



Otto Korteoja

SUUNNITTELURATKAISUT 2010-LUVUN RAKENNUSKANNAS- SA

SUUNNITTELURATKAISUT 2010-LUVUN RAKENNUSKANNAS- SA

Otto Korteoja
Opinnäytetyö
Lukukausi Kevät 2012
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Otto Korteoja

Opinnäytetyön nimi: Suunnitteluratkaisut 2010-luvun rakennuskannassa

Työn ohjaajat: Martti Hekkanen, Soili Fabritius

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2012 Sivumäärä: 60 + 51 liitettä

Energiansäästö on tullut olennaiseksi osaksi nykyrakentamista. Rakennuksista pyritään tekemään entistä energiatehokkaampia ja ympäristöystävällisempiä, siten myös elinkaarikustannuksiltaan tehokkaampia. Tulevaisuus näyttää uusien määräysten toteutuksen ongelmat, lämmöneristeratkaisuiden pitkäaikaiskestävyyden sekä todellisen energian säästön.

Suunnitteluratkaisut 2010-luvun rakennuskannassa -työn tavoitteena oli kartoittaa, miten rakentamismääräysten useat muutokset 2000-luvulla ovat vaikuttaneet rakennusten energia- ja tilatehokkuuteen, millaisilla lämmöneristeillä niiden rakenteet on toteutettu sekä mitkä ovat rakenteiden lämmönläpäisykertoimet eli U-arvot. Lisäksi tarkasteltiin ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta ja sen vaikutusta rakennuksen energiatehokkuuteen. Työn tuloksia voidaan verrata aiempien tutkimusten vastaaviin tietoihin. Työn toimeksiantajana toimii Tampereen ammattikorkeakoulu. Työ toimii yhtenä osana laajempaa tutkimusta.

Työhön käytettiin Oulun, Haukiputaan Kiimingin ja Oulunsalon rakennusvalvontojen lupa-arkistoista kerättyä aineistoa. Muutaman rakennuskohteen aineistoa täydennettiin työmaakäynnillä, koska riittäviä rakenne- tai määrätietoja ei ollut muutoin saatavilla. Työtä varten kerättiin kaikkiaan 50 rakennuskohteen määrä- ja rakennetiedot rakennuslupapiirustuksista laskemalla. Työssä myös käytettiin kohteiden energiatodistuksissa annettuja tietoja.

Opinnäytetyön tuloksista havaittiin, että varsinkin pientalojen laskennallinen energiatehokkuus on parantunut aiempaan verrattuna. Lähes kaikki työssä mukana olleista 18 pientalosta olivat matalaenergiatasoa. 2010-luvun pientalot ovat pinta-aloiltaan suurempia kuin aiemmin tehdyt. Muilta osin tilatehokkuusluvut ovat pysyneet lähes samalla tasolla. Muissa kohteissa otokset olivat pieniä ja laajuustiedoissa oli liian paljon puutteita tulosten luotettavaa vertailua varten.

Asiasanat: Rakentamismääräykset, lämmöneristeet, energiatehokkuus, energiatodistus, tilasuunnittelu, rakennusosat

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, House Building Engineering

Author: Otto Korteoja

Title of thesis: Design Conceptions in the Building Stock of the 2010's

Supervisors: Martti Hekkanen, Soili Fabritius

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2012

Pages: 60 + 51 appendices

Energy conservation has become an integral part of modern construction. The buildings are intended to become more energy-efficient and environmentally friendly, hence also more cost-effective during their life-cycle. The future will show the implementation problems of the new construction provisions, the durability of the thermal insulation solutions, and the real energy conservation.

The aim of the thesis Design Conceptions in the Building Stock of the 2010's was to explore the ways in which the several changes in the building regulations of the 2000's have contributed to building energy and space-efficiency, in what kind of thermal insulations their structures have been carried out, and what are the coefficients of the thermal transmittance, i.e. U-values. Additionally, the yearly efficiency of the ventilation heat recovery and its impact on the energy efficiency of the building were examined. The results of this thesis can be compared with the corresponding data of the previous studies. The work was assigned by Tampere University of Applied Sciences. This thesis is a part of a larger study.

The material used in this thesis was collected from the permit archives of the building regulations department in Oulu, Haukipudas, Kiiminki, and Oulunsalo. The material from a few of the construction works was supplemented by site visits, because sufficient structure or material consumption data was not available otherwise. For this thesis, the consumption and structural data was collected from a total of 50 buildings by calculating it from the building permit drawings. The information from the energy reports of the buildings was also used in this thesis.

It was concluded from the results of this thesis that especially in single-family houses the calculatory energy efficiency has improved compared with previous data. Almost all the 18 single-family houses that were involved had a low energy level. The single-family houses of the 2010's are larger in surface area than those made in the past. In other respects, space efficiency rates have remained almost on the same level. For buildings other than these, the coverage of the data was too small and there were too many gaps in the data to be comparable.

Keywords: Building regulations, thermal insulations, energy-efficiency, energy reports, space planning, structural elements

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 VIRANOMAISMÄÄRÄYSTEN MUUTOKSET 2000-LUVULLA	9
2.1 RakMK C3 ja C4 Rakennuksen lämmöneristys	9
2.2 RakMK C4 Lämmöneristys, luonnos	10
2.3 RakMK D3 LVI ja energiatalous	10
2.4 RakMK D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, luonnos	11
3 RAKENTAMISMÄÄRÄYS MUUTOSTEN VAIKUTUS TALONRAKENNUSSUUNNITTELUUN JA -TUOTANTOON	12
3.1 Rakennussuunnittelu	12
3.2 Rakennesuunnittelu	13
3.3 Talotekninen suunnittelu	15
3.4 Tuotannon muutokset	16
4 SUUNNITTELURATKAISUT 2010	19
4.1 Pientalo	19
4.2 Asuinkerrostalo	28
4.3 Rivitalo	32
4.4 Vapaa-ajan asunto	34
4.5 Toimistorakennus	36
4.6 Koulurakennus	38
4.7 Päiväkoti	40
4.8 Maatalouden tuotantorakennus	42
4.9 Liikerakennus	44
4.10 Teollisuusrakennus	46
4.11 Varastorakennus	48
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	51
5.1 Tyypilliset tilatehokkuudet ja laajuudet	51
5.2 Tyypillinen alapohjan rakenne	52

5.3 Tyypillinen yläpohjan rakenne	52
5.4 Tyypillinen ulkoseinän rakenne	52
5.5 Tyypillinen ikkuna ja ulko-ovi	53
5.6 Tyypillinen ilmanvaihtoratkaisu	54
6 POHDINTA	55
LÄHTEET	57
LIITTEET	60

1 JOHDANTO

Rakennusten lämmöneristemateriaalit, eristeratkaisut ja eristemäärät ovat vaihdelleet kuluneiden vuosikymmenten aikana talonrakentamisessa. Suurimmat lämmöneristysten muutokset ovat olleet seurausta yleensä energian hinnan äkillisistä muutoksista sekä uusista eristemateriaaleista ja rakenneratkaisuista. Tietoisuus ilmastonmuutoksesta on myös enenevässä määrin vaikuttanut rakennusten lämmöneristykseen. Rakenteen lämmöneristyskykyä kuvaa U-arvo, eli lämmönläpäisykerroin. Mitä pienempi U-arvo on, sitä parempi on lämmöneristys.

2000-luvulle tultaessa on ympäristöministeriö rakentamismääräyksillään ohjannut rakennusten lämmöneristysten parantamista U-arvojen tiukentamisilla. Suomen rakentamismääräyskokoelman uusien eristemääräyksien myötä ovat talonrakennuksessa käytettävät eristemäärät lisääntyneet merkittävästi 2000-luvulla. Toisena voimakkaasti energiatehokkuuteen vaikuttavana tekijänä on vuoden 2008 alusta vaadittu rakennuksen energiaselvitys, johon vaikuttavat rakenteen U-arvon lisäksi rakennuksen ilmatiiveys ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde.

Opinnäytetyössä keskitytään pääasiassa vuoden 2010 alusta voimaan tulleen rakentamismääräyskokoelman mukaisten rakennusten vaipparakenteisiin sekä muutosten aiheuttamiin vaikutuksiin rakentamisessa. Työssä tarkastellaan, millaisia lämmöneristemateriaaleja ja eristevahvuuksia eri rakenteissa käytetään sekä millaisiin U-arvoihin näillä rakenneratkaisuilla päästään. Tarkastelun kohteena on myös ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde.

Tutkimusmenetelmä tässä työssä on rakennuslupa-asiakirjoihin perustuva määrälaskenta. Työtä varten on valittu satunnaisesti 50 Oulun alueelle 2010 voimaan tulleiden rakennusmääräysten mukaisesti rakennettua tai rakennettavaa kohdetta. Koska osa valituista kohteista on vasta rakenteilla ja lopulliset suunnitelmat muutoksineen toimitetaan vasta rakennuksien valmistuttua, käsitellään kohdetietoja tässä työssä niiltä osin kuin rakennuslupahakemuksiin on raken-

nusaikana ilmoitettu. Aineisto rakennuksista on kerätty Oulun, Haukiputaan, Oulunsalon ja Kiimingin rakennusvalvontojen arkistoista.

2 VIRANOMAISMÄÄRÄYSTEN MUUTOKSET 2000-LUVULLA

Suurimmat muutokset rakentamismääräyksiin 2000-luvulla on tullut rakennuksen eristystä ja rakennuksen energiataloutta käsitteleviin rakentamismääräyskokoelman osioihin C ja D. Rakennusmääräyskokoelmasta käytetään yleensä lyhennettä RakMK. Rakennusmääräyskokoelma on jaettu kahdeksaan osioon, joista C-osio viittaa eristykseen ja D-osio LVI- ja energiatalouteen. (Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2012.)

2.1 RakMK C3 ja C4 Rakennuksen lämmöneristys

Rakennuksen lämmöneristysmääräyksissä määritellään, millaiset rakennusosien ja rakenteiden ilmanpitävyyksien, rakennuksen vaipan lämmöneristyksen ja rakennuksen erilaisten tilojen välinen lämmöneristyksen tulee olla. Keskimääräinen vaipparakenteen rakenneosan U-arvon kiristyminen vuodesta 2003 vuoteen 2010 (taulukko 1) hirsiseinärakennetta huomioimatta on 32,5 %. (Energiamääräysten muutokset 2003 - 2007- 2010. 2009.)

TAULUKKO 1. Energiamääräysten muutokset 2000-luvulla (Energiamääräysten muutokset 2003 - 2007 – 2010. 2009)

Rakenneosa	RakMK 2003	RakMK 2007	RakMK 2010
Yläpohja	0,16 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,09 W/m ² K
Ulkoseinä	0,25 W/m ² K	0,24 W/m ² K	0,17 W/m ² K
Ovet ja ikkunat	1,4 W/m ² K	1,4 W/m ² K	1,0 W/m ² K
Alapohja maanvar.	0,25 W/m ² K	0,24 W/m ² K	0,16 W/m ² K
Alapohja ryöm.tila	0,20 W/m ² K	0,19 W/m ² K	0,17 W/m ² K
Alapohja ulkoilma	0,16 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,09 W/m ² K
Ilmanvuotoluku (n ₅₀)	4 1/h	4 1/h	2 1/h

Hirsirakenteisille rakennuksille annetaan mahdollisuus täyttää energiamääräykset kompensoimalla muiden rakenteiden eristävyttä siten, että rakennusosien kokonaislämpöhäviö ei ylitä laskennassa käytettävän vertailuratkaisun arvoja. Hirsirakenteisen seinän U-arvovaatimus vuoden 2010 määräyksissä on 0,40 W/m²K. (C3 (2010) rakennusten lämmöneristys. 2008, 6.)

Rakennuksen vaipan tulee olla myös niin ilmanpitävä, että vuotokohtien läpi tapahtuvat ilmavirtaukset eivät aiheuta haittoja käyttäjille tai rakenteille ja rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä voi toimia suunnitellusti. Ilmanpitävyydestä käytetään termiä ilmanvuotoluku. Ilmanvuotoluku kuvaa sitä, montako kertaa rakennuksen ilmatilavuus vaihtuu tunnissa vuotopaikkojen läpi 50 Pa:n paine-erossa. Tästä käytetään termiä n₅₀-luku, 1/h. Mitä pienempi luku on, sitä parempi on vaipan ilmatiiveys. (Ilmanpitävyys. 2010.)

2.2 RakMK C4 Lämmöneristys, luonnos

Ympäristöministeriö on julkaissut 16.3.2012. luonnoksen Suomen rakentamismääräyskokoelmaan rakennuksen lämmöneristyksestä, joka tulee voimaan tämän hetkisten tietojen mukaan 1.7.2012 ja korvaa tällä hetkellä voimassa olevan lämmöneristys ohjeet 2003. Luonnoksessa vaipparakenteiden rakennusosien U-arvot säilyvät vuoden 2010 määräysten tasolla. Uutena asiana C4:ään tulee viivamaisten säännöllisten kylmäsiltojen aiheuttama lämmönläpäisykerroimen lisäys. (C4 (2012) rakennusten lämmöneristys, luonnos. 2012, 13.)

2.3 RakMK D3 LVI ja energiatalous

LVI- ja energiatalousosiossa määritellään energiatehokkuusvaatimukset ja rakennuksen lämpöhäviöiden tasauslaskenta. Määräystenmukaisuuden osoittamiseksi D3:ssa määritellään energiaselvityksen tarkastelut ja niiden sisältö. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava sellaiseksi, että rakennuksessa voidaan saavuttaa käyttötarkoituksen edellyttämä sisäilmasto energiatehokkaasti. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteella (taulukko 2) on energiatehokkuuteen merkittävä vaikutus.

TAULUKKO 2. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton muutokset 2000-luvulla (Energiamääräysten muutokset 2003 - 2007- 2010. 2009)

Rakenneosa	RakMK 2003	RakMK 2007	RakMK 2010
LTO:n vuosihyötysuhde	30 %	30 %	45 %

2.4 RakMK D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, luonnos

Ympäristöministeriö on julkaissut 14.3.2012. luonnoksen Suomen rakentamismääräyskokoelmaan rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskennasta. Luonnos tulee voimaan tämän hetkisten tietojen mukaan 1.7.2012 ja korvaa tällä hetkellä voimassa olevat laskentaohjeet vuodelta 2007. Suurimmat muutokset laskentaohjeissa johtuvat siirtymisestä lämpöhäviötarkastelusta kokonaisenergiatarkasteluun, minkä lisäksi huomioidaan myös eri energiamuotojen kertoimet. (D5 (2012) rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, luonnos. 2012, 13.)

3 RAKENTAMISMÄÄRÄYS MUUTOSTEN VAIKUTUS TALON- RAKENUSSUUNNITTELUUN JA -TUOTANTOON

Suomen rakentamismääräyskokoelma sisältää määräyksiä ja ohjeita lämmöneristyksestä, LVI-ratkaisuista sekä rakennusten energiataloudesta. Velvoittavilla määräyksillä pyritään ohjaamaan hyvään rakentamisen laatuun ja energiatehokkuuteen sekä asettamaan minimivaatimustaso. Määräysten lisäksi rakentamismääräyskokoelmaan sisältyy ohjeita, jotka eivät ole velvoittavia, vaan muitakin ratkaisuja voidaan käyttää, mikäli ne täyttävät rakentamiselle asetetut vaatimukset. (Rakentamismääräykset.)

3.1 Rakennussuunnittelu

Kiristyneiden energiamääräysten huomioiminen alkaa jo rakennuksen luonnosteluvaiheessa. Suunnittelijan on otettava huomioon rakennuspaikan maastonmuotojen ja tonttiliittymän lisäksi myös ilmansuunnat ja rakennuksen muoto. Suuria ikkunapintoja pohjoisen suuntaan tulee välttää ja hyvästä aurinkosuojauksesta on huolehdittava, jotta voidaan hallita kesäaikaiset lämpökuormat. Aurinkosuojaus voidaan toteuttaa aurinkosuojalaseilla tai rakenteellisesti parvekkeita, katoksia ja erilaisia markiiseja hyödyntämällä. Nykyisissä rakennusmääräyksissä pääsuunnittelija allekirjoituksellaan vahvistaa energiaselvityksen. (D3 (2010) rakennusten energiatehokkuus. 2008, 5.)

Energiatehokkuuden kannalta paras talon sijoituspaikka on mahdollisimman aurinkoinen sekä suojaisa kovilta tuulilta. Myös rakennuksen muodolla on vaikutusta energiatehokkuuteen. Ulkoseinälinjoiltaan suorakaiteen muotoisella rakennuksella on paras energiatehokkuus, koska kulmat ja erkkerit lisäävät kylmäsiltoja suoraan seinärakenteeseen verrattaessa ja tämän lisäksi ne myös lisäävät rakennuskustannuksia sekä rakennusvirheiden mahdollisuutta. Rakennuksen ulkonäköön voidaan vaikuttaa erilaisilla katos-, kuisti- ja parvekerakenteilla, jotka eivät ole lämmöneristettyjä. (Talon koko, muoto ja sijoitus tontille.)

Talo kannattaa suunnitella siten, että se on muunneltava ja sopii perheelle elämäntilanteiden muuttuessa tulevinakin vuosina. Taloon kannattaa suunnitella myös laajennusvaraa tulevia tarpeita varten. Keittiö, pesu- ja vaatehuoltotilat,

wc-tilat, säilytystilat sekä lämmitys- ja ilmanvaihtotekniikka kannattaa mitoittaa siten, että ne toimivat vähän suuremmassakin rakennuksessa. Koska pieni rakennus kuluttaa vähemmän energiaa kuin samalla tavalla rakennettu suurempi rakennus, säästetään hyvällä suunnittelulla hukkaneliöiden aiheuttamien rakennuskustannusten lisäksi myös energiakuluissa. (Talon koko, muoto ja sijoitus tontille.)

Ikkunat ovat lämmöneristyksen kannalta rakennuksen heikoin osa. Tästä syystä koko seinän korkuisia ikkunapintoja kannattaa välttää. Ikkunat eivät kuitenkaan oikein suunniteltuina aiheuta pelkästään energianhukkaa, vaan niiden kautta saadaan auringon valoa ja lämpöä hyödyksi sisätiloihin. Suurimmat ikkunat ovat yleensä olohuoneessa tai muissa oleskelutiloissa. Tämän vuoksi näiden tilojen ikkunat kannattaa suunnata etelään, jolloin niiden kautta saadaan tiloihin talvisin myös valoa. Ikkunoiden energiatehokkuuteen tulee kiinnittää huomiota ja valita energialuokituksestaan mahdollisimman hyvät ikkunat. (Ikkunat ja niiden suuntaus.)

Hyvin suunnitellulla aurinkosuojuuksella voidaan estää liiallisen auringonvalon ja -lämmön pääsy sisätiloihin kesäaikoina, jolloin jäähdytysenergian kulutus saadaan pysymään vähäisenä tai erillistä jäähdytyslaitteistoa ei tarvitse rakentaa ollenkaan. Tehokas aurinkosuojaus voidaan toteuttaa räystäitä, parvekkeita ja katoksia hyväksikäyttäen tai ikkunan ulkopuolelle asennettujen markiisien, screenien ja sälerullainten avulla. Aurinkosuojuukseen voidaan vaikuttaa myös ikkunan auringonsäteilyn kokonaisläpäisykertoimen (g-arvo) valinnalla. G-arvo kuvaa sitä, kuinka paljon ikkuna päästää lävitseen auringonvaloa ja -lämpöä. (Aurinkosuojaus.)

3.2 Rakennesuunnittelu

Hyvä lämmöneristys on keskeinen tekijä suunniteltaessa energiatehokasta taloa. Hyvin eristetty ja ilmatiivis talo on asumisviihtyvyydeltään hyvä ja vedoton. Se myös mahdollistaa ilmanvaihdon toiminnan suunnitellulla tavalla. Yksittäisen rakenteen eristävyyttä tärkeämpää on talon kokonaisenergiatehokkuus, koska vaipan lämmöneristävyuden parantaminen myöhemmin on vaikeaa ja kustannuksiltaan kallista. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan paksut ulkoseinät eivät

vähennä rakennusoikeutta, koska yli 250 mm:n ylittävää osuutta ei huomioida kerrosalaa laskettaessa. (Lämmöneristys.)

Eristepaksuuksien kasvaessa on rakennesuunnittelijan huomioitava rakenteiden kosteuskäyttäytyminen entistä huolellisemmin. Huoneilmassa olevan kosteuden pääsy rakenteisiin on estettävä riittävän tiiviillä höyryn- tai ilmansulkukalvolla. Rakenteiden liittymäkohdista on tehtävä suunnitelmat. Rakenne on myös suunniteltava siten, että mahdolliset kylmäsillat eivät aiheuta kosteuden tiivistymistä tai liian korkeaa suhteellista kosteutta rakenteen pinnassa tai rakenteessa rakennusta normaalisti käytettäessä. (C3 (2010) rakennusten lämmöneristys. 2008, 5.)

Märkätilojen vedenpoisto ja rakenteet on suunniteltava siten, ettei vettä pääse valumaan tai siirtymään kapillaarisesti ympäröiviin rakenteisiin ja huonetiloihin. On myös varmistettava, että rakenteisiin mahdollisesti pääsevä kosteus pääsee poistumaan aiheuttamatta vaurioita rakenteisiin. Märkätilojen lattioihin ja seiniin tehdään aina vedeneristys. Märkätiloista tehdään suunnitelma, jossa esitetään

- alus- ja pintarakenteiden vaatimukset alustan kosteudelle
- kosteuspitoisuuden määrittystapa
- alustan esikäsittely
- työohjeet
- vedeneristyskerros liittymiseen ja läpivienteineen sisältäen lattia-kaivo- ja läpivientidetallit
- tarvikkeet, käytetään testattuja, toisiinsa yhteensopivia tuotesertifioituja tarvikkeita, mikä osoitetaan tuotesertifikaatilla
- vedeneristyskerroksen paksuus, lukumäärä ja kiinnitystapa
- märkätilojen käyttö- ja huolto-ohjeet
- lattialämmitys.

Vedeneriste valitaan alustan asettamien vaatimusten mukaisesti. Erityistä huomiota tulee kiinnittää vedeneristyksen joustavuuteen ja kestävyYTEEN rakennusosien liitoksissa. Märkätiloihin tulisi mahdollisuuksien mukaan sijoittaa ikkuna. Ikkuna sijoitetaan siten, ettei se ole roiskevedelle alttiina. Pesutiloihin suositel-

laan suihkukaappia, koska se suojaa märkätilan rakenteita kosteusrasitukselta. (RT 84 -10759. 2001, 2.)

Rakennesuunnittelija määrittelee alustavat rakenteiden kuivumisaika-arviot valituille runkorakenteille ja materiaaliyhdistelmille. Kuivumisaika-arviot voidaan laskea käyttämällä SisäRYL 2000 -ohjeiden antamia rakenteiden kosteuden raja-arvoja. Toteutusaikataulussa on huomioitava, että kuivuminen alkaa käytännössä vasta, kun rakennuksen aukot ovat ummessa ja jatkuva lämmitys on kytketty päälle. (RT 07-10832. 2004, 4.)

Sadevesien poistoon, rakennuspaikan kuivatukseen ja maanvastaisen lattian korkeusasemaan suhteessa maanpintaan rakennuksen ulkopuolella on kiinnitettävä erityistä huomiota. Lattian yläpinnan on oltava vähintään 0,3 m vieressä rakennuksen ulkopuolella olevan maanpinnan yläpuolella ja maanpinnan kallistusten seinänvierestä poispäin vähintään 1:15:sta, 3 m:n matkalla. Maaperästä mahdollisesti radonpitoisen ilman pääsy sisätiloihin on myös huomioitava ja tarvittaessa estettävä erityistoimin. (RT 07-10832. 2004, 4.)

3.3 Talotekninen suunnittelu

Rakennuspaikan ulkoilman laatu ja siitä mahdollisesti aiheutuva ilman sisäänoton ja puhdistuksen erikoisratkaisujen tarve arvioidaan luonnossuunnitteluvaiheessa. Tämä on erityisen tärkeää etenkin, jos rakennuspaikan läheisyydessä on merkittäviä päästölähteitä, kuten teollisuuslaitos tai poikkeuksellisen vilkas liikenne. Luonnosvaiheen suunnitelmassa huomioidaan myös huonelämpötilojen hallinta ja tehdään alustavat lämpötilasimulointilaskelmat, minkä vuoksi täytyy tietää ikkunakoot, lasituksen tekniset ominaisuudet, aurinkosuojauksen toteutustapa sekä LVI-tekniikan periaateratkaisut. (RT 07- 10832. 2004, 4.)

Rakennuksen vaipan ilmatiiveyden parantuessa on LVI-suunnittelulla yhä tärkeämpi merkitys asumisviihtyvyydelle. Ilmanvaihdon, lämmityksen ja mahdollisen jäähdytyksen mitoitukset ja säädöt on tehtävä siten, että ne ylläpitävät rakennuksen käyttötarkoituksen edellyttämän sisäilmaston energiatehokkaasti sekä huippu- että osateholla. Lisäksi huoneilmassa olevan kosteuden pääsy rakenteisiin paine-erojen vuoksi tulee estää. Alapohjarakenteiden eristävyysparantuessa on myös maanvaraisten alapohjien alla kulkevien vesijohtojen

suunnittelussa huomioitava, etteivät putkistot pääse jäätymään. Putkistot on sijoitettava siten, etteivät ne jäädy kovinakaan pakkastalvina, tai putkistot on lisäeristettävä ja varustettava saattolämmityksellä jäätyksen estämiseksi. (D2 (2010) rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2008, 7.)

Sisäilmastoluokituksen lämpöolojen tavoitearvoilla pyritään pitämään asuin- ja työhuoneiden lämpötilat kesällä riittävän alhaisina ja talvella riittävän korkeina sekä vedottomina. Äänitasontavoitteiden toteutumisella ehkäistään ilmanvaihdolle yleinen liian korkea äänitaso. Vesipisteellisten tilojen huolellisella suunnittelulla ehkäistään kosteusvaurioiden syntyminen. (RT 07- 10832. 2004, 6.)

Märkätilat, kuten suihku- ja kylpyhuoneet sekä saunan pesutilat, varustetaan lattiakaivolla. Lattiakaivolla varustetussa teknisessä tilassa vesilaitteet ja lämmön tuotto- ja siirtolaitteet sijoitetaan siten, että vuodon sattuessa vesi pääsee haittaa aiheuttamatta lattiakaivoon. Asuinrakennuksissa erilliset wc-tilat ovat usein lattiakaivottomia kuivia tiloja. Näissä tiloissa käytetään ylivuotoputkella varustettuja pesualtaita ja varmistetaan, että mahdollinen vesivuoto on helposti havaittavissa eikä vuoto pääse aiheuttamaan vaurioita rakenteisiin. Lattiakaivottomaan tilaan sijoitetun vesijohtoverkostoon kytketyn laitteen alle, esimerkiksi astianpesukone keittiössä, sijoitetaan vesitiivis kaukalo, joka estää mahdollisen vuotoveden pääsyn rakenteisiin ja ohjaa vesivuodon siten, että se voidaan havaita helposti. (C2 (1998) kosteus. 1998, 16.)

3.4 Tuotannon muutokset

Eristepaksuuksien kasvu vaatii tuotannossa huolellisuutta kosteudenhallinnassa, koska nykyisiin rakenteisiin rakennusaikana päässyt kosteus ei pääse tuultumaan pois vaan jää rakenteisiin ja voi aiheuttaa vaurioita niihin. Työmaalla säilytettävien rakennustarvikkeiden suojaus on tämän vuoksi tärkeää. Kosteudelle arkojen rakennustarvikkeiden suurien määrien välivarastointia työmaalla tulee välttää, sen sijaan kannattaa suosia täsmätoimituksia. Myös työjärjestys täytyy suunnitella siten, että kosteudelle arat materiaalit eivät pääse kastumaan rakenteissa rakentamisen aikana. Työvaiheen ollessa kesken suojataan eristämateriaalit peitteillä tai muovikalvoilla siihen saakka, kunnes yläpuolinen rakenne on valmis ja suojaa sellaisenaan. Suojaaminen on myös elementtirakentami-

nessa erittäin tärkeää, koska elementtien eristeet ovat suojaamattomia asennusvaiheessa elementtien reunoissa. (C4 (2003) lämmöneristys. 2002, 7.)

Kosteudelle arat työvaiheet tulee tehdä mahdollisimman nopeasti ja yhtäjaksoisesti esimerkiksi 2-vuorotyönä. Harja- ja pulpettikattoisissa ristikkorakentein toteutettavissa vesikattorakenteissa voidaan katto- ja räystäsrakenteet niputtaa maassa valmiiksi kokonaisuudeksi, joka nostetaan pakettina ylös paikoilleen. Tällöin voidaan vähentää merkittävästi telineiltä tai nostimelta tehtävää räystäsrakennetyötä sekä turvakaiteiden asennustyötä ja samalla nopeuttaa runkorakenteiden suojaan saamista pysyvästi vesikatteen alle. (RT 07- 10832. 2004, 8.)

Paksumpien lämmöneristeiden myötä eristeen asennukseen ja työstöön on kiinnitettävä aiempaa enemmän huomiota. Paksumpi eristelevy ei asetu eristetiilaan niin helposti kuin aiemmin käytetty ohuempi vastaava eriste. Myös ristikäiset ja useampikerroksiset rakenteet ovat lisääntyneet aiempaan verrattuna. Näissä rakenteissa eristelevyjen saumat tulee limittää. Myös rakenteiden liittymäkohdat tulee tehdä myös tehdä huolella. (C4 (2003) lämmöneristys. 2002, 7.)

Mikäli lämmöneristeen ominaisuudet edellyttävät tuulensuojana toimivaa kerrosta, asennetaan varsinaisen lämmöneristekerroksen ulkopintaan erillinen tuulensuoja. Tuulensuojan kiinnitys on tehtävä siten, että saumat eivät pääse kupruilemaan ja saumojen tiivistys tulee varmistaa materiaalille soveltuvalla teipillä tai asettamalla saumat puristukseen kahden kovan materiaalin väliin. (C4 (2003) lämmöneristys. 2002, 8.)

Mikäli lämmöneristeen ilmanpitävyysominaisuudet eivät ole riittävät, asennetaan lämmöneristekerroksen sisäpintaan erillinen ilmansulkuna toimiva kerros. Lämmöneristeen ominaisuudet määrittävät, millainen ilmansulkukerros rakenteeseen tulee tehdä. Yleensä puukuitueristerakenteeseen asennetaan ilmansulkupaperi ja mineraalivillaeristeelle kosteutta pidättävämpi höyrynsulkumuovi. Molempien asennuksessa on tärkeää, että nurkat, liittymäkohdat, jatkokset ja läpiviennit tiivistetään huolella. (Rakennekuvat ilmatiiviys. 2011.)

Rakennuksen ilmanpitävyys tarkistetaan mittaamalla sen jälkeen, kun ilmansulku on asennettu mutta sisäverhousta ei ole vielä asennettu. Näin toimittaessa

ilmatiiveyttä voidaan vielä tarvittaessa parantaa mahdollisista vuotopaikoista. Mittaus uusitaan mahdollisten parannustöiden jälkeen ja sisäverhous kiinnitetään siten, että sisäverhouksen kiinnikkeet eivät riko ilmansulkua. Tiiveysmittauksessa käytetään tiiveysmittauslaitteiston lisäksi lämpökameraa, jolla nähdään mahdolliset lämmöneristeen asennusvirheet sekä rakenteelliset kylmäsillat. (Ilmanpitävyys.)

Rakentamisvaiheessa laaditaan työmaalle kosteudenhallintasuunnitelma, jossa esitetään

- luettelo kosteusteknisesti kriittisistä ja riskialttiista rakenteista
- rakenteiden kuivumisaika-arviot ja päällystettävyyys
- työmaaolosuhteiden hallinnan suunnittelu
- kosteusmittaussuunnitelma
- kosteudenhallinnan organisointi, seuranta ja valvonta.

(RT 07-10832. 2004, 19.)

4 SUUNNITTELURATKAISUT 2010

Tässä luvussa kuvataan tutkimusotokseen päätyneiden rakennusten teknisiä ominaisuuksia rakennustyyppikohtaisesti niistä tätä työtä varten tehtyjen perustietokorttien pohjalta. Korttien tiedot kerättiin pääosin rakennuslupapaperustuksista ja energiatodistuksista. Tilatehokkuuksien, energiatehokkuuksien ja rakennusosien suhteellisten määrien vertailu erilaisten rakennustyyppien kesken ei ole mahdollista, koska rakennusten laajuustietojen laskentaperusteet poikkeavat toisistaan merkittävästi tai joissakin rakennustyypeissä tietoja ei ilmoiteta lainkaan. Energiatehokkuuksien vertailua eri rakennustyyppien kesken vaikeuttaa myös se, että energiatehokkuuslukujen luokitteluasteikot eivät ole samanlaiset kaikilla rakennustyypeillä.

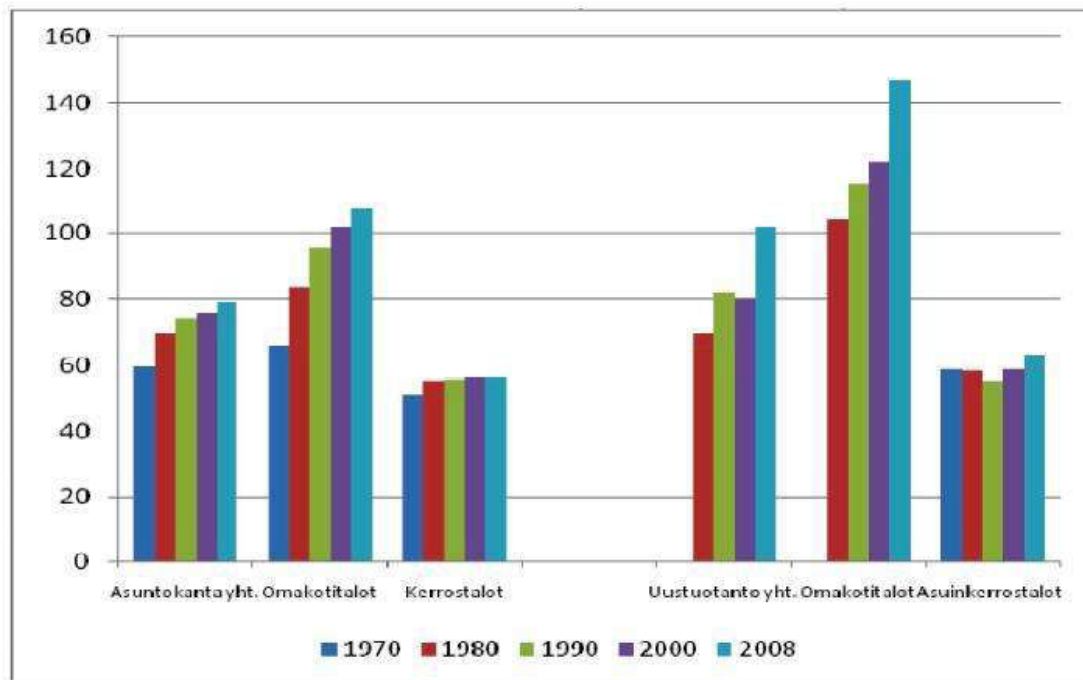
Työ sisältää asuinrakennusten lisäksi toimisto-, koulu-, päiväkot-, maatalous-, liike-, teollisuus- ja varistorakennuksia. Päähuomio kuitenkin keskittyy asuinrakennuksiin ja etenkin pientaloihin, koska suurin osa tutkimusotoksesta oli pientaloja ja näiden lähtötiedot olivat parhaiten saatavilla, minkä vuoksi ne ovat keskenään parhaiten vertailukelpoisia.

4.1 Pientalo

Tilastokeskuksen määritelmän mukaan pientaloja ovat omakotitalot, paritalot sekä kaksikerroksiset omakotitalot, joissa on enintään kaksi erillistä asuntoa. (Rakennukset ja kesämökit). Tutkimusotokseen sisältyi 18 pientaloa, jotka kaikki olivat yhden asunnon käsittäviä omakotitaloja. Omakotitaloista 16 oli puurunkorakenteisia, yhden rakenteet oli tehty lämpöharkoista ja yksi oli muurattu täys-tiilitalo. Taloista 3 oli yksikerroksisia, ja loput 15 taloa olivat rakennettu kahteen kerrokseen. (Liite 1.)

Tilatehokkuus

Rakennettujen omakotitalojen pinta-alat ovat kasvaneet 1980-luvulta saakka. Tämän lisäksi 2000-luvun taitteessa pinta-aloihin tuli selvä piikki. Vuonna 2008 omakotitalojen keskimääräinen huoneistoala on ollut noin 150 m². Asuntokannan ja uudistuotannon huoneistoalat vuosina 1970–2008. (Kuva 1.) (Mäkikyö. 2011, 47.)



KUVA 1. Asuinrakennusten pinta-alat 1970–2008 (Mäkikyrö 2011, 47)

Tässä työssä mukana olevien Oulun seudulle rakennetun 18 omakotitalon pinta-alojen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat huoneisto- ja bruttoalatiedot esitetään taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Pientalojen huoneisto- ja bruttoalojen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	yksikerroksinen pientalo			kaksikerroksinen pientalo		
	min.	keskim.	max.	min.	keskim.	max.
huoneistoala	105	122,5	136,5	101	183,2	242,8
bruttoala	122	141	157	185,5	221,2	291

Muutamassa kohteessa bruttopinta-alaa kasvattavat talon yhteyteen rakennetut autotalli sekä varastotilat, mutta kuten huoneistoalojen keskiarvoista huomaa, kahteen kerrokseen rakennetut talot ovat pinta-aloiltaan huomattavasti yksikerroksisia taloja suurempia. (Liite 1.)

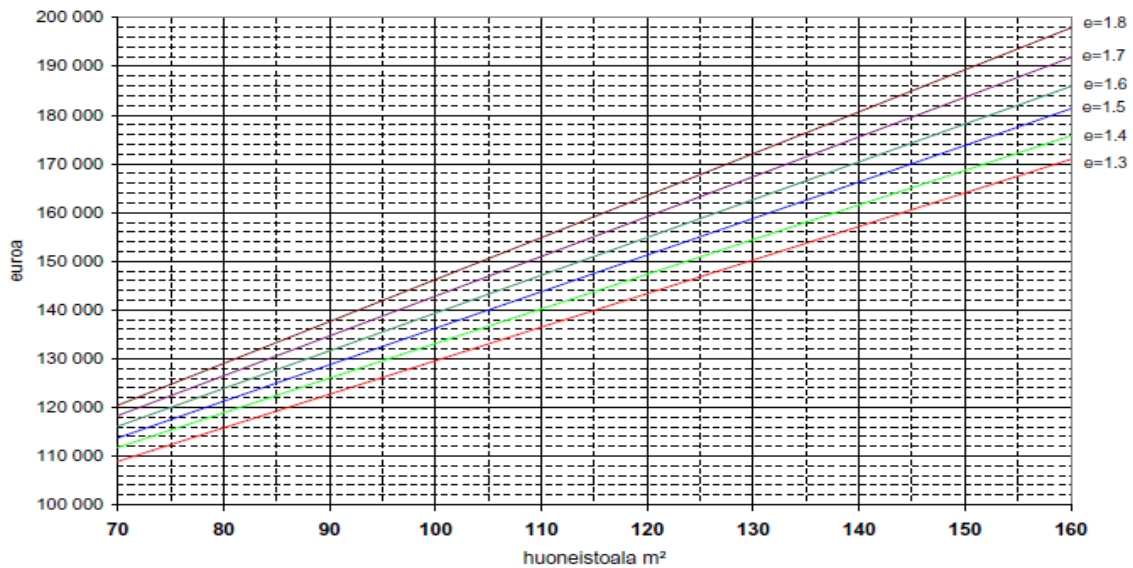
Asuntojen tilankäytön tehokkuudesta on tehty taulukoita, joissa huoneistotyy-
peittäin määritellään asunnon tilatehokkuus huoneistoalan avulla (kuva 2). Myös
kerrosten lukumäärä vaikuttaa asunnon tilatehokkuuteen, koska kaksikerroksi-
sissa taloissa portaat ja aulatilat lisäävät huoneistoalaa ja näin ollen heikentävät
tilatehokkuutta yksikerroksisiin taloihin verrattuna. (Mäkikyrö 2011, 55.)

HUONEISTOTYYPPI	TEHOKKUUS (huoneistoala)		
	TEHOKAS	NORMAALI	HEIKKO*
Yksikerroksiset asunnot			
3 h + k	< 80 m ²	80...90 m ²	> 90 m ²
4 h + k	< 110 m ²	110...120 m ²	> 120 m ²
5 h + k	< 130 m ²	130...140 m ²	> 140 m ²
6 h + k	< 155 m ²	155...165 m ²	> 165 m ²
Kaksikerroksiset asunnot			
5 h + k	< 135 m ²	135...145 m ²	> 145 m ²
6 h + k	< 160 m ²	160...170 m ²	> 170 m ²

* tavanomaisen kokoiset huoneet

KUVA 2. Tilankäytön tehokkuus (Mäkikyrö 2011, 55)

Ympäristöministeriö on laatinut omakotitalojen kustannuslaskentaa ja raken-
nuskustannusten hyväksymistä varten ohjeen kunnille omistusasuntolainojen
korkotuesta. Tätä ohjetta voivat kunnat käyttää määritellessään hyväksyttäviä
rakennuskustannuksia korkotukilainoja haettaessa. Ohjeessa määritellään
omakotitalon tehokkuusluvun laskeminen ja esitetään rakennuskustannusten
muutos käyrästä (kuva 3) tehokkuusluvun vaihdella 1,3:n ja 1,8:n välillä.
Tehokkuusluku lasketaan jakamalla bruttoala huoneistoalalla. (Asunto- ja ra-
kennusosaston kuntakirje 2. 2008, 3.)



KUVA 3. Omakotitalojen kustannuskäyrästä (Asunto- ja rakennusjaoston kuntakirje 2. 2008, 6)

Opinnäytetyössä mukana olevien kaikkien 18 omakotitalon tilatehokkuuden tunnusluvuista kooste esitetään taulukossa 4.

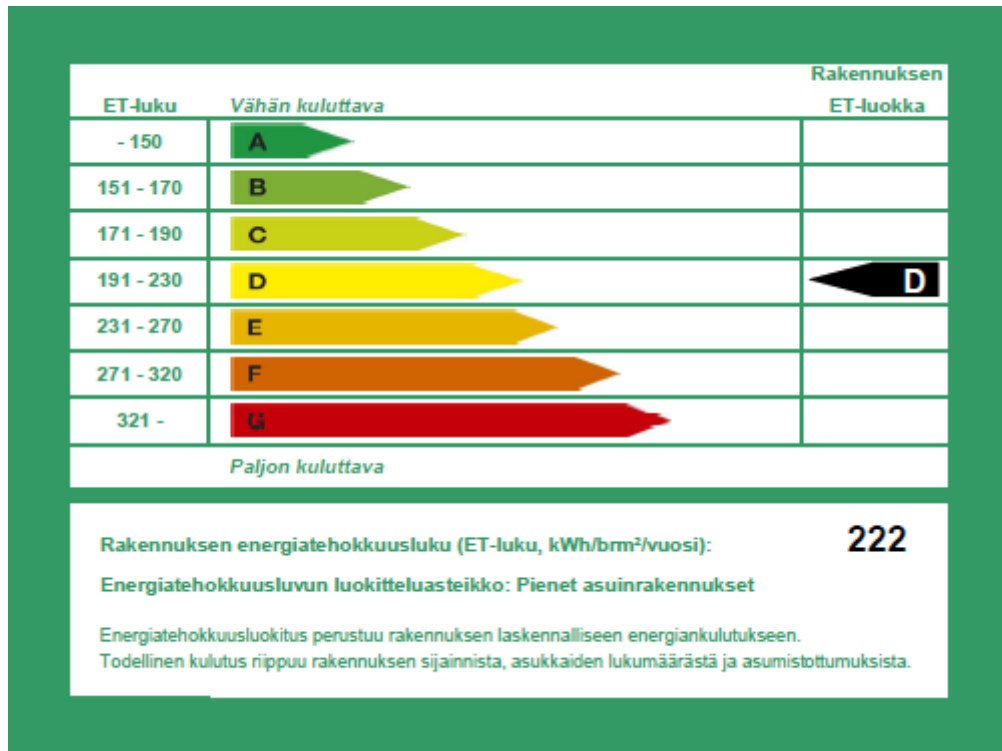
TAULUKKO 4. Pientalojen tilatehokkuuden tunnuslukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	yksikerroksinen pientalo			kaksikerroksinen pientalo		
	min.	keskim.	max.	min.	keskim.	max.
brm ² /htm ²	1,143	1,152	1,162	1,132	1,222	1,728
rm ³	420	485	560	398	767,2	1013
ilmatilavuus m ³	273	334,7	366	272,7	1004	797
rm ³ /brm ²	3,299	3,436	3,567	2,281	3,457	4,168
ilmatilavuus/brm ²	2,238	2,368	2,542	1,563	2,510	2,873

Suurimman brm²/htm² suhdeluvun 1,728 saaneessa kohteessa on yläkerta jätetty laajennusvaraksi, jolloin sen pinta-alaa ei ole laskettu huoneistoala tietoihin, mutta kerrosala tietoihin yläkerran pinta-ala sisältyy. Tämä yksittäinen kohde poikkeaa tämän vuoksi toisista taloista myös muilta pinta-alan ja tilavuuden suhdeluvuiltaan. Tarkemmat tiedot kaikkien pientalojen pinta-ala ja tilavuus tiedoista löytyvät liitteestä 1.

Energiatehokkuus

Pientalojen energiatehokkuutta ilmaistaan ET-luvulla. Pientalon ET-luku saadaan jakamalla rakennuksen laskennallinen energiantarve rakennuksen bruttoalalla. Laskennallisiin energiatarpeisiin sisältyvät lämmitykseen, käyttöveteen, sähkölaitteisiin ja jäähdytykseen käytettävä energia. Energiatodistuksissa rakennukset luokitellaan asteikolla A:sta G:hen (kuva 4), energiatehokkaimpien rakennusten kuuluessa A-luokkaan. (Energiatodistus. 2010.)



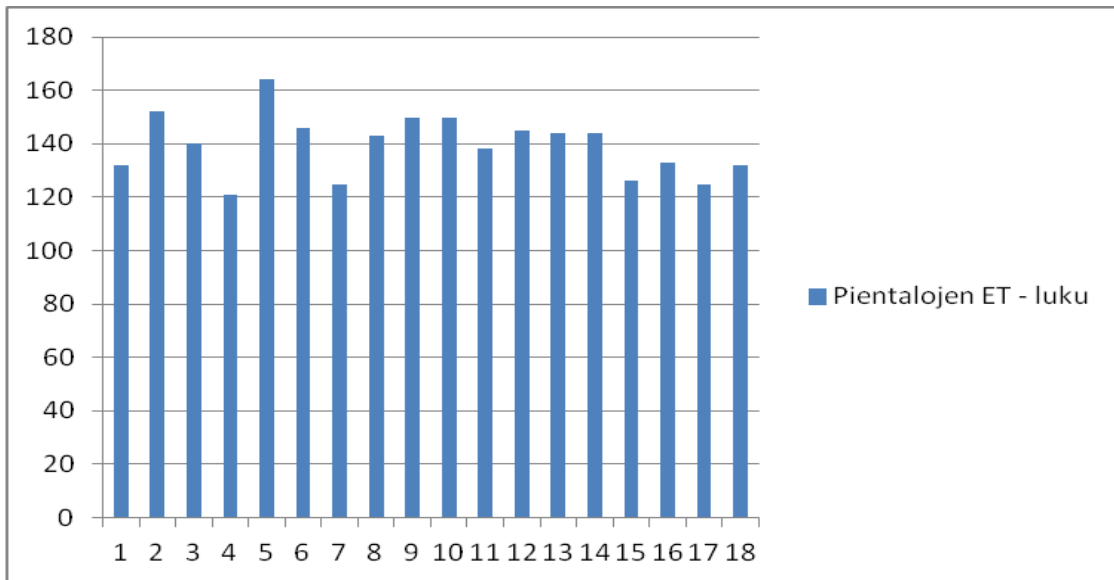
KUVA 4. Uudispientalon energiatodistuksen raja-arvot (Energiatodistusopas 2007. 2009,39)

Tässä työssä mukana olleiden 18 pientalon ET-lukujen kooste esitetään taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Pientalojen ET-lukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	yksikerroksinen pientalo			kaksikerroksinen pientalo		
	min.	keskim.	max.	min.	keskim.	max.
ET-luku	146	155	164	121	137	150

Työssä mukana olleista pientaloista kaksikerroksiset talot ovat hieman parempia energiatehokkuudeltaan kuin yksikerroksiset. Kaikkien kaksikerroksisten ET-luku oli 150 kWh/m²/vuosi tai alle, joten ET-luokaksi niille kaikille tuli A-luokka. Kuvassa 5 on esitetty kaikkien pientalojen ET-luvut. Yksityiskohtaisemmat energiatehokkuustiedot rakennuskohteittain löytyvät liitteestä 1.



KUVA 5. Uudispienalojen ET-luvut Oulun alueella

Valtion teknillinen tutkimuslaitos VTT on tehnyt useita tutkimuksia energiatehokkaasta rakentamisesta. VTT:lla on myös paljon tilastotietoa olemassa olevien eri aikakausilla rakennettujen pientalojen energiankulutuksesta. Kotitalous-sähkön ja lämpimän veden energiantarpeessa on suuria eroja käyttötottumuksista johtuen (taulukko 6.) (Nieminen, 5.)

TAULUKKO 6. Pientalojen energiankulutus vuosina 1970–2010 (Energiatehokas rakentaminen.)

Kulutus	->1970	1980->	->2003	Nyky- talot	Matala- Energia- talot	Passiivi- talot
Energia, joka tarvitaan hyvän sisäilman lämpötilan ylläpitämiseen, kWh/m ² vuodessa						
Lämmitys	160- 220	160- 200	100 - 160	70 - 120	40 - 60	20 - 30
Laitteistojen sähkönkulutus, kWh/m ² vuodessa						
Talotekniikka	20 - 30	20 - 30	20 - 40	20 - 30	10 - 30	10 - 20
Asukkaiden energiankulutus, kWh/m ² vuodessa						
Lämmin vesi	20 - 60	20 - 60	20 - 60	20 - 50	20 - 30	15 - 25
Kotitaloussähkö	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 30	15 - 25
Yhteensä, kWh/m ² vuodessa						
Asuminen	220 - 350	220 - 330	180 - 300	130 - 240	90 - 150	60 - 100

Rakennusosien suhteelliset määrät

Rakennuksen vaipan eri osien suhdetta kuvataan vertaamalla yksittäisen rakennusosan pinta-alaa bruttoalaan, kerrosalaan, huoneistoalaan tai rakennuksen rakennustilavuuteen ja näin saatuja suhdelukuja voidaan vertailla keskenään rakennusten tai rakennustyyppien kesken. Myös välipohjan ja rakennuksen ympärysmittan eli piirin suhdetta huoneistoalaan ja bruttoalaan käytetään joissain rakennusosien vertailuissa. Rakennusosien pinta-aloista sekä niiden suhteellisista määristä on kooste taulukossa 7. Yksityiskohtaiset rakennusosatiedot kohteittain löytyvät liitteestä 1.

TAULUKKO 7. Pientalojen rakennusosien tunnuslukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	yksikerroksinen pientalo			kaksikerroksinen pientalo		
	min.	keskim.	max.	min.	keskim.	max.
alapohja m ²	105	124,0	141	89,5	119,1	173,3
alapohja/brm ²	0,861	0,878	0,898	0,424	0,540	0,657
yläpohja m ²	105	124	141	89,5	120,0	173
yläpohja/brm ²	0,861	0,878	0,898	0,462	0,543	0,664
ulkoseinä m ²	92,3	105,3	116,7	113,4	204,6	259,1
ulkoseinä/brm ²	0,682	0,749	0,810	0,650	0,918	1,182
ikkuna m ²	17,4	20,5	22,3	19,0	36,7	66,2
ikkuna/brm ²	0,142	0,145	0,15	0,077	0,165	0,237
ulko-ovi m ²	7,8	8,5	10,0	2,1	10,3	21,8
ulko-ovi/brm ²	0,050	0,061	0,070	0,010	0,046	0,078
piiri jm	44,88	52,37	59,61	41,60	49,52	74,60
piiri jm/brm ²	0,335	0,372	0,414	0,179	0,226	0,284

Energiatodistuksessa ikkunoiden pinta-alalla ja ikkunan ilmansuunnalla on suuri merkitys, koska ikkunarakenteen lämmöneristävyys on huomattavasti heikompi kuin sitä ympäröivän ulkoseinärakenteen sekä eri ilmansuunnista saatavien ilmaisenergioiden määrät vaihtelevat ilmansuuntien kesken. (Energiatodistusopas 2007. 2009, 41) Rakentamismääräyksissä vaaditaan, että ikkunoiden pinta-alan asuinhuoneissa on oltava vähintään 10 % huonealasta, jotta asuinhuoneeseen tulee riittävästi luonnon valoa. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta. 2001, 9.)

Talotekniset järjestelmät

Talotekniikalla tarkoitetaan kiinteistön teknisiä järjestelmiä ja laitteita. Taloteknisten järjestelmien tarkoituksena on tuottaa kiinteistössä ja tiloissa tapahtuville toiminnoille hallitut olosuhteet. Talotekniset järjestelmät koostuvat pääosin LVI- ja sähköjärjestelmistä, joihin kuuluvat

- ilmanvaihto
- lämmitys
- sähköverkot
- tietoverkot
- antenniverkot
- vesi ja jätevesi.

Taloteknisiin järjestelmiin kuuluviksi luetaan myös jäähdytys- ja palontorjuntajärjestelmät. Tässä työssä käsitellään taloteknisistä järjestelmistä ainoastaan ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmiä. (Talotekniikka.)

Kaikissa 18 opinnäytetyön otokseen sisältyvissä pientaloissa on lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto. Kooste ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteista sekä ilmanvaihtojärjestelmien ominaissähkötehoista on taulukossa 8.

TAULUKKO 8. Pientalojen taloteknisten järjestelmien pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	yksikerroksinen pientalo			kaksikerroksinen pientalo		
	min.	keskim.	max.	min.	keskim.	max.
vuosihyötysuhde %	70	72,0	74	65	71,5	80
SFP kW/m ³ /s	1,6	2,14	2,81	1,3	1,71	2,5

Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen tietoja ei saatu kahdesta pientalokohdeesta, myös ominaissähkötehotiedot puuttuivat kolmesta kohteesta. Yksityiskohtaisemmat tiedot taloteknisistä järjestelmistä kohteittain löytyvät liitteestä 1.

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteholla tarkoitetaan rakennuksen koko ilmanvaihtojärjestelmän kaikkien puhaltimien yhteenlaskettua sähköverkosta ottamaa sähkötehoa jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän koko mitoitusjäte- tai mitoitusulkoilmavirralla. Energiatodistuksessa ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehosta käytetään lyhennettä SFP. Ellei rakennuksen sisäilmaston hallinta edellytä tavanomaisesta poikkeavaa ilmastointia, saa ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho olla enintään 2,5 kW/m³/s. Jos rakennuksessa on ainoastaan koneellinen poistojärjestelmä, sen ominaissähköteho voi olla enintään 1,0 kW/m³/s. (D2. (2010) rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2008, 23.)

Suurimpaan osaan työssä mukana olleista pientaloista oli valittu lämmönlähteeksi kaukolämpö, joihin yhtä poikkeusta lukuun ottamatta lämmönjakotavaksi vesikiertoinen lattialämmitys. Ainoastaan yhden pientalon lämmönjako oli toteutettu vesiradiaattoreiden avulla. Kaukolämpö on suosittu, koska Oulun asutustaajamissa kaukolämpöverkko kattaa lähes kaikki asuinalueet ja kaukolämpö on hinnaltaan kilpailukykyinen muihin lämmitysmuotoihin verrattaessa. (Kaukolämmön hinnastot. 2011.)

Kolmessa pientalossa lämmönlähteenä oli maalämpö, joissa kaikissa lämmönjakotapa oli vesikiertoinen lattialämmitys. Muita lämmönkehitysmuotoja ei työssä mukana olleisiin pientaloihin oltu käytetty. Kooste lämmönkehitys- ja lämmönjakotavoista on taulukossa 9. Yksityiskohtaisemmat tiedot järjestelmistä kohteittain löytyvät liitteestä 1.

TAULUKKO 9. Pientalojen lämmönkehitys ja lämmönjako tapa tutkimusotoksen pientaloissa

pientalon lämmönkehitys	kpl	pientalon lämmönjakotapa	kpl
kaukolämpö	15	vesiradiaattorit	1
poistoilmalämpöpumppu	0	vesikiertoinen lattialämmitys	17
maalämpö	3	sähköpatteri	0
puu ja pelletti	0	lämmityskaapeli	0
öljy	0		
sähkö	0		

4.2 Asuinkerrostalo

Tilastokeskuksen määritelmän mukaan asuinkerrostalo on vähintään kolmen asunnon talo, jossa on ainakin kaksi asuntoa päällekkäin. (Rakennukset ja kesämökkit.) Tutkimusotokseen sisältyy 8 asuinkerrostalokohdetta, jotka kaikki ovat runkorakenteiltaan betonirakenteisia. Asuinkerrosten lukumäärä näissä taloissa vaihteli 3:sta 8:aan. Asuinhuoneistoja taloissa on yhteensä 335. Osaan taloista katutasoon on myös tehty liiketiloja. Useissa kohteissa pysäköinti on sijoitettu erillisiin pysäköintitiloihin, jotka usein sijaitsevat pihakannen alla kellaritiloissa.

Tilatehokkuus

Kerrostalojen bruttoaloihin sisältyy aina yhteiskäytössä olevia tiloja, joita ovat käytävät, varastotilat, väestönsuojatilat, hissit sekä mahdolliset kellari- ja ullakotilat. Energiatodistukseen ei merkitä huoneistoaloja, joten mainitut pinta-alatiedot eivät olleet riittävät, jotta tilatehokkuutta voitaisiin vertailla kaikilta osin työssä olevien kerrostalojen kesken. Kerrostalojen lähtötiedoista puuttuivat myös talojen huoneistojakaumatiedot, joten tilatehokkuuksien vertailu erikokoisten huoneistojen välillä ei ole tässä työssä mahdollista.

Huoneistoalatiedot saatiin vain kolmesta kohteesta. Taulukossa 10 on kooste kohteiden saaduista huoneisto- ja bruttoalatiedoista sekä asuinhuoneistojen lukumääristä. Kerrostaloista kerätyt tarkemmat pinta-alatiedot kohteittain löytyvät liitteestä 2.

TAULUKKO 10. Kerrostalojen huoneisto- ja bruttoalojen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	kerrostalojen pinta-aratiedot		
	min.	keskim.	max.
huoneistoala	2185	2973	3545
bruttoala	2015	3398	5016
asuinhuoneistojen lukumäärä	27	41,9	70

Opinnäytetyössä mukana olevien kaikkien 8 kerrostalon tilatehokkuuden tunnusluvuista esitetään kooste taulukossa 11. Bruttoalan ja huoneistoalan suhdetiedot saatiin vain kolmesta kohteesta.

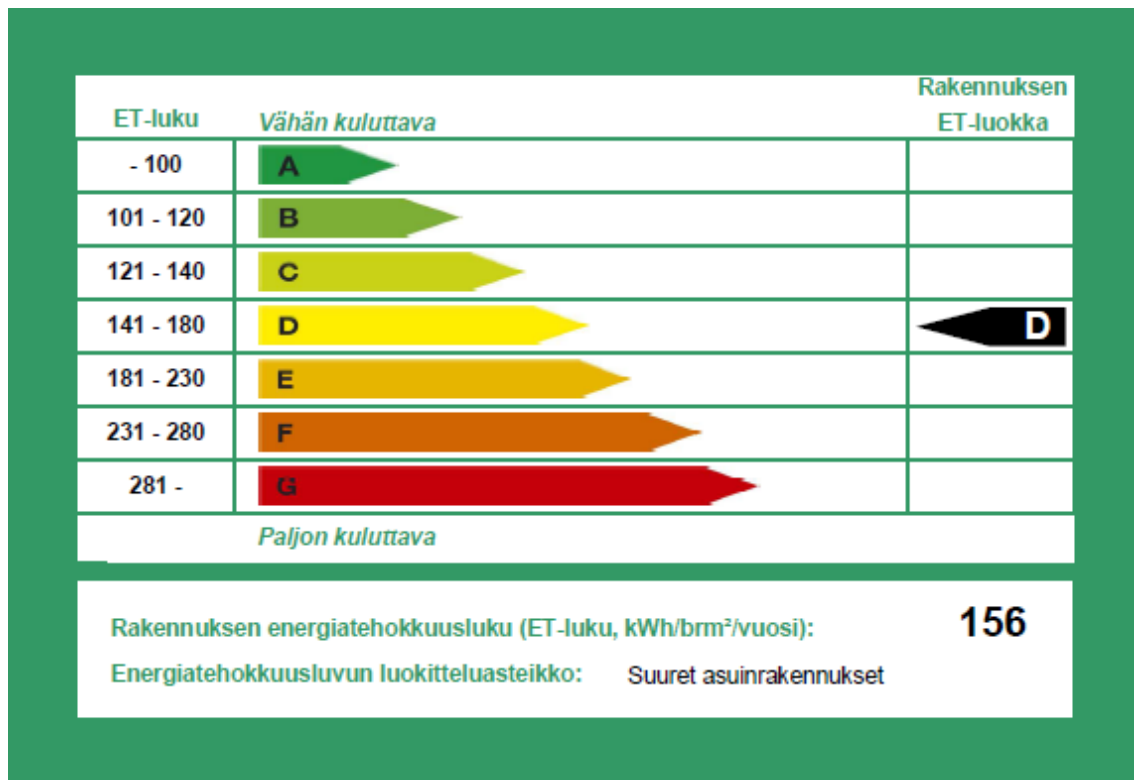
TAULUKKO 11. Kerrostalojen tilatehokkuuden tunnuslukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	kerrostalon tilatehokkuus		
	min.	keskim.	max.
$\text{brm}^2/\text{htm}^2$	1,325	1,388	1,424
rm^3	6204	10243	15493
lämmin ilmatilavuus m^3	4451	7658,4	10993
rm^3/brm^2	2,283	3,044	3,534
lämmin ilmatilavuus/ brm^2	1,763	2,277	2,833

Kerrostalojen tarkemmat laajuustiedot kohteittain esitetään liitteessä 2.

Energiatehokkuus

Kerrostalojen energiatehokkuutta ilmaistaan ET-luvulla, myös laskentaperusteet ovat kuten pientaloissa. Yli kuusi asuinhuoneistoa sisältävät rakennukset luokitellaan suuriksi asuinrakennuksiksi, jolloin energiatehokkuuden luokitteluasteikko on A:sta G:hen (kuva 6) siten, että A-luokkaan päästäkseen rakennuksen ET-luvun tulee olla 100 tai pienempi. (Energiatodistusopas 2007. 2009, 58.)



KUVA 6. Asuin kerrostalon energiatodistuksen raja-arvot (Energiatodistusopas 2007. 2009,76)

Kooste tässä työssä mukana olleiden 8 kerrostalon ET-luvuista esitetään taulukossa 12.

TAULUKKO 12. Kerrostalojen ET-lukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	kerrostalon ET-luku		
	min.	keskim.	max.
ET-luku	89	115	164

Keskimääräisten arvojen perusteella kerrostalojen ET-luokka on B. Energiatehokkuusluokan A vaatimus on 100 kWh/m², johon kaksi taloista pääsi. Tarkemmat energiatehokkuustiedot on esitetty kohdekohtaisesti liitteessä 2.

Rakennusosien suhteelliset määrät

Rakennuksen vaipan eri osien suhdetta kuvataan vertaamalla yksittäisen rakennusosan pinta-alaa bruttoalaan, kerrosalaan, huoneistoalaan tai rakennuksen rakennustilavuuteen ja näin saatuja suhdelukuja voidaan vertailla keskenään rakennusten tai rakennustyyppien kesken. Myös rakennuksen ympärysmittan eli piirin suhdetta huoneistoalaan ja bruttoalaan käytetään joissain rakennusosien vertailuissa.

Rakennusosien pinta-aloista sekä niiden suhteellisista määristä on kooste taulukossa 13. Yhden kohteen ikkunoiden ja ovien pinta-alatietoja ei ollut saatavilla. Yksityiskohtaiset rakennusosatiedot kohteittain löytyvät liitteestä 2.

TAULUKKO 13. Kerrostalojen rakennusosien tunnuslukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	kerrostalon rakennusosat		
	min.	keskim.	max.
alapohja m ²	22	438,9	768
alapohja/brm ²	0,008	0,135	0,221
yläpohja m ²	290	535,9	776,3
yläpohja/brm ²	0,075	0,172	0,308
ulkoseinä m ²	797	1358,5	1876
ulkoseinä/brm ²	0,353	0,409	0,566
ikkuna m ²	201	409,8	755
ikkuna/brm ²	0,094	0,118	0,179
ulko-ovi m ²	84	113,8	145
ulko-ovi/brm ²	0,019	0,035	0,068
piiri jm	77,55	105,30	134,70
piiri jm/brm ²	0,018	0,034	0,058

Talotekniset järjestelmät

Kaikissa 8 opinnäytetyön otokseen sisältyvissä kerrostaloissa on lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto. Kooste ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteista sekä ilmanvaihtojärjestelmien ominaissähkötehoista on taulukossa 14.

TAULUKKO 14. Kerrostalojen taloteknisten järjestelmien pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	min.	keskim.	max.
vuosihyötysuhde %	54	57,3	70
SFP kW/m ³ /s	1,72	2,278	2,50

Ominais sähkötehotiedot puuttuivat kolmesta kohteesta. Yksityiskohtaisemmat tiedot taloteknisistä järjestelmistä kohteittain löytyvät liitteestä 2.

Kerrostalojen lämmönjako tavaksi kaikissa rakennuskohteissa oli valittu vesikiertoiset radiaattorit, joiden runkoputkistot asennetaan kerrosten välillä sijaitseviin pysty hormeihin. Lämmönkehitys tapaa ei ollut mainittu yhdenkään kerrostalon energiatodistuksessa, joten varmuutta niistä ei saatu.

4.3 Rivitalo

Tilastokeskuksen määritelmän mukaan rivi- ja ketjutilat ovat vähintään kolmen asunnon taloja, jotka ovat toisissaan kiinni varastosuojan, katoksen tai muun sellaisen välityksellä. (Rakennukset ja kesämökit.) Tutkimusotokseen sisältyi 2 rivitalokohdetta, joissa on yhteensä 38 asuinhuoneistoa. Molemmissa kohteissa oli 3 erillistä rivitaloa, joista yksi oli rakennettu kahteen kerrokseen. Vaikka 1- ja 2-kerroksiset talot poikkeavatkin toisistaan, tutkimustuloksissa ei eritellä niiden tilatehokkuustietoja, koska lähtötiedot eivät olleet riittävän kattavia sen tekemiseksi. Myöskään talojen huoneistojakaumatiedot eivät olleet riittävät tilatehokkuuksien vertailuun erikokoisten rivitalohuoneistojen kesken.

Tilatehokkuus

Rivitalojen rakennustilavuuksiin sisältyy aina yhteiskäytössä olevia tiloja, joita ovat lämmönjakotilat, varastotilat, väestönsuojatilat sekä mahdolliset autotallit. Myös bruttoaloihin sisältyy yhteiskäytössä olevia tiloja. Tarkemmat tilatehokkuustiedot kohteittain löytyvät liitteestä 3.

Rakennustilavuus kohteissa oli 3 420 m³ ja 4 243 m³ (ka 3 831,5 m³). Työssä mukana olevien rivitalojen yhteenlaskettu rakennustilavuus on 7 663 m³. Lämmin ilmatilavuus kohteissa oli 2 249 m³ ja 2 805 m³ (ka 2 527,0 m³). Työssä

mukana olevien rivitalojen yhteenlaskettu lämmin ilmatilavuus on 5 054 m³. (Liite 3.)

Bruttoala kohteissa oli 880 m² ja 1 265 m² (ka 1 072,5 m²). Työssä mukana olevien rivitalojen yhteenlaskettu bruttoala on 2 145 m². Huoneistoala kohteissa oli 878 m² ja 1 054 m² (ka 966,0 m²). Työssä mukana olevien rivitalojen yhteenlaskettu huoneistoala on 1 932 m². (Liite 3.)

Bruttoalan suhde huoneistoalaan (brm³ / hm²) oli 1,002 ja 1,200 (ka 1,101). Rakennustilavuuden suhde bruttopinta-alaan (rm³ / brm²) oli 3,354 ja 3,886 (ka 3,620). Lämpimän ilmatilavuuden suhde bruttopinta-alaan oli 2,217 ja 2,556 (ka 2,387). (Liite 3.)

Energiatehokkuus

Yli kuusi asuinhuoneistoa sisältävät rakennukset luokitellaan suuriksi asuinrakennuksiksi, jolloin energiatehokkuuden luokitteluasteikko on A:sta G:hen (kuva 6, sivulla 29) siten, että A-luokkaan päästäkseen rakennuksen ET-luvun tulee olla 100 tai pienempi. (Energiatodistusopas 2007. 2009, 58.)

Tässä opinnäytetyössä mukana olleiden rivitalohuoneistojen keskimääräinen ET-luku oli 135 kWh/m², jolla rivitalojen keskimääräiseksi ET-luokaksi tulee C. Tarkemmat energiatehokkuustiedot kohdetietoineen liitteessä 3.

Rakennusosien suhteelliset määrät

Rivitalojen alapohjien pinta-alat olivat 642 m² ja 658 m² (ka 650,0 m²). Työssä mukana olevien rivitalojen yhteenlaskettu alapohjien pinta-ala on 1 300 m². Alapohjan suhde bruttopinta-alaan oli 0,508 ja 0,748 (ka 0,628). Rivitalojen yläpohjien pinta-alat olivat 647 m² ja 665 m² (ka 656,0 m²). Työssä mukana olevien rivitalojen yhteenlaskettu yläpohjien pinta-ala on 1 312 m². Yläpohjan suhde bruttopinta-alaan oli 0,511 ja 0,756 (ka 0,634). Rivitalojen ulkoseinien pinta-alat olivat 724 m² ja 873 m² (ka 798,5 m²). Työssä mukana olevien rivitalojen yhteenlaskettu ulkoseinien pinta-ala on 1 597 m². Ulkoseinän suhde bruttopinta-alaan oli 0,572 ja 0,992 (ka 0,782). (Liite 3.)

Rivitalojen ikkunoiden pinta-alat olivat 110 m² ja 152,5 m² (ka 131,3 m²). Työssä mukana olevien rivitalojen yhteenlaskettu ikkunoiden pinta-ala on 262,5 m².

Ikkunoiden suhde bruttopinta-alaan oli 0,087 ja 0,121 (ka 0,104). Rivitalojen ulko-ovien pinta-alat olivat 71,6 m² ja 72 m² (ka 71,8 m²). Työssä mukana olevien rivitalojen yhteenlaskettu ulko-ovien pinta-ala on 143,6 m². Ulko-ovien suhde bruttopinta-alaan oli molemmissa 0,057. (Liite 3.)

Talotekniset järjestelmät

Rivitalojen kaikissa huoneistoissa ilmanvaihto oli toteutettu lämmöntalteenottavalla ilmanvaihtojärjestelmällä, joidenka keskimääräinen vuosi hyötysuhde oli 54,5 %. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoa ei saatu kaikista kohteista, saaduista kohteista se oli keskimäärin 4,745 kW/m³/s. Rivitalojen lämmönjakotavaksi kaikissa rakennuskohteissa oli valittu vesikiertoiset radiaattorit ja lämmönkehitystavaksi oli valittu kaukolämpö. Tarkemmat tiedot taloteknisistä järjestelmistä on esitetty liitteessä 3.

4.4 Vapaa-ajan asunto

Tilastokeskuksen määritelmän mukaan vapaa-ajan rakennus on kiinteästi sijainnilleen rakennettu rakennus, jota käytetään loma- tai vapaa-ajan asuntona (Rakennukset ja kesämökit). Tutkimusotokseen sisältyi 2 tähän ryhmään kuuluvaa rakennusta, joista toinen on hirsirakenteinen ja toinen puurunkorakenteinen. Vapaa-ajan asunnoissa rakentamismääräysten lämmöneristemääräykset koskevat ainoastaan kokovuotiseen tai talviaikaiseen käyttöön tarkoitettuja rakennuksia. (C3 (2010) rakennusten lämmöneristys. 2008, 3.)

Tilatehokkuus

Rakennustilavuus kohteissa oli 270 m³ ja 350 m³ (ka 310,0 m³). Työssä mukana olevien vapaa-ajan rakennusten yhteenlaskettu rakennustilavuus on 620 m³. Lämmin ilmatilavuus kohteissa oli 200 m³ ja 274 m³ (ka 237,1 m³). Työssä mukana olevien vapaa-ajan rakennusten yhteenlaskettu lämmin ilmatilavuus on 474 m³. (Liite 4.)

Bruttoala kohteissa oli 80 m² ja 86 m² (ka 83,0 m²). Työssä mukana olevien vapaa-ajan rakennusten yhteenlaskettu bruttoala on 166 m². Huoneistoala kohteissa oli 59 m² ja 71 m² (ka 64,8 m²). Työssä mukana olevien vapaa-ajan rakennusten yhteenlaskettu huoneistoala on 130 m². (Liite 4.)

Vapaa-ajan rakennusten bruttoalan suhde huoneistoalaan ($\text{brm}^3 / \text{hm}^2$) oli 1,220 ja 1,356 (ka 1,288). Rakennustilavuuden suhde bruttopinta-alaan ($\text{rm}^3 / \text{brm}^2$) oli 3,139 ja 4,375 (ka 3,757). Lämpimän ilmatilavuuden suhde bruttopinta-alaan oli 2,322 ja 3,431 (ka 2,877). (Liite 4.)

Energiatehokkuus

Energiatodistusta ei vaadita asuinrakennuksesta, joka on tarkoitettu käytettäväksi enintään neljän kuukauden ajan vuodessa eikä myöskään kooltaan alle 50 m^2 rakennuksista. Vapaa-ajan asuinrakennuksesta vaaditaan energiatodistus rakennusluvan yhteydessä, jos rakennuksen käyttötarkoitus on ympärivuotinen tai talviaikainen. Energiatodistuksen ET-luokkien raja-arvot ovat samat kuin pientalojen energiatodistuksissa. Energiatodistus laaditaan vapaa-ajan asuinrakennuksille vastaavasti kuin muillekin asuinrakennuksille. (Energiatodistusopas 2007. 2009, 36, 37.)

Tässä työssä mukana olleiden kahden vapaa-ajan rakennusten keskimääräinen ET-luku oli 175 kWh/m^2 , jolla ET-luokaksi tulee C. Energiatehokkuustiedot kohdetietoineen on esitetty liitteessä 4.

Rakennusosien suhteelliset määrät

Vapaa-ajan rakennusten alapohjien pinta-alat olivat 58 m^2 ja 63 m^2 (ka $60,4 \text{ m}^2$). Työssä mukana olevien vapaa-ajan rakennusten yhteenlaskettu alapohjien pinta-ala on 121 m^2 . Alapohjan suhde bruttopinta-alaan oli 0,723 ja 0,733 (ka 0,728). Vapaa-ajan rakennusten yläpohjien pinta-alat olivat 58 m^2 ja 63 m^2 (ka $60,4 \text{ m}^2$). Työssä mukana olevien vapaa-ajan rakennusten yhteenlaskettu yläpohjien pinta-ala on 121 m^2 . Yläpohjan suhde bruttopinta-alaan oli 0,723 ja 0,733 (ka 0,728). Vapaa-ajan rakennusten ulkoseinien pinta-alat olivat 82 m^2 ja 115 m^2 (ka $98,4 \text{ m}^2$). Työssä mukana olevien vapaa-ajan rakennusten yhteenlaskettu ulkoseinien pinta-ala on 197 m^2 . Ulkoseinän suhde bruttopinta-alaan oli 0,955 ja 1,433 (ka 1,194). (Liite 4.)

Vapaa-ajan rakennusten ikkunoiden pinta-alat olivat 18 m^2 ja 28 m^2 (ka $22,9 \text{ m}^2$). Työssä mukana olevien vapaa-ajan rakennusten yhteenlaskettu ikkunoiden pinta-ala on 46 m^2 . Ikkunoiden suhde bruttopinta-alaan oli 0,209 ja 0,348 (ka 0,279). Vapaa-ajan rakennusten ulko-ovien pinta-alat olivat $4,2 \text{ m}^2$ ja $5,7 \text{ m}^2$ (ka

4,9 m²). Työssä mukana olevien vapaa-ajan rakennusten yhteenlaskettu ulko-ovien pinta-ala on 9,9 m². Ulko-ovien suhde bruttopinta-alaan oli 0,052 ja 0,066 (ka 0,059). (Liite 4.)

Talotekniset järjestelmät

Vapaa-ajan rakennuksissa ilmanvaihto oli toteutettu lämmöntalteenottavalla ilmanvaihtojärjestelmällä, jonka ainoastaan toisessa kohteessa ilmoitettu vuosihyötysuhde oli 45,0 %. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoa ei ilmoitettu kummankaan kohteen energiatodistuksessa. Lämmönkehitys tavaksi vapaa-ajan rakennuksissa oli valittu sähkölämmitys. (Liite 4.)

4.5 Toimistorakennus

Tutkimusotokseen sisältyi 1 toimistorakennus, joka on 5 kerroksinen. Toimistotiloja rakennuksessa on 4 kerroksessa ja ylimmässä kerroksessa on ilmastointikonehuone. Rakennuksessa on myös kellarikerros, jossa on arkistotiloja sekä pysäköintitilat rakennuksessa työskentelevien työntekijöiden autoille.

Toimistorakennukset suunnitellaan yleensä siten, että erilaisten käyttäjien erilaiset tilatarpeet voidaan huomioida helposti muuttamatta kantavia rakenteita.

Runkojärjestelmänä toimistorakennuksissa on yleensä pilaripalkkijärjestelmä tai kantavat julkisivut järjestelmä. Tyypillinen kerroskorkeus toimistorakennuksessa on 3 300 mm:stä 3 900 mm:iin. (Toimisto- ja liikerakennukset. 2010.)

Tilatehokkuus

Opinnäytetyössä olevan toimistorakennuksen pinta-ala ja tilavuus tietoihin sisältyy myös yhteiskäytössä olevia tiloja, kuten porras-, aula- ja käytävätiloja, joita ei tulisi huomioida laskettaessa toimistorakennusten toimitilojen tilatehokkuuksia, koska ne vääristävät laskettavia tilatehokkuus tietoja. Toimistorakennuksen energiatodistuksessa ilmoitetut tilatehokkuustiedot olivat

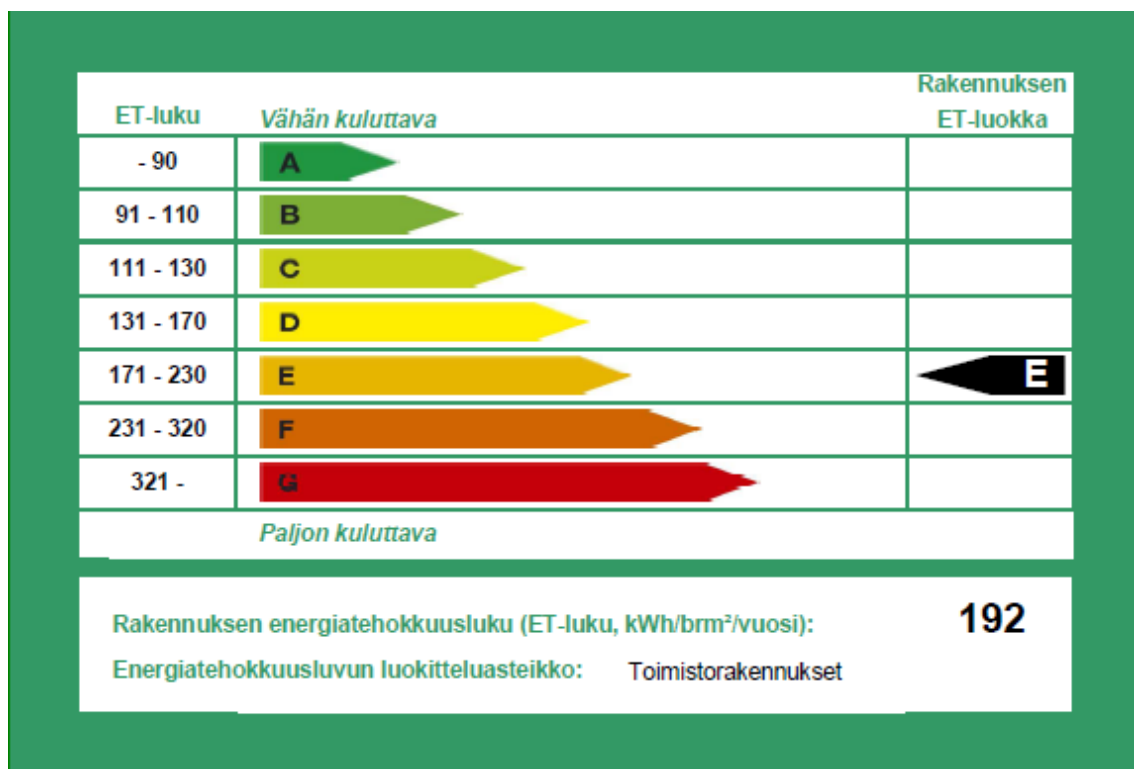
- rakennustilavuus 50 262 m³
- lämmin ilmatilavuus 26 598 m³
- bruttoala 6 926 m²
- huoneala 6 300 m²
- bruttoalan suhde huonealaan 1,099

- rakennustilavuuden suhde bruttopinta-alaan 7,257
- lämpimän ilmatilavuuden suhde bruttopinta-alaan 3,840.

Tilatehokkuustiedot kohdetietoineen on esitetty liitteessä 5.

Energiatehokkuus

Toimistorakennusten energiatodistus tehdään lomakkeelle 2 muut kuin pienet asuinrakennukset, jolloin energiatehokkuuden luokitteluasteikko on A:sta G:hen (kuva 7) siten, että A-luokkaan päästäkseen rakennuksen ET-luvun tulee olla 90 tai pienempi. (Energiatodistusopas 2007. 2009, 78.) Tässä työssä mukana olevan toimistorakennuksen ET-luku oli 78 kWh/m², jolla ET-luokaksi tulee A. (Liite 5.)



KUVA 7. Toimistorakennuksen energiatodistuksen raja-arvot (Energiatodistusopas 2007. 2009, 78)

Rakennusosien suhteelliset määrät

Toimistorakennusten kerroskorkeudesta johtuen on niissä seinäpinta-alaa enemmän kuin kerrostaloissa. Seuraavassa on esitetty rakennusosien määrät ja niiden suhteet bruttopinta-alaan:

- alapohjan pinta-ala 1 452 m²
- alapohjan suhde bruttopinta-alaan 0,210
- yläpohjan pinta-ala 1 452 m²
- yläpohjan suhde bruttopinta-alaan 0,210
- ulkoseinien pinta-ala 2 201 m²
- ulkoseinien suhde bruttopinta-alaan 0,318
- ikkunoiden pinta-ala 907,2 m²
- ikkunoiden suhde bruttopinta-alaan 0,131
- kattoikkunoiden pinta-ala 144,7 m²
- kattoikkunoiden suhde bruttopinta-alaan 0,021
- ulko-ovien pinta-ala 7,00 m²
- ulko-ovien suhde bruttopinta-alaan 0,001.

Toimistorakennuksen kaikki tiedot löytyvät liitteestä 5.

Talotekniset järjestelmät

Tässä työssä käsiteltävässä toimistorakennuksessa on lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto, jonka vuosihyötysuhde on 64 %. Tietoa ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehosta ei ollut saatavilla tästä kohteesta. (Liite 5.)

4.6 Koulurakennus

Koulurakennuksista sekä niihin liittyvistä piha-alueista tulee löytyä toimivat tilat eri-ikäisille, toimintakyvyiltään eritasoisille ja kulttuuritaustaltaan erilaisille käyttäjille heidän tarpeet huomioon ottaen. Myös esteettömyysvaatimusten tulee toteutua. Koulurakennusten mitoittamiseen vaikuttavat kouluaste, oppilasmäärä, koulun toiminta- ja työtavat sekä kunnan muun toiminnan tarpeet. (RT 96-10939. 2008, 2,3.) Tämän opinnäytetyön tutkimusotokseen sisältyy yksi opetusrakennus, joka on suunniteltu esiopetuksen ja lukion tarpeisiin. Lukioon tulee

450 oppilaspaikkaa, päiväkotiin 10 osastoa esiopetuspaikkojen määrä ei selvinnyt lähtötiedoista.

Tilatehokkuus

Työssä käsiteltävään koulurakennuksen pinta-ala- ja tilavuustietoihin sisältyy myös muita kuin opetuskäyttöön tarkoitettuja tiloja, joita ovat

- kiinteistön huoltotilat
- siivoustilat
- kiinteistövarastot
- kiinteistöhoitotilat
- tekniset tilat
- väestönsuojat.

(RT 96- 10939. 2008, 1.) Opetusrakennusten opetustilojen tilatehokkuuksien tutkimista varten tulisi näiden edellä mainittujen tilojen pinta-alat ja tilavuudet olla tiedossa. Näiden tietojen lisäksi tulisi tietää hoito- ja oppilaspaikkojen määrä. Kohteen lähtötiedoissa oli annettu seuraavat tiedot

- rakennustilavuus 40 440 m³
- lämmin ilmatilavuus 31 000 m³
- bruttoala 7 832 m²
- huoneala 5 122 m²
- bruttoalan suhde huonealaan 1,529
- rakennustilavuuden suhde bruttopinta-alaan 5,163
- lämpimän ilmatilavuuden suhde bruttopinta-alaan 3,958.

Koulurakennuksen kaikki tiedot löytyvät liitteestä 6.

Energiatehokkuus

Tässä työssä käsiteltävä koulurakennus kuuluu energiaselvitysluokittelussa ryhmään 54 muut opetusrakennukset, jossa A-energiatehokkuusluokan vaatimus on 120 kWh/m²/vuosi tai pienempi. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2007, 5.) Työhön kuuluvan koulurakennuksen ET-luku oli 122 kWh/m²/vuosi, jolloin ET-luokaksi tulee B. (Liite 6.)

Rakennusosien suhteelliset määrät

Koulurakennuksen rakennusvaipan pinta-alat ja niiden suhdeluvut ovat

- alapohjan pinta-ala 5 122 m²
- alapohjan suhde bruttopinta-alaan 0,654
- yläpohjan pinta-ala 5 122 m²
- yläpohjan suhde bruttopinta-alaan 0,654
- ulkoseinien pinta-ala 3 026 m²
- ulkoseinien suhde bruttopinta-alaan 0,386
- ikkunoiden pinta-ala 585,0 m²
- ikkunoiden suhde bruttopinta-alaan 0,075
- ulko-ovien pinta-ala 59,0 m²
- ulko-ovien suhde bruttopinta-alaan 0,008.

Koulurakennuksen kaikki tiedot löytyvät liitteestä 6.

Talotekniset järjestelmät

Tässä työssä käsiteltävässä koulurakennuksessa on lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto, jonka vuosihyötysuhde on 70,4 %. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP on 1,87 kW/m³/s. (Liite 6.)

4.7 Päiväkoti

Päiväkoteja suunniteltaessa tulee ottaa huomioon monikäyttöisyys ja tilojen helppo muunneltavuus. Rakennuksen elinkaaren aikana voivat lasten kokonaismäärä, ikäryhmät tai vaatimukset erityistä tukea tarvitsevien lasten suhteen muuttua paljonkin. (RT 96- 11003. 2010, 6.) Tämän työn tutkimusotokseen sisältyi kaksi päiväkotia. Rakennusten lähtötiedoissa ei ollut mainintaa hoitopaikkojen määrästä kummassakaan päiväkodissa, joten tilatehokkuusvertailua hoitopaikkojen suhteen ei tässä työssä esitetä.

Tilatehokkuus

Rakennustilavuus kohteissa oli 2 030 m³ ja 7 066 m³ (ka 4 548 m³). Työssä mukana olevien päiväkotien yhteenlaskettu rakennustilavuus on 9 096 m³. Lämmin ilmatilavuus kohteissa oli 1 350 m³ ja 5 060 m³ (ka 3 205 m³). Työssä

mukana olevien päiväkotien yhteenlaskettu lämmin ilmatilavuus on 6 410 m³.
(Liite 7.)

Bruttoalat kohteissa olivat 562 m² ja 1 756 m² (ka 1 159 m²). Työssä mukana olevien päiväkotien yhteenlaskettu bruttoala on 2 318 m². Huoneala kohteissa oli 519 m² ja 1 643 m² (ka 1 081 m²). Työssä mukana olevien päiväkotien yhteenlaskettu huoneala on 2 162 m². (Liite 7.)

Päiväkotien bruttoalan suhde huonealaan (brm³ / hum²) olivat 1,069 ja 1,083 (ka 1,076). Rakennustilavuuden suhde bruttopinta-alaan (rm³ / brm²) oli 3,612 ja 4,024 (ka 3,818). Lämpimän ilmatilavuuden suhde bruttopinta-alaan oli 2,402 ja 2,882 (ka 2,642). (Liite 7.)

Energiatehokkuus

Työssä käsiteltävät päiväkodit kuuluvat energiaselvitysluokittelussa ryhmään 23 muut sosiaalitoimen rakennukset, jossa A-energiatehokkuusluokan vaatimus on 140 kWh/m²/vuosi tai pienempi. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2007, 5.) Työhön kuuluvien päiväkotirakennusten keskimääräinen ET-luku oli 152,5 kWh/m²/vuosi, jolloin ET-luokan keskiarvoksi tulee B. (Liite 7.)

Rakennusosien suhteelliset määrät

Päiväkotien alapohjien pinta-alat olivat 519 m² ja 1 643 m² (ka 1 081 m²). Työssä mukana olevien päiväkotien yhteenlaskettu alapohjien pinta-ala on 2 162 m². Alapohjan suhde bruttopinta-alaan oli 0,923 ja 0,936 (ka 0,930). Päiväkotien yläpohjien pinta-alat olivat 519 m² ja 1 643 m² (ka 1 081 m²). Työssä mukana olevien päiväkotien yhteenlaskettu yläpohjien pinta-ala on 2 162 m². Yläpohjan suhde bruttopinta-alaan oli 0,923 ja 0,936 (ka 0,930). Päiväkotien ulkoseinien pinta-alat olivat 269 m² ja 1 340 m² (ka 804,5 m²). Työssä mukana olevien kahden päiväkodin yhteenlaskettu ulkoseinien pinta-ala on 1 609 m². Ulkoseinän suhde bruttopinta-alaan oli 0,479 ja 0,763 (ka 0,630). (Liite 7.)

Päiväkotien ikkunoiden pinta-alat olivat 71,6 m² ja 141 m² (ka 106,3 m²). Työssä mukana olevien päiväkotien yhteenlaskettu ikkunoiden pinta-ala on 212,6 m². Ikkunoiden suhde bruttopinta-alaan oli 0,080:n ja 0,127 (ka 0,1038). Päiväkotien ulko-ovien pinta-alat olivat 10,7 m² ja 36 m² (ka 23,4 m²). Työssä muka-

na olevien päiväkotien yhteenlaskettu ulko-ovien pinta-ala on 43,7 m². Ulko-ovien suhde bruttopinta-alaan oli 0,019 ja 0,021 (ka 0,020). (Liite 7.)

Talotekniset järjestelmät

Tässä työssä käsiteltävissä molemmissa päiväkodeissa on lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto, joiden vuosihyötysuhteiden keskiarvoksi tuli 69,0 %. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoa ei ilmoitettu kummankaan kohteen lähtötiedoissa. (Liite 7.)

4.8 Maatalouden tuotantorakennus

Koska Oulun seudulta löytyi vain yksi tutkimukseen soveltuva maatalouden tuotantorakennus, otettiin varsinaisen maatalouden tuotantorakennuksen lisäksi mukaan myös kolme hevostallia. Maatalouden tuotantorakennukset poikkeavat hevostalleista teknisesti jonkin verran, mutta rakenteiltaan sekä mitta- ja aukkosuhteiltaan ne ovat samantyyppisiä.

Tilatehokkuus

Maatalousrakennusten tilatehokkuuksia voidaan tässä työssä vertailla vain rakennustilavuuden, ilmatilavuuden, bruttoalojen sekä näiden suhdelukujen perusteella, koska muita pinta-ala tietoja ei ollut kohteista saatavilla. Kooste tilatehokkuusluvusta on esitetty taulukossa 15. Tarkemmat laajuustiedot kohteittain on liitteessä 8.

TAULUKKO 15. Maatalousrakennusten tilatehokkuuden tunnuslukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	maatalousrakennusten tilatehokkuus		
	min.	keskim.	max.
brm ²	277	656,7	1658
rm ³	940	3410	9875
ilmatilavuus m ³	714	3083	9660
rm ³ /brm ²	3,398	4,339	5,956
ilmatilavuus/brm ²	2,581	3,532	5,826

Energiatehokkuus

Työhön sisältyvät maatalousrakennukset ovat tuotantorakennuksia, joissa tuotantoprosessit luovuttavat niin suuren määrän lämpöenergiaa, että halutun sisä-

lämpötilan aikaansaamiseen tarvitaan vain vähäisessä määrin muuta lämmitysenergiaa. Tämän vuoksi ne eivät kuulu rakennusten lämmöneristys määräysten mukaisten rakennusten joukkoon. (C3 (2010) rakennusten lämmöneristys. 2008, 3.) Maatalousrakennuksista ei myöskään tarvitse tehdä energiaselvitystä edellä mainitusta syystä.

Rakennusosien suhteelliset määrät

Rakennuksen vaipan eri osien suhdetta kuvataan vertaamalla yksittäisen rakennusosan pinta-alaa bruttoalaan, kerrosalaan tai rakennuksen rakennustilavuuteen ja näin saatuja suhdelukuja voidaan vertailla keskenään rakennusten tai rakennustyyppien kesken. Myös rakennuksen ympärysmitan eli piirin suhdetta huoneistoalaan ja bruttoalaan käytetään joissain rakennusosien vertailuissa. Rakennusosien pinta-aloista sekä niiden suhteellisista määristä on kooste taulukossa 16. Yksityiskohtaiset rakennusosatiedot kohteittain löytyvät liitteestä 8.

TAULUKKO 16. Maatalousrakennusten rakennusosien tunnuslukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	maatalousrakennuksen rakennusosat		
	min.	keskim.	max.
alapohja m ²	265	638,4	1658
alapohja/brm ²	0,851	0,951	1,000
yläpohja m ²	210	649,2	1756
yläpohja/brm ²	0,760	0,916	1,059
ulkoseinä m ²	216	286,1	335
ulkoseinä/brm ²	0,142	0,711	1,159
ikkuna m ²	12	18,7	36
ikkuna/brm ²	0,022	0,036	0,045
ulko-ovi m ²	12	29,1	66
ulko-ovi/brm ²	0,029	0,051	0,076
piiri jm	74,00	110,05	184,20
piiri jm/brm ²	0,111	0,227	0,276

Talotekniset järjestelmät

Tutkimusotokseen sisältyvissä maatalousrakennuksissa ei ollut taloteknisiä järjestelmiä, joita muiden rakennustyyppien kohdalla on käsitelty tämän otsikon alla.

4.9 Liikerakennus

Opinnäytetyön tutkimusotokseen sisältyi kuusi liikerakennusta, joista neljä oli päivittäistavaramyymälöitä ja kaksi muunlaisia liikerakennuksia. Myös luvussa 4.2 käsiteltyjen kerrostalojen alakerroksissa sijaitsevia liikerakennuksia, mutta tähän työhön on huomioitu vain sellaiset liikerakennukset, jotka ovat pääkäyttötarkoitukseltaan liikerakennuksia.

Tilatehokkuus

Huonealatieidot saatiin vain neljästä kohteesta. Taulukossa 17 on kooste kohteiden saaduista huone- ja bruttoalatieidoista. Liikerakennuksista kerätyt tarkemmat pinta-alatieidot kohteittain löytyvät liitteestä 9.

TAULUKKO 17. Liikerakennusten huoneisto- ja bruttoalojen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	liikerakennuksen pinta-alatieidot		
	min.	keskim.	max.
huoneala	1098	1322	1895
bruttoala	1131	1594	2589

Opinnäytetyössä mukana olevien kaikkien 6 liikerakennuksen tilatehokkuuden tunnusluvusta esitetään kooste taulukossa 18. Bruttoalan ja huonealan suhde-tiedot saatiin vain neljästä kohteesta.

TAULUKKO 18. Liikerakennusten tilatehokkuuden tunnuslukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	liikerakennusten tilatehokkuus		
	min.	keskim.	max.
$\text{brm}^2/\text{htm}^2$	1,022	1,343	2,265
rm^3	6414	10107	17020
lämmin ilmatilavuus m^3	4680	8543	13993
rm^3/brm^2	4,801	6,370	7,607
lämmin ilmatilavuus/ brm^2	4,138	5,297	6,929

Liikerakennusten tarkemmat laajuustiedot kohteittain esitetään liitteessä 9.

Energiatehokkuus

Työssä käsiteltävät liikerakennukset kuuluvat energiaselvitysluokittelussa ryhmään 11 muut myymälärakennukset, jossa A-energiatehokkuusluokan vaatimus on 140 kWh/m²/vuosi tai pienempi. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2007, 5.)

Kooste tässä työssä mukana olleiden 6 liikerakennuksen ET-luvuista esitetään taulukossa 19. Kahdesta kohteesta ET-lukua ei saatu.

TAULUKKO 19. Liikerakennusten ET-lukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	liikerakennuksen ET-luku		
	min.	keskim.	max.
ET-luku	139	159	179

Työhön kuuluvien liikerakennusten keskimääräinen ET-luku oli 159 kWh/m²/vuosi, jolloin ET-luokan keskiarvoksi tulee B. (Liite 9.)

Rakennusosien suhteelliset määrät

Rakennusosien pinta-aloista sekä niiden suhteellisista määristä on kooste taulukossa 20. Yksityiskohtaiset rakennusosatiedot kohteittain löytyvät liitteestä 9.

TAULUKKO 20. Liikerakennusten rakennusosien tunnuslukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	liikerakennuksen rakennusosat		
	min.	keskim.	max.
alapohja m ²	738	1226	1895
alapohja/brm ²	0,285	0,837	0,979
yläpohja m ²	1098	1437	1896
yläpohja/brm ²	0,732	0,925	1,045
ulkoseinä m ²	710	1017	1553
ulkoseinä/brm ²	0,518	0,655	0,917
ikkuna m ²	31,4	72,7	174
ikkuna/brm ²	0,019	0,045	0,100
ulko-ovi m ²	14,1	28,6	58,2
ulko-ovi/brm ²	0,011	0,018	0,028
piiri jm	140,70	164,20	202,40
piiri jm/brm ²	0,078	0,109	0,133

Talotekniset järjestelmät

Kaikissa työssä käsiteltävissä liikerakennuksissa on lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto. Vuosihyötysuhteista ja ominaissähkötehoista on kooste taulukossa 21. Liikerakennusten lämmönjakotapaa eikä lämmönkehitystapaa löytynyt yhdenkään liikerakennuksen lähtötiedoista. Taloteknisten järjestelmien kohdekohtaiset tiedot ovat liitteessä 9.

TAULUKKO 21. Liikerakennusten taloteknisten järjestelmien pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	min.	keskim.	max.
vuosihyötysuhde %	45	60,0	70
SFP kW/m ³ /s	2,1	2,1	2,1

Ominaissähkötehotiedot puuttuivat kolmesta kohteesta. Yksityiskohtaisemmat tiedot taloteknisistä järjestelmistä kohteittain löytyvät liitteestä 9.

4.10 Teollisuusrakennus

Tutkimusotokseen sisältyi kaksi teollisuusrakennusta, jotka molemmat olivat huoltohalleja. Molempiin teollisuusrakennuksiin sisältyy myös toimisto- tai myymälätiloja, mutta pääkäyttötarkoitukseltaan ne ovat teollisuusrakennuksia. Toisessa rakennuksista suuri osa tiloista oli puolilämpimiä.

Tilatehokkuus

Rakennustilavuus kohteissa olivat 3 301 m³ ja 4 260 m³ (ka 3 781 m³). Työssä mukana olevien teollisuusrakennusten yhteenlaskettu rakennustilavuus on 7 561 m³. Lämmin ilmatilavuus kohteissa oli 235 m³ ja 3 580 m³ (ka 1 908 m³). Työssä mukana olevien teollisuusrakennusten yhteenlaskettu lämmin ilmatilavuus on 3 815 m³. (Liite 10.)

Bruttoalat kohteissa olivat 486,5 m² ja 599 m² (ka 544,5 m²). Työssä mukana olevien teollisuusrakennusten yhteenlaskettu bruttoala on 1089 m². Huoneala tietoja saatiin vain toisesta kohteesta, jossa se oli 486,5 m². Teollisuusrakennusten bruttoalan suhde huonealaan (brm³ / hum²) oli 1,231. Rakennustilavuuden suhde bruttopinta-alaan (rm³ / brm²) oli 5,511 ja 8,694 (ka 7,102). Lämpö-

män ilmatilavuuden suhde bruttopinta-alaan oli 0,392 ja 7,306 (ka 3,849). (Liite 10.)

Energiatehokkuus

Työssä käsiteltävistä teollisuusrakennuksista toinen on luokiteltu energiatehokkuusluvun luokitteluasteikolle pienet asuinrakennukset, jonka alaluokasta ei saatu tietoa, ja toinen luokitteluasteikolle päiväkodit, jonka alaluokkana käyttötarkoituksluokkaan 22 huoltolaitosrakennukset. Luokitteluasteikolla pienet asuinrakennukset A-energiatehokkuusluokan vaatimus on 140 kWh/m²/vuosi tai pienempi. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2007, 4.) Luokitteluasteikolla päiväkodit A-energiatehokkuusluokan vaatimus on 140 kWh/m²/vuosi tai pienempi. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2007, 5.) Teollisuusrakennusten energiatehokkuustiedot ovat liitteessä 10.

Rakennusosien suhteelliset määrät

Teollisuusrakennusten alapohjien pinta-alat olivat 464,5 m² ja 490 m² (ka 477,3 m²). Työssä mukana olevien teollisuusrakennusten yhteenlaskettu alapohjien pinta-ala on 954,5 m². Alapohjan suhde bruttopinta-alaan oli 0,775 ja 1,000 (ka 0,888). Teollisuusrakennusten yläpohjien pinta-alat olivat 464,5 m² ja 490 m² (ka 477,3 m²). Työssä mukana olevien teollisuusrakennusten yhteenlaskettu yläpohjien pinta-ala on 954,5 m². Yläpohjan suhde bruttopinta-alaan oli 0,775 ja 1,000 (ka 0,888). Teollisuusrakennusten ulkoseinien pinta-alat olivat 449 m² ja 670 m² (ka 559,5 m²). Työssä mukana olevien teollisuusrakennusten yhteenlaskettu ulkoseinien pinta-ala on 1 119 m². Ulkoseinän suhde bruttopinta-alaan oli 0,750 ja 1,367 (ka 1,059). (Liite 10.)

Teollisuusrakennusten ikkunoiden pinta-alat olivat 28,3 m² ja 30,5 m² (ka 29,4 m²). Työssä mukana olevien teollisuusrakennusten yhteenlaskettu ikkunoiden pinta-ala on 58,8 m². Ikkunoiden suhde bruttopinta-alaan oli 0,058 ja 0,062 (ka 0,060). Teollisuusrakennusten ulko-ovien pinta-alat olivat 81,3 m² ja 95,0 m² (ka 88,2 m²). Työssä mukana olevien teollisuusrakennusten yhteenlaskettu ulko-ovien pinta-ala on 176,3 m². Ulko-ovien suhde bruttopinta-alaan oli 0,136 ja 0,194 (ka 0,165). (Liite 10.)

Talotekniset järjestelmät

Molemmassa työssä käsiteltävissä teollisuusrakennuksissa on lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto. Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde toisessa kohteessa on 55 %, toisesta tietoa ei ollut saatavilla. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho kohteissa oli 2,5 kW/m³/s ja 2,6 kW/m³/s keskiarvon ollessa 2,55 kW/m³/s. Teollisuusrakennusten lämmönjako tapaa eikä lämmönkehitystapaa löytynyt kummankaan teollisuusrakennuksen lähtötiedoista. Taloteknisten järjestelmien kohdekohtaiset tiedot ovat liitteessä 10.

4.11 Varastorakennus

Tutkimusotokseen sisältyi neljä varastorakennusta, jotka kaksi oli kokonaan tai suurimmalta osin puolilämpimiä. Osaan varastorakennuksia sisältyy myös toimistotiloja, mutta pääkäyttötarkoitukseltaan ne kaikki ovat varastorakennuksia.

Tilatehokkuus

Huonealatietoja ei varastorakennuksista saatu yhdestäkään kohteesta. Taulukossa 22 on kooste kohteiden saaduista bruttoalatiiedoista. Varastorakennuksista kerätyt tarkemmat pinta-alatiedot kohteittain löytyvät liitteestä 11.

TAULUKKO 22. Varastorakennusten bruttoalojen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	varastorakennuksen pinta-alatiedot		
	min.	keskim.	max.
bruttoala	476	569,3	603

Opinnäytetyössä mukana olevien kaikkien 4 varastorakennuksen tilatehokkuuden tunnusluvuista esitetään kooste taulukossa 23. Bruttoalan ja huonealan suhdetietoja ei saatu yhdestäkään kohteesta.

TAULUKKO 23. Liikerakennusten tilatehokkuuden tunnuslukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	varastorakennuksen tilatehokkuus		
	min.	keskim.	max.
rm ³	2142	3367	3925
ilmatilavuus m ³	1784	2921	3850
rm ³ /brm ²	4,500	5,842	6,553
ilmatilavuus/brm ²	3,748	5,061	6,427

Liikerakennusten tarkemmat laajuustiedot kohteittain esitetään liitteessä 11.

Energiatehokkuus

Työssä käsiteltävät varastorakennukset kuuluvat energiatehokkuusluvun luokitteluasteikolle muut rakennukset. Luokitteluasteikolla muut rakennukset A-energiatehokkuusluokan vaatimus on 110 kWh/m²/vuosi tai pienempi. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2007, 7). Tässä työssä mukana olleiden 4 varastorakennuksen ET-lukujen kooste on esitetty taulukossa 24.

TAULUKKO 24. Varastorakennusten ET-lukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	liikerakennuksen ET-luku		
	min.	keskim.	max.
ET-luku	139	181	239

Keskimääräisten arvojen perusteella varastorakennusten ET-luokka on C. Tarkemmat energiatehokkuustiedot on esitetty kohdekohtaisesti liitteessä 11.

Rakennusosien suhteelliset määrät

Rakennusosien pinta-aloista sekä niiden suhteellisista määristä on kooste taulukossa 25. Yksityiskohtaiset rakennusosatiedot kohteittain löytyvät liitteestä 11.

TAULUKKO 25. Varastorakennusten rakennusosien tunnuslukujen pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	varastorakennuksen rakennusosat		
	min.	keskim.	max.
alapohja m ²	446	537,3	573
alapohja/brm ²	0,932	0,944	0,957
yläpohja m ²	446	545	599
yläpohja/brm ²	0,932	0,956	1,000
ulkoseinä m ²	217	398	604
ulkoseinä/brm ²	0,457	0,687	1,008
ikkuna m ²	10,8	25,2	34,5
ikkuna/brm ²	0,018	0,042	0,058
ulko-ovi m ²	43,8	86,0	134,4
ulko-ovi/brm ²	0,073	0,158	0,282
piiri jm	82,40	100,22	124,80
piiri jm/brm ²	0,137	0,177	0,208

Talotekniset järjestelmät

Kolmessa työssä käsiteltävissä varastorakennuksissa on lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto. Yhden varastorakennuksen energiatodistuksen ilmanvaihdon perustietoihin oli merkitty, ettei kyseisellä kohteella ole lämmöntalteenottovaatimusta. Taulukossa 26 on kooste varastorakennusten ilmanvaihdon vuosihyötysuhteista.

TAULUKKO 26. Liikerakennusten taloteknisten järjestelmien pienimmät, keskimääräiset ja suurimmat arvot

	min.	keskim.	max.
vuosihyötysuhde %	50	53,3	55

Ominaisähkötehotiedot oli ilmoitettu vain yhdessä kohteesta, jossa SFP oli 2,5 kW/m³/s. Varastorakennusten lämmönjako tapaa, eikä lämmönkehitystapaa löytynyt yhdenkään varastorakennuksen lähtötiedoista. Taloteknisten järjestelmien kohdekohtaiset tiedot ovat liitteessä 11.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä luvussa vertaillaan saatujen kohdetietojen ja laskettujen tilatehokkuuslukujen eroja työssä mukana olleiden eri rakennustyyppien kesken. Päähuomio keskittyy laajuus- ja tilatehokkuustietoihin, eri rakennusosien tyypillisiin rakenteisiin sekä ilmanvaihtoratkaisuihin.

5.1 Tyypilliset tilatehokkuudet ja laajuudet

Omakotitaloista 15, eli suurin osa on kaksikerroksisia ja vain 3 taloista on rakennettu yksitasoisiksi. Kaksitasoratkaisujen asuntopinta-alan eli hyötyalan keskiarvo on 183 asm^2 ja yksitasoratkaisujen $122,5 \text{ asm}^2$. Yhtenä tekijänä asuntopinta-alojen näin suureen eroon vaikuttaa tonttikokojen pientyminen kaavoituksessa. Tilatehokkuudet vastaavasti olivat kaksitasoisissa kohteissa $1,22 \text{ brm}^2/\text{asm}^2$ ja yksitasoisissa kohteissa $1,15 \text{ brm}^2/\text{asm}^2$. Kerroskorkeuksissa ei suunnitteluratkaisuisissa ollut eroa, vaan molemmissa rakennustyypeissä rakennustilavuuden ja bruttoalan suhde oli noin $3,45 \text{ rm}^3/\text{brm}^2$.

Asuinkerrostaloja aineistossa oli 8 taloa. Kohteiden asuntopinta-ala oli keskimäärin $2\,973 \text{ asm}^2$ ja tilatehokkuus $1,39 \text{ brm}^2/\text{asm}^2$. Nämä luvut eivät ole kaikkien 8 talon keskiarvo, koska kaikista kohteista ei asuntopinta-alaa voitu suunnitelmista selvittää. Asuinkerrostalojen keskimääräinen kerroskorkeus oli $3,04 \text{ rm}^3/\text{brm}^2$.

Muiden rakennusten kohdalla otos vaihteli 1:stä 6:een. Koulurakennuksia aineistossa oli yksi, sen laajuus oli $5\,122 \text{ hym}^2$. Tilatehokkuus oli $1,53 \text{ hym}^2/\text{brm}^2$ ja keskimääräinen kerroskorkeus $5,16 \text{ rm}^3/\text{brm}^2$. Päiväkoteja aineistossa oli 2, niiden hyötyala oli keskimäärin $1\,081 \text{ hym}^2$, tilatehokkuus $1,08 \text{ hym}^2/\text{brm}^2$ ja kerroskorkeus $3,82 \text{ rm}^3/\text{brm}^2$.

Liikerakennuksia oli 6, joista 4:stä saatiin kaikki tilatehokkuusluvut. Liikerakennusten laajuus oli keskimäärin 1322 hym^2 , tilatehokkuus $1,34 \text{ hym}^2/\text{brm}^2$ ja kerroskorkeus $6,37 \text{ rm}^3/\text{brm}^2$.

Tilatehokkuusluvuista huomataan, että palvelurakennuksissa laajuuden mittauksikäytännöt vaihtelevat. Päiväkodissa hyötyalaan lasketaan kaikki rakennuk-

sen huonealat käyttötarkoituksesta riippumatta. Koulurakennuksen kohdalla hyötyalan ulkopuolelle on jätetty runsaasti huonetiloja.

5.2 Tyypillinen alapohjan rakenne

Tutkimuksessa mukana olleissa rakennuksissa yleisimmin käytetty alapohjan rakenne on maanvarainen alapohja. Ainoastaan kahteen kohteeseen viidestä-kymmenestä oli alapohjan rakenteeksi tehty tuulettuva alapohja. Yleisin kohteissa käytetty alapohjaeriste oli EPS-eriste. Raskaammin kuormitettujen lattioiden eristeenä oli käytetty myös XPS-eristettä. Eristevahvuudet vaihtelivat kohteiden alapohjissa kohteiden käyttötarkoituksen mukaan. Eristeen päälle on valettu raudoitettu betonilaatta, jonka vahvuus kohteissa vaihteli 70 mm:stä 120 mm:iin. Jos lämmönjako toteutetaan lattialämmityksenä, joudutaan usein lattia-laatan vahvuutta hieman kasvattamaan asuinrakennuksissakin, jotta lämmitysputkien tai -kaapeleiden ympärille tulee riittävä betonipeite. Pientalojen lattiaalat ovat yleensä niin pieniä, ettei erillisiä liikuntasauvoja tarvitse tehdä.

5.3 Tyypillinen yläpohjan rakenne

Tutkimuskohteiden yläpohjissa on käytetty useampaa eristemateriaalia tai näiden yhdistelmää. Yleisin eristeratkaisu yläpohjassa on mineraalivillalevyn ja puhallusvillan yhdistelmä. Näitä molempia eristeitä on myös käytetty yksinään eristekerroksena, jolloin levyvillalla on hieman parempi U-arvo. Myös SPU- ja puukuitueristeitä on käytetty yläpohjaeristeenä. Eristepaksuudet vaihtelevat käytetyn eristeen mukaan. Mineraalivilla ja puukuitueristeisissä yläpohjissa eristepaksuuden keskiarvo on 530 mm, jolla saavutetaan U-arvo 0,09 W/m²K. Eristeen sisäpinnassa oli käytetty höyrynsulkumuovia tai ilmansulkupaperia ilmasulkuna. Yleisin vesikaton kantavana rakenteena käytetty rakenne oli ristikkorakenneinen yläpohja. Vesikatteena oli käytetty tiiltä, peltiä ja bitumikermiä.

5.4 Tyypillinen ulkoseinän rakenne

Yleisin tutkimusotoksen pientaloissa ja muissa pienissä rakennuksissa käytetty ulkoseinärakenne oli puurunkorakenne, joissa lämmöneristeenä mineraalivillaa tai puukuitueristettä ja sisäpinnassa höyrynsulkumuovi tai ilmansulkupaperi. Samanlaista rakennetta käytetään myös yksikerroksissa rivitaloissa sekä kaksi-

kerroksisissa rivitaloissa ja kerrostaloissa kantamattomilla seinäosilla. Yhdessä pientalossa ulkoseinärakenteena on lämpöharkko, jossa lämmöneristeenä EPS eli paisutettu polystyreenimuovi. Harkkorakenteisen seinän kokonaisvahvuus on 350 mm, josta eristeen osuus 168 mm. Seinärakenteen U-arvo on 0,17 W/m²K. Puurunkoisten ulkoseinien eristevahvuus vaihtelee 200 mm:stä 250 mm:iin, jolla saavutetaan U-arvovaatimus 0,17 W/m²K.

Kerrostaloissa kantavina rakenteina toimivien ulkoseinien yleisin rakenne on teräsbetoniseinä, jonka ulkopinnassa on lämmöneriste ja tuulensuojalevy sekä ulkovuoraus, joka yleensä suurimmalta osin on muurattu. Lämmöneristeenä yleisimmin oli käytetty mineraalivillakerrosta, joka oli vahvuudeltaan 175 mm. Lämmöneristeen ulkopinnassa tuulensuojalevynä oli yleisimmin käytetty tuulensuojavillalevyä, jonka vahvuus vaihteli 30 mm:stä 50 mm:iin. Samanlainen rakenne on käytössä myös toimisto-, koulu- ja liikerakennusten sekä kaksitasoisten rivitalojen kantavissa ulkoseinärakenteissa.

Liikerakennuksissa oli myös käytössä ulkoseinärakenteita, joissa pelti-villa-peltielementit muodostivat rakennuksen ulkoseinän lämmöneristeineen. Kantavana runkona näissä rakennuksissa oli joko teräs-, betoni- tai liimapuupilareista muodostuva runkorakenne, jonka ulkopuolelle ulkoseinäelementit oli kiinnitetty.

5.5 Tyypillinen ikkuna ja ulko-ovi

Asuinrakennuksen ikkuna on tyypillisesti puu-alumiini-ikkuna, jonka sisäpuoliset rakenteet ovat puuta ja säiden armoille joutuva ulkopinta alumiinia. Ikkunat ovat sisäänaukeavia, kaksipuitteisia, yhdellä tai useammalla eristyslasilla varustettuja. Eristelasienvälissä voidaan käyttää erilaisia täytekaasuja energiatehokkuutta parantamassa. Osa ikkunoista voi olla myös kiinteitä, jolloin eristyslasit on kiinnitetty suoraan ikkunan karmeihin. Asuinrakennuksissa ikkunoiden U-arvot vaihtelevat tutkimuskohteissa 0,76 W/m²K:stä 1,0 W/m²K:iin. Liike-, teollisuus-, varasto- ja maatalousrakennuksissa ikkunat voivat olla kokonaan alumiini- tai metallirakenteisia, jolloin niiden kulutus- ja kemikaalienkestävyys on parempi.

Asuinrakennuksen ulko-ovi on tyypillisesti puurakenteinen, joka muodostuu pintarakenteesta, lämmöneristeestä sekä ovea jäykistävästä rakenteesta. Ulko-ovet voidaan kuvioda ja pinnoittaa rakennuksen tyyliin sopivaksi. Lasiakukollisissa

ovissa käytetään eristelaseja, jotka voivat olla selektiivilaseja tai niissä voi olla erilaisia täytekaasuja. Terassi- ja parvekeovet voivat olla myös alumiinipinnoitettuja. Asuinrakennusten ulko-ovien ja parvekeovien U-arvot vaihtelevat 0,8 W/m²K:stä 1,1 W/m²K:iin. Liike-, teollisuus-, varasto- ja maatalousrakennuksissa ulko-ovet voivat olla kokonaan alumiini- tai metallirakenteisia, jolloin niiden kulutus- ja kemikaalienkestävyys on parempi.

5.6 Tyypillinen ilmanvaihtoratkaisu

Lähes kaikissa rakennuksissa, lukuun ottamatta maatalouden tuotantorakennuksia ja yhtä varastorakennusta on ilmanvaihto toteutettu lämmöntalteenotolla varustetulla tulo- ja poistoilmanvaihdolla. Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteet vaihtelevat kohteissa 45 %:sta 80 %:iin. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho vaihtelee kohteissa 1,33 kW/m³/s:sta 4,745 kW/m³/s:iin. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteholla tarkoitetaan rakennuksen koko ilmanvaihtojärjestelmän kaikkien puhaltimien yhteenlaskettua sähköverkosta ottamaa sähkötehoa jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän koko mitoitusjäte- tai mitoitusulkoilmavirralla. (D2. (2010) rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2008, 23.)

6 POHDINTA

Rakennusten suunnitteluratkaisuja tehtäessä on mietittävä useita seikkoja, jotta lopputuloksesta tulee rakentamismääräykset täyttävä. Suunnittelua ohjaavat Suomen rakentamismääräyskokoelman määräykset ja ohjeet, joiden noudattaminen on rakennusluvan saamisen ehto. Määräyksillä varmistetaan, että rakennuksesta tulee turvallinen ja terveellinen ja ettei virheellisestä toteutuksesta aiheutuisi rakenteellisia ongelmia vuosienkaan kuluttua.

Uudisrakentamisessa määräykset antavat rakentamisen suunniteluun ja toteutukseen rungon, jota noudattamalla olennaiset asiat tulee huomioitua. Määräykset toimivat myös useissa suunnitteluratkaisuissa niin sanottuna perälautana, jonka määrittämiä tasoja ei voi alittaa, ainoastaan tehdä paremmin. Rakennusvalvonnan nykysuuntauksena on kannustaa rakentamaan määräystasoa energiatehokkaampia matalaenergiatason rakennuksia. Varsinkin rakennusliikkeiden asuntotuotannossa on totuttu tekemään ainoastaan määräysten mukaisia ratkaisuja kustannussyistä.

Tällä hetkellä tilanne rakentamismääräysten suhteen on hieman sekava, eivätkä uusimmat heinäkuussa 2012 voimaan tulevat määräykset ainakaan helpota kuntien rakennusvalvontojen työtä, koska 2012 määräyksissä muuttuvat energiaselvityksen laskentaperusteet. Heinäkuun alusta lähtien voimassa ovat kolme rakentamismääräykset yhtä aikaa, koska rakennuslupa on voimassa 5 vuotta myöntämispäivästä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten kiristyneet rakentamismääräykset ovat vaikuttaneet rakennusten energiatehokkuuteen, rakennusvaipan eristeisiin, rakenneratkaisuihin sekä taloteknisiin järjestelmiin. Työn tavoitteena oli myös vertailla erilaisten rakennustyyppien tilatehokkuuksia ja rakennusosien suhteellisia määriä keskenään.

Varsinkin puurunkoisissa ulkoseinä rakenteissa lämmöneristyksen vahvuuden kasvattaminen voi aiheuttaa vakavia kosteusvaurioita, jos rakenteisiin pääsee rakennusaikana kosteutta tai jos rakenteen fysikaalisia ominaisuuksia ei oteta riittävästi huomioon. Tilatehokkuudet vaihtelivat paljon eri rakennustyyppien

kesken. Kaikkia tilatehokkuuslukuja ei voi vertailla keskenään, koska laajuuksi-
en ilmoittamiskäytäntö poikkeaa toisistaan liian paljon. Tilatehokkuudeltaan te-
hokkain rakennustyyppi tulosten mukaan on liikerakennus, jonka bruttoalan
suhde hyötyalaan on 1,02. Asuinrakennuksista tilatehokkain on rivitalo, jonka
vastaava suhdeluku on 1,10.

Opinnäytetyössä havaittiin, että työn suurimmat haasteet liittyivät aineiston han-
kintaan ja aineiston vertailukelpoiseksi saattamiseen. Aineiston hankintaa vai-
keutti se, että suuri osa 2010 määräysten mukaan rakentamaan aloitetuista ra-
kennuksista oli vielä rakenteilla aineiston hankintahetkellä. Osa rakennuslupa-
asiakirjoista oli puutteellisia tämän työn aineiston hankintaan, ja monissa ener-
giaselvityksissä oli puutteita rakennusten pinta-alan, tilavuuden ja energiate-
hokkuuden laskentatiedoissa. Rakennusvalvontojen käytännön mukaan lupa-
asiakirjoja voi täydentää rakentamisen edistyessä rakennepiirustusten osalta
käyttöönotto- tai loppukatselmukseen saakka. Lopulliset tiiveysmittauspöytäkir-
jat puuttuivat myös useasta kohteesta, koska mittauksia ei voi tehdä ennen
vaipparakenteiden valmistumista.

Työssä käytetyn lähdeaineiston kirjaustavoissa on vaihtelevuutta, eikä laajuus-
tietojen luotettavuus ja yksikäsitteisyys ole varmaa. Pinta-alatulkintoja tulee sel-
kiinnyttää ja saada aikaan keskenään vertailukelpoisia laajuustietoja. Raken-
nusvalvonnan tulee jatkossa kiinnittää huomiota laajuus- ja määrätietojen oi-
keellisuuteen sekä energiatodistuksissa käytettyihin eri rakennusten luokittelu-
asteikoihin. Myös ilmatiiveyden mittaamis- ja ilmoittamiskäytännöt tulisi yhden-
mukaistaa sekä ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen ja lait-
teen valmistajan ilmoittaman hetkellisen hyötysuhteen termien sekoittaminen
keskenään tulisi estää.

Rakennuslupa-asiakirjoihin tulisi liittää mukaan kooste, josta ilmenisivät laajuus-
tietojen lisäksi myös energiatodistuksen yhteydessä ilmoitettavat vaipan raken-
teiden määrätiedot sekä muut tärkeät vertailutiedot. Nämä tiedot olisi rakennus-
valvonnan helppo tilastoida rakennustyyppikohtaisesti, jolloin suunnitelmien ta-
loudellisuuden kehittymistä olisi helppo seurata. Taloudellisuuden kautta saavu-
tettavat hyödyt energiatehokkuudessa ovat selvästi suuremmat kuin vaipan ra-
kenteiden tai talotekniikan tehostamisen kautta saatavat vastaavat hyödyt.

LÄHTEET

Asunto- ja rakennusosaston kuntakirje 2. 2008. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=87449>. Hakupäivä 14.3.2012.

Aurinkosuojaus. Energiatehokas koti. Saatavissa:

http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/rakennuksen_suunnittelu/aurinkosuojaus. Hakupäivä 5.3.2012.

C2 (1998) Kosteus. 1998. Helsinki: Ympäristöministeriö.

C3 (2010) Rakennuksen lämmöneristys. 2008. Helsinki: Ympäristöministeriö.

C4 (2012) Lämmöneristys. 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö.

D2 (2010) Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2008. Helsinki: Ympäristöministeriö.

D3 (2010) Rakennusten energiatehokkuus. 2008. Helsinki: Ympäristöministeriö.

D5 (2012) Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Energiatodistus. 2010. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=368022&lan=FI>. Hakupäivä 24.1.2012.

Energiatodistusopas 2007. 2009. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=105735&lan=fi>. Hakupäivä 20.3.2012.

Ilmanpitävyys. Energiatehokas koti. Saatavissa:

http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/rakennuksen_suunnittelu/ilmanpitavyys. Hakupäivä 5.3.2012.

Ilmanpitävyys. 2010. Motiva. Saatavissa:

http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/rakennuksen_suunnittelu/ilmanpitavyys. Hakupäivä 24.1.2012.

Ilmatiiivys. 2011. Ekovilla. Saatavissa: <http://www.ekovilla.com/ilmatiiivys.php>.

Hakupäivä 24.1.2012.

Kaukolämmön hinnastot. 2011. Oulun Energia. Saatavissa:

<http://www.oulunenergia.fi/kaukolampo/hinnastot>. Hakupäivä 13.4.2012.

Lämmöneristys. Energiatehokas koti. Saatavissa:

http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/rakennuksen_suunnittelu/lammoneristys. Hakupäivä 5.3.2012.

Mäkikyrö, Tapani 2011. Ara asumisen talous ja rahoitus. Saatavissa:

<http://www.ara.fi/download.asp?contentid=24707&lan=fi>. Hakupäivä 24.1.2012.

Nieminen, Jyri. Energiatehokas rakentaminen. Saatavissa:

http://www.vtt.fi/liitetiedostot/cluster5_metsa_kemia_ymparisto/Nieminen.pdf.

Hakupäivä 24.1.2012.

Pientalon laatu. 2009. Oulun rakennusvalvonta. Energiamääräysten muutokset 2003 - 2007- 2010. Saatavissa:

http://www.ouka.fi/rakennusvalvonta/pdf/laatukortit/Energiamaaraysten_muutokset_2003-2007-2010.pdf. Hakupäivä 20.1.2012.

Rakennukset ja kesämökit. Suomen virallinen tilasto (SVT). Tilastokeskus. Saatavissa:

<http://www.stat.fi/til/rakke/kas.html>. Hakupäivä 13.4.2011.

Rakentamismääräykset. Energiatehokas koti. Saatavissa:

<http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/maaraykset/rakentamismaaraykset/>. Hakupäivä 30.4.2012.

RT 84 -10759. 2001. Märkätilojen rakenteet. Rakennustieto Oy. Saatavissa:

<https://www-rakennustieto->

[fi.ezp.oamk.fi:2047/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410759%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%24](https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410759%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%24)

95%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%248316/10759.pdf. Hakupäivä 2.3.2012.

RT 07-10832. 2004. Terveen talon toteutuksen kriteerit. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/rt/fi/index/haku.html.stx?Kaikki=07-10832>. Hakupäivä 2.3.2012.

Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=405046&lan=FI>. Hakupäivä 24.1.2012.

Talon koko, muoto ja sijoitus tontille. Energiatehokas koti. Saatavissa: http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/rakennuksen_suunnittelu/talon_koko_muoto_ja_sijoitus_tontille. Hakupäivä 5.3.2012.

Talotekniikka. Taloyhtiö.net. Saatavissa: <http://www.taloyhtio.net/talotekniikka/>. Hakupäivä 14.3.2012.

Toimisto- ja liikerakennukset. 2010. Elementtisuunnittelu.fi. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat/toimisto-ja-liikerakennukset/print>. Hakupäivä 9.4.2012.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2007. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=69790>. Hakupäivä 13.4.2012.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta. 2001. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/6376-F2.pdf>. Hakupäivä 22.3.2012.

LIITTEET

Liite 1 Pientalon kohdetiedot

Liite 2 Kerrostalon kohdetiedot

Liite 3 Rivitalon kohdetiedot

Liite 4 Vapaa-ajan asunnon kohdetiedot

Liite 5 Toimistorakennuksen kohdetiedot

Liite 6 Koulurakennuksen kohdetiedot

Liite 7 Päiväkodin kohdetiedot

Liite 8 Maatalousrakennuksen kohdetiedot

Liite 9 Liikerakennuksen kohdetiedot

Liite 10 Teollisuusrakennuksen kohdetiedot

Liite 11 Varastorakennuksen kohdetiedot

Liite 12 Koontitaulukko

kohdenumero	1
rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	640 m ³
bruttoala	203,8 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	515 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	180 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1322
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,1403

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	132 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	70 %
ominaissähköteho, SFP	2 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1,5 1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	U-arvo
rakennuksen piiri	42,580 jm	0,2089	
ulkoseinät	166,28 m ²	0,8159	0,17
yläpohja	95 m ²	0,4661	0,09
alapohja	95 m ²	0,4661	0,16
ulko-ovet	10,58 m ²	0,0519	0,9
ikkunat	38,6 m ²	0,1894	0,82
välipohja	95 m ²	0,4661	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	maalämpöpumppu
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**2**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	475 m ³
bruttoala	144 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	366 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	126 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	1 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1429
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,2986

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	152 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	%
ominaissähköteho, SFP	2,81 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2 1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-
arvo**

rakennuksen piiri	59,612 jm	0,4140	
ulkoseinät	116,68 m ²	0,8103	0,162
yläpohja	126 m ²	0,8750	0,09
alapohja	126 m ²	0,8750	0,14
ulko-ovet	10,04 m ²	0,0697	1
ikkunat	21,6 m ²	0,1500	1
välipohja	m ²		

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**3**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	erillinen pien-talo

laajuustiedot

rakennustilavuus	1013 m ³
bruttoala	291 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	797,23 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	242,8 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1985
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,4811

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	140 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	72 %
ominaissähköteho, SFP	2,5 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2 1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	<u>U-</u> <u>arvo</u>
rakennuksen piiri	52,000 jm	0,1787	
ulkoseinät	344 m ²	1,1821	0,16
yläpohja	173,34 m ²	0,5957	0,08
alapohja	173,34 m ²	0,5957	0,14
ulko-ovet	21,79 m ²	0,0749	1
ikkunat	40,53 m ²	0,1393	0,8
välipohja	90 m ²	0,3093	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**4**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	662 m ³
bruttoala	231 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	507 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	193,2 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1957
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	2,8658

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	121 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	72 %
ominaissähköteho, SFP	1,5 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1,5 1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	<u>U-</u> <u>arvo</u>
rakennuksen piiri	45,680 jm	0,1977	
ulkoseinät	204,5 m ²	0,8853	0,16
yläpohja	111,1 m ²	0,4810	0,08
alapohja	106,9 m ²	0,4628	0,16
ulko-ovet	8,1 m ²	0,0351	1
ikkunat	32,2 m ²	0,1394	0,9
välipohja	81 m ²	0,3506	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**5**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	420 m ³
bruttoala	122 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	273 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	105 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	1 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1619
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,4426

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	164 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	70 %
ominaissähköteho, SFP	1,6 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1,5 1/h

rakennusosat**yks/brm² U-arvo**

rakennuksen piiri	44,880 jm	0,3679	
ulkoseinät	92,3 m ²	0,7566	0,17
yläpohja	105 m ²	0,8607	0,09
alapohja	105 m ²	0,8607	0,15
ulko-ovet	7,77 m ²	0,0637	1
ikkunat	17,42 m ²	0,1428	1
välipohja	m ²		

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**6**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	560 m ³
bruttoala	157 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	365 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	136,5 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	1 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1502
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,5669

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	146 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	74 %
ominaissähköteho, SFP	2 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	3 1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	<u>U-</u> <u>arvo</u>
rakennuksen piiri	52,632 jm	0,3352	
ulkoseinät	107 m ²	0,6815	0,17
yläpohja	141 m ²	0,8981	0,08
alapohja	141 m ²	0,8981	0,13
ulko-ovet	7,8 m ²	0,0497	1
ikkunat	22,33 m ²	0,1422	1
välipohja	m ²		

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**7**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	806 m ³
bruttoala	227 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	619,5 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	200 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1350
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,5507

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	125 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	72 %
ominaissähköteho, SFP	1,33 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2 1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	U-arvo
rakennuksen piiri	46,360 jm	0,2042	
ulkoseinät	198,8 m ²	0,8758	0,15
yläpohja	113,8 m ²	0,5013	0,08
alapohja	113,47 m ²	0,4999	0,15
ulko-ovet	5,7 m ²	0,0251	0,8
ikkunat	36,08 m ²	0,1589	0,8
välipohja	88 m ²	0,3877	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**8**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	707,5 m ³
bruttoala	199,3 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	500,7 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	169,08 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1787
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,5499

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	143 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	70 %
ominaissähköteho, SFP	1,4 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1,5 1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-
arvo**

		yks/brm ²	U- arvo
rakennuksen piiri	47,800 jm	0,2398	
ulkoseinät	158,96 m ²	0,7976	0,16
yläpohja	92,4 m ²	0,4636	0,09
alapohja	98,64 m ²	0,4949	0,16
ulko-ovet	11,55 m ²	0,0580	1
ikkunat	45,52 m ²	0,2284	0,85
välipohja	78 m ²	0,3914	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	maalämpöpumppu
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**9**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	934 m ³
bruttoala	279 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	595 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	151 m ³
huoneistoala	208,2 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,3401
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,3477

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	150 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	73 %
ominaissähköteho, SFP	1,5 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1,5 1/h

rakennusosat**yks/brm² U-arvo**

rakennuksen piiri	74,610 jm	0,2674	
ulkoseinät 1	235,230 m ²		0,17
ulkoseinät 2	40,010 m ²		0,24
ulkoseinät 3	8,060 m ²		0,23
ulkoseinät yht.	283,3 m ²	1,0154	
yläpohja 1	91,92 m ²		0,09
yläpohja 2	12,73 m ²		0,09
yläpohja 3	24,3 m ²		0,14
yläpohja yht	128,95 m ²	0,4622	
alapohja 1	65,46 m ²		0,13
alapohja 2	52,89 m ²		0,15
alapohja 3	23,99 m ²		0,22
alapohja yht.	142,34 m ²	0,5102	
ulko-ovet	17,54 m ²	0,0629	1
ikkunat	66,23 m ²	0,2374	0,88
välipohja	86 m ²	0,3082	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**10**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	827 m ³
bruttoala	198,4 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	570 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	173,4 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1442
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	4,1683

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	150 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	70 %
ominaissähköteho, SFP	2 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1,5 1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	U-arvo
rakennuksen piiri	56,348 jm	0,2840	
ulkoseinät	234,5 m ²	1,1820	0,17
yläpohja	122,4 m ²	0,6169	0,09
alapohja	122,4 m ²	0,6169	0,16
ulko-ovet	8 m ²	0,0403	1
ikkunat	33,6 m ²	0,1694	1
välipohja	51,92 m ²	0,2617	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero

11

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	786 m ³
bruttoala	210 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	548 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	184,5 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1382
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,7429

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	138 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	80 %
ominaissähköteho, SFP	1,68 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1,9 1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	<u>U-</u> arvo
rakennuksen piiri	45,704 jm	0,2176	
ulkoseinät	211,25 m ²	1,0060	0,16
yläpohja	124,5 m ²	0,5929	0,07
alapohja	124,5 m ²	0,5929	0,12
ulko-ovet	2,1 m ²	0,0100	1
ikkunat	37,25 m ²	0,1774	1
välipohja	m ²		

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**12**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	824 m ³
bruttoala	227,5 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	507 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	184,5 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,2331
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,6220

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	145 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	%
ominaissähköteho, SFP	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	3,0 1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	U-arvo
rakennuksen piiri	47,900 jm	0,2105	
ulkoseinät	259,1 m ²	1,1389	0,17
yläpohja	151 m ²	0,6637	0,06
alapohja	149,5 m ²	0,6571	0,12
ulko-ovet	17,8 m ²	0,0782	0,8
ikkunat	44,3 m ²	0,1947	0,8
välipohja	141,5 m ²	0,6220	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**13**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	620 m ³
bruttoala	185,5 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	410 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	157 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1815
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,3423

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	144 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	65 %
ominaissähköteho, SFP	2 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	0,7 1/h

rakennusosat

		yks/brm²	U-arvo
rakennuksen piiri	47,880 jm	0,2581	
ulkoseinät	156 m ²	0,8410	0,16
yläpohja	113,5 m ²	0,6119	0,08
alapohja	113 m ²	0,6092	0,13
ulko-ovet	6 m ²	0,0323	1
ikkunat	19 m ²	0,1024	1
välipohja	46 m ²	0,2480	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**14**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	890 m ³
bruttoala	247,8 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	650 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	208,9 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1862
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,5916

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	144 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	70 %
ominaissähköteho, SFP	1,5 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	3 1/h

rakennusosat**yks/brm² U-arvo**

		yks/brm ²	U-arvo
rakennuksen piiri	53,400 jm	0,2155	
ulkoseinät	223,3 m ²	0,9011	0,16
yläpohja	142 m ²	0,5730	0,06
alapohja	142 m ²	0,5730	0,17
ulko-ovet	9,9 m ²	0,0400	1,1
ikkunat	38,3 m ²	0,1546	0,76
välipohja	127 m ²	0,5125	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**15**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	940 m ³
bruttoala	231 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	620 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	199,5 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1579
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	4,0693

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	126 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	73 %
ominaissähköteho, SFP	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2 1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	<u>U-</u> <u>arvo</u>
rakennuksen piiri	48,000 jm	0,2078	
ulkoseinät	192 m ²	0,8312	0,17
yläpohja	121 m ²	0,5238	0,07
alapohja	119,5 m ²	0,5173	0,13
ulko-ovet	7,9 m ²	0,0342	1,1
ikkunat	17,9 m ²	0,0775	0,85
välipohja	88,5 m ²	0,3831	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**16**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	670 m ³
bruttoala	186 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	508 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	156 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1923
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,6022

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	133 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	70 %
ominaissähköteho, SFP	1,5 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1 1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	<u>U-</u> arvo
rakennuksen piiri	41,600 jm	0,2237	
ulkoseinät	180,5 m ²	0,9704	0,16
yläpohja	89,5 m ²	0,4812	0,09
alapohja	89,5 m ²	0,4812	0,13
ulko-ovet	9,5 m ²	0,0511	1
ikkunat	31,34 m ²	0,1685	1
välipohja	74 m ²	0,3978	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesiradiaattorit

kohdenumero**17**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	398 m ³
bruttoala	174,5 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	272,7 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	101 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,7277
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	2,2808

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	125 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	71 %
ominaissähköteho, SFP	1,6 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1,5 1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-
arvo**

rakennuksen piiri	44,720 jm	0,2563	
ulkoseinät	113,4 m ²	0,6499	0,16
yläpohja	101 m ²	0,5788	0,09
alapohja	101 m ²	0,5788	0,15
ulko-ovet	6,3 m ²	0,0361	1
ikkunat	25,4 m ²	0,1456	1
välipohja	50 m ²	0,2865	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	maalämpöpumppu
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**18**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	erillinen pientalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	790 m ³
bruttoala	226 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	620 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	189,5 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1926
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,4956

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	132 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	73 %
ominaissähköteho, SFP	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2 1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	<u>U-</u> <u>arvo</u>
rakennuksen piiri	48,240 jm	0,2135	
ulkoseinät	191 m ²	0,8451	0,17
yläpohja	120 m ²	0,5310	0,07
alapohja	120 m ²	0,5310	0,13
ulko-ovet	11,9 m ²	0,0527	1
ikkunat	44,6 m ²	0,1973	0,86
välipohja	76,5 m ²	0,3385	

lämmitysjärjestelmä

lämmönkehitystapa	kaukolämpö
lämmönjakotapa	vesikiertoinen lattialämmitys

kohdenumero**22**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	asuinkerrostalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	8160 m ³
bruttoala	2799 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	6952 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	5 kpl
asuntojen lukumäärä	38 kpl
brm ² /htm ²	
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	2,9153

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	90 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	54,7 %
ominaissähköteho, SFP	2,5 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0 1/h

rakennusosat**yks/brm² U-arvo**

rakennuksen piiri	105,088 jm	0,0375	
ulkoseinät	1109 m ²	0,3962	0,17
yläpohja	545 m ²	0,1947	0,09
alapohja	22 m ²	0,0079	0,16
ulko-ovet	m ²	0,0000	1
ikkunat	105 m ²	0,0375	1
välipohja	523 m ²	0,1869	

kohdenumero**29**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	asuinkerrostalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	7809 m ³
bruttoala	2258 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	5243 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	461 m ³
huoneistoala	htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	3 kpl
asuntojen lukumäärä	27 kpl
brm ² /htm ²	
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,4584

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	109 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	60 %
ominaissähköteho, SFP	1,72 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1,5 1/h

rakennusosat**yks/brm² U-arvo**

rakennuksen piiri	113,140 jm	0,0501	
ulkoseinät	797 m ²	0,3530	0,17
yläpohja	696 m ²	0,3082	0,09
alapohja	468 m ²	0,2073	0,13
ulko-ovet	m ²	0,0000	
ikkunat	292 m ²	0,1293	1
välipohja	m ²		

kohdenumero**30**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	asuinkerrostalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	14935 m ³
bruttoala	4226 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	10800 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	3189,5 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	4-8 kpl
asuntojen lukumäärä	55 kpl
brm ² /htm ²	1,3250
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,5341

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	106 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	54 %
ominaissähköteho, SFP	2,5 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1,0 1/h

rakennusosat**yks/brm² U-arvo**

rakennuksen piiri	134,710 jm	0,0319	
ulkoseinät	1798 m ²	0,4255	0,17
yläpohja	646 m ²	0,1529	0,09
alapohja	623 m ²	0,1474	0,16
ulko-ovet	145 m ²	0,0343	1
ikkunat	755 m ²	0,1787	1
välipohja	m ²		

kohdenumero**31**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	asuinkerrostalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	6204 m ³
bruttoala	2015 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	4451 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	4 kpl
asuntojen lukumäärä	31 kpl
brm ² /htm ²	
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,0789

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	108 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	54 %
ominaissähköteho, SFP	2,172 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0 1/h

rakennusosat**yks/brm² U-arvo**

rakennuksen piiri	117,658 jm	0,0584	
ulkoseinät	1141 m ²	0,5663	0,17
yläpohja	446 m ²	0,2213	0,09
alapohja	446 m ²	0,2213	0,15
ulko-ovet	136,5 m ²	0,0677	1
ikkunat	201 m ²	0,0998	1
välipohja	m ²		

kohdenumero**34**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	asuinkerrostalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	10067	rm ³
bruttoala	4409	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	7771	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	3240	m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala		hum ²
kerrosten lukumäärä	8	kpl
asuntojen lukumäärä	29	kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²		
rm ³ /brm ²	2,2833	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	139	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	55	%
ominaissähköteho, SFP		kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0	1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	<u>U-</u> <u>arvo</u>
rakennuksen piiri	80,066	jm	0,0182
ulkoseinät	1572	m ²	0,17
yläpohja	329	m ²	0,09
alapohja	335	m ²	0,13
ulko-ovet	84	m ²	
ikkunat	447,5	m ²	1
välipohja		m ²	

kohdenumero**36**

rakennusvuosi	2009
rakennustyyppi	asuinkerrostalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	8818 m ³
bruttoala	3353 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	6242 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	8 kpl
asuntojen lukumäärä	39 kpl
brm ² /htm ²	
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	2,6299

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	164 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	56 %
ominaissähköteho, SFP	2,5 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0 1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	<u>U-</u> <u>arvo</u>
rakennuksen piiri	77,546 jm	0,0231	
ulkoseinät	1195 m ²	0,3564	0,17
yläpohja	290 m ²	0,0865	0,09
alapohja	290 m ²	0,0865	0,16
ulko-ovet	91,1 m ²	0,0272	1
ikkunat	316,2 m ²	0,0943	1
välipohja	m ²		

kohdenumero**38**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	asuinkerrostalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	10460	rm ³
bruttoala	3111	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	8815	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat		m ³
huoneistoala	2185	htm ²
huoneala		hum ²
kerrosten lukumäärä	6	kpl
asuntojen lukumäärä	46	kpl
brm ² /htm ²	1,4238	
brm ² /hum ²		
rm ³ /brm ²	3,3623	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	113	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	55	%
ominaissähköteho, SFP		kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0	1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	<u>U-</u> <u>arvo</u>
rakennuksen piiri	109,798	jm	0,0353
ulkoseinät	1380	m ²	0,4436
yläpohja	559	m ²	0,1797
alapohja	559	m ²	0,1797
ulko-ovet	109,3	m ²	1,02
ikkunat	324	m ²	1,02
välipohja		m ²	

kohdenumero**39**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	asuinkerrostalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	15493	rm ³
bruttoala	5016	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	10993	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat		m ³
huoneistoala	3544,5	htm ²
huoneala		hum ²
kerrosten lukumäärä	6	kpl
asuntojen lukumäärä	70	kpl
brm ² /htm ²	1,4152	
brm ² /hum ²		
rm ³ /brm ²	3,0887	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	89	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	70	%
ominaissähköteho, SFP		kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1,5	1/h

rakennusosat

		yks/brm ²	<u>U-</u> <u>arvo</u>
rakennuksen piiri	104,365	jm	0,0208
ulkoseinät	1875,9	m ²	0,17
yläpohja	776,3	m ²	0,11
alapohja	768	m ²	0,16
ulko-ovet	125,9	m ²	1
ikkunat	622,7	m ²	1
välipohja		m ²	

kohdenumero**32**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	rivitalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	3420 m ³
bruttoala	880 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	2249 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	658 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	kpl
asuntojen lukumäärä	18 kpl
brm ² /htm ²	1,3374
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,8864

energiatlehokkuuden arvot

energiatlehokkuusluku	135 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	55 %
ominaissähköteho, SFP	4,745 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0 1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-arvo**

rakennuksen piiri	251,960 jm	0,2863	
ulkoseinät	873 m ²	0,9920	0,17
yläpohja	665 m ²	0,7557	0,09
alapohja	658 m ²	0,7477	0,16
ulko-ovet	72 m ²	0,0818	1
ikkunat	110 m ²	0,1250	1
välipohja	m ²		

kohdenumero**33**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	rivitalo

laajuustiedot

rakennustilavuus	4243	rm ³
bruttoala	1265	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	2805	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	233	m ³
huoneistoala	1054	htm ²
huoneala		hum ²
kerrosten lukumäärä	1-2	kpl
asuntojen lukumäärä	20	kpl
brm ² /htm ²	1,2002	
brm ² /hum ²		
rm ³ /brm ²	3,3542	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	kWh/brm ² /vuosi	
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	54 %	
ominaissähköteho, SFP	kW/m ³ /s	
vaipan ilmanvuotoluku	1,0	1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-arvo**

rakennuksen piiri	142,496	jm	0,1126	
ulkoseinät	724	m ²	0,5723	0,17
yläpohja	647	m ²	0,5115	0,07
alapohja	642	m ²	0,5075	0,13
ulko-ovet	71,6	m ²	0,0566	1
ikkunat	152,5	m ²	0,1206	1
välipohja	412	m ²	0,3257	

kohdenumero**35**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	vapaa-ajan asunto

laajuustiedot

rakennustilavuus	270 m ³
bruttoala	78,5 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	199,7 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	70,5 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1135
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,4395

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	175 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	%
ominaissähköteho, SFP	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0 1/h

rakennusosat

		yks/brm²	U-arvo
rakennuksen piiri	36,580 jm	0,4660	
ulkoseinät	82,1 m ²	1,0459	0,22
yläpohja	63 m ²	0,8025	0,15
alapohja	63 m ²	0,8025	0,16
ulko-ovet	5,7 m ²	0,0726	1
ikkunat	18 m ²	0,2293	1,19
välipohja	8 m ²	0,1019	

kohdenumero**37**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	vapaa-ajan asunto

laajuustiedot

rakennustilavuus	350 m ³
bruttoala	80,6 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	274,5 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	69,7 htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	1 kpl
brm ² /htm ²	1,1564
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	4,3424

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	kWh/brm ² /vuosi	
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	45 %	
ominaissähköteho, SFP	kW/m ³ /s	
vaipan ilmanvuotoluku	4,0 1/h	

rakennusosat**yks/brm² U-arvo**

rakennuksen piiri	33,884 jm	0,4204	
ulkoseinät	114,6 m ²	1,4218	0,23
yläpohja	57,8 m ²	0,7171	0,14
alapohja	57,8 m ²	0,7171	0,2
ulko-ovet	4,19 m ²	0,0520	1,2
ikkunat	27,86 m ²	0,3457	1,2
välipohja	12 m ²	0,1489	

kohdenumero**44**

rakennusvuosi	2009
rakennustyyppi	toimistorakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	50262 m ³
bruttoala	6926 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	26598 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	9253 m ³
huoneistoala	htm ²
huoneala	6300 hum ²
kerrosten lukumäärä	5 kpl
asuntojen lukumäärä	kpl
brm ² /htm ²	
brm ² /hum ²	1,099365079
rm ³ /brm ²	7,2570

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	78 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	64 %
ominaissähköteho, SFP	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1,0 1/h

rakennusosat

		yks/brm²	U-arvo
rakennuksen piiri	154,000 jm	0,0222	
ulkoseinät	2201 m ²	0,3178	0,15
yläpohja	1452 m ²	0,2096	0,09
alapohja	1452 m ²	0,2096	0,14
ulko-ovet	7 m ²	0,0010	0,7
ikkunat	907,2 m ²	0,1310	0,8
välipohja	m ²		

kohdenumero**50**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	koulurakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	40440	rm ³
bruttoala	7832	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	31000	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat		m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala	5122	hum ²
kerrosten lukumäärä	2	kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²	1,529090199	
rm ³ /brm ²	5,1634	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	122	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	70,4	%
ominaissähköteho, SFP	1,87	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0	1/h

rakennusosat

		<u>yks/brm²</u>	<u>U-arvo</u>
rakennuksen piiri	604,588	jm	0,0772
ulkoseinät	3026	m ²	0,3864
yläpohja	5122	m ²	0,6540
alapohja	5122	m ²	0,6540
ulko-ovet	59	m ²	1,8
ikkunat	585	m ²	1
välipohja		m ²	

kohdenumero**25**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	päiväkoti

laajuustiedot

rakennustilavuus	2030 m ³
bruttoala	562 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	1350 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	htm ²
huoneala	519 hum ²
kerrosten lukumäärä	1 kpl
asuntojen lukumäärä	kpl
brm ² /htm ²	
brm ² /hum ²	1,08285
rm ³ /brm ²	3,6121

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	126 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	63 %
ominaissähköteho, SFP	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0 1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-arvo**

rakennuksen piiri	75,820 jm	0,1349	
ulkoseinät	269 m ²	0,4786	0,16
yläpohja	519 m ²	0,9235	0,09
alapohja	519 m ²	0,9235	0,16
ulko-ovet	10,7 m ²	0,0190	1
ikkunat	71,6 m ²	0,1274	1
välipohja	m ²		

kohdenumero**47**

rakennusvuosi	2009
rakennustyyppi	päiväkoti

laajuustiedot

rakennustilavuus	7066	rm ³
bruttoala	1756	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	5060	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat		m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala	1643	hum ²
kerrosten lukumäärä	2	kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²	1,06878	
rm ³ /brm ²	4,0239	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	179	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	75	%
ominaissähköteho, SFP		kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0	1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-arvo**

rakennuksen piiri	277,523	jm	0,1580	
ulkoseinät	1340	m ²	0,7631	0,17
yläpohja	1643	m ²	0,9356	0,1
alapohja	1643	m ²	0,9356	0,14
ulko-ovet	36	m ²	0,0205	1,1
ikkunat	141	m ²	0,0803	1
välipohja	100,5	m ²	0,0572	

kohdenumero**41**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	maatalousrakennus

hevostalli

laajuustiedot

rakennustilavuus	940 m ³
bruttoala	276,6 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	714 m ³
huoneistoala	htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	1 kpl
asuntojen lukumäärä	kpl
brm ² /htm ²	
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	3,3984

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	%
ominaissähköteho, SFP	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-arvo**

rakennuksen piiri	74,000 jm	0,2675	
ulkoseinät	216,32 m ²	0,7821	0,21
yläpohja	210,1 m ²	0,7596	0,09
alapohja	264,8 m ²	0,9573	0,24
ulko-ovet	16,3 m ²	0,0589	
ikkunat	12 m ²	0,0434	
välipohja	m ²		

kohdenumero**42**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	maatalousrakennus

hevostalli

laajuustiedot

rakennustilavuus	1816	rm ³
bruttoala	403	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat		m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	1072	m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala		hum ²
kerrosten lukumäärä		kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²		
rm ³ /brm ²	4,5062	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	%
ominaissähköteho, SFP	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-arvo**

rakennuksen piiri	102,200	jm	0,2536	
ulkoseinät	307	m ²	0,7618	0,27
yläpohja	343	m ²	0,8511	0,15
alapohja	343	m ²	0,8511	0,25
ulko-ovet	11,7	m ²	0,0290	1,4
ikkunat	13,5	m ²	0,0335	1,4
välipohja		m ²		

kohdenumero**43**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	maatalousrakennus

hevostalli

laajuustiedot

rakennustilavuus	1010	rm ³
bruttoala	289	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat		m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	885	m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala		hum ²
kerrosten lukumäärä		kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²		
rm ³ /brm ²	3,4948	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku		kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde		%
ominaissähköteho, SFP		kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku		1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-arvo**

rakennuksen piiri	79,784	jm	0,2761	
ulkoseinät	335	m ²	1,1592	
yläpohja	287,6	m ²	0,9952	
alapohja	287,6	m ²	0,9952	
ulko-ovet	21,9	m ²	0,0758	
ikkunat	13,1	m ²	0,0453	
välipohja		m ²		

kohdenumero**46**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	maatalousrakennus

lypsykarjarakennus 90 lehmää + 28 hiehoa

laajuustiedot

rakennustilavuus	9875	rm ³
bruttoala	1658	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat		m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	9660	m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala		hum ²
kerrosten lukumäärä		kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²		
rm ³ /brm ²	5,9560	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	%
ominaissähköteho, SFP	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-arvo**

rakennuksen piiri	184,200	jm	0,1111	
ulkoseinät	236	m ²	0,1423	
yläpohja	1762	m ²	1,0627	
alapohja	1658	m ²	1,0000	
ulko-ovet	66,4	m ²	0,0400	
ikkunat	36	m ²	0,0217	
välipohja		m ²		

kohdenumero

23

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	liikerakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	7317	rm ³
bruttoala	1211	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	6210	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat		m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala	1150	hum ²
kerrosten lukumäärä	2	kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²	1,05304348	
rm ³ /brm ²	6,0421	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	168	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	70	%
ominaissähköteho, SFP	2,1	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0	1/h

rakennusosat

		yks/brm²	U-arvo
rakennuksen piiri	140,700	jm	0,1162
ulkoseinät	757	m ²	0,6251
yläpohja	1150	m ²	0,9496
alapohja	1150	m ²	0,9496
ulko-ovet	15,8	m ²	0,0130
ikkunat	31,5	m ²	0,0260
välipohja	96	m ²	0,0793

kohdenumero

26

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	liikerakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	8400	rm ³
bruttoala	1131	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	4680	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	3230	m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala	1098	hum ²
kerrosten lukumäärä	2	kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²	1,0301	
rm ³ /brm ²	7,4271	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	150	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	50	%
ominaissähköteho, SFP		kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0	1/h

rakennusosat

yks/brm²

U-arvo

rakennuksen piiri	150,500	jm	0,1331	
ulkoseinät	833	m ²	0,7365	0,17
yläpohja	1098	m ²	0,9708	0,09
alapohja	1098	m ²	0,9708	0,2
ulko-ovet	32	m ²	0,0283	1,2
ikkunat	113	m ²	0,0999	1
välipohja	50,6	m ²	0,0447	

kohdenumero

27

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	liikerakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	11163	rm ³
bruttoala	1936	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	10850	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat		m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala	1895	hum ²
kerrosten lukumäärä	2	kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²	1,0216	
rm ³ /brm ²	5,7660	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku		kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	70 %	
ominaissähköteho, SFP	2,1	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0	1/h

rakennusosat

yks/brm²

U-arvo

rakennuksen piiri	180,500	jm	0,0932	
ulkoseinät	1003	m ²	0,5181	0,16
yläpohja	1895	m ²	0,9788	0,09
alapohja	1895	m ²	0,9788	0,16
ulko-ovet	32,2	m ²	0,0166	1
ikkunat	36,2	m ²	0,0187	1
välipohja	66	m ²	0,0341	

kohdenumero

28

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	liikerakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	6414 m ³
bruttoala	1336 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	6115 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	kpl
brm ² /htm ²	
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	4,8009

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	kWh/brm ² /vuosi	
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	70 %	
ominaissähköteho, SFP	2,1 kW/m ³ /s	
vaipan ilmanvuotoluku	2,0 1/h	

rakennusosat

yks/brm²

U-arvo

rakennuksen piiri	146,600 jm	0,1097	
ulkoseinät	710 m ²	0,5314	0,16
yläpohja	1165 m ²	0,8720	0,09
alapohja	1165 m ²	0,8720	0,16
ulko-ovet	14,1 m ²	0,0106	1
ikkunat	31,4 m ²	0,0235	1,4
välipohja	88 m ²	0,0659	

kohdenumero

40

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	liikerakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	17020	rm ³
bruttoala	2589	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	13933	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat		m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala	1143	hum ²
kerrosten lukumäärä	2	kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²	2,2651	
rm ³ /brm ²	6,5740	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	179	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	55	%
ominaissähköteho, SFP		kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0	1/h

rakennusosat

yks/brm²

U-arvo

rakennuksen piiri	202,400	jm	0,0782	
ulkoseinät	1553	m ²	0,5998	0,16
yläpohja	1896	m ²	0,7323	0,09
alapohja	738	m ²	0,2851	0,09
ulko-ovet	58,2	m ²	0,0225	1
ikkunat	174	m ²	0,0672	1
välipohja	67,5	m ²	0,0261	

kohdenumero

48

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	liikerakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	10330	rm ³
bruttoala	1358	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	9410	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat		m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala		hum ²
kerrosten lukumäärä	2	kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²		
rm ³ /brm ²	7,6068	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	139	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	45	%
ominaissähköteho, SFP		kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0	1/h

rakennusosat

yks/brm²

U-arvo

rakennuksen piiri	164,490	jm	0,1211	
ulkoseinät	1245	m ²	0,9168	0,17
yläpohja	1419	m ²	1,0449	0,09
alapohja	1308	m ²	0,9632	0,16
ulko-ovet	19	m ²	0,0140	1,4
ikkunat	50,5	m ²	0,0372	1
välipohja	37	m ²	0,0272	

kohdenumero**21**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	teollisuusrakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	3301	rm ³
bruttoala	599	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	235	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat		m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala	486,5	hum ²
kerrosten lukumäärä	2	kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²	1,2312	
rm ³ /brm ²	5,5109	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	191	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde		%
ominaissähköteho, SFP	2,5	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku		1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-arvo**

rakennuksen piiri	85,550	jm	0,1428	
ulkoseinät	449	m ²	0,7496	0,17
yläpohja	464,5	m ²	0,7755	0,09
alapohja	464,5	m ²	0,7755	0,14
ulko-ovet	81,3	m ²	0,1357	
ikkunat	28,3	m ²	0,0472	1
välipohja		m ²		

kohdenumero**49**

rakennusvuosi	2011
rakennustyyppi	teollisuusrakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	4260 m ³
bruttoala	490 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	3580 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	kpl
asuntojen lukumäärä	kpl
brm ² /htm ²	
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	8,6939

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	212 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	55 %
ominaissähköteho, SFP	2,6 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	3,0 1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-arvo**

rakennuksen piiri	116,760 jm	0,2383	
ulkoseinät	670 m ²	1,3673	0,17
yläpohja	490 m ²	1,0000	0,09
alapohja	490 m ²	1,0000	0,16
ulko-ovet	95 m ²	0,1939	1
ikkunat	30,5 m ²	0,0622	1
välipohja	m ²		

kohdenumero**19**

rakennusvuosi	2009
rakennustyyppi	varastorakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	3925 m ³
bruttoala	599 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	3850 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	htm ²
huoneala	hum ²
kerrosten lukumäärä	1 kpl
asuntojen lukumäärä	kpl
brm ² /htm ²	
brm ² /hum ²	
rm ³ /brm ²	6,5526

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	239 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	55 %
ominaissähköteho, SFP	2,5 kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	4,0 1/h

rakennusosat

		<u>yks/brm²</u>	<u>U-arvo</u>
rakennuksen piiri	124,800 jm	0,2083	
ulkoseinät	604 m ²	1,0083	0,25
yläpohja	600 m ²	1,0017	0,16
alapohja	568 m ²	0,9482	0,15
ulko-ovet	43,8 m ²	0,0731	1,4
ikkunat	34,5 m ²	0,0576	1,4
välipohja	m ²		

kohdenumero**20**

rakennusvuosi	2009
rakennustyyppi	varastorakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	3711 m ³
bruttoala	599 brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	3000 m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	m ³
huoneistoala	htm ²
huoneala	562 hum ²
kerrosten lukumäärä	2 kpl
asuntojen lukumäärä	kpl
brm ² /htm ²	
brm ² /hum ²	1,0658
rm ³ /brm ²	6,1953

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	167 kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	50 %
ominaissähköteho, SFP	kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0 1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-arvo**

rakennuksen piiri	82,400 jm	0,1376	
ulkoseinät	391 m ²	0,6528	0,17
yläpohja	562 m ²	0,9382	0,09
alapohja	562 m ²	0,9382	0,17
ulko-ovet	67,2 m ²	0,1122	1
ikkunat	10,8 m ²	0,0180	1
välipohja	41 m ²	0,0684	

kohdenumero**24**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	varastorakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	3690	rm ³
bruttoala	599	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	72	m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	2978	m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala	573	hum ²
kerrosten lukumäärä	2	kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²	1,0454	
rm ³ /brm ²	6,1603	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	177	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde	55	%
ominaissähköteho, SFP		kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0	1/h

rakennusosat

		yks/brm²	U-arvo
rakennuksen piiri	99,380	jm	0,1659
ulkoseinät	379	m ²	0,6327
yläpohja	573	m ²	0,9566
alapohja	573	m ²	0,9566
ulko-ovet	98,2	m ²	0,1639
ikkunat	31,3	m ²	0,0523
välipohja	26	m ²	0,0434

kohdenumero**45**

rakennusvuosi	2010
rakennustyyppi	varastorakennus

laajuustiedot

rakennustilavuus	2142	rm ³
bruttoala	476	brm ²
ilmatilavuus, V, lämpimät tilat		m ³
ilmatilavuus, V, puolilämpimät tilat	1784	m ³
huoneistoala		htm ²
huoneala		hum ²
kerrosten lukumäärä	1	kpl
asuntojen lukumäärä		kpl
brm ² /htm ²		
brm ² /hum ²		
rm ³ /brm ²	4,5000	

energiatehokkuuden arvot

energiatehokkuusluku	139	kWh/brm ² /vuosi
ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde		%
ominaissähköteho, SFP		kW/m ³ /s
vaipan ilmanvuotoluku	2,0	1/h

rakennusosat**yks/brm²****U-arvo**

rakennuksen piiri	94,300	jm	0,1981	
ulkoseinät	217,4	m ²	0,4567	0,21
yläpohja	446	m ²	0,9370	0,11
alapohja	446	m ²	0,9370	0,15
ulko-ovet	134,4	m ²	0,2824	1
ikkunat		m ²	0,0000	
välipohja		m ²		

