjauspäätöksessä huomioidaan myös lämmitysjärjestelmän ympäristöpäästöt, voidaan edullisuusarviona käyttää elinkaarikustannusten osuutta 60 % ja ympäristövaikutusten osuutta 40 %.

Vanhat kaukolämpölaitteet ovat usein ylimitoitettuja, joten uudet laitteet tulee mitoittaa vastaamaan rakennuksen todellista lämmöntarvetta. Oikein mitoitettut laitteet säästävät hankintakustannuksia ja lämpöenergiaa sekä kuluttavat vähemmän sähköä.

Jäähdytyksen lisäys rakennukseen ei ole energiataloudellisesti kannattavaa, vaan saavutetut edut liittyvät parantuneen sisäilman kautta saavutettavaan parempaan viihtyisyyteen. Jäähdytykseen voidaan käyttää yöaikaista tuuletusta. Jos rakennuksessa on koneellinen jäähdytys, on yleensä kannattavampaa laskea tuloilman lämpötilaa kuin lisätä ilmavirtaa saman jäähdytystehon aikaansaamiseksi. Ilmavirran suurentaminen lisää puhaltimen energiankulutusta enemmän kuin jäähdytyskoneen käyttö suuremmalla teholla.

Yötuuletus perustuu huoneilman ja rakenteiden jäähdyttämiseen huoneilmaa viilentämällä ulkoilmalla. Suurin jäähdytysteho ulkoilmasta saadaan aamuyöllä

auringon nousun aikaan. Helppo tapa hyödyntää yötuuletuksen jäähdytystehoa on muuttaa ilmanvaihdon käyntiaikaa. Tehdyissä mittauksissa on havaittu, että huoneilmaa voidaan alentaa aamupäivän ensimmäisten tuntien ajaksi 0,8 – 2,5 astetta. VTT:n tekemässä 1950-luvun kerrostalon energiataloudellisessa korjauksessa selvitettiin tehtyjen toimenpiteiden vaikutusta lämmitysenergiankulutukseen.

Toimenpiteitä olivat

- ulkoseinien ulkopuolinen lisälämmöneristys
- ikkunoiden, parvekeovien ja ulko-ovien uusiminen
- lämmöntuottolaitoksen uusiminen ja sen yhteydessä tehty patteriventtiilien asennus ja perussäätö
- asuntokohtaisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän rakentaminen.

Verrattaessa tuloksia soveltuvien osin tämän työn tarkastelukohteeseen päädyttiin melko samansuuntaisiin lopputuloksiin lämmitysenergiankulutuksen suhteen. VTT:n tutkimuksessa 1950-luvun alkuperäisen rakennuksen lämmön ominaiskulutus pieneni 62 kWh/rm³:sta 53 kWh/rm³:een. Maunulan Kansanasunnoissa, joka on noin kolmetoista kertaa VTT:n kohdetta laajempi päädyttiin lukemiin 57 kWh/rm³ ja 49,5 kWh/rm³.

VTT:n tutkimuksessa ei puututtu kiinteistösähkön ja käyttöveden kulutukseen.

6.2 Perusparannuksen aiheuttamat kustannusmuutokset

6.2.1 Lämmitys

Vuosien 1997-1999 lämmön keskiarvo ominaiskulutus oli 57 kWh/rm³ ja vuosien 2006-2008 keskiarvo oli 49,5 kWh/rm³. Erotus 7,5 kWh/rm³, perusparannuksen jälkeinen lämmön ominaiskulutus oli noin 13 % pienempi alkuperäiseen verrattuna. Helsingin Energian kaukolämmön hinnalla säästö vuodessa on 28 300 €.

6.2.2 Sähkö

Vuosien 1997-1999 keskiarvo sähkön ominaiskulutus oli 4,2 kWh/rm³ ja vuosien 2006-2008 keskiarvo ominaiskulutus oli 6,5 kWh/rm³. Erotus -2,3 kWh/rm³. Helsingin Energian sähkön hinnalla vuosittaiseksi lisäkustannukseksi muodostuu

17 150 €. Kulutuksessa ei ole huomioitu asuntojen mittaukseen menevää asuntojen poistopuhaltimien ja kylpyhuoneiden lattiamukavuuslämmityksen tarvitsemaa energiaa.

6.2.3 Vesi

Vuosien 1997-1999 kokonaiskulutuksen keskiarvo oli 26 290 m³/vuosi ja vuosien 2006-2008 vastaava luku oli 26 769 m³/vuosi. Kustannuslisäys vuodessa oli 1000 €.

Lämmityksestä saatu kustannussäästö kului lähes kokonaan sähkön- ja vedenkulutuksen lisääntymisestä aiheutuneisiin lisäkustannuksiin.

LVIS-järjestelmien uusimisen kustannusten osuus perusparannuksen kokonaiskustannuksista oli noin 20 % ilman rakennusteknisten töiden osuutta. Erillisenä toimenpiteenä tehtynä taloteknistenjärjestelmien uusimisen kustannukset olisivat tulleet huomattavasti kalliimmiksi.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Maunulan kansanasuntojen perusparannuksen yhteydessä tehtyjen talotekniikkajärjestelmien uusiminen vaikutus kokonaisenergian kulutukseen osoittautui melko vähäiseksi. Talotekniikkajärjestelmien uusimisen hyöty jää pääasiassa parantuneisiin asuinolosuhteisiin. Lämmitysenergiassa saavutettu säästö hupeni kiinteistö-sähkön kulutuksen lisääntymiseen. Energian hinnan kehittyminen on tärkein investointien kannattavuuteen vaikuttava tekijä. Muiden kustannusten muuttumisella on vähäisempi vaikutus takaisinmaksuaikoihin.

Asuinkerrostaloissa ei korjauksiin koskaan ryhdytä energiatalouden parantamiseen vuoksi. Ratkaisevaa on rakennuksen korjaustarve, jonka yhteydessä on mahdollista parantaa myös rakennuksen energiatehokkuutta. Korjausten kannattavuutta ei voida arvioida normaalin investointilaskennan periaatteilla. Laskettaessa takaisinmaksuaikaa, tulee käyttää matalaa laskentakorkoa (0%) ja investoinnin kustannuksiksi otetaan se osa kustannuksista, jotka johtuvat energiatalouden parantamisesta.

1950-luvun talojen ulkoseinien lisälämmöneristäminen on melko kallis energian säästötoimenpide. Ulkoseinien lisälämmön eristämisen kustannusten osuus VTT:n tutkimuksessa oli lähes 50% kokonaiskustannuksista, joten ulkoseinien lisälämmöneristäminen on kallis ja kyseenalainen toimenpide. Se tulee kysymykseen siinä tapauksessa, jos ulkovaippa on muutenkin perusparannuksen tarpeessa. VTT:n tutkimuksessa tehty kevyt elinkaarianalyysi, jossa otettiin huomioon vai investointi- ja käyttökustannukset. Tarkasteluaika oli 20 tai 30 vuotta. Laskentakorko oli 0 % ja energian eskalaatio 1,5 %. Investointi on laskettu joko ilman yhteiskunnan avustusta ja 10 % investointikustannustuella. Kaukolämmön nykyhinnalla energia korjatun talon elinkaarikustannus on korjaamatonta korkeampi kaikissa muissa tapauksissa paitsi 1950-luvun talolla 30 vuoden tarkasteluajalla ja yhteiskunnan tuella. Kolminkertaisella energian hinnalla energiakorjaus on kannattava toimenpide kaikissa tapauksissa.

Nykyisillä energianhinnoilla energiatoimenpiteiden takaisinmaksuajat ovat liian pitkiä. Rakennuksen muiden korjaustoimenpiteiden yhteydessä tehdyt energiatoimenpiteet

mahdollistavat lämmitysenergian tarpeen vähentämistä huomattavasti. Perusparannuksen yhteydessä rakennuksille pitäisi laatia kokonaisenergiantarvelaskelma, jossa arvioidaan lämmöntarpeen tavoitekulutus ja sähkötarpeen tavoitekulutus.

Suomessa ei ole yleistä ohjetta kummankaan laskelman tekemiseksi.

Helsingin kaupungin julkisten hankintojen energiatehokkuusohjeissa ohjeistetaan kaupungin eri organisaatioita energiataloudellisiin ratkaisuihin. Tavoitteena on saada energiatehokkuus yhdeksi kriteeriksi kaikkiin niihin hankintoihin, joissa energiatehokkaamman laitteen tai järjestelmän valinta johtaa kokonaistaloudellisesti edullisempaan lopputulokseen. Julkisten hankintojen energiatehokkuusohjeet sisällytetään osaksi kaupungin hankintaohjeistusta.

Helsingin kaupungin omistamissa asuintaloissa on säädöskorjattu lämmönominaiskulutus pienentynyt vuosina 1988 - 2007 lähes 12 %. On huomattava, että kaupungin kiinteistökannan säätälällä korjattu ominaiskulutus on saavuttamassa määrätyn tason ja jatkossa vaatii yhä suurempia teknisiä ja taloudellisia panostuksia, jotta kulutuksen laskeva suunta voidaan säilyttää.

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- 1 Kauppa- ja teollisuusministeriön ja Helsingin kaupungin energiatehokkuussopimus 2008 - 2116. Dnro 16/804/2007.
- 2 Energiansäästöneuvottelukunta 27.8.2007. Tietoja Helsingin kaupungin energiankäytöstä vuodelta 2007.
- 3 Riikka Holopainen, Martti Hekkanen, Kari Hemmilä & Markku Norvasuo VTT 2007. Suomalaisien rakennusten energiakorjausmenetelmät ja säästöpotentiaalit.
- 4 Kari Hemmilä, Risto Saarni, Kirsi Taivalantti VTT 15/2000. Energiasäästöikkunan käytön edistäminen.
- 5 Helsingin kiinteistövirasto. Tietoja Helsingin kaupungin omistamista vuokra-asunnoista vuodelta 2007.
- 6 Talotekniikan Insinööritoimisto BigMan 28.2.2007. Energiakatselmusraportti Maunulan kansanasunnot.
- 7 Arkkitehtitoimisto Erat Oy 2001. Rakennustyöseloste Maunulan kansanasunnot.
- 8 Arkkitehtitoimisto Jurvainen ja Pesola Oy 1998. Hankesuunnitelma Maunulan kansanasunnot.
- 9 Insinööritoimisto Reijo Patronen Oy 2001. LVI-työselostus Maunulan kansanasunnot.
- 10 Sähkö- ja telesuunnittelu Kari Alhonen Ky 2001. Sähkötyöselostus Maunulan kansanasunnot.
- 11 Laki rakennuksen energiatodistuksesta 487/2007.
- 12 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 765/2007.

KULUTUSTILASTOT 1997-1999 MAUNULANKANSANASUNNOT

Liite 1

	LÄMPÖ tot.MWh/kk	norm.MWh/kk	SÄHKÖ tot.kWh/kk	VESI tot.m3/kk
Tammikuu	669	685	36385	2054
Helmikuu	596	610	34583	2018
Maaliskuu	586	600	35995	2128
Huhtikuu	456	467	30217	2268
Toukokuu	293	301	25224	2155
Kesäkuu	226	231	24890	1926
Heinäkuu	178	182	28338	1946
Elokuu	200	205	25369	1897
Syyskuu	340	348	28686	1973
Lokakuu	338	347	29578	1965
Marraskuu	453	464	32550	2021
Joulukuu	553	566	34993	2107
YHTEENSÄ	4888	5005	366813	24462
Tammikuu	604	690	39195	2469
Helmikuu	575	606	34248	2232
Maaliskuu	643	615	38328	2494
Huhtikuu	479	497	32507	2413
Toukokuu	310	340	24595	2504
Kesäkuu	208	296	22243	2293
Heinäkuu	165	155	22794	2250
Elokuu	228	248	24647	2395
Syyskuu	264	331	24763	2361
Lokakuu	421	421	29454	2566
Marraskuu	599	535	36670	2436
Joulukuu	617	667	38850	2501
YHTEENSÄ	5113	5304	368294	28914
Tammikuu	680	646	39491	2592
Helmikuu	633	612	34226	2258
Maaliskuu	574	589	35742	2552
Huhtikuu	411	415	27020	2485
Toukokuu	349	293	24577	2569
Kesäkuu	141	141	22789	2480
Heinäkuu	124	120	23155	2170
Elokuu	194	368	25405	2345
Syyskuu	239	310	26322	2057
Lokakuu	379	418	20802	1733
Marraskuu	470	519	31210	1083
Joulukuu	587	612	36017	1170
YHTEENSÄ	4781	4901	346756	25494

KULUTUSTILASTOT 2006-2008 MAUNULAN KANSANASUNNOT

Liite 2

	LÄMPÖ tot.MWh/kk	norm.MWh/kk	SÄHKÖ tot.kWh/kk	VESI tot.m3/kk
Tammikuu	701	685	66223	2260
Helmikuu	574	540	48196	1789
Maaliskuu	629	539	59170	2235
Huhtikuu	391	409	47857	2009
Toukokuu	249	276	53000	2310
Kesäkuu	153	151	42332	2166
Heinäkuu	88	92	35235	1765
Elokuu	121	118	47576	2439
Syyskuu	213	330	52101	2467
Lokakuu	294	368	40066	2055
Marraskuu	442	479	51127	2021
Joulukuu	540	673	61657	2443
YHTEENSÄ	4395	4620	604540	25959
Tammikuu	515	587	50876	2059
Helmikuu	668	904	49708	2179
Maaliskuu	444	559	54848	2219
Huhtikuu	418	460	48024	2610
Toukokuu	209	234	38480	2007
Kesäkuu	145	140	43547	2408
Heinäkuu	101	104	33026	1932
Elokuu	149	144	42267	2591
Syyskuu	214	241	36375	2048
Lokakuu	332	365	41130	2216
Marraskuu	442	453	46855	2111
Joulukuu	559	665	72774	2630
YHTEENSÄ	4196	4794	557910	27010
Tammikuu	564	640	50517	2384
Helmikuu	522	593	43335	2107
Maaliskuu	481	546	43778	2382
Huhtikuu	362	411	38940	2309
Toukokuu	266	302	36999	2317
Kesäkuu	134	152	34553	2257
Heinäkuu	104	118	35124	2023
Elokuu	103	117	35429	2302
Syyskuu	362	228	37436	2204
Lokakuu	363	412	40556	2374
Marraskuu	443	503	42278	2278
Joulukuu	504	573	47971	2406
YHTEENSÄ	4056	4596	486916	27343

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: Asuinkerrostalo









Valmistumisvuosi: 1952/2004

Osoite:

Rakennustunnus:

Energiatodistus on annettu isännöitsijätodistuksen osana.

Energiatodistus perustuu toteutuneisiin kulutustietoihin vuodelta: keskiarvo 1997-1999

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
<100		
101-120		
121-140		
141-180		
181-230		
231-280		
>280		
<i>Pajon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm²/vuosi):

252

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: Suuret asuinrakennukset



RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS

Energiatehokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus	6 425 825 kWh/vuosi
Kiinteistösähkön kulutus	356 435 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	kWh/vuosi
Yhteensä	6 782 260 kWh/vuosi
Rakennuksen bruttoala	26 984 brm ²
Rakennuksen energiatehokkuusluku	252 kWh/brm²/vuosi

Toteutuneet energian ja veden kulutukset

Kulutuskohde	Kulutus	Yksikkö	Vuosi
Lämmitysenergia			
Kaukolämpö	4 918 000	kWh	1997-1999 keskiarvo
Kiinteistösähkö			
Mitattu kiinteistösähkö	356 435	kWh	1997-1999 keskiarvo
Jäähdytysenergia			
Kaukojäähdytys		kWh	
Jäähdytyssähkö		kWh	
Vedenkulutus			
Kokonaiskulutus	26 290	m ³	1997-1999 keskiarvo
Lämpimän veden kulutus		m ³	

Toteutuneiden kulutusten muuntaminen energiatehokkuusluvun laskentaa varten

Vertailupaikkakunta: Helsinki, Kaisaniemi

Normaalivuoden lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla: 4229

Vuoden lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla: 3867

Paikkakuntaakohtainen korjauskerroin Jyväskylään k_2 : 1,24

Lämmöntuottojärjestelmän hyötysuhde: 1,0

Lämpimän käyttöveden energiakulutus: $0,4 \times 26\,290 \text{ m}^3 \times 58 \text{ kWh/vuosi} = 609\,928 \text{ kWh/vuosi}$

Lämmitysenergia: $1,24 \times 4229/3867 \times (4\,918\,000 - 609\,928 \text{ kWh/vuosi}) + 609\,928 \text{ kWh/vuosi} = 6\,425\,825 \text{ kWh/vuosi}$

Rakennuksen sisäilmasto sekä ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä

Painovoimainen ilmanvaihto

Koneellinen poistoilmanvaihto

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

Lämmönjakotapa: Vesipatterit

Ulkoilmaventtiilit

Tuloilman suodatus

Lämmöntalteenotto

Jäähdytys

Ilmanvaihdon ilmavirrat on mitattu ja todettu riittäviksi vuonna

Ilmanvaihtojärjestelmä on puhdistettu ja tasapainotettu vuonna

Ilmastoinnin kylmälaitteiden kunto ja energiatehokkuus on tarkastettu vuonna

Lämmitysjärjestelmä on tasapainotettu vuonna

ENERGIATODISTUS









Rakennus

Rakennustyyppi: Asuinkerrostalo
Osoite:

Valmistumisvuosi: 1952/2004
Rakennustunnus:

Energiatodistus on annettu isännöitsijätodistuksen osana.

Energiatodistus perustuu toteutuneisiin kulutustietoihin vuodelta: keskiarvo 2006-2008

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
<100		
101-120		
121-140		
141-180		
181-230		
231-280		
>280		
<i>Pajon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm²/vuosi):

246

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: Suuret asuinrakennukset



RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS

Energiatehokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus	6 095 109 kWh/vuosi
Kiinteistösähkön kulutus	558 111 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	kWh/vuosi
Yhteensä	6 653 216 kWh/vuosi
Rakennuksen bruttoala	26 984 brm ²
Rakennuksen energiatehokkuusluku	246 kWh/brm²/vuosi

Toteutuneet energian ja veden kulutukset

Kulutuskohde	Kulutus	Yksikkö	Vuosi
Lämmitysenergia			
Kaukolämpö	4 276 249	kWh	2006-2008 keskiarvo
Kiinteistösähkö			
Mitattu kiinteistösähkö	558 111	kWh	2006-2008 keskiarvo
Jäähdytysenergia			
Kaukojäähdytys		kWh	
Jäähdytysenergia		kWh	
Vedenkulutus			
Kokonaiskulutus	26 769	m ³	2006-2008 keskiarvo
Lämpimän veden kulutus		m ³	

Toteutuneiden kulutusten muuntaminen energiatehokkuusluvun laskentaa varten

Vertailupaikkakunta: Helsinki, Kaisaniemi

Normaalivuoden lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla: 4229

Vuoden lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla: 3476

Paikkakuntakohtainen korjauskertoimen Jyväskylään k_2 : 1,24

Lämmöntuottojärjestelmän hyötysuhde: 1,0

Lämpimän käyttöveden energiakulutus: $0,4 \times 26\,769 \text{ m}^3 \times 58 \text{ kWh/vuosi} = 621\,041 \text{ kWh/vuosi}$

Mukavuuslattialämmityksen sähköenergiakulutus: $756 \text{ m}^2 \times 40 \text{ kWh/vuosi} = 30\,249 \text{ kWh/vuosi}$

Lämmitysenergia: $1,24 \times 4229/3476 \times (4\,246\,249 - 621\,041 \text{ kWh/vuosi}) + 621\,041 \text{ kWh/vuosi} = 6\,095\,105 \text{ kWh/vuosi}$

Kiinteistösähkö: $549\,789 \text{ kWh/vuosi} + (\text{ilmanvaihtokoneiden puhallinsähkö}) 2,5 \text{ kWh/m}^3/\text{s} \times 0,38 \text{ m}^3/\text{s} \times 8760 \text{ h/vuosi} = 549\,789 \text{ kWh/vuosi} + 8\,332 \text{ kWh/vuosi} = 558\,111 \text{ kWh/vuosi}$

Rakennuksen sisäilmasto sekä ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä

Painovoimainen ilmanvaihto

Koneellinen poistoilmanvaihto

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

Lämmönjakotapa: Vesipatterit

X

Ulkoilmaventtiilit

Tuloilman suodatus

Lämmöntalteenotto

Jäähdytys

X
X

Ilmanvaihdon ilmavirrat on mitattu ja todettu riittäviksi vuonna

2004

Ilmanvaihtojärjestelmä on puhdistettu ja tasapainotettu vuonna

2004

Ilmastoinnin kylmälaitteiden kunto ja energiatehokkuus on tarkastettu vuonna

Lämmitysjärjestelmä on tasapainotettu vuonna

1994