

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Tomi Marjamäki

**Rakennusten energiaselvitys ja tarkastelujen
laskentaohjelma**

Opinnäytetyö 19.11.2009
insinööri (ylempi AMK) -tutkinto

Ohjaaja: Lvi-yksikön päällikkö Risto Oksanen
Ohjaava opettaja: yliopettaja Jukka Yrjölä

Tekijä Otsikko	Tomi Marjamäki Rakennusten energiaselvitys ja tarkastelujen laskentaohjelma
Sivumäärä Aika	49 sivua 19.11.2009
Koulutusohjelma	talotekniikka
Tutkinto	insinööri (ylempi AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	Lvi-yksikön päällikkö Risto Oksanen yliopettaja Jukka Yrjölä
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirastolle ja sen asiakkaille laskentaohjelma, jolla voi suorittaa kaikki rakennusluvan hakemisen yhteydessä vaadittavaan energiaselvitykseen kuuluvat tarkastelut RakMk:n D5-menetelmällä.</p> <p>Työssä syvennyttiin rakennusten energiatehokkuusvaatimuksiin ja laskennalliseen mallintamiseen asetusten edellyttämien tarkastelujen mukaisesti. Laskentaohjelmaan laadittiin laskentatyökalu, jolla on mahdollista vertailla rakennusosien ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton ominaisuuksien muutosten vaikutusta rakennuksen energiatehokkuuteen.</p> <p>Laskentaohjelma julkaistiin marraskuussa 2009 Helsingin kaupungin rakennusvalvontaviraston internetsivuilla, mistä viraston asiakkaat voivat sen vapaasti ladata käyttöönsä.</p> <p>Laskentaohjelma suorittaa energiaselvityksen tarkastelut asetusten vaatimusten mukaisesti. Laskentaohjelma ja sen dokumentit antavat energiaselvityksen laatijoille esimerkin tasosta, jolla viranomainen edellyttää energiaselvityksen tarkastelut esitettäväksi. Laskentaohjelmaa voidaan hyödyntää rakennusvalvontaviraston henkilöstön sekä rakennusten suunnittelijoiden, rakennuttajien ja muiden rakentamisessa mukana olevien tahojen koulutuksessa rakennusten energiatehokkuuteen ja energiaselvityksen laadintaan liittyen. Laskentaohjelmalla voidaan mallintaa rakentamisen aikaisten valintojen merkitystä rakennusten energiatehokkuuteen.</p>	
Hakusanat	energiämääräys, energiaselvitys, energialaskenta, energiatehokkuus, energiatodistus

Author	Tomi Marjamäki
Title	Computer application for calculations necessary for energy inspection
Number of Pages	49
Date	19 November 2009
Degree Programme	Building Services Engineering
Degree	Master of Engineering
Instructor Supervisor	Risto Oksanen, Head of HVAC Unit Jukka Yrjölä, Principal Lecturer
<p>The aim of the study was to make a computer application to be used by the Building Control Department of the City of Helsinki as well as by its clients for the calculations needed for energy inspection performed according to the National Building Code in Finland, section D5. The energy inspection has to be done when applying for a building permission.</p> <p>The study took a look into the energy efficiency requirements and computational simulation of buildings according to the Finnish regulations. As a part of the application, a calculation tool was prepared to compare the effects on the energy efficiency of the building caused by changes in building parts and heat recovery of ventilation.</p> <p>The calculation application was published in November 2009 on the website of the Building Control Department of the City of Helsinki. It can be downloaded by the clients free of charge.</p> <p>The application performs the calculations needed for an energy inspection according to the requirements stated in the regulations. The calculation application with its documents are an example of the level required by the authorities of the analyses for an energy inspection. The calculation application can be used when educating both the personnel of the Building Control Department and architects and constructors in energy efficiency of buildings and in energy inspection. The calculation application can be used to simulate the effects of the choices made under construction on the energy efficiency of buildings.</p>	
Keywords	energy regulation, energy inspection, energy calculation, energy efficiency, energy certificate

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

1 Johdanto	5
1.1 Tausta	5
1.2 Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirasto	5
1.3 Työn aihe ja tavoite	6
2 Energiaselvitys	7
2.1 Rakentamisen energiatehokkuus	7
2.2 Energiaselvityksen sisältö, RakMk D3 2007	7
2.2.1 Lämpöhäviön määräystenmukaisuus	8
2.2.2 Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho	9
2.2.3 Energiatodistus	10
2.2.4 Muut tarkastelut	10
2.3 Energiaselvityksen päivittäminen	11
2.4 Lämpöhäviöiden tasauslaskelma, RakMk C3 2003	11
2.5 Energiataloudellinen selvitys, RakMk D3 1978	12
3 Energiaselvityksen laskentaohjelma	14
3.1 Laskennan lähtöarvot	15
3.2 Laskentatulokset	17
3.3 Rakennuksen energiatehokkuuden tarkastelu	18
3.4 Laskentaohjelman dokumentit	21
4 Yhteenveto	24
Lähteet	26
Liitteet	
Liite 1: Esimerkki laskentaohjelman energiaselvityksestä	28
Liite 2: Laskentaohjelman ohje	43
Liite 3: Määräystenmukaisuuden osoittaminen 2003	44
Liite 4: Energiataloudellinen selvitys 1980	45

1 Johdanto

1.1 Tausta

Vuoden 2008 alussa tuli voimaan laki ja asetus rakennusten energiatodistuksesta sekä uudistetut RakMk:n asetukset C3 (Rakennusten lämmöneristys), D3 (Rakennusten energiatehokkuus) ja D5 (Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta). Haettaessa rakennuslupaa uudisrakennukselle on hakemukseen liitettävä rakennuksen energiaselvitys.

Lvi-suunnittelijan työhön on aina kuulunut rakennuksen tarvitseman lämmitystehon laskeminen. Se antaa pohjan laitteistojen mitoitukselle. Myös vuotuisen lämmitysenergian kulutuksen määrittely on ollut tavanomainen lvi-suunnitteluun kuuluva rutiinitehtävä. RakMk D5 esittää laskentamenetelmän, jota tultaneen jatkossakin käyttämään valtaosassa laadittavia energiaselvityksiä.

Ennen edellä mainittujen lain ja asetusten voimaantuloa, ja 1.10.2003 alkaen (RakMk C3/2003), edellytettiin rakennusluvan hakemisen yhteydessä lämpöhäviöiden tasauslaskelmaa ja ilmanvaihtosuunnitelmien yhteydessä selvitystä ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehosta. Uudistunut menettely toi mukanaan uusia tarkasteluja, joita viranomaiset lupakäsittelyssä arvioivat. Viranomaisen työtä helpottaa ja yksinkertaistaa, jos asiakkaiden käyttöön saadaan yhtenäiset dokumentointipohjat energiaselvitykseen sisältyvien tarkastelujen esittämiseksi.

1.2 Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirasto

Rakennustoimintaa valvoo Helsingissä rakennuslautakunta, jonka valmistelu- ja toimeenpanoelimenä toimii rakennusvalvontavirasto. Rakennusvalvonnalle kuuluu rakentamiseen ja rakennetun ympäristön hoitoon liittyvä neuvonta, valvonta ja lupakäsittely. Keskeisin tehtävä on osaltaan varmistaa, että turvallisuudelle, terveyllisyydelle ja kaupunkikuvalle asetetut tavoitteet toteutuvat käytännössä.

1.3 Työn aihe ja tavoite

Opinnäytetyössä laadittiin laskentaohjelma, joka suorittaa kaikki energiaselvitykseen kuuluvat tarkastelut RakMk:n D5-menetelmällä. Laskentaohjelma on julkaistu Helsingin kaupungin rakennusvalvontaviraston internetsivuilla, mistä viraston asiakkaat voivat sen vapaasti ladata käyttöönsä.

Laskentaohjelman ja esimerkkidokumenttien laatimisen tavoitteena oli kehittää esitystapa, joka mahdollistaa yksinkertaisen ja nopean keinon arvioida energiaselvityksen sisältöä. Laskentaohjelma ja sen dokumentit antavat energiaselvityksen laatijoille myös esimerkin vähimmäistasosta, jolla viranomainen edellyttää tarkastelut esitettäväksi.

Laskentaohjelmaa on tarkoitus hyödyntää rakennusvalvontaviraston henkilöstön koulutuksessa rakennusten energiatehokkuuteen ja energiaselvityksen laadintaan liittyen.

2 Energiaselvitys

2.1 Rakentamisen energiatehokkuus

Rakennusten energiatehokkuuden ja -selvityksen ympärillä käyty keskustelu on suurelta osalta keskittynyt energiatodistukseen. Se on ymmärrettävää, koska energiatodistus vaaditaan lähes kaikille rakennuksille, vanhoillekin esimerkiksi asunnon myynnin yhteydessä. Rakennusluvan yhteydessä vaadittava energiatodistus on kuitenkin vain yksi osa energiaselvitykseen kuuluvista tarkasteluista. Energiatodistus tai sen sisältämä energiatehokkuusluku eivät määrittele eivätkä osoita rakennuksen energiatehokkuusvaatimusten täyttymistä. Siihen tarvitaan edelleenkin lämpöhäviöiden tasauslaskelma ja ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon (SFP-luvun) määrittely.

Rakennusten energiatehokkuuden parantamisen taustalla on Kioton ilmastopöytäkirja ja Suomen ilmastostrategia, jonka tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. Rakennusten lämmitys aiheuttaa noin 30 % Suomen kasvihuonekaasupäästöistä [12].

2.2 Energiaselvityksen sisältö, RakMk D3 2007

Haettaessa rakennuslupaa uudisrakennukselle on hakemukseen liitettävä rakennuksen energiaselvitys. Selvityksen antaa pääsuunnittelija, ja sen tulee sisältää yleensä seuraavat tarkastelut [1, 4.1]:

- rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuus
- ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho
- rakennuksen lämmitysteho
- arvio kesäaikaisesta huonelämpötilasta ja tarvittaessa jäähdytysteho
- rakennuksen energiankulutus ja ostoenergiankulutus
- rakennuksen energiatodistus.

Energiaselvityksen tarkastelut tulee laatia joko RakMk D5:n laskentamenetelmällä tai soveltuvien SFS-EN-standardien tai muiden yksityiskohtaisempien laskentamenetelmien mukaan ottaen huomioon rakennuksen suunniteltu käyttö ja sijainti.

2.2.1 Lämpöhäviön määräystenmukaisuus

Lämpöhäviön määräystenmukaisuus osoitetaan tasauskaskelmalla, joka tehdään erikseen lämpimille ja puolilämpimille tiloille. Rakennuksen lämpöhäviö on vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettu lämpöhäviö. Rakennuksen lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin vertailuarvoilla laskettu lämpöhäviö. Vertailulämpöhäviö on rakennuksen vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettu lämpöhäviö laskettuna määräysten vertailuarvoilla. Taulukossa 1 on esitetty vuosien 2007 ja 2010 asetuksissa määrätty vertailuarvot. [1; 2; 4; 5; 6; 7.]

Taulukko 1. Vertailurakennuksen arvot lämpöhäviöiden tasauskaskelmassa [1; 2; 4; 5; 6; 7].

U-arvot, W/(m ² K), (U)	Vertailuarvot		
	2007	2010	Muutos, %
<i>Lämpimät tilat</i>			
Ulkoseinä	0,24	0,17	-29,2
Yläpohja	0,15	0,09	-40,0
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)	0,15	0,09	-40,0
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)	0,19	0,17	-10,5
Alapohja (maanvastainen)	0,24	0,16	-33,3
Muu maanvastainen rakennusosa	0,24	0,16	-33,3
Ikkunat	1,40	1,00	-28,6
Ulko-ovet	1,40	1,00	-28,6
Kattoikkunat	1,50	1,00	-33,3
			keskiarvo: -30,8 %
<i>Puolilämpimät tilat</i>			
Ulkoseinä	0,38	0,26	-31,6
Yläpohja	0,28	0,14	-50,0
Alapohja	0,28	0,14	-50,0
Alapohja (maanvastainen)	0,34	0,24	-29,4
Muu maanvastainen rakennusosa	0,34	0,24	-29,4
Ikkunat	1,80	1,40	-22,2
Ulko-ovet	1,80	1,40	-22,2
Kattoikkunat	1,80	1,40	-22,2
			keskiarvo: -32,1 %
Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään	1,2	1,3	

	Vertailuarvot		Muutos, %
	2007	2010	
Ilmanvuotoluku, 1/h, [n₅₀]			
Lämpimät tilat	4,0	2,0	-50,0
Puolilämpimät tilat	4,0	2,0	-50,0
LTO:n vuosihyötysuhde, %, η_a			
Lämpimät tilat	30	45	50,0
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta	0	0	0
Puolilämpimät tilat	30	45	50,0
Puolilämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta	0	0	0
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään %:a vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä ja vastaa matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa	60	85	41,7 % (Huom! ET-lukuja ei ole muutettu.)

Rakennuksen vaipan lämpöhäviö saa olla enintään 20 % (2010 lähtien 30 %) suurempi kuin vertailuarvoilla laskettu rakennuksen vaipan lämpöhäviö, jos lämpöhäviön ylitys tasataan parantamalla ilmanvaihtojärjestelmän poistoilman lämmöntalteenottoa tai rakennuksen vaipan ilmanpitävyyttä.

Taulukossa 1 on esitetty myös energiatehokkuusvaatimusten muutos vuoden 2010 alusta alkaen. Rakennuksen vaipan osalta U-arvovaatimukset kiristyvät noin 30 % ja ilmanpitävyys 50 %. Poistoilman lämmöntalteenoton vaatimus kiristyy 50 %.

2.2.2 Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho (SFP) lasketaan jakamalla yhteenlaskettu tulo- ja poistoilmapuhaltimien sähköteho rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän koko mitoitusjäteilmavirralla tai mitoitusulkoilmavirralla. Jäteilmavirta on useimmiten mitoittava tekijä, koska yleensä tilat ja rakennus suunnitellaan alipaineisiksi.

Ominaissähkötehoa laskettaessa otetaan huomioon vain ne puhaltimet, jotka osallistuvat rakennuksen ilmanvaihtoon. RakMk D2:ssa asetetaan tavoitteelliset ominaissähkötehon maksimiarvot, jotka ovat tulo- poistojärjestelmille 2,5 kW/(m³/s) ja poistojärjestelmille 1,0 kW/(m³/s). Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho voi olla suurempi kuin 2,5 kW/(m³/s), jos rakennuksen sisäilmaston hallinta edellyttää tavanomaisesta poikkeavaa ilmastointia. [6; 7.]

2.2.3 Energiatodistus

Energiaselvitykseen sisältyvän energiatodistuksen antaa sitä koskevan lain mukaan pääsuunnittelija [8]. Hän voi antaa sen asemansa perusteella, eikä muuta pätevyyden osoitusta rakennusluvan yhteydessä edellytetä. Ennen rakennuksen käyttöönottoa pääsuunnittelija myös varmentaa nämä molemmat asiakirjat. Pääsuunnittelija itse kuitenkin harvoin laatii energiaselvityksen tarkasteluja. Hänen tehtävänä on huolehtia siitä, että laskelmien tekijällä on riittävät suunnittelutiedot käytössään ja tarvittava asiantuntemus. Laskennasta suoriutuminen edellyttää muun muassa rakennusfysiikan ja talotekniikan hyvää osaamista. Energiaselvitykseen liittyvän laskennan suorittaminen ja selvityksen laatiminen soveltuu erityisen hyvin hankkeeseen kiinnitetyille lvi-suunnittelijalle.

Energiatodistusasetuksessa määrätään tiettyjä tarkastelun lähtöarvoja, joita on käytettävä laadittaessa energiatodistusta pienten asuinrakennusten käyttötarkoitusluokassa [9]. Muiden käyttötarkoitusluokkien osalta asetuksessa määrätään tarkasteltavat lämmitys- ja käyttöenergiat, jotka tarkastelussa otetaan huomioon. Energiatodistuksen laskelmat tehdään kaikkien rakennusten osalta siten, että laskelmissa käytetään säävyöhykkeen III mukaisia säätietoja. Tämä mahdollistaa sen, että rakennusten energiatehokkuusluvut ja -luokat ovat vertailukelpoisia eri puolilla Suomea rakennettavilla rakennuksilla.

Pienten asuinrakennusten käyttötarkoitusluokan osalta asetuksessa on määrätty, että energiatodistus on laadittava RakMk D5:n mukaan. Käytäntö on osoittanut, että kyseistä laskentamenetelmää käytetään lähes kaikissa rakennuksissa käyttötarkoituksesta riippumatta. [9.]

2.2.4 Muut tarkastelut

Energiaselvityksen muut tarkastelut suoritetaan kohteen paikkakunnan säävyöhykkeen mukaisilla säätiedoilla. Suomi on jaettu neljään säävyöhykkeeseen, ja säätiedot on esitetty RakMk D5:n liitteessä 1. Energiankulutuksen tarkastelun osalta laskenta on siis

täsmälleen samanlainen kuin energiatodistuksessa, mutta laskennassa käytetään kyseisen paikkakunnan säävyöhykkeen säätietoja.

Arvio kesäaikaisesta huonelämpötilasta RakMk D5:n menetelmällä lasketaan kuukauden keskimääräisten säätietojen mukaan. RakMk D3:ssa ja D5:ssä käytetty termikin kuvaa, että laskentatuloksena on arvio. Todelliset sisälämpötilanousut hellepäivinä ja suurilla sisäisillä lämpökuormilla antaisivat siis laskennallisestikin korkeammat tulokset. Jäähdytysenergiantarve RakMk D5:n menetelmällä lasketaan myös kuukauden keskimääräisten säätietojen perusteella antaen arvion jäähdytysenergiantarpeesta. Näitä arvoja ei voi tästä syystä käyttää laitteiden ja järjestelmien mitoituksissa. Niitä varten laskelmat on suoritettava tarkemmin. Esimerkiksi jäähdytystehon osalta asia tarkastellaan pahimpien kuormitustilanteiden vallitessa ottaen huomioon ulkoiset ja sisäiset lämpökuormat.

2.3 Energiaselvityksen päivittäminen

Energiaselvitys ja siihen liittyvä energiatodistus on varmennettava pääsuunnittelijan toimesta rakennuksen valmistuessa. Tämä tarkoittaa, että rakentamisen aikaisten muutosten vaikutus energiaselvitykseen on otettava huomioon, ja selvitys on sen mukaisesti käyttöönottokatselmukseen mennessä päivitettävä. Tämä merkitsee myös suunnittelijoiden ja vastuullisten työnjohtajien tehtävien tarkentamisen tarvetta. Pääsuunnittelijalla on rakennuksen valmistuessa mahdollisuus antaa päivitetty energiaselvitys vain, jos rakentamisen aikainen yhteistyö osapuolten välillä on riittävää.

2.4 Lämpöhäviöiden taseuslaskelma, RakMk C3 2003

Lokakuussa 2003 voimaan tulleet edelliset RakMk:n osat C3 ja D2 sisälsivät vaatimukset rakennuksen lämmöneristyksille ja ilmanvaihdon energiatehokkuudelle [6; 10]. Pääsuunnittelijan tehtävänä oli osoittaa rakennuslupahakemuksen yhteydessä, että rakenteiden U-arvot, ikkunapinta-alat ja poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde täyttivät niille asetetut vaatimukset. Helsingin kaupungin rakennusvalvonnassa vaatimusten täytyminen osoitettiin liitteen 3 mukaisella

lomakkeella. Poikkeaminen asetuksissa esitetyistä vertailuarvoista edellytti ympäristöministeriön laatiman Ympäristöoppaan 106 mukaisen, hyväksyttävän lämpöhäviöiden tasauslaskelman laatimista. Ilmanvaihtosuunnitelmien yhteydessä toimitettiin laskelma ilmanvaihtokoneiden puhaltimien ominaissähkötehokkuudesta (SFP-laskelma). Kohteiden valmistuttua puhaltimien sähkötehot on mitattu ja tarkistettu laskennallinen SFP-arvo.

2.5 Energiataloudellinen selvitys, RakMk D3 1978

RakMk D3:ssa vuodelta 1978 edellytettiin, että rakennuslupaa haettaessa tai rakentamisen aikana tulee esittää rakennuksen energiataloutta koskeva selvitys. Selvityksen tuli sisältää vähintään seuraavat tiedot [11]:

- 1) Rakennuksen tehontarpeen määrittävät tekijät:
 - mitoittava sisä- ja ulkolämpötila
 - vaipan lämpöhäviöt
 - ilmanvaihdon tilavuusvirta ja lämpöhäviöt
 - mahdollinen koneellinen jäähdytysteho ja -tapa
 - lämpimän veden tarvitsema lämpöteho
 - sähkön huipputeho; valaistus, lvi-laitteet, muut rakennusta palvelevat laitteet
 - suunnittelussa huomioon otettu ihmisten, auringon säteilyn ja laitteiden luovuttama tai muu hyödynnettävä teho.
- 2) Edellä mainittujen tekijöiden perusteella tehty tehontarvelaskelma rakennuskohtaisena ja rakennuskuutiometriä kohden.
- 3) Selvitys, kuinka yksittäisesti lämmitetyn rakennuksen lämpöhuolto järjestetään ulkomaisen polttoaineen saannin estyessä.

Liitteessä 4 on esimerkki erään kohteen selvityksestä, joka on laadittu silloisille Helsingin kaupungin rakennusvalvontaviraston laatimille lomakkeille. Energiataloutta koskeva sisältö on ollut hyvin samankaltainen kuin on nyt vaadittavassa energiaselvityksessäkin.

Ulkomaisen energian saannin epävarmuus, eli niin kutsuttu energiakriisi oli tuolloin ehkä merkittävin tekijä, jonka vuoksi asetuksen selvityksellä haluttiin kiinnitettävän huomiota energiatehokkuuteen ja käytettävään energiamuotoon.

3 Energiaselvityksen laskentaohjelma

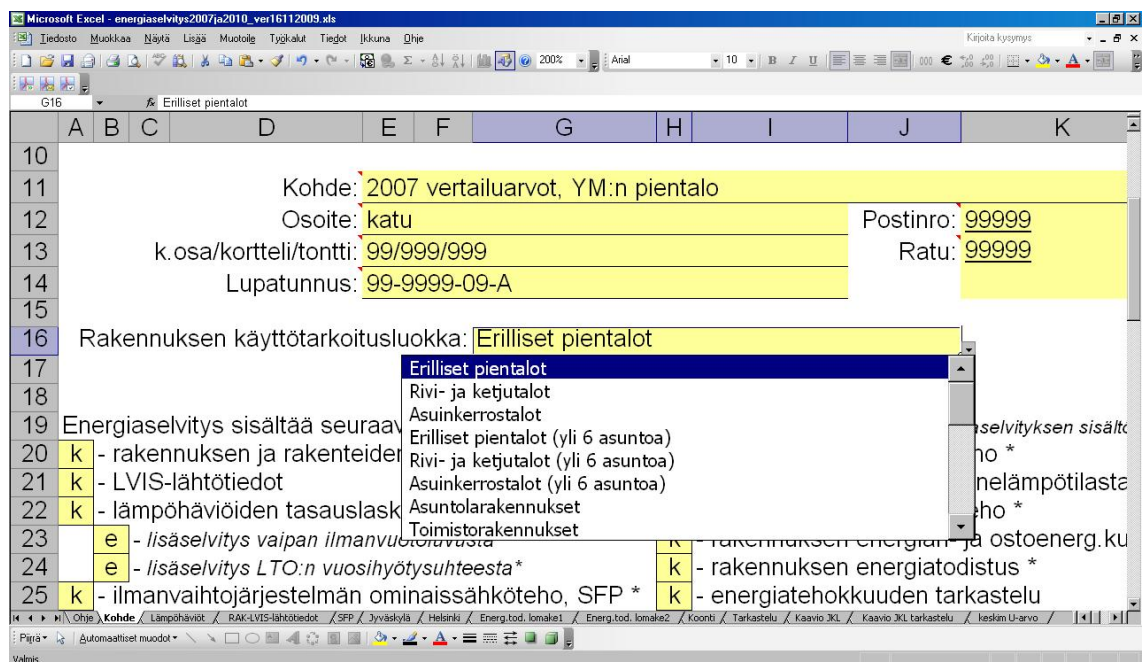
Laskentaohjelma on laadittu suomenkielisellä Microsoft Office Excel 2003 -versiolla. Laskentakaavat on toteutettu perusfunktioilla syöttämällä ne taulukoiden soluihin. Ohjelma on laadittu mahdollisimman yksinkertaiseksi käyttää. Suunnittelija syöttää tarkasteluissa vaadittavat lähtöarvot yhteen kertaan. Ne on ohjelmoitu laskentakaavoihin ja -taulukoihin. Laskentatulokset on koottu tulostettaviin energiaselvityksen dokumentteihin, jotka liitetään rakennuslupahakemuksen asiakirjoihin.

Energiaselvityksen tarkastelujen laskentaohjelma perustuu RakMk D5:n menetelmään energiatodistusasetuksen asettamat vaatimukset huomioiden [3; 9]. Energiaselvityksen tarkastelujen suorittaminen edellyttää asiaan perehtymistä sekä energiankäytön viranomaisasetusten ja laskentateorian tuntemusta. Se on ollut lähtökohtana laskentaohjelman käytön suunnittelussa. Sen vuoksi ohjetta laskentaohjelman sisään tai erillisenä ei ole laadittu. Ympäristöministeriö on laatinut opiskelumateriaaliksikin sopivia oppaita energiaselvityksen laatimisesta [12; 13; 14]. Niissä on esimerkkien kautta opastettu laskennan lähtöarvoja sekä tarkastelujen suorittamista. Ympäristöministeriö on julkaissut oppaat internetsivuillaan, ja niitä voi suoraan hyödyntää ohjeina tämän energiaselvityksen laskentaohjelman käytössä.

Laskentaohjelma soveltuu uudisrakennusten tarkastelujen lisäksi käytettäväksi myös muutos- ja korjausrakennushankkeisiin. Niissä tapauksissa on keskeistä ensin selvittää olemassa olevat rakenteet, niiden pinta-alat ja U-arvot sekä talotekniikkajärjestelmät ja niiden ominaisuudet niiltä osin kuin ne säilyvät ennallaan. RakMk D5:n laskentamalli on tullut tutuksi vuosikymmenten kuluessa jo sen aiemmista versioista. Lvi-suunnittelijat ovat tottuneet määrittämään lämmöntarpeet asetuksen laskentaperiaatteen mukaisesti niin uudiskohteissa kuin korjausrakennushankkeissa. Lämmöntarvelaskelmat antavat pohjan järjestelmien todellisille mitoituksille ja laitevalinnoille. Energiatodistusasetuksessa määrätään energiatodistus laadittavaksi aina laskennallisesti RakMk D5:n mukaan enintään kuuden asunnon kohteissa niin uudisrakennuksissa kuin olemassa olevissakin rakennuksissa. Tärkeä osa olemassa olevan rakennuksen energiatodistuksen laadintaa on esittää keinoja, joilla energiatehokkuutta voidaan parantaa.

3.1 Laskennan lähtöarvot

Laskentaohjelmassa lähtöarvojen syöttösolut on merkitty keltaisella pohjalla. Ainoastaan niitä soluja on mahdollista muokata, taulukoiden ollessa muilta osin lukittuja. Lähtöarvot ovat joko laskentaan kuuluvia lukuarvoja tai lyhyitä tekstimuodossa olevia kuvauksia kohteesta. Ohjelmassa on kolme valikollista lähtöarvosolua, joista ensimmäinen on Kohde-taulukossa, kun valitaan rakennuksen käyttötarkoitukseluokka (kuva 1). Toinen valikollinen lähtöarvosolu on tasauslaskelmassa, kun valitaan, minkä vuoden asetusten mukaan energiatehokkuusvaatimusten määräysten mukaisuus on osoitettava. Myös kolmas valikollinen lähtöarvosolu on tasauslaskelmassa. Siinä valitaan vertailuarvo ulkoseinän U-arvolle. Ikkunoiden sekä ilmanvaihto-, lämmitys-, käyttövesi-, sähkö- ja jäähdytysjärjestelmien lähtöarvot annetaan lähtötietotaulukossa (RAK-LVIS-lähtötiedot). Rakennuksen vuotoilman ja rakenteiden lähtöarvot annetaan lämpöhäviöiden tasauslaskentataulukossa (Lämpöhäviöt).



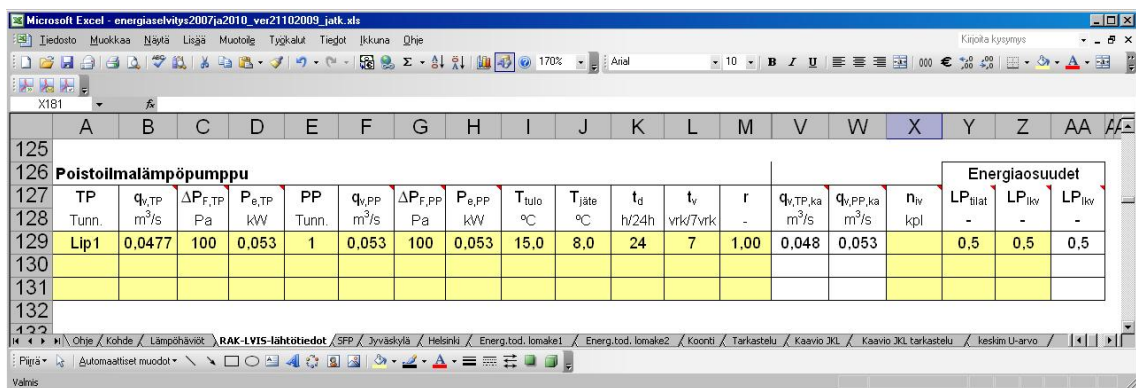
Kuva 1. Rakennuksen käyttötarkoituksen valinta "Kohde" -taulukossa.

Pääosa laskennan lähtöarvojen ja kaavojen merkinnöistä on RakMk D5:n mukaisia, eikä niitä ole erikseen ohjelmassa selostettu. Ne merkinnät, jotka poikkeavat RakMk D5:ssä esitetystä, on selitetty ohjelmassa sekä taulukossa 2.

Taulukko 2. Laskentaohjelmassa esiintyvät RakMk D5:stä poikkeavat merkinnät.

D5	Tarkennus	Selostus
T_s	T_{sL}	lämpimän tilan sisälämpötila, °C
T_s	T_{sPL}	puolilämpimän tilan sisälämpötila, °C
q_v	q_{vTP}	tuloilmapuhaltimen ilmavirta, m ³ /s
q_v	q_{vPP}	poistoilmapuhaltimen ilmavirta, m ³ /s
q_v	q_{vTPka}	käyttöajoilla painotettu tuloilmapuhaltimen ilmavirta, m ³ /s
q_v	q_{vPPka}	käyttöajoilla painotettu poistoilmapuhaltimen ilmavirta, m ³ /s
-	ΔP_{FTP}	kanaviston ja ilmanjakojärjestelmän painehäviö, tuloilmakoneen imu- ja painepuolella, Pa
-	ΔP_{FPP}	kanaviston ja ilmanjakojärjestelmän painehäviö, poistoilmakoneen imu- ja painepuolella, Pa
P_e	P_{eTP}	tuloilmapuhaltimen moottorin ottama sähköteho, kW
P_e	P_{ePP}	poistoilmapuhaltimen moottorin ottama sähköteho, kW
-	LP_{tilat}	osuus poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämästä ja tilojen lämmityksessä hyödynnettävästä energiasta, -
-	LP_{lkv}	osuus poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämästä ja käyttöveden lämmityksessä hyödynnettävästä energiasta, -
-	n_{iv}	samat ominaisuudet täyttävien ilmanvaihtokoneiden lukumäärä, kpl

Tarkennuksilla on selvennetty laskennassa tarvittavia lähtöarvoja, eikä niiden kautta ole luotu RakMk D5:stä poikkeavia laskentakaavoja. Niillä erotellaan lämpimät ja puolilämpimät tilat sekä ilmanvaihtojärjestelmän tulo- ja poistopuhaltimet. Poistoilmalämpöpumpun talteen ottaman energian jakautuminen lämmitykseen ja lämpimään käyttöveteen annetaan osuuksina. Esimerkiksi LP_{tilat} -arvo 0,5 ja LP_{lkv} -arvo 0,5 tarkoittavat sitä, että 50 % energiasta käytetään lämmitykseen ja 50 % lämpimään käyttöveteen (kuva 2). Osuuksien jakautuminen riippuu laitteiden toimintaperiaatteista. Suunnittelijan on laitevalinnan yhteydessä varmistettava laitetoimittajalta kyseiset testatut ominaisuudet ja arvot.



TP	q_{vTP}	$\Delta P_{F,TP}$	$P_{e,TP}$	PP	q_{vPP}	$\Delta P_{F,PP}$	$P_{e,PP}$	T_{tulo}	$T_{jäte}$	t_d	t_v	r	$q_{vTP,ka}$	$q_{vPP,ka}$	n_{lv}	LP_{tilat}	LP_{lkv}	LP_{lkv}
Tunn.	m ³ /s	Pa	kW	Tunn.	m ³ /s	Pa	kW	°C	°C	h/24h	vrk/7vrk	-	m ³ /s	m ³ /s	kpl	-	-	-
Lip1	0,0477	100	0,053	1	0,053	100	0,053	15,0	8,0	24	7	1,00	0,048	0,053		0,5	0,5	0,5

Kuva 2. Poikkeavat merkinnät RakMk D5:stä.

Erityisesti on huomattava, että määräystenmukaisuuden osoittamisessa ei huomioida käyttöveden lämmityksessä hyödynnettävää poistoilman lämmöntalteenoton energiaa. Ilmanvaihtokoneiden puhaltimien painehäviöarvoja ei käytetä laskentakaavoissa. Niiden esittämisellä osoitetaan, että järjestelmien painehäviöt on mitoitettu ja puhaltimien valintakriteerit on määritelty.

3.2 Laskentatulokset

Laskentaohjelman suorittamaa laskentaa ja tuloksia on arvioitu ympäristöministeriön laatimissa oppaissa esitettyjen laskentaesimerkkien kautta. Ympäristöministeriön pientaloesimerkissä on laskennan lähtöarvot kerrottu tarkimmin [13, liite 1.1]), minkä vuoksi se valittiin taulukossa 2 esitetyn vertailun pohjaksi.

Laskennan lähtöarvojen määrittelyjen osalta ympäristöministeriön tarkastelussa on oletettu, että kesällä lämmöntalteenotto ja jälkilämmityspatteri eivät ole lainkaan käytössä. Ilmanvaihtokoneet ja niiden automatiikka myös pientalokokoluokassa ovat viime vuosina kehittyneet tarpeenmukaisen käytön huomioiviksi ja myös käyttäjäystävällisemmiksi. On varsin tavallista, että lämmöntalteenoton ja jälkilämmityspatterin osalta voidaan määrittää tietyt ulkoilman ja poistoilman lämpötilat lämmityskauden ulkopuolella, jolloin ne kytkeytyvät pois käytöstä automaattisesti. Sen vuoksi tässä laskentaohjelmassa ei ole kyseistä oletusta mahdollista tehdä, ja lämmöntalteenoton ja jälkilämmityspatterien energiat lasketaan myös kesällä. Taulukon 3 sarakkeessa ”Alkup. laskenta” on esitetty kyseiset tulokset.

Taulukko 3. Energiaselvityksen laskentaohjelman tulosten vertailu ympäristöministeriön laskentaesimerkkiin verrattuna.

Tarkastelu	YM	Alkup. laskenta	ero, %	kesä-LTO ja jälkilämm.patt.	ero, %
Q _{lämmitys} , kWh/v	28010	27794,6	-0,77	28008,7	0,005
E _{rakennus} , kWh/v	36160	35944,6	-0,60	36158,7	0,004
ET-luku, kWh/brm ² /v	221,8	220,5	-0,58	221,8	0,0

Ympäristöministeriön laskentaesimerkin tulokseen nähden syntyi 214,4 kWh/v pienempi tulos (-0,77 %). Laskentaohjelmalla suoritettiin tarkastelu asettamalla lämmöntalteenotto ja jälkilämmityspatteri pois kytketyksi kesä-elokuuksi ympäristöministeriön laskentaesimerkin mukaisesti. Laskentatulokset on esitetty taulukon 3 sarakkeessa ”kesä-LTO ja jälkilämm.patteri”. Tarkastelu osoitti, että kesä-elokuun lämmöntalteenoton ja jälkilämmityspatterin energiat ovat ne tekijät, joiden vuoksi merkittävin edellä mainittu ero ympäristöministeriön laskentatuloksiin syntyy. Loput laskentatulokset eroista (-1,3 kWh/v) johtuu ympäristöministeriön laskentaesimerkin välivaiheiden tulosten pyöristyksistä vuotoilmanvaihdon energiankulutuksessa. Ympäristöministeriön laskentatuloksissa kuukausiarvot on pyöristetty lähimpään kokonaislukuun. Rakennuksen lämmitysenergiakulutuksen osalta ($Q_{\text{lämmitys}}$) laskentaohjelman tulos on 0,005 % pienempi ja energiankulutus (E_{Rakennus}) 0,004 % pienempi kuin ympäristöministeriön esimerkissä. Muiden energiaselvityksen tarkastelujen (lämmitystekot, sisälämpötila, jne.) osalta laskentatulokset olivat täsmälleen samat kuin ympäristöministeriön laskentaohjelmassa. Tässä tapauksessa laskenta antoi ympäristöministeriön esimerkin kanssa hyvällä tarkkuudella yhtäpitävät tulokset.

3.3 Rakennuksen energiatehokkuuden tarkastelu

Energiaselvityksen tarkasteluilla mallinnetaan rakennuksen energiankulutusta. Tarkastelut antavat suunnittelutyökalun vertailtaessa rakennuksen osien ja järjestelmien eri toteutusvaihtoehtoja sekä osoitettaessa niiden ominaisuuksien muutosten vaikutusta energiatehokkuuteen.

Helsingin rakennusvalvontavirastossa on marraskuussa 2009 otettu käyttöön menettely, jolla pyritään siihen, että osana energiaselvitystä selvityksen antaja (pääsuunnittelija, apuna erityisalan suunnittelijat) tarkastelee keinoja, joilla suunnitteluratkaisun lämpöhäviöitä voitaisiin pienentää ja saavuttaa energiatehokkaampi rakennus. Tarkastelu tulee kohdistaa rakennuksen vaipan U-arvoihin, ilmavuotoihin ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteeseen. Tarkastelussa tulee esittää ehdotus toteutettavista keinoista ottaen huomioon toimiva rakennusfysiikka ja turvalliset sisäilmaolosuhteet. Kuvassa 3 on esitetty energiaselvityksen laskentaohjelmaan sisältyvä tarkasteluosio.

Siinä voidaan kolmea muuttujaa tarkastelemalla mallintaa muutokset lämpöhäviöihin sekä energiatehokkuuslukuun ja -luokkaan.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Lämpöhäviö	Suunniteltu arvo W/K	Lämpöhäviön vähennystavoite % W/K	Lämpöhäviön ratkaisulla W/K	Lämpöhäviö energiatehokkaammalla W/(m²K)
Rakennuksen vaipan lämpöhäviö	130,1	30	39,0	91,1
Vaipan ilmapuodot	20,4 Ilmanvuotoluku, 1/h, [n ₅₀] 4,0	75	15,3	5,1
Ilmanvaihto	44,5 LTO:n vuosihyötysuhde, %, n _a 30,0	60	26,7	17,8
Lämpöhäviö yhteensä	195,0		81,0	114,0
Täytyykö matalaenergiarakentamisen vaatimus (lämpöhäviö 60% vertailuratkaisusta, 2010 alkaen 85 %)	Ei			Kyllä
ET-luku, kWh/brm²/v.	221			156
ET-luokka	D			B

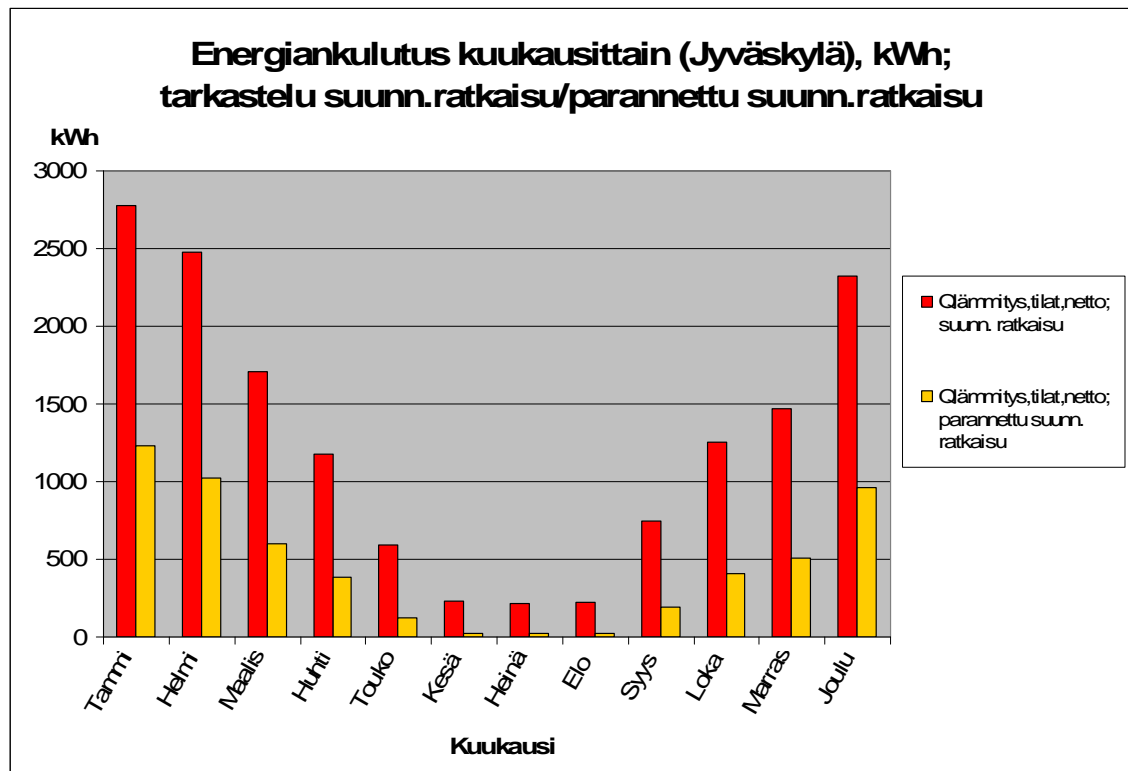
Additional data from the spreadsheet:

- Energiatehokkuus toteutuu U-arvoilla: 0,17 0,11 0,17 0,98 0,98
- Energiatehokkuus toteutuu ilmanvuotoluvulla, [n₅₀]: 1,0 1/h
- Energiatehokkuus toteutuu LTO:n vuosihyötysuhteella, n_a: 72,0 %
- Tarkastelun lämpöhäviö on 58,4 % suunnitteluvuodosta.
- Energiatehokkuusluvun luokittelusta:

ET-luku	ET-luokka
- 150	A
151 -170	B
171 -190	C
191 -230	D
231 -270	E
271 -320	F
321 -	G

Kuva 3. Energiatehokkuuden tarkastelu ja parannusehdotus.

Helsingin rakennusvalvontavirastossa on havaittu, että energiaselvitykseen sisältyviä tarkasteluita ei ole vielä riittävästi sisäistetty käytettäväksi rakennuksen suunnittelutyökaluina, eivätkä ne siten ohjaa energiatehokkaampien ratkaisujen etsimiseen ja rakennusten toteutuksiin. Yksittäistapauksia ovat ne hankkeet, joissa on ilmoitettu rakennuksen suunnittelutyön lähtöarvotavoitteisiin A-luokan energiatehokkuuden täyttävä rakennus. Laadittaessa laskentaohjelmaa asetettiin tavoitteeksi laajentaa RakMk D3:n energiaselvityksen tarkastelujen sisältöä ”oivalluttavalla” osiolla, ei kuitenkaan niin, että selvityksen antaja joutuisi suorittamaan RakMk D3:sta ja D5:stä poikkeavia laskelmia, vaan asiaa tarkastellaan niiden mukaisesti. Tarkastelulla on haluttu saada aikaan ohjaava vaikutus ja motivoida rakennuttajia valitsemaan energiatehokkaampia ratkaisuja. Energiatehokkuutta parantavat keinot ovat usein yksinkertaisia. Rakennustekniset ratkaisut ja materiaalit sekä talotekniset järjestelmät ja laitteet ovat kaikkien rakennuttajien saatavilla, ja esimerkiksi matalaenergiatason saavuttaminen on toteutettavissa normaaleilla rakennustavoilla. Kuvan 4 kaavio havainnollistaa pientaloesimerkin tarkastelun tulosta.



Kuva 4. Kaavio tarkastelusta havainnollistaa parannusehdotuksen vaikutusta energiatehokkuuteen.

Vaikka säästetyille kilowattitunneille on alettu antaa suurempi merkitys kuin rakentamisvaiheen euroille, ovat investointikustannukset ja kannattavuustekijät merkitsevässä roolissa päätöksiä tehtäessä. Rakennuttajien valintojen motivoimiseksi suunnittelijoiden tulisi laatia esitys energiatehokkaammasta ratkaisusta ja investointien kannattavuuksista. Investointilaskelmien laatiminen näiltä osin yksinkertaistuu, koska investoinnin kohteena oleville laitteille ja rakenteille ei ole tarvetta määrittää jäännösarvoa. Ylimääräisiä huoltokustannuksia ei muodostu, koska laitemäärät eivät oleellisesti kasva, eikä myöskään rakenteiden massan määrän kasvu aiheuta lisätarpeita.

Vuotoilman lämpöhäviöiden pienentämiseksi on tarpeen lähinnä kiinnittää huomiota rakenteiden detaljisuunnitteluun ja huolelliseen toteutukseen. Materiaalivalinnoista ei niinkään ole kyse; yhtä lailla hirsirakennuksesta kuin kivialostakin voidaan rakentaa ilmavuotojen osalta tiivis, tai huolimattomuudella voidaan saada aikaan epätiivitä ja vuotavia rakenteita. Tähän panostamisen kustannusvaikutus näin ollen voisi olla 0 €

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton osalta energiatehokkaampi laitevalinta ei merkitsevästi lisää kustannuksia, varsinkaan pienissä kohteissa. Isoissa kohteissa tulee kiinnittää huomiota siihen, että mahdollisimman suuri osa poistoilmasta pyrittäisiin ohjaamaan tehokkaan lämmöntalteenoton kautta.

Oleellisimmat lisäkustannusvaikutukset syntyvät siis rakennuksen vaipan osien lisäeristämisen ja kasvavan materiaalitarpeen kautta, sekä esimerkiksi energiatehokkaampien ja laadukkaampien ikkunoiden vuoksi. VTT on arvioinut, että matalaenergiarakentamisen lisäkustannusvaikutus normaalirakentamiseen verrattuna on noin 2–3 % rakentamiskustannuksista, ja takaisinmaksuaika olisi alle 10 vuotta [15; 16]. Tähän liittyvä keskustelu käy vilkkaana, ja tutkimuksia ja laskelmia kustannusvaikutuksista julkaistaan kiihtyvään tahtiin. Kommentteja myös siihen suuntaan on esitetty, että energiatehokkaamman rakentamisen lisäkustannus olisi niin pieni, ettei se vaikuta esimerkiksi asuntojen myyntihintaan.

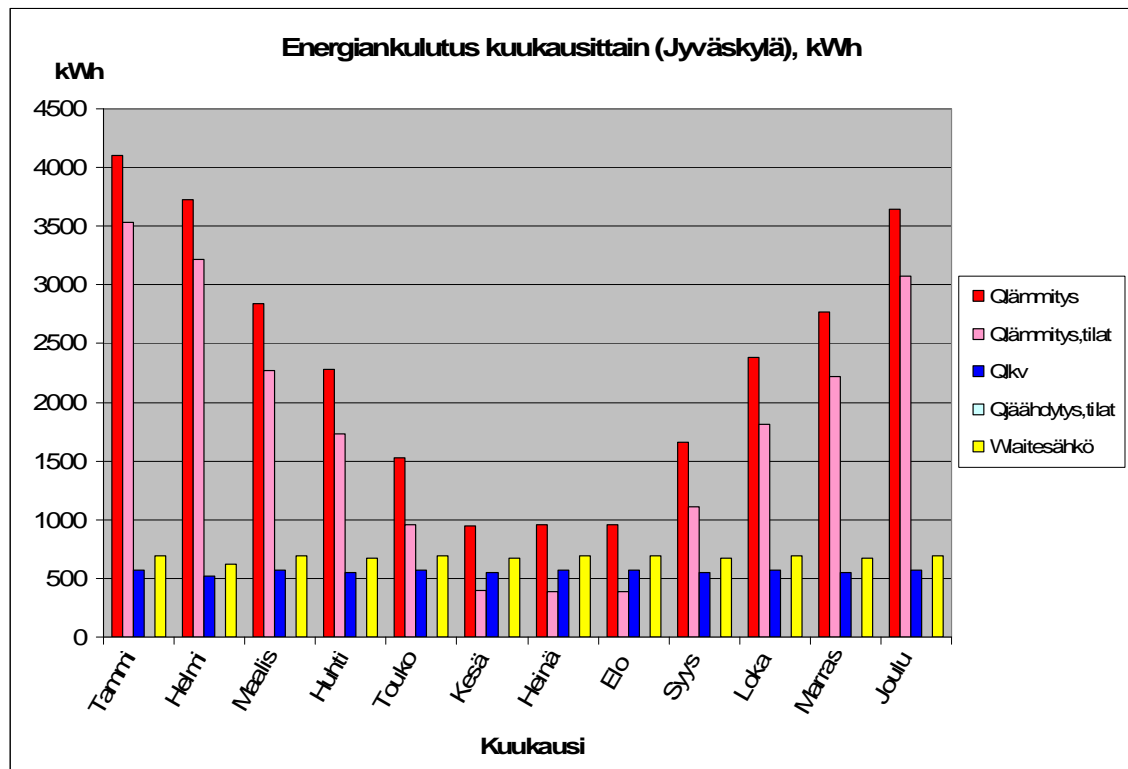
3.4 Laskentaohjelman dokumentit

Laskentaohjelman suorittamat RakMk D3:n ja D5:n mukaiset tarkastelut ja laskelmien vaatimat lähtöarvot on koottu tulostettaviin taulukoihin. Energiaselvityksen dokumentteihin niistä tulostetaan seuraavat nimetyt laskentaohjelman taulukot:

- Kohde
- Lämpöhäviöt
- RAK-LVIS-lähtötiedot
- SFP
- Energ.tod. lomake 1 (asuinrakennukset enintään 6 asuntoa) tai Energ.tod. lomake 2 (asuinrakennukset yli 6 asuntoa ja muut rakennukset)
- Koonti
- Tarkastelu.

Liitteessä 1 on esimerkki pientalon energiaselvityksen dokumenteista, jotka saadaan laskentaohjelman tulosteina.

Taulukoiden lisäksi ohjelmassa on kaksi kaaviota. Ensimmäinen kaavio, ”Kaavio JKL”, kuvassa 5 esittää energiakulutuksen jakautumisen lämmitys-, käyttövesi-, jäähdytys- ja sähköenergiankulutukseen energiatodistuksen tarkastelun mukaan.



Kuva 5. Kaavio esittää energiankulutuksen jakautumisen.

Toisella kaaviolla, ”Kaavio JKL tarkastelu” (kuva 4, esiteltiin kohdassa 3.3), havainnollistetaan tarkastelua, jossa esitetään keinoja suunnitteluratkaisun energiatehokkuuden parantamiseksi.

Laskentaohjelmassa on apulaskentataulukko ”keskim-U-arvo”, kuva 6. Se on tarkoitettu käytettäväksi rakennusosan keskimääräisen lämmönläpäisykertoimen laskentaan kohteissa, joissa rakennusosan (esimerkiksi ulkoseinän) osalta on useanlaisia rakenneratkaisuja ja joilla on eri U-arvot.

Microsoft Excel - energiaselvitys2007ja2010_ver21102009_jatk.xls

Tiedosto Muokkaa Näytä Lissa Muotoile Työkalut Tiedot Ikkuna Ohje

Käyttökielinen

E26

Rakennusosien keskimääräiset U-arvot (apulaskentataulukko)				
Kohde: 2007 vertailuarvot_YM:n pientalo			Lupatunnus: 99-9999-09-A	
k.osa/kortti./tontti: 99/999/999			Rakennustyyppi: Erilliset pientalot	
Ratu: 99999				
Rakennusosa tasauslaskentaan		A, m ²	U, W/(m ² K)	* = U-arvot eivät saa ylittää enimmäisarvoja minkään rakenneosan kohdalla.
		20	0,250	
		A	U*	A*U
nro	Rakennusosan nimi	m ²	W/(m ² K)	W/K
1	US1	10,00	0,20	2,00
2	US2	10,00	0,30	3,00
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Ohje Kohde Lämpöviivä RAK-LVIS-lähtövedot SFP Jyväskylä Helsinki Energ.tod.lomake1 Energ.tod.lomake2 Koonni Tarkastelu Kaavio 3KL Kaavio 3KL tarkastelu keskim U-arvo

Piirrä Automaattiset muodot

Valmis

Kuva 6. Esimerkki siitä, miten kahden ulkoseinärakennetyypin keskimääräinen lämmönläpäisykerroin määritetään laskentaohjelman apulaskentataulukolla.

Laskentaohjelman taulukoista ja dokumenteista oli tavoitteena muokata sellaiset, että niistä on nähtävissä selkeästi määräystenmukaisuuden toteutuminen. Muihin energiaselvityksen tarkasteluihin liittyen lähtöarvojen avoin esittäminen on välttämätöntä laskentatulosten arvioimiseksi. Niiden esittäminen RakMk D3:n ja D5:n sekä ympäristöministeriön laskentaesimerkkien ja mallidokumenttien mukaan luo edellytykset sille, että dokumentteja on mahdollista arvioida ilman laatijan paikalla oloa tai erillistä selvitystä. Asetukset ja dokumenttiesimerkit antavat mallin vähimmäistasosta tarkastelujen esittämiseen ja dokumentointiin.

4 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirastolle ja sen asiakkaille laskentaohjelma, jolla voi suorittaa kaikki rakennusluvan hakemisen yhteydessä vaadittavaan energiaselvitykseen kuuluvat tarkastelut RakMk:n D5-menetelmällä.

Työssä syvennyttiin rakennusten energiatehokkuusvaatimuksiin ja laskennalliseen mallintamiseen asetusten edellyttämien tarkastelujen mukaisesti. Laskentaohjelmaan laadittiin laskentatyökalu, jolla on mahdollista vertailla rakennusosien ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton ominaisuuksien muutosten vaikutusta rakennuksen energiatehokkuuteen.

Laskentaohjelman suorittamaa laskentaa ja tuloksia arvioitiin ympäristöministeriön laatimien oppaiden avulla. Ympäristöministeriön pientaloesimerkin laskentatulokseen nähden syntyi 214,4 kWh/v pienempi tulos (-0,77 %). Laskentaohjelmalla suoritettiin tarkastelu asettamalla lämmöntalteenotto ja jälkilämmityspatteri pois kytketyksi kesäelokuuksi ympäristöministeriön laskentaesimerkin mukaisesti. Tarkastelu osoitti, että kyseisistä lähtöarvo-oletuksista syntyi merkittävin edellä mainittu ero laskentatuloksiin. Loppuosa laskentatuloksen erosta (-1,3 kWh/v, -0,005 %) johtui laskentaesimerkin välivaiheiden tulosten pyöristyksistä. Voitiin todeta, että tässä tapauksessa laskenta antoi ympäristöministeriön esimerkin kanssa hyvällä tarkkuudella yhtäpitävät tulokset.

Laskentaohjelma suorittaa energiaselvityksen tarkastelut asetusten vaatimusten mukaisesti. Laskentaohjelma ja sen dokumentit antavat energiaselvityksen laatijoille esimerkin tasosta, jolla viranomainen edellyttää energiaselvityksen tarkastelut esitettäväksi.

Laskentaohjelma julkaistiin marraskuussa 2009 Helsingin kaupungin rakennusvalvontaviraston internetsivuilla, mistä asiakkaat voivat sen vapaasti ladata käyttöönsä.

Laskentaohjelman jatkokehityksessä tarkastellaan ensi vaiheessa erityyppisiä rakennuksia ja talotekniikkajärjestelmiä (esimerkiksi ilmalämpöpumpulla varustettu pientalo, asuinkerrostalo ja toimisto- tai liikerakennus). Laskentatuloksia vertaillaan valitsemalla 3–5 kohdetta rakennuslupien yhteydessä toimitettavista energiaselvityksistä. Laskentaohjelmalla tehdään tarkastelut vastaavilla lähtöarvoilla ja selvitetään mahdolliset poikkeamat laskentatuloksissa. Sen lisäksi jatkokehityksessä otetaan huomioon asiakkaiden käyttökokemukset laskentaohjelmasta ja sitä kautta mahdollisesti syntyvät kehitysajat.

Laskentaohjelmaa voidaan hyödyntää rakennusvalvontaviraston henkilöstön sekä rakennusten suunnittelijoiden, rakennuttajien ja muiden rakentamisessa mukana olevien tahojen koulutuksessa rakennusten energiatehokkuuteen ja energiaselvityksen laadintaan liittyen. Laskentaohjelmalla voidaan osoittaa rakentamisen aikaisten valintojen merkitystä rakennusten energiatehokkuuteen.

Rakennusten energiaselvitys ja energiatodistus ovat keskeisessä roolissa painotettaessa energiatehokkuuden merkitystä rakentamisen eri osapuolille. Uudisrakentamisessa on nyt kysymys uudenlaisesta, tarkemmasta analyysistä ja myös tarkemmasta asioiden esittämistä. Olemassa olevan rakennuksen energiatodistuksen toivotaan aikaansaavan tietoisuuden lisääntymisen lisäksi myös konkreettisia toimenpiteitä – sellaisia, jotka saavat aikaan säästöjä ja pienentävät ympäristöömme kohdistuvia rasituksia. Olemassa oleva rakennusmassa edustaa merkittävää energiankäytön tehostamisen potentiaalia. Julkisuudessa on ollut esillä energiatehokkuuden parantamiseen tähtäävien määräysten kiristäminen jo lähitulevaisuudessa, mahdollisesti myös olemassa olevaan rakennuskantaan kohdistuen.

Lähteet

- 1 Rakennusten energiatehokkuus. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa D3. Helsinki: ympäristöministeriö, 2007.
- 2 Rakennusten energiatehokkuus. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa D3. Helsinki: ympäristöministeriö, 2010.
- 3 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa D5. Helsinki: ympäristöministeriö, 2007.
- 4 Rakennuksen lämmöneristys. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa C3. Helsinki: ympäristöministeriö, 2007.
- 5 Rakennuksen lämmöneristys. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa C3. Helsinki: ympäristöministeriö, 2010.
- 6 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Helsinki: ympäristöministeriö, 2003.
- 7 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Helsinki: ympäristöministeriö, 2010.
- 8 Laki rakennuksen energiatodistuksesta. 487/13.4.2007.
- 9 Asetus rakennuksen energiatodistuksesta. Helsinki: ympäristöministeriö, 2007.
- 10 Rakennuksen lämmöneristys. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa C3. Helsinki: ympäristöministeriö, 2002.
- 11 Rakennusten energiatalous. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa D3. Helsinki: sisäasiainministeriö, 1978.
- 12 Tasauslaskentaopas 2007, Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden osoittaminen. Helsinki: ympäristöministeriö, 24.1.2008.
- 13 Energiatodistusopas 2007, Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. Helsinki: ympäristöministeriö, 13.3.2008.
- 14 Pientalon D5/2007-energiaslakentaopas. Helsinki: ympäristöministeriö, 17.4.2008.
- 15 Tutkimusuutinen matalaenergiateknologiarakentamisesta. (WWW-dokumentti) VTT. <<http://www.vtt.fi/newsarchive/2005/uutinen0510004.htm>>. 2005. Luettu 16.10.2009.

- 16 Airaksinen, Miimu. Mitä energiatehokkuus maksaa? (WWW-dokumentti) VTT.
<<http://passiivitalo.vtt.fi/files/mita%20energiatehokkuus%20maksaa.pdf>> 2006.
Luettu 16.10.2009.

**ENERGIASELVITYS**

Rakennuslupaa haettaessa on hakemukseen liitettävä rakennuksen energiaselvitys. Energiaselvitys on päivitettävä ja pääsuunnittelijan on varmennettava se ennen rakennuksen käyttöönottoa. (RakMk D3, 4.1.1, määräys)

Kohde: 2007 vertailuarvot, YM:n pientalo	Postinro: 99999
Osoite: katu	Ratu: 99999
k.osa/kortteli/tontti: 99/999/999	
Lupatunnus: 99-9999-09-A	

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: Erilliset pientalot

Energiaselvitys sisältää seuraavat dokumentit: (k=on, e=ei)

 k - rakennuksen ja rakenteiden lähtötiedot k - LVIS-lähtötiedot k - lämpöhäviöiden tasauslaskelma * e - lisäselvitys vaipan ilmanvuotoluvusta * e - lisäselvitys LTO:n vuosihyötysuhteesta * k - ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho, SFP *

* = RakMk:ssa D3 esitetty energiaselvityksen sisältö

 k - rakennuksen lämmitysteho * k - arvio kesäaikaisesta huonelämpötilasta * e - rakennuksen jäähdytysteho * k - rakennuksen energian- ja ostoenerg.kulutus * k - rakennuksen energiatodistus * k - energiatehokkuuden tarkastelu

Energiatehokkuusluku määritetään enintään kuudesta asunnosta koostuvalle asuinrakennukselle tai rakennusryhmälle RakMk D5:ssä esitetyllä laskentamenetelmällä. Yli kuudesta asunnosta koostuvalle asuinrakennukselle tai asuinryhmälle sekä muille kuin asuinrakennuksille, energiankulutuksen laskennassa voidaan käyttää RakMk:n osaa D5, soveltuvia SFS-EN-standardeja tai muita laskentamenetelmiä. Energiatodistuksen laskelmat suoritetaan Jyväskylän säätietojen mukaan. Muut energiaselvitykseen liittyvät laskelmat tulee suorittaa Helsingin säätietojen mukaan.

Kohteen energiankulutukset on määriteltävä:

 x - RakMk:n osan D5 mukaan - muu laskentamenetelmä, laskentaohjelmisto, mikä?

Lisätietoja rakennuksesta, laskentamenetelmästä, laskelmien lähtöarvoista, tms.:

Olen varmistanut, että taulukkojen laskentakaavat ovat mitoittaneet arvot oikein, ja Energiaselvitys on annettu rakennuslupahakemuksen liitteenä; pääsuunnittelijan allekirjoitus:

1.11.2009	pekka pääsuunn.	arkkitehti
päiväys	nimenselvennys	koulutus

Energiaselvityksen päivitys ennen rakennuksen käyttöönottoa; muutokset lyhyesti; pääsuunnittelijan allekirjoitus:

päiväys	allekirjoitus
---------	---------------

Postiosoite	Käyntiosoite	Puhelin	Internet
Rakennusvalvontavirasto	Rakennusvalvontavirasto	(09) 310 2611	http://www.rakvv.hel.fi
PL 2300	Siltasaarenkatu 13	Faksi	Sähköposti
00099 HELSINGIN KAUPUNKI	Helsinki 53	(09) 310 26206	rakennusvalvonta@hel.fi

Kohde: 2007 vertailuarvot_YM:n pientalo Lupatunnus: 99-9999-09-A k.osa/kortteli/tontti: 99/999/999
 Ratu: 99999 Rakennustyyppi: Erilliset pientalot Pääsuunnittelija: pekka pääsuunn.
 Määrittäjä: 2007 Tasauslaskelman tekijä: pekka pääsuunn.

Rakennustilavuus	522 rak-m ³	Huonekorkeus	2,6 m	Ilm.atilav., V. lämpimät tilat	382,0 m ³
Maanpäälliset kerrostasoalat yhteensä	163 krs-taso-m ²	Kerroskorkeus	3,0 m	Ilm.atilav., V. puoliilämpimät tilat	m ³

Rakennuksen laajuustiedot

Lämpimät tilat	Pinta-alat, m ² , (A)		U-arvot, W/(m ² K), (U)	
	Vertailuarvo	Suunn.arvo	Vertailua.	Enimmäisa.
Ulkoseinä	112,95	113,00	0,24	0,24
Yläpohja	147,00	147,00	0,15	0,15
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0,15	0,60
Alapohja (yörintätilaan rajoittuva 1)			0,19	0,60
Alapohja (maanvastainen)	147,00		0,24	0,24
Muu maanvastainen rakennusosa			0,24	0,60
Ikkunat	24,45	24,40	1,40	1,40
Ulkio-ovet	8,20		1,40	1,40
Kattoikkunat			1,50	1,80
Lämpimät tilat yhteensä	439,6	439,6		

Puoliilämpimät tilat		Ominaislämpöhäviö, W/K	
Vertailuarvo	Suunn.rat.	Vertailuarvo	Suunn.rat.
Ulkoseinä	0,38	27,1	27,1
Yläpohja	0,28	22,1	22,1
Alapohja	0,28		
Alapohja (maanvastainen)	0,34		
Muu maanvastainen rakennusosa	0,34		
Ikkunat	1,80		
Ulkio-ovet	1,80		
Kattoikkunat	1,80		
Puoliilämpimät tilat yhteensä		130,1	130,1

VAIPAN ILMAVUODOT		Ilmanvuotoluuku, 1/h, [n ₅₀]		Vuotoiv., m ³ /s, [q _{v,v} =η ₅₀ V/3600]	
Vertailuarvo	Suunn.arvo	Vertailuarvo	Suunniteluarvo	Vertailuarvo	Suunniteluarvo
4,0	4,0	0,0170	0,0170	20,4	20,4
4,0					

ILMANVAIHTO		Poistoilmavirta, m ³ /s, [q _{v,p}]		LTO:n vuosihyötysuhde, % η _b	
Vertailuarvo	Suunn.arvo	Vertailuarvo	Suunniteluarvo	Vertailuarvo	Suunniteluarvo
0,053		30	30,0	44,5	44,5
		0			
		30			

Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus		[H = H _{point} + H _{vuotoilma} + H _{lv}]	
Vertailuarvo	Suunn.rat.	Vertailuarvo	Suunn.rat.
195,0	195,0		

Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä

Puoliilämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä

1) Lämpimissä tiloissa yörintätilaan rajoittuvan alapohjan lämpöhäviö kerrotaan luvulla 0,8 RakM:n osan D3 mukaisesti. Tällä tavalla oletaan huomioon yörintätilan ulkoilmaa korkeampi vuotuinen keskilämpötila. Ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta.

Lämpöhävion määrätysten mukaisuuden tarkistuslista

Julkisivun pinta-ala	145,6 m ²	% maanpäällisestä kerrostasosalasta	15,0	
Ikkunapinta-ala on		% julkisivun pinta-alasta	16,8	
Ikkunapinta-ala on		% julkisivun pinta-alasta		kyllä ei
				X

*Vertailukunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta.
 *Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala on sama molemmissa ratkaisuissa
 -lämpimissä tiloissa X
 -puoliilämpimissä tiloissa X
 *U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruista
 *Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhävion suhte on enintään 1,2
 -lämpimissä tiloissa X
 -suunniteluarvo on 1,00
 -puoliilämpimissä tiloissa X
 *Suunniteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen
 -lämpimissä tiloissa X
 -puoliilämpimissä tiloissa X

Suunniteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset

kyllä	ei
X	

Lisäselvitykset

Rakennuksen vuotoilma (osa D3)
 Jos lämpöhäviöselvityksessä vaipan ilmanvuotoluvo n₅₀ suunniteluarvo on alle 4 1/h, ilmanpitävyydestä on esitettävä lisäselvitys.

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton hyötysuhde (osa D2)
 Jos lämpöhäviöselvityksessä LTO:n vuosihyötysuhteen suunniteluarvo on suurempi kuin 30 %, on siitä esitettävä lisäselvitys.

Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötaso

*Suunniteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä ja vastaa matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa	60 %
vertailuarvo, W/K	117,0
vertailuarvo, W/K	
-lämpimissä tiloissa	kyllä ei
-puoliilämpimissä tiloissa	X

Taulukossa annetaan rakennuksen ja rakenteiden laajuustiedot ja U-arvot sekä LVI-S-järjestelmistä lähtöarvotiedot, jotka tarvitaan energiaselvityksen laskelmissa.

Kohde: 2007 vertailuarvot_YM:n pientalo Osoite: katu Rakennustyyppi: Eriilliset pientalot
 k.osa/korttelitontti/Ratu: 99/999/999 Ratu: 99999 Lupatunnus: 99-9999-09-A

RAKENNUS, RAKENTEET (Muut laskelmissa tarvittavat rakennuksen ja rakenteiden laajuustiedot ja U-arvot, ilmoitetaan lämpöhäviöiden tasaustasentaulukossa.)

A _{br} brm ²	C _{hiek,omin} Wh/brm ² K	T _{s,L} °C	T _{s,P} °C	ΔT _{maa} vuosi °C	Asuntojen lukumäärä	A _{hikk,Lo}	A _{hikk,Ka}	A _{hikk,E}	A _{hikk,Lo}	A _{hikk,Lä}	A _{hikk,Lu}
163,0	70,0	21,0	21,0	5,0	1						
Ilk./ilmansuunnat											
A _{ikk} m ²	8,8	1,00		1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
U W/m ² K	1,40	1,00		1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
g _{kehitys}	0,55	0,495		0,75	0,495	0,495		0,75	0,495		0,75
F _{veihä}	0,75	0,75		0,75	0,75	0,75		0,75	0,75		0,75
F _{y,var./F_{sv,ar.}}	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
F _{y,var./F_{sv,ar.}}	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Tammikuu	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Helmi- kuu	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Maalis- kuu	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Huhtiku- u	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Toukoku- u	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Kesäku- u	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Heinäku- u	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Elokuu	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Syyskuu	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Lokakuu	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Marrasku- u	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Jouluku- u	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Ilk./ilmansuunnat											
A _{ikk} m ²		1,00		1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
U W/m ² K		1,00		1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
g _{kehitys}		0,495		0,75	0,495	0,495		0,75	0,495		0,75
F _{veihä}		0,75		0,75	0,75	0,75		0,75	0,75		0,75
F _{y,var./F_{sv,ar.}}	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
F _{y,var./F_{sv,ar.}}	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Tammikuu	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Helmi- kuu	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Maalis- kuu	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Huhtiku- u	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00
Toukoku- u	- / -	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00

Kesäkuu	- / ° / -	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Heinäkuu	- / ° / -	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Elokuu	- / ° / -	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Syyskuu	- / ° / -	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Lokakuu	- / ° / -	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Marraskuu	- / ° / -	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Joulukuu	- / ° / -	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

Lämmöntuottotapa: kaukolämpö Lämmitys 1,0 - Lämmitysjärjestelmä: vesikiertoinen lattialämmitys
 JOS kohteessa on sähkölämmitys, anna lämmitysjärjestelmän hyötysuhde kohtaan Sähköjärjestelmä.

$Q_{l\ddot{a}mmitys, tilat, keuhkuväivöt, omin}$ 2 kWh/bm²/vuosi $Q_{l\ddot{a}mmitys, tilat, jakeluväivöt, omin}$ 5,0 kWh/bm²/vuosi $Q_{l\ddot{a}mmitys, tilat, luovutusväivöt, omin}$ 15,0 kWh/bm²/vuosi
 (Vähintään 2000 kWh/vuosi) 326 kWh/vuosi $Q_{l\ddot{a}mmitys, tilat, säätöväivöt, omin}$ 4,0 kWh/bm²/vuosi Lämmitysvesivaraajan lämpöväivöteho kW
 $Q_{l\ddot{a}mmitys, tilat, varaajaväivöt, omin}$ kWh/vuosi

η_{huone} 0,9 - $\eta_{l\ddot{a}mmitys}$ 0,9 - $\eta_{l\ddot{a}mmitys, tilat}$ 0,9 -

KÄYTTÖVEDEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

$V_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ 50,0 dm³/henk/vrk $V_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ dm³/bm²/vuosi $q_{v, l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ 0,34 dm³/s $T_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ 5,0 °C $T_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ 55,0 °C $T_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ 50,0 °C
 Asuinrak. henkilöitä (1+makuuhuoneiden lukumäärä) 4 hio $q_{v, l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ 0,0003 m³/s $T_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ 50,0 °C $T_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ 5,0 °C
 (henkilömäärä arvioidaan asuntokohtaisesti) $q_{v, l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ dm³/s $T_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ °C $T_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ °C
 $Q_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ kWh/bm²/vuosi $Q_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ kWh/bm²/vuosi $Q_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ kWh/bm²/vuosi
 (Vähintään 1000 kWh/vuosi) kWh/vuosi (ks. RakMk D5, 6.1.3, 6.2.3) $Q_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ kWh/bm²/vuosi $Q_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ kWh/bm²/vuosi
 Käyttövesivaraajan lämpöväivöteho kWh/vuosi $Q_{l\ddot{a}mmitys, keuhkuväivöt, omin}$ kWh/bm²

SÄHKÖJÄRJESTELMÄ

RakMk:n D5 taulukon 7.1 ominais sähköenergiakulutukset: $W_{s\ddot{a}hk\ddot{a}o}$ 7,0 kWh/bm²/vuosi $W_{l\ddot{a}mmitys}$ 7,0 kWh/bm²/vuosi $W_{muut, laitteet}$ 36,0 kWh/bm²/vuosi
 $Q_{s\ddot{a}hk\ddot{a}, omin}$ 32,0 kWh/bm²/vuosi JOS kohteessa on sähkölämmitys, anna lämmitysjärjestelmän hyötysuhde tähän -> $\eta_{l\ddot{a}mmitys}$ - $\eta_{s\ddot{a}hk\ddot{a}}$ 1,0 -

JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ

Varustetaanko rakennus jäähdytysjärjestelmällä? kyllä ei $\eta_{j\ddot{a}ahdytys, tilat}$ -
 jos joku muu (kaukokylmä, vapaajäähdytys), anna kylmäkerroin tähän -> $\epsilon_{j\ddot{a}ahdytys}$ -
 jos kompressori, anna kylmäkerroin tähän -> $\epsilon_{j\ddot{a}ahdytys}$ -

Lupatunnus: 99-9999-09-A
 Rakennustyyppi: Erilliset pientalot

Kohde: 2007 vertailuarvot_YM:n pientalo
 k.osa/korttelitontti: 99/999/999
 Ratu: 99999

ENERGIANKULUTUSLASKELMIEN TULOKSET, JYVÄSKYLÄ (energ.tod. varten)													
Energiankulutukset kuukausittain, kWh													
RakM:n	Tammikuu	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu	Koko vuosi
D5 kaava													
Energia													
4.1	Q _{lämmitin}	2229,0	2115,2	1663,3	1419,9	754,8	416,4	423,2	437,3	889,5	1473,8	1968,0	15149,8
4.1	Q _{lämmitin}	367,5	355,6	420,0	431,8	406,4	367,5	341,2	304,8	288,7	279,4	315,0	4324,2
4.1	Q _{uotolma}	2596,5	2470,9	2083,3	1851,7	1201,0	822,8	778,6	1194,3	1648,0	1753,2	2282,9	19474,0
4.5	Q _{uotolma}	479,0	454,5	357,4	305,1	162,2	89,5	94,0	191,1	292,1	316,7	422,9	3255,5
4.9	Q _{iv}	1046,7	993,3	781,0	666,7	354,4	195,5	198,7	205,4	417,7	692,1	924,1	7113,9
4.9	Q _{iv,ei LTO}	1495,3	1418,9	1115,8	952,5	506,3	279,3	293,4	596,7	911,8	988,6	1320,2	10162,7
4.12	Q _{LTO}	448,6	425,7	334,7	285,7	151,9	83,8	85,2	179,0	273,5	296,6	396,1	3048,8
4.13	Q _{LTO,LP}												
4.14	Q _{LP}												
4.15	Q _{lämmitys}	641,6	620,6	413,9	324,2	48,3	0,0	0,0	110,7	291,6	345,9	536,6	3333,4
8.17	Q _{lämpöhäviö}	3480,5	3298,1	2807,8	2499,3	1669,3	1107,8	1080,4	1077,9	1692,4	2416,1	3093,4	26509,9
5.1	Q _{iv,netto}	361,7	326,7	361,7	350,0	361,7	361,7	361,7	350,0	361,7	350,0	361,7	4258,3
T 6.1	Q _{lämmitys}	169,9	153,4	169,9	164,4	169,9	169,9	169,9	164,4	169,9	164,4	169,9	2000,0
T 6.1	Q _{lämmitys}	586,8	586,8	391,2	391,2	195,6			195,6	391,2	586,8	586,8	3912,0
T 6.1	Q _{lämmitys}	756,7	740,2	561,1	555,6	365,5	164,4	169,9	360,0	561,1	751,2	756,7	5912,0
6.2.3	Q _{iv,kehityshäviö}												
6.3/6.4	Q _{iv,kiertohäviö}	207,7	187,6	207,7	201,0	207,7	207,7	207,7	201,0	207,7	201,0	207,7	2445,0
6.2.6	Q _{iv,varaalahäviö}												
6.2	Q _{iv,häviöt}	207,7	187,6	207,7	201,0	207,7	207,7	207,7	201,0	207,7	201,0	207,7	2445,0
T 7.1	W _{valaistus}	96,9	87,5	96,9	93,8	96,9	96,9	96,9	93,8	96,9	93,8	96,9	1141,0
T 7.1	W _{ilmavaihto}	96,9	87,5	96,9	93,8	96,9	96,9	96,9	93,8	96,9	93,8	96,9	1141,0
T 7.1	W _{muut laitteet}	498,4	450,1	498,4	482,3	498,4	498,4	498,4	482,3	498,4	482,3	498,4	5868,0
7.1	W _{litesähkö}	692,2	625,2	692,2	669,9	692,2	692,2	692,2	669,9	692,2	669,9	692,2	8150,0
8.1	Q _{henk}	110,8	100,0	110,8	107,2	110,8	110,8	110,8	107,2	110,8	107,2	110,8	1304,0
8.3	Q _{lämmitys}	529,7	518,2	392,7	388,9	255,8	115,1	118,9	252,0	392,7	525,8	529,7	4138,4
8.4	Q _{iv,kuorma}	212,3	191,8	212,3	205,5	212,3	212,3	212,3	205,5	212,3	205,5	212,3	2500,0
8.5	Q _{säh}	443,0	400,1	443,0	428,7	443,0	443,0	443,0	428,7	443,0	428,7	443,0	5216,0
8.6	Q _{aur}	49,2	238,5	374,1	588,3	199,6	222,5	184,1	158,0	104,7	40,5	18,7	2373,1
8.11	Q _{lämpökuorma}	1344,9	1448,6	1532,9	1718,6	1221,5	1078,9	1069,1	1043,0	1098,1	1307,7	1314,4	15531,5
8.19	H (W/K)	148,0	147,8	160,0	166,9	209,7	252,2	242,0	233,7	180,4	155,4	149,0	0,936
8.13/8.14	Q _{iv,kehityshäviö}	0,998	0,996	0,998	0,957	0,924	0,811	0,810	0,823	0,961	0,988	0,997	0,936
8.12	Q _{sis,lämpö}	1342,5	1443,4	1511,1	1645,3	1128,2	875,1	865,7	858,2	1054,8	1291,4	1310,4	14652,2
3.9	Q _{lämmitys}	2779,7	2475,2	1710,6	1178,2	589,4	232,8	214,7	219,7	748,3	1470,6	2319,7	15191,2
3.8	Q _{lämmitys}	3536,3	3215,5	2271,7	1733,8	954,9	397,1	384,6	389,6	1108,3	1813,4	2221,7	21103,2
3.10	Q _{iv}	569,3	514,2	569,3	551,0	569,3	551,0	569,3	551,0	569,3	551,0	569,3	6703,3
4.14	Q _{LP,tilat}												
4.14	Q _{LP,ikv}												
4.14	Q _{LP}												
4.2	Q _{LP,LP}												
3.7	Q _{lämmitys}	4105,6	3729,7	2841,0	2284,7	1524,2	948,1	953,9	958,9	1659,3	2772,7	3645,7	27806,5

3.1	Q _{lämmitys,osto}	4105,6	3729,7	2841,0	2284,7	1524,2	948,1	953,9	958,9	1659,3	2382,7	2772,7	3645,7	27806,5
3.4	W _{laitesähkö,osto}	692,2	625,2	692,2	669,9	692,2	669,9	692,2	692,2	669,9	692,2	669,9	692,2	8150,0
3.1	W _{lämmitys,sähkö,osto}													
L2.2	Q _{jäähdytys,liikenne}													
3.1.1	Q _{jäähdytys,tilat}													
3.5	Q _{jäähdytys,osto}													
3.5	W _{jäähdytys,sähkö,osto}													
3.3	W _{sähkö,osto}	692,2	625,2	692,2	669,9	692,2	669,9	692,2	692,2	669,9	692,2	669,9	692,2	8150,0
3.6	E _{rakennus}	4797,8	4354,9	3533,2	2954,6	2216,4	1618,0	1646,1	1651,1	2329,1	3074,9	3442,6	4337,9	35956,5

kW/h/bm²/vuosi 220,6
ET-luku, kWh/bm²/vuosi 221,0

KUUKAUDEN KESKIMÄÄRÄINEN SISÄLÄMPÖTILA

	Tamm	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu
L2.1	T _{s,lask,keskim} , °C	21,0	21,1	21,2	21,6	22,1	22,1	22,1	21,4	21,3	21,2	21,0

Haluttu T_{s,lask,keskim}, °C

(laskee tämän jälkeen tarvittavan jäähdytysenergian, L2.2 ja 3.11)

Lupatunnus: 99-9999-09-A
Rakennustyyppi: Erilliset pientalot

Kohde: 2007 vertailuarvot_YM:n pientalo
k.osa/korttelitontti: 99/999/999 Ratu: 99999

ENERGIANKULUTUSLASKELMIEN TULOKSET, HELSINKI

RakMik:n D5 kaava	Energia	Tammikuu	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu	Koko vuosi
	Energiankulutukset kuukausittain, kWh													
4.1	Q _l lämmitys, maanvaralabo	2083,0	1959,2	1599,8	1310,7	719,5	341,3	444,4	352,7	772,1	1202,7	1336,6	1752,9	13874,7
4.1	Q _l lämmitys, maanvaralabo	288,7	284,5	341,2	355,6	367,5	330,2	288,7	262,5	228,6	210,0	203,2	236,2	3397,0
4.1	Q _l lämmitys, maanvaralabo	2371,7	2243,7	1941,0	1666,3	1087,0	671,5	733,1	615,2	1000,7	1412,7	1539,8	1989,1	17271,8
4.5	Q _l lämmitys, maanvaralabo	447,6	421,0	343,8	281,6	154,6	73,3	95,5	75,8	165,9	258,4	287,2	376,7	2981,5
4.9	Q _l lämmitys, maanvaralabo	978,1	920,0	751,2	615,4	337,9	160,3	208,7	165,6	362,5	564,7	627,6	823,1	6515,2
4.9	Q _l lämmitys, maanvaralabo	1397,3	1314,2	1073,2	879,2	482,6	229,0	298,1	236,6	517,9	806,8	896,6	1175,9	9307,4
4.12	Q _l lämmitys, maanvaralabo	419,2	394,3	322,0	263,8	144,8	68,7	89,4	71,0	155,4	242,0	269,0	352,8	2792,2
4.13	Q _l lämmitys, maanvaralabo													
4.14	Q _l lämmitys, maanvaralabo													
4.15	Q _l lämmitys, maanvaralabo	582,9	557,7	388,4	280,2	34,1	0,0	0,0	0,0	63,5	228,5	290,7	450,0	2876,0
8.17	Q _l lämmitys, maanvaralabo	3214,6	3026,9	2647,7	2283,1	1545,4	905,2	1037,3	856,6	1465,6	2007,3	2164,0	2738,9	23892,4
5.1	Q _l lämmitys, maanvaralabo	361,7	326,7	361,7	350,0	361,7	350,0	361,7	361,7	350,0	361,7	350,0	361,7	4258,3
T 6.1	Q _l lämmitys, maanvaralabo	169,9	153,4	169,9	164,4	169,9	164,4	169,9	169,9	164,4	169,9	164,4	169,9	2000,0
T 6.1	Q _l lämmitys, maanvaralabo	586,8	586,8	391,2	391,2	195,6				195,6	391,2	586,8	586,8	3912,0
T 6.1	Q _l lämmitys, maanvaralabo													
6.1	Q _l lämmitys, maanvaralabo	756,7	740,2	561,1	555,6	365,5	164,4	169,9	169,9	360,0	561,1	751,2	756,7	5912,0
6.2.3	Q _l lämmitys, maanvaralabo													
6.3/6.4	Q _l lämmitys, maanvaralabo	207,7	187,6	207,7	201,0	207,7	201,0	207,7	207,7	201,0	207,7	201,0	207,7	2445,0
6.2.6	Q _l lämmitys, maanvaralabo													
6.2	Q _l lämmitys, maanvaralabo	207,7	187,6	207,7	201,0	207,7	201,0	207,7	207,7	201,0	207,7	201,0	207,7	2445,0
T 7.1	W _l lämmitys, maanvaralabo	96,9	87,5	96,9	93,8	96,9	93,8	96,9	96,9	93,8	96,9	93,8	96,9	1141,0
T 7.1	W _l lämmitys, maanvaralabo	96,9	87,5	96,9	93,8	96,9	93,8	96,9	96,9	93,8	96,9	93,8	96,9	1141,0
T 7.1	W _l lämmitys, maanvaralabo	498,4	450,1	498,4	482,3	498,4	482,3	498,4	498,4	482,3	498,4	482,3	498,4	5868,0
7.1	W _l lämmitys, maanvaralabo	692,2	625,2	692,2	669,9	692,2	669,9	692,2	692,2	669,9	692,2	669,9	692,2	8150,0
8.1	Q _l lämmitys, maanvaralabo	110,8	100,0	110,8	107,2	110,8	107,2	110,8	110,8	107,2	110,8	107,2	110,8	1304,0
8.3	Q _l lämmitys, maanvaralabo	529,7	518,2	392,7	388,9	255,8	115,1	118,9	118,9	252,0	392,7	525,8	529,7	4138,4
8.4	Q _l lämmitys, maanvaralabo	212,3	191,8	212,3	205,5	212,3	205,5	212,3	212,3	205,5	212,3	205,5	212,3	2500,0
8.5	Q _l lämmitys, maanvaralabo	443,0	400,1	443,0	428,7	443,0	428,7	443,0	443,0	428,7	443,0	428,7	443,0	5216,0
8.6	Q _l lämmitys, maanvaralabo	65,9	287,8	427,4	498,6	219,6	238,5	174,3	174,1	129,3	231,9	53,2	59,7	2560,2
8.11	Q _l lämmitys, maanvaralabo	1361,6	1497,9	1586,2	1628,8	1241,5	1094,9	1059,3	1059,1	1122,6	1390,7	1320,4	1355,4	15718,6
8.19	H (W/K)	146,3	146,3	156,9	165,2	203,6	251,4	221,3	230,3	180,0	158,2	153,5	148,1	0,911
8.13/8.14	Q _l lämmitys, maanvaralabo	0,997	0,993	0,979	0,952	0,903	0,719	0,807	0,717	0,928	0,960	0,979	0,993	0,911
8.12	Q _l lämmitys, maanvaralabo	1357,8	1488,1	1553,4	1550,1	1120,4	786,7	855,3	759,3	1042,1	1335,5	1292,4	1346,2	14487,3
3.9	Q _l lämmitys, maanvaralabo	2439,7	2096,5	1482,6	1013,3	459,0	118,4	182,0	97,3	487,0	900,4	1162,3	1842,7	12281,1
3.8	Q _l lämmitys, maanvaralabo	3196,3	2836,7	2043,7	1568,9	824,5	282,8	351,9	267,1	847,0	1461,5	1913,5	2599,3	18193,1
3.10	Q _l lämmitys, maanvaralabo	569,3	514,2	569,3	551,0	569,3	551,0	569,3	569,3	551,0	569,3	551,0	569,3	6703,3
4.14	Q _l lämmitys, maanvaralabo													
4.14	Q _l lämmitys, maanvaralabo													
4.14	Q _l lämmitys, maanvaralabo													
4.2	Q _l lämmitys, maanvaralabo													
3.7	Q _l lämmitys, maanvaralabo	3765,7	3350,9	2613,0	2119,8	1393,8	833,8	921,2	836,5	1397,9	2030,8	2464,4	3168,7	24896,4

3.1	Q _{lämmitys,osto}	3765,7	3350,9	2613,0	2119,8	1393,8	833,8	921,2	836,5	1397,9	2030,8	2464,4	3168,7	24896,4
3.4	W _{laitesähkö,osto}	692,2	625,2	692,2	669,9	692,2	669,9	692,2	692,2	669,9	692,2	669,9	692,2	8150,0
3.1	W _{lämmitys,sähkö,osto}													
L2.2	Q _{jäähdytys,tilat,netto}													
3.1.1	Q _{jäähdytys,tilat}													
3.5	Q _{jäähdytys,osto}													
3.5	W _{jäähdytys,sähkö,osto}	692,2	625,2	692,2	669,9	692,2	669,9	692,2	692,2	669,9	692,2	669,9	692,2	8150,0
3.3	W _{sähkö,osto}	4457,9	3976,1	3305,2	2789,7	2086,0	1503,6	1613,4	1528,7	2067,8	2723,0	3134,3	3860,9	33046,4
3.6	Erakennus													

kWh/bm²/vuosi 202,7
ET-luku, kWh/bm²/vuosi 203,0

KUUKAUDEN KESKIMÄÄRÄINEN SISÄLÄMPÖTILA

L2.1	T _{s,laak,keskim} , °C	Tamm	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu
		21,0	21,1	21,3	21,7	21,8	22,6	22,2	22,7	21,6	21,5	21,3	21,1

[Haluttu T_{s,laak,keskim}, °C] (laskee tämän jälkeen tarvittavan jäähdytysenergian, L2.2 ja 3.11)

LÄMMITYSTEHOI

Φ _{joht} (ilman alapohji)	4456,1	W	Φ _{vuotoilma}	957,5	W	Φ _{iv}	2162,4	W
Φ _{joht} (maanv. alap.)	493,9	W	Φ _{ikv,kiertohäv}	0,3	kW	Φ _{tuloilmapatteri}	1520,0	W
Φ _{joht} (tuuletetu alap.)	4950,0	W	Φ _{ikv}	71,7	kW	Φ _{huonelämmitys, ulko}	298,9	W
Φ _{joht}	6549,9	W	Φ _{lämmitys}	88,7	kW	Φ _{huonelämmitys, tulo}	343,4	W
Φ _{huonelämmitys}	6549,9	W				Φ _{huonelämmitys, iv}	642,4	W

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: Erilliset pientalot
 Osoite: katu
 99999 Helsinki

Valmistumisvuosi:
 Rakennustunnus: 99999

Asuntojen lukumäärä: 1

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä

erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
- 150	A	
151 - 170	B	
171 - 190	C	
191 - 230	D	
231 - 270	E	
271 - 320	F	
321 -	G	
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/bm²/vuosi): **221**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.
 Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

Todistuksen antaja:

pekka pääsuunn.

*

*

Todistuksen tilaaja:

*

*

Allekirjoitus:**Todistuksen antamispäivä:**

2.11.2009

Viimeinen voimassaolopäivä:

1.11.2019

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT					
Rakennuksen laajuustiedot					
Bruttoala	163 brm ²				
Rakennustilavuus	522 rak-m ³	Ilmatilavuus	382 m ³		
Huoneistoala	147 hum ²	Henkilömäärä	4		
Rakenteet					
Rakennusosat		Pinta-ala (m²)	U-arvo W/m²K		
Ulkoseinät					
*		113,0	0,24		
*		0,0	0,00		
Yläpohja					
*		147,0	0,15		
Alapohja					
*		147,0	0,24		
Ovet					
*		8,2	1,40		
Ikkunat				g_{kohtisuora}	F_{kehä}
Pohjoiseen	*	8,8	1,40	0,55	0,75
Koilliseen	*	0,0			
Itään	*	1,3	1,40	0,55	0,75
Kaakkoon	*	0,0			
Etelään	*	11,1	1,40	0,55	0,75
Lounaaseen	*	0,0			
Länteen	*	3,2	1,40	0,55	0,75
Luoteeseen	*	0,0			
Tehollinen lämpökapasiteetti C_{rak omin}, Wh/(brm² K)		70			
Ilmanvaihto					
Rakennuksen ilmanvuotoluku n ₅₀			4,0		1/h
Ilmanvaihdon poistoilmavirta			0,053		m ³ /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde			30,0		%
Vedenkulutus					
Lämpimän käyttöveden kulutus			73		m ³ /vuosi
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus			kyllä *		ei *
Lämmitysjärjestelmät					
Lämmönkehitys	kaukolämpö	sisältää käyttöveden lämmityksen	kyllä *		ei *
Lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys				
Lämmönvaraajat					
Lämpimän käyttöveden kiertojohto			kyllä *		ei *
- kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita			kyllä *		ei *
Energiatodistuksen laskenta					
Lämmitysenergian kulutus			27806 kWh/vuosi		
Laitesähköenergian kulutus			8150 kWh/vuosi		
Jäähdytysenergian kulutus			0 kWh/vuosi		
Rakennuksen energiankulutus yhteensä			35956 kWh/vuosi		
Rakennuksen energiatehokkuusluku			221 kWh/brm²/vuosi		

Teho- ja energialaskelmien tulokset, Helsinki

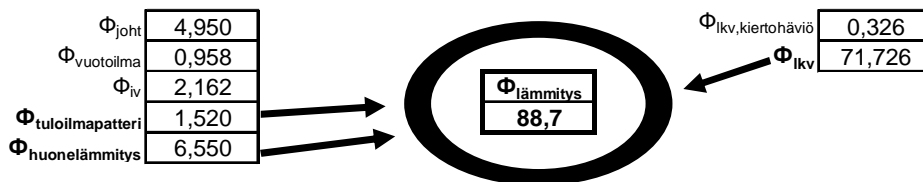
Kohde: 2007 vertailuarvot, YM:n pientalo
 k.osa/kortteli/tontti: 99/999/999 Ratu: 99999
 Lupatunnus: 99-9999-09-A
 Rakennustyyppi: Erilliset pientalot

Vertailu- ratkaisu	Suunn- ratkaisu	Matalaenergiaratkaisu, 60 % vertailuarvosta
195,0	195,0	117,0

Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä, W/K
Puolilämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä, W/K

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho, SFP, kW/m³/s 2,00

Rakennuksen lämmitysteho, kW

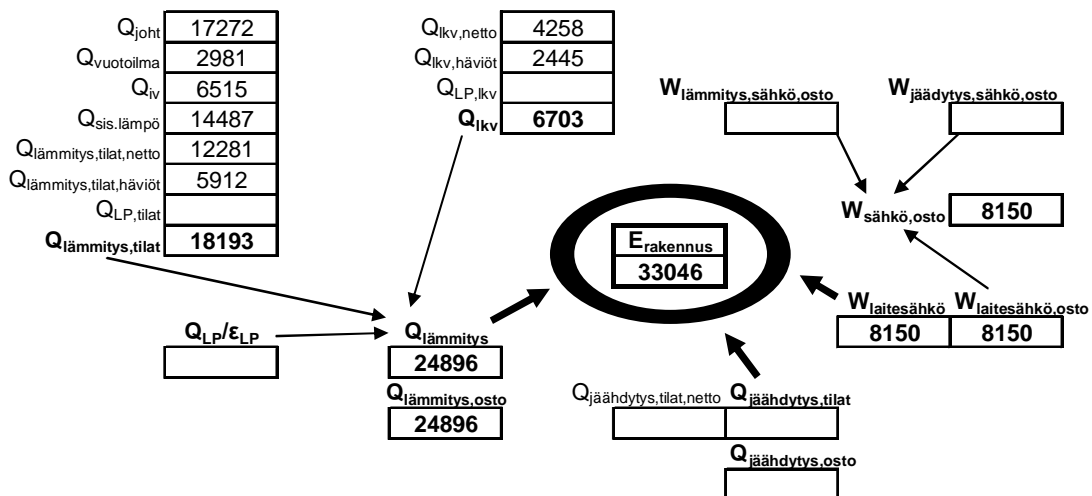


Arvio kesäaikaisesta huonelämpötilasta

$T_{s,lask,keskim}$, °C	Tammi	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä
	21,0	21,1	21,3	21,7	21,8	22,6
	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu
	22,2	22,7	21,6	21,5	21,3	21,1

Rakennuksen jäähdytysteho, kW $\Phi_{jäähdytys}$

Rakennuksen energiankulutus ja ostoenergiakulutus, kWh/vuosi



Energiatehokkuuden parantamisen tarkastelu

Kohde: 2007 vertailuarvot, YM:n pientalo k.osa/kortteli/tontti: 99/999/999 Ratu: 99999
Lupatunnus: 99-9999-09-A Rakennustyyppi: Erilliset pientalot

Rakennusluvan yhteydessä annettavalla energiaselvityksellä mallinnetaan rakennuksen energiatehokkuutta ja suunniteltua energiankulutusta. Rakennusvalvonnan laatima laskentamalli antaa oivan mahdollisuuden tarkastella rakennuksen energiankulutukseen vaikuttavien tekijöiden merkitystä energiankulutukseen ja lopullisiin käyttökustannuksiin. Laskentamallia käyttämällä energiaselvitys voidaan muuttaa aktiiviseksi työkaluksi parhaiden ja tehokkaimpien vaihtoehtojen valitsemiseksi. Rakennusvalvonta neuvoo hankkeeseen ryhtyvää käyttämään hyväksi tämän mahdollisuuden, kun se vielä suunnitteluvaiheessa on mahdollista.

Energiatehokkuusvaatimukset tulevat jo lähivuosina kiristymään entisestään. Lämpöhäviöiden pienentäminen ja rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on yhtenä tärkeänä keinona, kun pyritään vähentämään ympäristöä kuormittavia kasvihuonepäästöjä.

Helsingin rakennusvalvontaviraston laskentaohjelman avulla selvityksen antaja (pääsuunnittelija, apuna erityisalan suunnittelijat) voi helposti tutkia keinoja, joilla rakennuksen energiankulutusta ja siten käyttökustannuksia voidaan pienentää. Tarkastelu kohdistetaan rakennuksen vaipan U-arvoihin, ilmapuotoihin ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteeseen. Tarkastelussa esitetään ehdotus toteutettavista keinoista ottaen huomioon toimiva rakennusfysiikka ja turvalliset sisäilmaolosuhteet.

Huom! Energiatehokkuusvaatimukset muuttuvat 1.1.2010. Rakennusosien U-arvot kiristyvät noin 30 %, ilmantii-veys- ja LTO-vatimukset 50 %. ET-luvun luokitusasteikkoja ei muuteta. Tämä tarkoittaa sitä, että vähimmäisvaatimukset täyttävä yksikerroksinen peruspientalo saavuttaa yleensä ET-luokan C aiemman D-luokan sijaan.

Lämpöhäviö	Suunnit- teluarvo W/K	Lämpöhäviön vähennystavoite		Lämpöhäviö ratkaisulla W/K	Lämpöhäviö energiatehokkaammalla
		%	W/K		
Rakennuksen vaipan lämpöhäviö	130,1	30	39,0	91,1	Energiatehokkuus toteutuu U-arvoilla W/(m ² K) US YP AP IKK OVI 0,17 0,11 0,17 0,98 0,98
Vaipan ilmapuodot Ilmanvuotoluku, 1/h, [n ₅₀]	20,4 4,0	75	15,3	5,1	Energiatehokkuus toteutuu ilmanvuotoluvulla, [n ₅₀] 1,0 1/h.
Ilmanvaihto LTO:n vuosihyötysuhde, %, η _a	44,5 30,0	60	26,7	17,8	Energiatehokkuus toteutuu LTO:n vuosihyötysuhteella, η _a 72,0 %.
Lämpöhäviö yhteensä	195,0		81,0	114,0	Tarkastelun lämpöhäviö on 58,4 % suunnitteluarvosta.
Täyttyykö matalaenergia- rakentamisen vaatimus (lämpöhäviö 60% vertailu- ratkaisusta; 2010 alkaen 85 %)	Ei			Kyllä	Energiatehokkuusluvun luokittelusta: ET-luku ET-luokka - 150 A 151 -170 B X 171 -190 C 191 -230 D 231 -270 E 271 -320 F 321 - G
ET-luku, kWh/brm²/v.	221			156	
ET-luokka	D			B	

Ehdotus parannuksista ja niiden vaikutus energiatehokkuuteen, toteutuskustannuksiin, takaisinmaksuun jne.:

Rakenteet: Asennetaan lisäeristystä seiniin, yläpohjaan ja alapohjaan. Ikkunoiksi valitaan energiatehokkaat ikkunat, U-arvo < 1.

Lisäkustannus noin 2000 - 6000 € ja takaisinmaksuaika noin 4 - 10 vuotta.

Ilmapuodot: Kiinnitetään huomiota huolelliseen lämmöneristeiden asennukseen sekä rakenteiden ja liitosten toteutukseen. Tavoitteena ilmanvuotoluku < 1. Ilmanvuotoluku mitataan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ennen rakennuksen käyttöönottoa, mahdollisten korjaustarpeiden selvittämiseksi.

Ei aiheuta merkittävästi lisäkustannuksia.

Ilmanvaihto: Valitaan testattu ilmanvaihdonkone, jonka lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on yli 70 %.

Iv-koneen automatiikka huolehtii tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ohjauksesta (poissaolo-, normaali- ja tehostustilanne). Ei aiheuta merkittävästi lisäkustannuksia.

OHJE ENERGIASELVITYKSEN LAADINTAAN JA TÄMÄN TIEDOSTON TAULUKOIDEN KÄYTTÖÖN

Nämä laskentataulukot perustuvat RakMk:n D3 ja D5 laskentamenetelmiin. Taulukoissa käytetyt merkinnät ja lyhenteet on ilmoitettu vain siinä tapauksessa, että niitä ei ole em. RakMk:ssa käytetty.

Laskentatiedosto sisältää energiaselvityksen kansilehden ja rakennuksen- ja rakenteiden sekä LVIS-järjestelmien lähtöarvotaulukot, sekä RakMk D3/D5 mukaiset energiaselvityksen laskentatarkastelut.

Laskentaan liittyviä oppaita ja ohjeita löytyy ympäristöministeriön internet-sivuilta: www.ymparisto.fi

Taulukon täyttö tietokoneella: täytä lähtöarvot **keltaisiin soluihin**. Lisäohjeita on kirjattu punaisella kulmanuoella varustettuihin soluihin, ja ohjeet avautuvat siirtämällä hiiren osoitin em. solun kulmanuolen päälle.

Taulukoiden käytön toimintaperiaatteena on syöttää kohteen tiedot ja laskelmissa tarvittavat lähtöarvot yhteen kertaan, jotka on linkitetty laskentakaavoihin ja laskentatulokset tulostettaviin taulukoihin.

Energiaselvityksen sisältö, RakMk D3 4.1.1:

- | | |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| - lämpöhäviöiden tasauslaskelma | - rakennuksen jäähdytysteho |
| - ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho | - rakennuksen energiankulutus |
| - rakennuksen lämmitysteho | - rakennuksen ostoenergiankulutus |
| - arvio kesäaikaisesta huonelämpötilasta | - rakennuksen energiatodistus |

Energiatehokkuusluku määritetään enintään kuudesta asunnosta koostuvalle asuinrakennukselle tai rakennusryhmälle RakMk D5:ssä esitetyllä laskentamenetelmällä. Yli kuudesta asunnosta koostuvalle asuinrakennukselle tai asuinryhmälle sekä muille kuin asuinrakennuksille, energiankulutuksen laskennassa voidaan käyttää RakMk:n osaa D5, soveltuvia SFS-EN-standardeja tai muita laskentamenetelmiä. Energiatodistuksen laskelmat suoritetaan Jyväskylän säätietojen mukaan. Muut energiaselvitykseen liittyvät laskelmat tulee suorittaa Helsingin säätietojen mukaan.

Tulosta lupahakemuksen liitteeksi energiaselvitys, sisältäen tämän laskentaohjelman alapalkissa nimetyt seuraavat osiot:

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------|
| - Kohde | - Energ.tod. lomake1 tai Energ.tod. lomake2 |
| - Lämpöhäviöt | - Koonti |
| - RAK-LVIS-lähtötiedot | - Tarkastelu |
| - SFP | |

VASTUU TAULUKOIDEN KÄYTÖSTÄ:

Käyttäjä vastaa annettujen tietojen oikeellisuudesta.

Laskentataulukoiden tekijät ja julkaisijat eivät vastaa taulukoiden virheistä tai niistä aiheutuneista välittömistä tai välillisistä vahingoista.

Taulukoiden käyttöön liittyviä kysymyksiä tai kommentteja voi toimittaa sähköpostilla: tomi.marjamaki@hel.fi



HELSINGIN KAUPUNKI
RAKENNUSVALVONTAVIRASTO
Rakennustekninen osasto
AWE/JLI

SELVITYS

1 (1)

RAKENNUKSEN SUUNNITTELURATKAISUN LÄMMÖNERISTYSMÄÄRÄYSTEN 2003 MÄÄRÄYSTENMUKAISUUDEN TÄYTTÄMINEN

LUPATUNNUS _____

Suomen rakentamismääräyskokoelman ns "energiapaketin" C3 Rakennuksen lämmöneristys määräykset 2003, C4 lämmöneristys ohjeet 2003 ja D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto määräykset ja ohjeet 2003 toteutuminen luvanvaraisissa uudis- tai uudisrakentamiseen verrattavissa hankkeissa.

Ohjeita on em. RakMk osissa ja Ympäristöministeriön ympäristöoppaassa nro 106 Lämmöneristysmääräysten 2003 täyttäminen (s. 76 taulukko 20).

MÄÄRÄYSTENMUKAISUUS ON OSOITETTU SEURAAVASTI:

Merkitse rastilla ruutuun:

- Tapa 1 Perusvaatimukset täytetään, kun rakennusosien lämmönläpäisykertoimet, rakennuksen ikkunapinta-ala ja ilmanvaihdon lämmöntalteenotto täyttävät määräysten vaatimukset (C3, kohta 3.2 ja D2, 4.1.2).
- Tapa 2 Rakennuksen vaipan lämpöhäviöille asetettu vaatimus täytetään, kun tasauslaskelmin osoitetaan, että vaipan lämpöhäviöt eivät ylitä perusvaatimuksen mukaista vertailutasoa ja ilmanvaihdon lämmöntalteenotto täyttää perusvaatimuksen (C3, kohta 3.3 ja D2, 4.1.2).
Liitteenä laskelma, jonka erityissuunnittelija on laatinut ja allekirjoittanut.
- Tapa 3 Rakennuksen lämmityksen lämpöenergiatarpeelle asetettu vaatimus täytetään, kun tasauslaskelmin osoitetaan, että rakennuksen vaipan ja ilmanvaihdon yhteenlaskettu lämpöhäviö (kokonaislämpöhäviö) tai rakennuksen lämmityksen lämpöenergiatarve ei ylitä perusvaatimuksen mukaista vertailutasoa (C3, kohta 3.4).
Liitteenä laskelma, jonka erityissuunnittelijat ovat laatineet ja allekirjoittaneet.

Rakennushankkeen pääsuunnittelijan allekirjoitus

pvm ja nimenselvennys

Päivitetty 3/2005

Postiosoite
Rakennusvalvontavirasto
PL 2300
00099 HELSINGIN KAUPUNKI

Käyntiosoite
Rakennusvalvontavirasto
Siltasaarenkatu 13
Helsinki 53

Puhelin
(09) 310 2611

Faksi
(09) 310 26206

Internet
<http://www.rakvv.hel.fi>
Sähköposti
rakennusvalvonta@hel.fi



HELSINGIN KAUPUNKI
RAKENNUSVALVONTAVIRASTO

ENERGIATALOUDELLINEN
SELVITYS

RAK. VV

SELVITYS ON RAKENUSKOHTAINEN

11. 09. 1984

Luvan tunnus (viranomaisen täyttää)

2F-2786-A84

BYGGN. TSV

1.	Kaupunginosa	Kortteli/kylä	Tontti/tila RN:o
RAKENNUS- PAIKKA	28	28156	6
	Osoite		Rakennuksen tunnus
	Satulasepäntie 5		2
2.	Rakennuksen käyttötarkoitus		Rakennuksen tilavuus
RAKENNUKSEN HUIPPUTEHON- TARPEEN MÄÄRITTÄVÄT TEKIJÄT	Asuinrakennus		1176 m ³
	Mitoittavat lämpötilat:		
	Ulkoilman lämpötila	-27 °C	°C
Lämmitys	Sisälämpötila	+20 °C	°C
		°C	°C
	Vaipan lämpöhäviöt		4.4 kW
Ilmanvaihto	Rakennukseen puhalletun lämmitetyn ilman tilavuusvirta	m ³ /h	Rakennukseen puhalletun lämmitettömän ilman tilavuusvirta m ³ /h
	Rakennuksesta koneellisesti poistetun lämmitetyn ilman tilavuusvirta		m ³ /h
	Rakennuksesta koneellisesti poistetun lämmittämättömän ilman tilavuusvirta	m ³ /h	Painovoimaisen ilmanvaihdon tilavuusvirta 760 m ³ /h
	Koneellisen ilmanvaihdon lämpöhäviöt	kW	Painovoimaisen ilmanvaihdon lämpöhäviöt 12.4 kW
	Ilmanvaihdon lämpöhäviöt yhteensä		12.4 kW
Jäähdytys- koneet	Jäähdytyskohde	Jäähdytystapa	Jäähdytysteho kW
		Jäähdytysteho yhteensä	kW
Lämmin käyttövesi	Lämpimän käyttöveden valmistuksen tarvitsema lämpöteho		60.0 kW
Sähkön huipputeho	Valaistus	16.5 kW	LVI-laitteet 0.5 kW
	Muut rakennusta palvelevat laitteet	27.0 kW	Sähkön huipputeho yhteensä 44.0 kW
Muu suunnittelussa huomioon otettu lämpöteho	Ihmisten luovuttama lämpö	kW	Aurinko- lämpö kW
	Laitteiden luovuttama lämpö	kW	Muu hyödynnettävä lämpöteho kW
	Muu suunnittelussa huomioon otettu lämpöteho yhteensä		kW

Rakvv 31

Osoite Puhelin
Aleksanterinkatu 26 (90) 1691
00170 HELSINKI 17

31

3. HUIPPUTEHO- ARVOT	Vaipan lämpö- häviöt	4.4	kW	Ilmanvaihdon lämpöhäviöt	12.4	kW	
	Lämpimän käyttöveden valmis- tuksen tarvitsema lämpöteho	60.0	kW	Lämmityksen vaatima huipputeho yhteensä	76.8	kW	
	Ihmisten luovuttama, auringon säteilyn, laitteiden luovuttama tai muu hyödynnettävä lämpö- teho, mikä on otettu huomioon suunnittelussa laitteiden huipputehon mitoitusta alentavana						kW
	Rakennuksen lämmityslaitteiden huipputeho				76.8	kW	
	Jäähdytyslaitteiden huipputeho					kW	
	Sähkölaitteiden huipputeho				44.0	kW	
	Rakennuksen eri laitteiden yhteenlaskettu huipputeho				120.8	kW	
Tehontarve	Lämmityslaitteiden huipputehontarve				0.065	kW/m ³	
	Jäähdytyslaitteiden huipputehontarve					kW/m ³	
	Sähkölaitteiden huipputehontarve				0.037	kW/m ³	
	Rakennuksen laitteiden huippu- tehontarve yhteensä				0.102	kW/m ³	

4.
SELVITYS
RAKENNUKSEN
LÄMPÖHUOLLON
JÄRJESTÄMI-
SESTÄ
ULKOMAISEN
POLTTOAINEEN
SAANNIN
ESTYESSÄ

Rakennus liitetään Helsingin kaupungin energialaitoksen
kaukolämpöverkostoon

5.
LISÄTIETOJA

6.
ENERGIATALOU-
DELLISEN
SELVITYKSEN
LAATIJA

Nimi ja ammatti
Birger Lindgren insinööri 554 882
Puhelin virka-aikana
Kokkokalliontie 5 E 00370 Helsinki 37
Osoite

7.
LIITTEET

Tarvittaessa käytetään liitteitä.
Liitteiden lukumäärä kpl

8.
PÄIVÄYS JA
ALLEKIRJOITUS

Aika ja paikka
4. 9. 1984 HELSINKI
Hakijan tai hänen valtuuttamansa asiamiehen allekirjoitus
Kirsti Sivén
KIRSTI SIVÉN, ARKKITEHTI SAFA
Nimen selvitys ja ammatti

10/81



HELSINGIN KAUPUNKI
RAKENNUSVALVONTAVIRASTO

LÄMMÖNERISTYSSELVITYS

RAK. VV

11.09.1984

BYGGN. TSV

SELVITYS ON RAKENNUSKOHTAINEN

Luvan tunnus (viranomaisen täyttää)

28-2786-A 84

1.	Kaupunginosa	Kortteli/kylä	Tontti/tila RN:o
RAKENNUS- PAIKKA	2B. OULUNKYLA	2B156	6
	Osoite		Rakennuksen tunnus
	SATULASEPÄNTIE 5		TALO 2
2.	Rakennuksen käyttötarkoitus		Rakennuksen tilavuus
LASKELMIA KOSKEVAT YLEISET TIEDOT	ASUINRAKENNUS		1176 m ³
	Rakennuksen kerrosala	190 m ²	Näyteikkunallisten tilojen kerrosala m ²
	Rakennuksen kerrosalan ja näyteikkunallisten tilojen kerrosalojen erotus		m ²
	Kerrosalaan laskettavien tilojen vaipan pinta-ala	376 m ²	Näyteikkunallisten tilojen vaipan pinta-ala m ²
	Edellä mainittujen vaippa-pinta-alojen erotus		Kerrosalaan kuulumattomien tilojen vaipan pinta-ala m ²

Mitoittavat lämpötilat	Ulkoilman lämpötila	-27	°C	°C
	SISÄ	+20	°C	°C
			°C	°C

3. Sen tilan tyyppi, jota kyseessä oleva rakenne rajoittaa, merkitään rastilla seuraavasti:

- k = kerrosalaan laskettavaa tilaa
- kn = kerrosalaan laskettavaa näyteikkunallista tilaa
- m = muuta kuin kerrosalaan laskettavaa tilaa

Rastilla merkitään myös onko rakenne kevyt vai raskas.

Ulkoseinät	k	kn	m	Paikka	Kevyt	Raskas	W/m ² K	Pinta-ala m ²
	X				X		0.29	193

Ulkoseinien pinta-ala yhteensä 193 m²

Yläpohjat	k	kn	m	Paikka	Kevyt	Raskas	W/m ² K	Pinta-ala m ²
	X				X		0.20	96

Yläpohjien pinta-ala yhteensä 96 m²

Alapohjat	k	kn	m	Paikka	Kevyt	Raskas	W/m ² K	Pinta-ala m ²
	X					X	0.4	87

Alapohjien pinta-ala yhteensä 87 m²

Osoite Puhelin
Siltasaarenkatu 13 (90) 70991
00530 HELSINKI 53

32

Ikkunoiden ja ovien valoaukot	Kerrosalaan kuuluvat tilat ilman näyteikkunallisia tiloja:			
	Paikka		W/m ² K	Pinta-ala m ²
			2.1	29
	Valoaukkojen pinta-ala yhteensä			m ²
	Näyteikkunalliset tilat:			
	Paikka		W/m ² K	Pinta-ala m ²
	Valoaukkojen pinta-ala yhteensä			m ²
	Kerrosalaan kuulumattomat tilat:			
	Paikka		W/m ² K	Pinta-ala m ²
	Valoaukkojen pinta-ala yhteensä			m ²
	Kerrosalaan kuuluvat tilat:			
	k	kn	Paikka	W/m ² K
Tuuletusluukut ja ovien umpiosat	X		0.7	10
	Tuuletusluukkujen ja ovien umpiosien pinta-ala yhteensä			m ²
	Kerrosalaan kuulumattomat tilat:			
	Paikka		W/m ² K	Pinta-ala m ²
	Tuuletusluukkujen ja ovien umpiosien pinta-ala yhteensä			m ²
	Kerrosalaan kuuluvat tilat:			
Lämmintä ja puolilämmintä tilaa erottavat rakennusosat	Paikka		W/m ² K	Pinta-ala m ²
	Lämmintä ja puolilämmintä tilaa erottavien rakennusosien pinta-ala yhteensä			m ²
	4. Kerrosalaan laskettavien näyteikkunattomien tilojen yhteenlasketun ikkunapinta-alan osuus näiden tilojen kerrosalasta prosentteina			
				15 %
5. YKSITTÄISET HUONEET, JOISSA IKKUNAPINNAN OSUUS ON YLI 70 % ULKOSEINÄN ALASTA	Paikka		Kylmäsäteilyn haitan estämistapa	

