

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikka
Rakennesuunnittelu

Manu Nieminen

PIENTALON ENERGIATEHOKKUUS CASE TEIJO-TALOT HÄME

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

Manu Nieminen

Pientalon energiatehokkuus –Case Teijo-Talot Häme, 56 sivua, 33 liitesivua

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Rakennustekniikka

Rakennesuunnittelu

Ohjaajat: Timo Lehtoviita, Saimaan Amk

Olavi Hallikainen, Teijo-Talot Häme

Opinnäytetyö käsittelee valmistalotehdas Teijo-Talot Hämeen valmistamien pientalojen energiatehokkuuden parantamistapoja nykyisestä tasosta kohti matalaenergisempiä ratkaisuja.

Tutkimuksen lähtökohtana on selvittää laskennallisesti myydyimmän talomallin Kävyin nykyinen energiatehokkuustaso vakioitujen ja ennalta sovittujen muuttujien ja arvojen perusteella. Saatujen tulosten perusteella määritetään tavoiteltava energiataso. Tutkimuksessa selvitetään millaisilla muuttujilla energiatehokkuutta voidaan parantaa, ja mitkä olisivat kustannustehokkaimmat ratkaisut teollisessa rakennustuotannossa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on antaa yritykselle tietoa ja ohjeita mahdollisiin parannuskohtiin sekä muutosten vaikutusta rakennuskustannuksiin. Saadut tutkimustulokset on tarkoitus siirtää tehtaan käyttöön.

Tutkimuksessa pohditaan asiakkaan saamia etuja valitessaan normaalitasoa energiatehokkaampi ratkaisu. Tutkimus antaa tietoa, kuinka paljon energiaa muutokset vuotuisesti säästävät ja kuinka pitkiä ovat tehtävien muutosten takaisinmaksuajat.

Teoriaosassa käsitellään rakennusten energiatermistöä ja käytössä olevia laskeutamenetelmiä sekä lainsäädäntöä, joita huomioidaan rakennuksen energiatehokkuutta määritettäessä.

Empiriaosuus keskittyy esimerkki talomallin nykyisen energiankulutustason laskeutamaan eri vaikutusosa-alueilla; rakennusosat, talotekniset järjestelmät, sähkölaitteet. Talomallin vaikutusosa-alueiden energiahäviöiden ja kuormien perusteella tehdään valintoja, jotta saavutetaan valittu energiatehokkuustaso. Empiriaosassa perehdytään ratkaisujen vaikutuksiin energiasäästöihin ja takaisinmaksuaikoihin pohjautuen. Tehtyjen ratkaisuiden taustalla on rakennuskustannusten hallinta.

Tutkimusmenetelmänä käytetään omia havaintoja sekä Dof-tech energialaskentasovelluksella saatuja arvoja.

Pientalojen energiatehokkuuden parantaminen taselaskentaan perustuvassa mitoituksessa perustuu pääosin rakenteiden, ilmanvaihdon sekä lämpimän käyttöveden muodostamiseen kuluviista energioiden hallintaan. Tutkimuksessa käytetyillä menetelmillä rakennuksen energiatehokkuus parantui merkittävästi.

Avainsanat: Energiatehokkuus, valmistalorakentaminen, kustannustehokkuus, ilmanvaihto, rakenteiden lämmönjohtavuus

ABSTRACT

Manu Nieminen

Energy efficiency of prefabricated houses

–Case Teijo-Talot Häme, 56 pages, 33 appendixes

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Technology, Civil and Construction Engineering

Structural engineering

Instructors: Timo Lehtoviita, Saimaa University of Applied Sciences

Olavi Hallikainen, Teijo-Talot Häme

The study deals with energy efficiency improving methods in prefabricated houses from the current level towards the low-energy solutions at prefab factory Teijo-Talot Häme.

The starting point was to find computationally the level of the current energy efficiency at the best-selling house model at Teijo-Talot Häme by using standard and predetermined variables and values. The pursued energy level will be determined based on given results.

The aim of this study was to find the most cost-effective methods for industrial building production to achieve better energy-efficiency. This study also gives detailed information on improvement aspects for industrial building production.

The study explores the advantages received by the client in selecting the better level of energy-efficient solution. The study provides information on how much low energy solutions save energy annually and how they effect on payback times.

The theory focuses on the buildings` energy-terminology and used calculation methods. The theory part also includes legislation, which guides buildings` energy-levels.

The empirical part focuses on the current energy level calculation of the example house model. Calculations include all parts of the house, which have effect on house`s energy level. The parts are the structures of house, HVAC systems and electrical appliances.

The empirical part also explores possible solutions to pursue the determined low-energy level and the effect on construction cost management.

The survey is based on observations and discussions at the factory as well as Dof-tech energy values derived from the spreadsheet application.

Prefabricated houses` energy efficiency is most effectively managed and improved by modifications in structures, ventilation and hot water systems. The methods used in the study showed that the energy efficiency improved significantly.

Key words: Energy efficiency, prefabricated houses, cost-effectiveness, ventilation, structures thermal conductivity

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Työn rakenne	8
1.2	Tavoitteet ja tutkimuskysymykset	8
1.3	Tutkimuksen tilaaja	9
1.4	Rajaukset.....	9
2	Rakennuksen energiatehokkuus.....	10
2.1	Energiäkäsitteistö	10
2.2	Voimassa olevat viranomais määräykset.....	13
2.3	Viranomais määräykset 2012	17
3	LASKENNAN LÄHTÖKOHTA.....	19
3.1	Rakennuksen perustiedot	19
3.1.1	Rakennuksen yleistiedot	20
3.1.2	Rakennuksen sijainti ja sijoittelu.....	21
3.1.3	Rakennuksen rakenneratkaisut.....	21
3.1.4	Rakennuksen ilmatiiveys	22
3.1.5	Rakennuksen talotekninen järjestelmä.....	22
3.1.6	Laskennassa käytettävät vakiot.....	23
3.1.7	Laitesähkönkulutus.....	24
4	Lähtötasotutkimuksen tulokset.....	24
4.1	Energiankulutukset	24
4.1.1	Rakenteiden läpi johtuva energia	24
4.1.2	Vuotoilman tarvitsema lämmitysenergia.....	25
4.1.3	Ilmanvaihdon lämmitysenergia	26
4.1.4	Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia	26
4.1.5	Käyttöveden lämmitykseen tarvittava energia	27
4.1.6	Käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia.....	27
4.1.7	Valaistuksen ja laitteiden kuluttama energia	27
4.1.8	Lämpöhäviöiden yhteenveto	28
4.2	Lämpökuormat.....	29
4.2.1	Henkilöiden luovuttama lämpöenergia	29
4.2.2	Lämmityslaitteiden luovuttama lämpöenergia	29
4.2.3	Käyttöveden lämmityksestä johtuva lämpökuorma.....	29
4.2.4	Sähkölaitteiden luovuttama lämpöenergia.....	29
4.2.5	Auringon säteilyn tuottama lämpöenergia	29

4.2.6	Yhteenveto lämpökuormista.....	30
4.3	Tilojen lämmityksen nettoenergiantarve.....	30
4.4	Tilojen lämmitysenergian kulutus.....	31
4.5	Lämmitysenergian kulutus.....	31
4.6	Rakennuksen ostoenergiantarve.....	31
4.7	Tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen ostoenergianominaiskulutus.....	32
4.8	Vertailutalon tasauslaskennan tulokset.....	32
4.9	Rakennuksen energialuokitus.....	32
4.10	Vertailutalon ET-luku.....	32
4.11	Yhteenveto energiankulutuksesta vertailutalossa.....	33
4.12	Ylläpitokustannukset.....	33
4.13	Sisälämpötilat.....	35
5	TAVOITETASON SAAVUTTAMINEN.....	36
5.1	Tavoitetason määrittäminen.....	36
5.2	Rakennuksen sijoittelu.....	36
5.3	Rakennuserätykset.....	36
5.4	Rakennuksen ilmatiiveys.....	38
5.5	Rakennuksen talotekninen järjestelmä.....	38
5.5.1	Lämmöntuottojärjestelmä.....	39
5.5.2	Valaistus ja laitteet.....	39
5.5.3	Ylläpito ja huolto.....	39
5.6	Yhteenveto.....	39
5.6.1	Rakenteiden läpi johtuva energia.....	40
5.6.2	Vuotoilman tarvitsema lämmitysenergia.....	41
5.6.3	Ilmanvaihdon lämmitysenergia.....	41
5.6.4	Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia.....	41
5.6.5	Käyttöveden lämmitys energia ja lämpöhäviöenergia.....	41
5.6.6	Valaistuksen ja laitteiden kuluttama energia.....	41
5.6.7	Lämpöhäviöiden yhteenveto.....	42
5.7	Lämpökuormat.....	42
5.7.1	Henkilöiden luovuttama lämpöenergia.....	42
5.7.2	Lämmityslaitteiden luovuttama lämpöenergia.....	42
5.7.3	Käyttöveden lämmityksestä johtuva lämpökuorma.....	42
5.7.4	Sähkölaitteiden luovuttama lämpöenergia.....	43
5.7.5	Auringon säteilyn tuottama lämpöenergia.....	43
5.7.6	Yhteenveto lämpökuormista.....	43
5.8	Tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen nettoenergiantarve.....	44

5.9	Tilojen lämmitysenergian kulutus.....	44
5.10	Lämmitysenergian kulutus	44
5.11	Rakennuksen ostoenergiantarve	44
5.12	Tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen ostoenergianominaiskulutus	45
5.12.1	Vertailutalon tasauslaskennan tulokset	46
5.13	Rakennuksen energialuokitus.....	46
5.14	Vertailutalon ET-luku.....	46
5.15	Yhteenveto energiankulutuksesta vertailutalossa	47
5.16	Sisälämpötilat	47
6	RAKENNUSKUSTANNUKSET	48
6.1	Takaisinmaksuajat	48
6.1.1	Rakenteet.....	48
6.1.2	Talotekninen järjestelmä	48
7	VAIKUTUKSET LAADUNVALVONTAAN	49
8	ASIAKKAAN SAAVUTTAMAT EDUT	49
9	TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ.....	50
10	JOHTOPÄÄTÖKSET	51
	LÄHTEET.....	53
	LIITTEET	53

1 JOHDANTO

Eteläpuu Oy/Teijo-talot Häme valmistalotehdas tilasi minulta tutkimuksen, jossa selvittäisin, millä keinoilla rakennuksen energiatehokkuutta saadaan parannettua kustannustehokkaasti. Tilaaja oli siis kiinnostunut rakennuksen ulkovaipparakenteista, rakennuksen sijoittelun, rakennuksen ilmanvaihtolatteiden sekä ilmatiiveyden vaikutuksista rakennuksen kustannuksiin. Oman haasteensa tutkimukselle antoi rakennuksen rajoitettu tilavuus, jonka erikoiskuljetussäännökset määräävät. Tutkimuksessa pysytään yksittäisissä moduulirakennuksissa.

Nykyinen maailman energiakriisi pakottaa meidät kehittämään rakennustuotantoamme sekä saneeraustoimenpiteitämme merkittävästi energiatehokkaampaan suuntaan. Euroopan Unionin asettamat vaatimukset energialeikkauksista vaikuttavat välillisesti Suomen rakennusmääräyksiin.

Tutkimuksella pyritään siis tuottamaan konkreettista laskentatietoa vastaamaan tulevaisuuden energiahaasteisiin. Rakennuskonseptimme on kehityttävä voimakkaasti kilpailukyvyn säilyttämisen vuoksi.

Vertailulähtökohtana käytetään yleisintä, yhteen tasoon rakennettavaa omakotitalomallia. Lähtökohtatalo on Teijo-talot yhtiöiden perustalomalli Käpy. Tutkimus tehdään teoreettisella tasolla, ennalta määrättyjen vakioiden puitteissa. Vakioilla tarkoitetaan rakennuksen maantieteellistä sijaintia, asukkaiden määrää ja heidän toiminnoistaan johtuvia muuttujia.

Opinnäytetyö tehdään osana laajempaa kehitystyötä, jonka tavoitteena on tutkia ja käyttöönottaa uusia rakennustapoja ja – materiaaleja sekä taloteknisiä järjestelmiä. Etusijalla ovat osa-alueet, joilla voidaan vaikuttaa merkittävästi rakennuksen energiatehokkuuteen. Osatavoitteena on luoda yrityksen myyntiorganisaatiolle tietoa valintojen tuomista hyödyistä ja vaikutuksista rakennuksen kustannuksiin. Tehty tutkimus antaa myös tietoa asiakkaalle, tekemiensä valintojen vaikutuksista energiatehokkuuteen sekä takaisinmaksuajoista ja ylläpitokustannuksista. Tutkimuksessa pyritään antamaan yleiskuva rakennuksen energiatalouteen ja sen vaikutuksista kustannuksiin.

1.1 Työn rakenne

Työn alussa selvitetään opinnäytetyössä käytettävää energiatermistöä ja Suomen rakentamismääräyskokoelman asettamia vaatimuksia, yleistä tietoa rakennuksesta ja sen rakenneratkaisuista ja käytettävistä laskentatyökaluista. Tämän jälkeen on laskennallinen osuus, jossa määritetään vertailutalomallin Kävyyn energiatehokkuusluokka. Tämän jälkeen määritellään tavoiteltava energiatehokkuusluokka.

Laskentaosuudessa tutkitaan rakennuksen sijoittelun, rakenteellisten muutosten ja laitevalintojen vaikutusta rakennuksen energiatehokkuuteen. Laskennassa pyritään kustannuksiltaan tehokkaimpiin ratkaisuihin. Ratkaisuja tutkitaan takaisinmaksuajan näkökulmasta. Tutkimuksen tuloksena saadaan kustannustehokkaimmat keinot saavuttaa valittu energiatehokkuustaso.

Työn lopuksi käsitellään myös tulevaisuuden näkymiä uusien energiamääräysten näkökulmasta. Tutkimuksessa otetaan kantaa myös laskentatyökalujen toimivuuteen.

1.2 Tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämä työ tehdään osana Teijo-talot Hämeen rakennusteknistä kehitystyötä. Työn tavoitteena on antaa tietoa teollisesti tuotetun pientalon energiatehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä ja niistä aiheutuvista kustannuksista takaisinmaksu-aikojen näkökulmasta. Työ perustuu Teijo-talot yhtiöiden perusomakotitalomalliin Käpyyn. Työn tärkeimmät tutkimuskohdat ovat:

- Lähtökohtatilanteessa valitseva kokonaisenergiankulutustaso ja energiatehokkuusluokka
- Saavutettavan kokonaisenergiankulutustason ja energiatehokkuusluokan määrittäminen
- Saavuttamiseen tarvittavat toimenpiteet
- Takaisinmaksu-aikojen määrittäminen
- Laitevalintojen aiheuttama ylläpito ja huolto
- Asiakkaan saavuttamat hyödyt esimerkiksi ylläpitokustannussäästöt
- Uusien energiatehokkuutta ohjaavien RakMk:n osien selostus

1.3 Tutkimuksen tilaaja

Opinnäytetyön tilaajana ovat valmistalotehdas Teijo-talot Häme, osana valmistalotehdasketjua Teijo-talot. Ensimmäiset Teijo-talot yritys on perustettu vuonna 2000. Teijo-talot Häme on perustettu vuonna 2006 ja työllistää nyt säännöllisesti noin 30 työntekijää, joista suurin osa on aliurakoitsijoita.

Teijo-talot tuottavat täysin valmiita rakennuksia niin yksityiselle kuin julkiselle sektorille. Tehtaiden pääpaino on omakotitalorakentamisessa, joten tästä syystä tutkimuksen kohteeksi on otettu suosituin omakotitalomalli Käpy.

Tutkimus kuuluu laajaan jatkuvaan kehitystyöhön, jota toteutetaan kaikilla yrityksen osa-alueilla. Tilaajan toiveena on saada tutkimuksesta tietoa tehtäville energiatoimenpiteille kustannusten näkökulmasta. Energiatehokkuusluokan parantaminen aiheuttaa vääjäämättä rakennuksen valmistuskustannusten nousua. Asiakkaalle tulee siis olla tietoa tällöin saamistaan eduista, jotka hän saavuttaa sijoittamalla rakennukseen enemmän rahaa.

Yrityksen puolelta vastuuhenkilönä toimii yrityksen Toimitusjohtaja Olavi Hallikainen.

1.4 Rajaukset

Opinnäytetyössä pyritään antamaan kokonaiskuva rakennuksen energiatehokkuuteen taloudellisesta näkökulmasta. Kaikkein innovatiivisimmat ja uusimmat ajatukset ja ratkaisut jätetään tutkimuksessa huomioimatta. Yhteenvedossa otetaan kuitenkin esille joitain uusimpia innovaatioita. Syynä rajaukseen voidaan pitää puutetta uusien innovaatioiden käytännön toimivuudesta.

Uudet eristevahvuudet tuovat uusia riskejä rakennustuotannolle. Esimerkiksi rakennuksen ilmatiiveyden merkitys kasvaa huomattavasti uusien eristevahvuuksien käytettäessä. Ilmavuodot aiheuttavat rakenteisiin suurella todennäköisyydellä kosteusongelmia. Rakennustuotannon laadunvalvonnan on tehostuttava ja suunnittelun tarkkuuden ja huolellisuuden merkitys kasvaa oleellisesti. Ilmanvaihto tulee olla suunniteltu ja toteutettu huolellisesti. Tärkeää on siis valita ratkaisuja, joilla saadaan turvallisesti kehitettyä energiatehokkuutta.

2 Rakennuksen energiatehokkuus

2.1 Energiäkäsitteistö

Rakennuksen energiatehokkuus sisältää hyvin laajan skaalan käsitteitä ja termejä. Käytettävät termit ja määrittelyt ovat RakMk:n osissa C ja D sekä ympäristöministeriön energiatehokkuusoppaan 2007/2009 mukaisia. Muussa tapauksessa termit ovat standardin EN 15603 Rakennusten energiatehokkuus ja Energiategokkuusdirektiivin (EPBD) standardiselytyksen CEN/TR 15615 mukaisia. (RIL 249–2009, s. 11.)

Rakennuksen pinta-alalla tarkoitetaan energian ominaiskulutuksen/-tarpeen laskennassa (kWh/(m²a)) rakennuksen bruttoalaa vähennettynä kylmien tilojen pinta-alalla. (RakMk D5 s.4.)

Energiategokkuusluokat, joita käytetään matalaenergiarakennuksia määrittelyssä, jaetaan kahteen luokkaan: matalaenergiatalo (M) ja passiivitalo (P). Viranomaisvaatimukset täyttäviä rakennuksia käsitellään nimityksellä normitalo.

Energiategokkuus määritellään käyttäen kahta rakennuksen ominaisarvoa:

- tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen ominaistarve
- tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen ostoenergian ominaiskulutus

Luokitukset ovat keskeisessä asemassa matalaenergiarakennusten tavoitetasoasettelussa, suunnittelutyössä, toteutuksessa sekä energiankulutuksen seurannassa. Luokitus sisältää rakennusvaipan ja ilmanvaihdon ohjearvoja, joita käytetään lopullisissa suunnittelun eri osa-alueissa: arkkitehti-, rakenne-, lvis-suunnittelussa. (RIL 249–2009 s.12,28.)

Rakennuksen energiatehokkuus kuvaa yhtenä lukuna rakennuksen kokonaisenergiategokkuutta. Normaalisti ilmoitetaan rakennuksen laskettu energiatarve, todelliseen käyttötilanteeseen perustuva energiankulutus. Arvona voidaan käyttää myös laskettua primäärienergian kulutusta tai laskettua hiilidioksidipäästöä pinta-alayksikköä kohti. (RIL 249–2009, s.12.)

ET-luku käytetään myös matalaenergiarakennusten energiatehokkuutta ilmoittaessa. ET-luku perustuu Ympäristöministeriön Energiatodistusoppaan mukaiseen rakennuksen energiatehokkuuden määrittämiseen. ET-luku sisältää lämmönkulutuksen ja jäähdytyksen tarpeen lisäksi pientaloissa taloussähkönkulutuksen. ET-luku lasketaan jakamalla rakennuksen vuotuinen kokonaisenergian tarve rakennuksen pinta-alalla, josta on vähennetty kylmien tilojen osuus. Laskennassa käytetään energiatodistusoppaan mukaisia ohjearvoja käyttöveden lämmitysenergian ja taloussähkön arvoja laskettaessa. (RIL 249–2009, s.12.)

E-luku on vuonna 2012 käyttöön tuleva rakennusten energiatehokkuutta ohjaava arvo. E-luku on *standardikäytöllä* energiamuotojen kertoimilla painotettu vuotuinen ostoenergiakulutus kohden lämmitettyä nettoalaa. (RakMk D3-2012, s.8.)

Rakennuskonsepti sisältää monistettavat suunnittelu- ja rakentamistavat, joilla saavutetaan rakennukselle asetetut vaatimukset. Monistettavuus edellyttää vakioitua rakennustuotantoa, jossa on valmiina suunnittelu-, rakentamis- ja käyttöohjeet, joiden pohjalta yksittäiset rakennukset voidaan suunnitella, valmistaa ja käyttää. (RIL 249–2009, s.12–13.) Talotehdastuotannossa rakennusjärjestelmät ovat hyvin vakioituja ja rakentamisessa monistetaan suurin osa tehdyistä ratkaisuista. Tuotantoa ohjaa Teijo-talot rakentamistapaohje, niin sanottu rakennusoppi.

Talotekninen järjestelmä sisältää rakennuksen tekniset laitteet; lämmitys, jäähdytys, ilmanvaihto, käyttöveden lämmitys, valaistus ja sähkön tuotanto. (RIL 249 – 2009, s.13.)

Rakennuksen energiakulutus on rakennuksen vuotuinen lämmitykseen, sähkölaitteisiin ja jäähdytykseen kulutetun energiamäärän summa. Kulutuksen laskennassa ei huomioida eri energiamuotojen häviötä tai tuotantohäviötä. (RakMk D3 2012, s.6.)

Rakennuksen lämpöhäviö on rakennuksen vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettu lämpöhäviö. Rakennusmääräyksissä on määritetty **rakennuksen vertailulämpöhäviö**, joka on raja määräysten mukaisuudelle. (RakMk D3-2012, s.6.)

Standardikäyttö kuvaa rakennuksen vakioitua käyttöä, jonka perusteella laskeaan rakennuksen E-luku. Rakennuksen vertailtavuuden vuoksi on käytettävä standarditilanteita. Todellisuudessa standardikäyttö ei anna oikeaa kuvaa energiatehokkuudesta. Käyttäjän toiminnot vaikuttavat merkittävästi todellisiin tuloksiin. (RakMk D3-2012, s.6.)

Tilojen lämmitysenergian nettotarve ilmoittaa rakennuksen lämmitystarpeen, joka muodostuu johtumislämpöhäviöistä, ilmavuotojen lämpöhäviöstä, ilmanvaihdon häviöistä. Nettoenergiantarpeesta vähennetään auringon ja sisäisten lämpökuormien vaikutus. (RakMk D3-2012, s.22.)

Rakennuksen **ostoenergiankulutus** koostuu rakennukseen hankittavasta energiasta, kuten sähkö, kaukolämpö, uusiutuvista polttoaineista tai fossiilisista polttoaineista. Ostoenergia eritellään energiamuodoittain eri energiankulutusosittain, kuten lämmitys, ilmanvaihto ja valaistus. Osissa huomioidaan vähennykset uusiutuvasta omavaraisenergiasta. (RakMk D3-2012, s.8.)

Uusiutuva omavaraisenergiaan piiriin kuuluu esimerkiksi aurinkokeräimistä saatava lämpöenergia tai maalämmön tuoma energia. Aurinkopaneeleilla saatava sähköenergia sisältyy myös tähän osaan. Uusiutuvat polttoaineet eivät sisälly tähän osioon. (RakMk D3-2012, s.7.)

Vertailuarvolla tarkoitetaan eri rakennusosien laskennassa käytettäviä arvoja kuten (RakMk D3-2012, s.7.)

- rakennusosien lämmönläpäisykertoimien arvoja
- rakennuksen yhteenlaskettua ikkunapinta-alaa
- rakennuksen ilmanvuotolukua
- ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta.

Ilmanvuotoluku kuvaa rakennusvaipan läpi kulkeutuvaa ilmavirtaa tuntia kohden 50 Pa ylipaineella mitattuna. Nyt käytössä on ilmavuotoluku n_{50} , joka kuvaa ilmavuotoa kuutioittain jaettuna rakennuksen ilmatilavuudella, kun paine-ero on 50 Pa. Vuonna 2012 käyttöön tulee q_{50} mittaustapa, joka perustuu rakennuksen vaipan pinta-alaan, poiketen n_{50} , joka puolestaan rakennuksen ilmatilavuuteen. q_{50} arvo kuvaa rakennusvaipan läpi kulkeutuvaa ilmavirtaa tuntia kohden jaettu-

na rakennuksen vaipan pinta-alalla 50 Pa ylipaineella mitattuna. Arvot eivät ole vertailukelpoisia keskenään. (RakMk D5 s.5, RakMk D3-2012, s.4.)

Lämmityksen nettoenergiantarve kuvaa lämmityksen energiatarvetta, josta vähennetään henkilöiden, sähkölaitteiden, valaistuksen lämpökuormaenergia, poistoilmasta saatu talteenotto ja auringon säteilyn tuottama energia. Energiatarve koostuu tilojen lämmitykseen, ilmanvaihdon ja lämpimän käyttöveden muodostamisesta. (RakMk D3-2012, s.6.)

Matalaenergiatalo (M):

- Tilojen lämmitykseen ja jäähdytykseen käytettävän nettoenergian ominaistarve sijoittuu välille 26 – 50 kWh/(m²a).
- Tilojen lämmitykseen ja jäähdytykseen käytettävän ostoenergian ominaiskulutus sijoittuu välille 26 – 50 kWh/(m²a).

Passiivitalo (P):

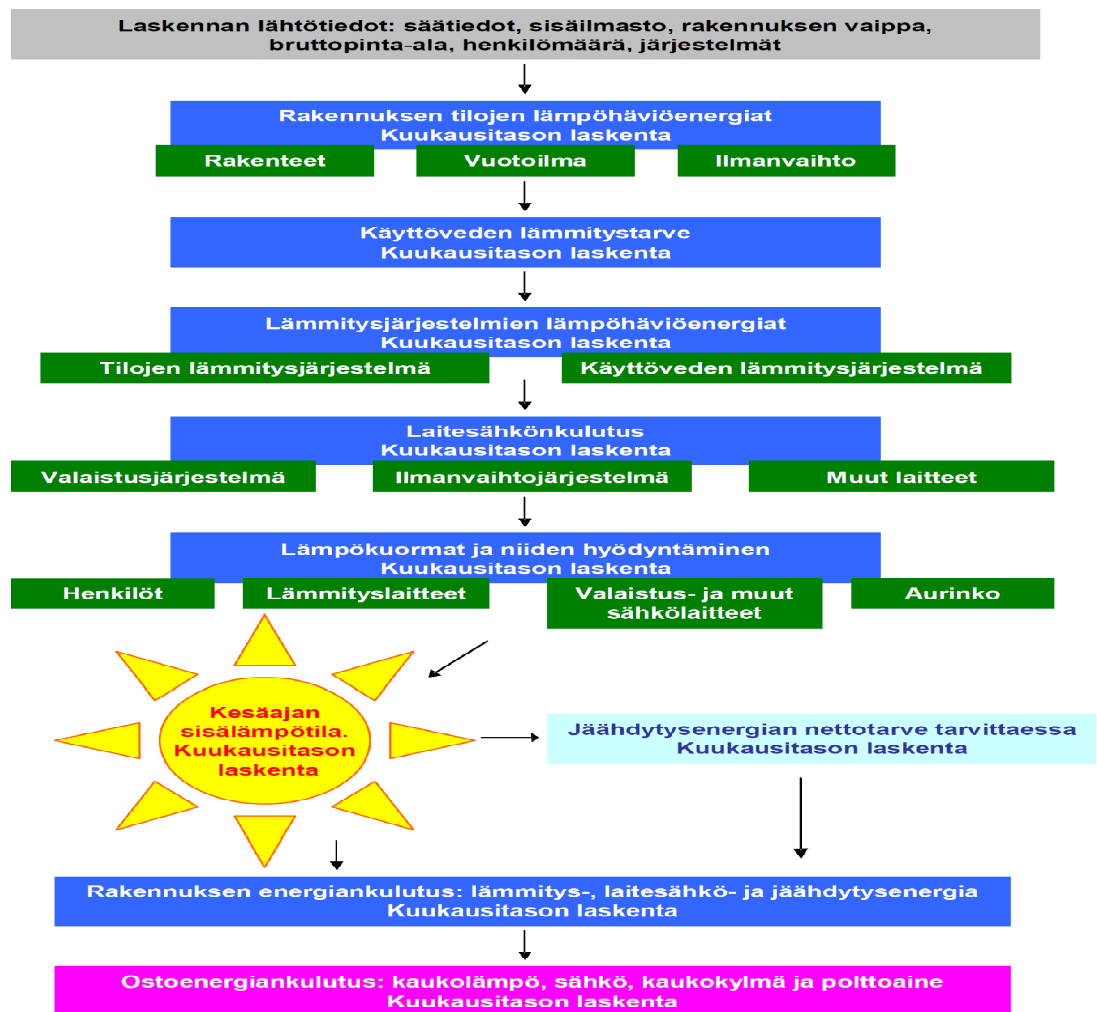
- Tilojen lämmitykseen ja jäähdytykseen käytettävän nettoenergian ominaistarve on alle 25 kWh/(m²a).
- Tilojen lämmitykseen ja jäähdytykseen käytettävän ostoenergian ominaiskulutus on alle 25 kWh/(m²a).

Energialuokituksia voidaan tarkentaa tilojen energiatarpeen pohjalta energiantarveluokituksella. Tällöin voidaan rakennuksen energiatehokkuusluokka ilmoittaa esimerkiksi M-30 tai P-15, jotka kuvaavat matalaenergiataloa, jonka lämmitys- ja jäähdytysenergian ominaistarve on 30 kWh/(m²a) ja passiivitaloa, jonka lämmitys- ja jäähdytysenergian ominaistarve on 15 kWh/(m²a). (RIL 249–2009, s.12,28.)

2.2 Voimassa olevat viranomaismääräykset

Rakennusten energiankulutusta ja energiatehokkuutta normiohjetaan Suomen maankäyttö- ja rakentamislain kautta. Tämän hetkinen energiatehokkuusajattelu perustuu määräysten mukaisuuden osoittamiseen energiaselvityksellä. Selvitys koostuu rakennuksen lämpöhäviöiden laskentaan tasauslaskentamenetelmällä, ilmanvaihtojärjestelmän tehokkuudesta, rakennuksen lämmitystehosta, arvioon kesäajan huonelämpötiloista sekä rakennuksen energiankulutuksen laskennas-

ta ja energiatodistuksesta. Rakennuksen energialaskenta etenee kuvan 1 osoittamalla tavalla (Kuva 1).



Kuva 1. Energialaskennan kulku vuoden 2010 jälkeen (RakMk D5, s.11.)

Tasauslaskennassa rakennuksen laskennallinen lämpöhäviö saa olla enintään vertailulämpöhäviön suuruinen. Lämpöhäviö koostuu rakennusosien, vuotoilman ja ilmanvaihdon lämpöhäviöiden summasta. Matalaenergiarakennuksia suunniteltaessa lämpöhäviön tulisi olla alle 85 % vertailulämpöhäviöstä. (RakMk D3-2010, s.5.)

Ilmanvaihdon tulee olla Suomen RakMk-kokoelman D2 vaatimusten mukainen. Koneellisen tulo- ja poistojärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,5 kW/m³/s. Lämmöntalteenoton tulee olla vuotuisella tasolla yli 45 %. (RakMk, D2.)

Rakennuksen lämmitysteho koostuu lämpimän käyttöveden muodostamiseen käytettävästä tehosta ja tilojen lämmitysjärjestelmän tehosta. Käyttövedenlämmitysjärjestelmä tulee olla suunniteltu ja toteutettu vastaamaan rakennuksen käyttötarkoitusta, jotta liialliselta energiankulutukselta vältytään. Tilojen lämmitysjärjestelmien tulee täyttää käyttötarkoituksen edellyttämät lämpöolot energiatehokkaasti.

Kesäaikana tilojen lämpötila ei saa lämmitä haitallisesti. Rakennus on suunniteltava ja toteutettava, siten että liiallinen lämpeneminen estetään ensisijaisesti rakenteellisia keinoja käyttäen, kuten kaihtimia, auringonsuojalasein. Huonelämpötilan nousemista estetään myös ilmanvaihtojärjestelmän tehostamisella yöaikaan sekä rakenteiden lämmönvarauskykyä hyväksikäyttäen. (RakMk D3-2010, s.8.)

Rakennuksen energiankulutus ja ostoenergia lasketaan Suomen RakMk:n osan D5 mukaisesti. Laskennassa huomioidaan rakennuksen käyttö ja sijainti. Sääolosuhteet huomioidaan maantieteellisen sijainnin mukaan.

Energiankulutuslaskenta laskenta seuraavista seikoista:

1. Lämpöhäviöenergia (vaippa, vuotoilma, ilmanvaihto)
2. Käyttöveden lämmitystarve
3. Lämmitysjärjestelmien lämpöhäviöenergiat
4. Laite-energiankulutus
5. Lämpökuormat (lämmitysjärjestelmät, laitteet, aurinko, ihmiset)
6. Jäähdytysenergian tarve ja –kulutus sekä kesäajan sisälämpötila arvio
7. Lämmitysenergiankulutus
8. Rakennuksen energiankulutus
9. Ostoenergiankulutus

Menetelmä on niin sanottu energiatasemenetelmä, jossa lasketaan energiankulutusta kuukausittaisella tasolla. Menetelmässä kuukauden aikana rakennukseen tuleva energia on yhtä suuri kuin rakennuksesta poistuva energiamäärä. Vuotuinen kulutus on kuukausikulutusten summa. Laskenta perustuu kuukausittaisiin keskiarvoihin. (RakMk D5 s.9)

Rakennuksen energiankulutukseen ei kuulu energiantuotantomuotojen häviöitä, jotka muodostuvat rakennuksen ulkopuolella. Ostoenergiankulutusta laskettaessa huomioidaan energiantuotantotapa ja siitä aiheutuvat häviöt. Lämmöntuotantojärjestelmän lämmitysenergian tuotantokerroin huomioidaan ostoenergiaa laskettaessa. Auringon säteilyn tuoma energia otetaan huomioon myös ostoenergian kulutusta määritettäessä. (RakMk D5 s.9)

Rakennusten teknisten järjestelmien ja laitteiden energiankulutus huomioidaan rakennuksen energiankulutusta laskettaessa. Laskennassa vaikuttavat järjestelmien ja laitteiden lämpöhäviöt, joista osa huomioidaan lämpökuormana pienentäen rakennuksen lämmityksen nettoenergiatarvetta. (RakMk D5 s.12)

Kesäaikana rakennuksen sisälämpötila arvioidaan kuukausitason laskennassa karkealla tasolla, perustuen lämpöhäviöihin ja lämpökuormiin. (RakMk D5 9.)

Jäähdytysenergiatarvetta ei huomioida lähtökohtatutkimuksessa, tavoitelaskennassa energiatarve huomioidaan.

Ostoenergiankulutus muodostuu rakennuksen energiankulutuksesta energian tuotannon vuosihyötysuhteeseen perustuen.(RakMk D5, luku 3.)

Energiatodistus on Ympäristöministeriön Energiatodistusoppaaseen 2007/2009 perustuva ilmoitustapa rakennuksen energiatehokkuudesta. Opas sisältää määritelmät ja laskentasäännöt energiatodistuksen ja energiatehokkuusluvun määrittämiseen. Energiatodistuksessa huomioidaan asukkaan vaikutukset rakennuksen energiatehokkuuteen. Rakennuksen energiatehokkuus ilmoitetaan energiatodistuksessa ET-lukuna ja energiatehokkuuslukuna.

Tavoitteena nykyisissä energiamääräyksissä on tuottaa rakennus, jolla pyritään saavuttamaan mahdollisimman alhainen energiatarve. Energian tuotantomuodolla ei ole nykyisillä määräyksillä painoarvoa.

Energiaselvityksessä lasketaan rakennuksen energiankulutuksien summaa, josta vähennetään lämpökuormat ja muut hyödyksi katsottavat tekijät. Energiaselvityksessä pyritään saavuttamaan asetettu tavoite-energiankulutustaso.

Tutkimuksessa laskennat toteutetaan Dof-energia-ohjelmistolla, joka perustuu nyt käytössä olevaan energiatehokkuuslaskentaan.

2.3 Viranomaismääräykset 2012

Laskentamenettely tulee muuttumaan rakennuksen energiatehokkuuden osalta vuoden 2012 alusta. Rakennuksen energiankulutusta laskettaessa ei huomioida eri energiamuotojen kiinteistökohtaista eikä ulkopuolisen energiatuotannon häviötä.

Ero laskentamenetelmien välillä 2010 – 2012, häviöt pidettävä kurissa, ostoenergian tarvetta rajoitetaan myös.

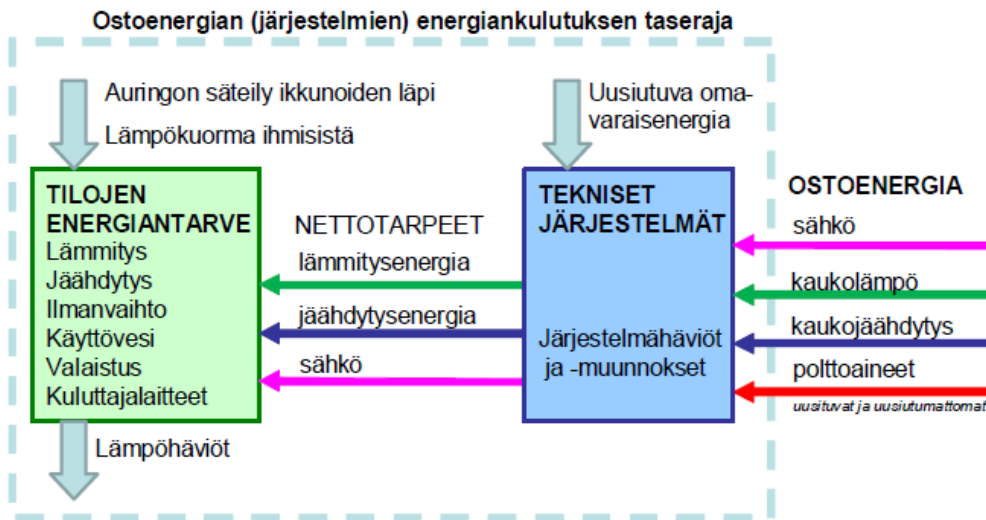
Energiantuotantotapa ja häviöt huomioidaan laskettaessa rakennuksen ostoenergiankulutusta. Energiantuotantomuodot painotetaan ostoenergian laskennallista kulutusta määritettäessä tuotantomuotojen kertoimien kautta. Edellä mainitut kertoimet ovat kunkin energiamuodon painotusarvot rakennuksen E-lukua laskettaessa. Rakennuksen tasauslaskentatarkastelu säilyy ennallaan.

Energiamuotojen kertoimet ovat seuraavat:

- sähkö	1,7
- kaukolämpö	0,7
- kaukojäähdytys	0,4
- fossiiliset polttoaineet	1,0
- sisäiset uusiutuvat polttoaineet	0,5

Rakennuksen E-luku ei saa erillisissä pientaloissa ylittää sille asetettuja arvoja. Alle 120 m² rakennuksessa vuotuinen kokonaisenergiankulutus täytyy olla alle 204 kWh/m². Suurin osa tuotannon omakotitalosektorista koostuu alle 120 m² rakennuksista. (RakMk D3-2012 s.8-9)

Rakennuksen ostoenergia koostuu rakennukseen hankittavasta energiasta, kuten sähkö, kaukolämpö, uusiutuvista polttoaineista tai fossiilisista polttoaineista. Ostoenergia eritellään energiamuodoittain eri energiankulutusosittain, kuten lämmitys, ilmanvaihto ja valaistus. Osissa huomioidaan vähennykset uusiutuvasta omavaraisenergiasta. (RakMk D3-2012)



Kuva 2. Ostoenergiankulutuksen taseraja, (RakMk D3 2012, s.6.)

Rakennus on suunniteltava niin, että sisälämpötilat eivät nouse kesäaikana liiallisesti. Kuitenkin niin, että energiankulutus säilyy alhaisella tasolla. Rakennuksen ilmatiiveys täytyy esittää mittaustuloksin, jotta alhaisempia arvoja voidaan käyttää, muutoin käytetään q_{50} arvoa $4 \text{ m}^3/\text{h m}^2$. Rakennusosien lämmönläpäisykertoimet eivät saa olla niille määritetyjä arvoja suurempia. Rakennuksen lämpöhäviöt täytyy rajoittaa hyvän energiatehokkuuden saavuttamiseksi. Lämpöhäviöille on määritetty vertailulämpöhäviöt. U-arvoaateet säilyvät edellisellä tasolla. (RakMk D3-2012)

Rakennuksen käyttö huomioidaan standardikäytön perusteella vertailukelpoisten tulosten saavuttamiseksi. Rakennuksen lämpökuormat huomioidaan laskennassa taulukoiden mukaisesti. (RakMk D3-2012)

Määräystenmukaisuus osoitetaan rakennuksesta laadittavan energiaselvityksen perusteella. Energiaselvitys sisältää rakennuksen:

- E-luvun eli kokonaisenergiankulutuksen määrittämisen
- energialaskennan lähtötiedot ja tulokset
- kesäaikainen huonelämpötilan ja mahdollisen jäähdytystehon
- rakennuksen lämpöhäviöiden määräystenmukaisuuden osoittamisen
- Rakennuksen lämmitysmiotoitustilanteen tehon
- rakennuksen energiatodistuksen

3 LASKENNAN LÄHTÖKOHTA

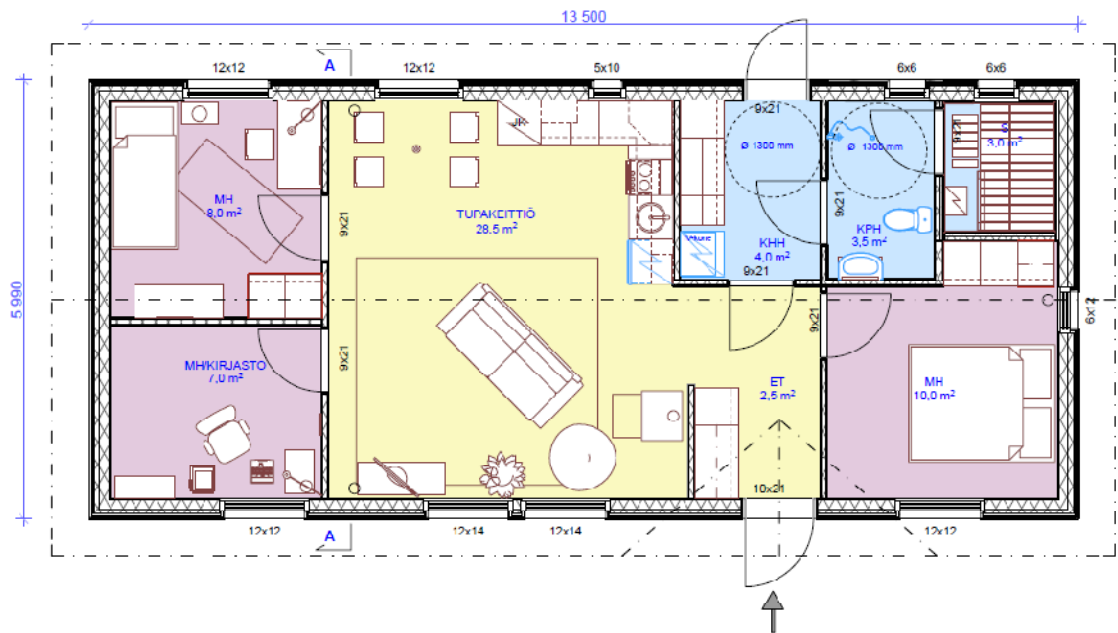
3.1 Rakennuksen perustiedot

Tutkimuksen alla oleva talomalli on Teijo-Talot yhtiöiden perustalomalli Käpy, joka on pohjaratkaisultaan hyvin tavanomainen ja selkeä (kuva 3,4). Rakennuksen rakennuskonsepti on monistettavissa pienillä muutoksilla lähes kaikkiin talomalleihin.



Kuva 3. Talo toimitettuna asiakkaalle, Teijo-Talot Häme

Rakenneratkaisut ja talotekniset järjestelmät ovat kaikissa talomalleissa perustoimitussisällössä hyvin samankaltaiset. Rakennustuotannossa saadaan merkittäviä etuja, kun tuotanto on hyvin pitkälle standardisoitua ja suunniteltua ennen varsinaista rakennustyötä. Monistettavuus tuovat taloudellista etua työtekniikoiden vakiintumisen kautta. Suunnitteluratkaisut ovat myös toistettavissa.



Kuva 4. Talomalli Käpy pohjapiirustus, Teijo-talot Häme

3.1.1 Rakennuksen yleistiedot

Tutkimusrakennus on oheisen pohjapiirustuksen mukainen (kuva 4). Rakennus on pohja- ja rakenneratkaisuiltaan Teijo-talojen rakennustuotannon standardisointitasa. Oheisessa listassa on esitetty rakennuksen pinta-ala ja tilavuus tiedot:

- bruttoala	80,87 br ^m ²
- kerrosala (250mm säännön mukaan)	80,35 kem ²
- huoneistoala	69,50 hum ²
- ilmatilavuus	185,22 m ³
- rakennuksen tilavuus	292,34 rm ³
- ovipinta-ala	3,99 m ²
- ikkunapinta-alat	
- itään	6,24 m ²
- etelään	0,00 m ²
- länteen	4,10 m ²
- pohjoiseen	0,72 m ²

3.1.2 Rakennuksen sijainti ja sijoittelu

Rakennus sijoitetaan tehtaan omalle näyttelyalueelle Tuulokseen, joka sijaitsee 20 km päässä Hämeenlinnan keskustasta. Rakennuksen pääsisäänkäyntijulkisivu asetetaan itään. Aurinko pääsee paistamaan rakennukseen avoimesti, sillä puusto on nuorta ja matalaa männikköä.

3.1.3 Rakennuksen rakenneratkaisut

Vertailurakennus on rakenneratkaisuiltaan puurunkoinen rakennus, joka on perustettu patentoidulle täysin siirrettävälle perustusjärjestelmälle. Rakennuksen eri rakennusosien U-arvot ja pinta-alat esitellään seuraavaksi.

Alapohjarakenteena on teräsbetonipalkisto, jonka lämmöneristeenä on paisutettua polystyreeniä, EPS 60 370 mm. Tällä rakenteella saavutetaan U-arvo 0,16 W/m²K, pinta-ala 80,35 m². Teräsbetonipalkisto heikentää rakennusosan U-arvoa. (Liite 1)

Yläpohjarakenteessa käytetään tehdasvalmisteisia saksikattoristikoita. Lämmöneristeenä on Isoverin puhallusvillaa 450 mm. U-arvona 0,09 W/m²K, pinta-ala 84,35 m². (Liite 1)

Ulkoseinärakenteessa on 48x148 mitallistettu puurunko k600 jaolla, lämmöneristeenä käytetään Isover kl-33 150 mm, rakenteessa on ulkopuolinen vaakakoolaus k600 jaolla, lämmöneristeenä Isover kl-33 70 mm. Tuulensuojalevynä käytetään Gyproc 9 mm. Tällä rakenteella saavutetaan U-arvo 0,16 W/m²K, pinta-ala 105,51 m². (Liite 1)

Ikkunat ovat li-puunjalostuksen kolmilasisia puualumiini-ikkunoita g=0,45, joissa on selektiivilasit. Puuston aiheuttaman varjostuksen osuus on 10 astetta. Räystäiden aiheuttama yläpuolinen varjostus on 2 astetta, sivuvarjostuksia ei ole. Ikkunan g-arvo kuvaa ikkunan lasipinnan kokonaisläpäisyä.

Ulko-ovet ovat Fenestran perustason ulko-ovia, joissa on lämmöneristeenä solupolyuretaani.

Ikkunat ja ovet ovat U-arvoltaan 1,0 W/m²K. (Liite 2, Liite 3)

3.1.4 Rakennuksen ilmatiiveys

Rakennuksessa voidaan käyttää ilmatiiveyslukuna n50:n mukaisesti mitattuna 1,0. Arvo on keskiarvo jatkuvista tiiveysmittauksista. Arvoa voidaan käyttää standardisoidussa teollisessa rakennustuotannossa. Tutkimuksen teon yhteydessä tehtaalla saatu keskiarvo on 1,0. Paras mittaustulos on 50 Pascalin paineella mitattuna 0,50.

3.1.5 Rakennuksen talotekninen järjestelmä

Rakennuksen lämmöntuottojärjestelmänä on vertailulaskennassa käytössä sähköinen lattialämmitys, jonka vuosihyötysuhteena käytetään arvoa 1,0. Lämmityksen luovutushäviö on 10 kWh/brm² ja säätöhäviö 4 kWh/brm². Tällöin vuotuisesti lämmöntuottohäviöksi muodostuu 1132,18 kWh/a. (RakMk D5, taulukko 6.1, s. 29.)

Lämminvesivaraaja on vertailurakennuksessa saunan lauteiden alle asennettava vaakavaraaja Nibe haato Metro RR 120 litraa. Tällöin varaajahäviöksi saadaan 0,10 kW. Lämpimän käyttöveden kiertopiirin lämpöhäviönä käytetään asuinrakennuksissa, joissa ei ole märkätilojen lämmityslaitteita, 15 kWh/brm² (RakMk D5, taulukko 6.2, s.26.)

Lämmintä käyttövettä kuluu 50 litraa/vuorokausi/henkilö. (RakMk D5, taulukko 5.1, s.27.) Tällöin nelihenkinen perhe kuluttaa 72 m³. Käyttövesi lämmitetään +60 asteeseen. Tulevan veden lämpötila on arvioitu +5 asteeseen.

Ilmanvaihtojärjestelmä on varustettuna lämmöntalteenotolla. Järjestelmässä on jäädytysjärjestelmä. Ilmanvaihto on mitoitettu rakennuksessa lvi-suunnittelijan suunnitelmien mukaisesti. Tuloilman määrä on 40 l/s, jäteilmavirtaus on 44 l/s. Kanavapaineena käytetään 125 Pa. (Liite 4.)

Ilmanvaihtolaitteena on vertailutalossa Enervent Plaza eco ECE. Laite ei ole varustettuna jälkilämmityspatterilla. Ilmanvaihtolaitteen vuosihyötysuhde on 72,10 %. Laite on käynnissä vuorokaudessa noin 22 tuntia. (Liite 5.)

3.1.6 Laskennassa käytettävät vakiot

Laskennassa käytetään mitoitettua neljän hengen perhettä, jotta saatavat tulokset ovat vertailukelpoisia keskenään. Rakennuksen vertailulaskennassa käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelman D3 ja D5 osia sekä Energiatehokkuusdirektiivin mukaista laskentaa. Tutkimuksessa käytetään ulkoilmatietoina Jyväskylän säätietoja ja auringon astepäivälukuja. Käytetyt tiedot ovat pitkän aikavälin keskiarvoja. Viimeisimpiä vuosia ei ole mukana keskiarvoissa. Tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen nettoenergiantarvetta ja tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen ostoenergiankulutusta määritettäessä käytetään muuntokerrointa seuraavasti:

Arvot ovat seuraavat

- | | |
|------------------------|------|
| - normitalossa | 0,90 |
| - matalaenergiatalossa | 0,88 |
| - passiivitalossa | 0,85 |

(RIL-249–2009, taulukko 1.1, s.29.)

Henkilöiden luovuttamana energiamääränä käytetään 8,00 kWh/brm²/a. Arvo on RakMk:n ohjeiden mukainen. (RakMk D5 taulukko 8.1, s.39.)

Rakennus on ulkoseinä-, väliseinä- ja yläpohjarakenteeltaan puinen kevytrankarakenteinen. Alapohja on betonia. Tällöin rakennus kuuluu rakennetyypeiltään luokkaan keskiraskas I, jolloin voidaan käyttää rakennuksen ominaislämpökapasiteettina 70,0 Wh/brm²K. (RakMk D5 taulukko 7.1, s.33.)

Ostoenergian hintana käytetään sähköllä 0,12 €/kWh. Sähkön hinnassa huomioidaan myös sähkönsiirtomaksu.

3.1.7 Laitesähkönkulutus

Rakennus varustetaan perustoimitussisällön laitteilla ja tavanomaisilla kodinkoneilla ja viihde-elektroniikalla. Laskennassa käytetään laitteilla rakentamismääräyskokoelman mukaisia energiankulutuksen arvoja. Lähtötilanteen rakennuksen laitteet ja niiden kulutukset;

- kodinkoneet ¹⁾	1780 kWh/a
- kiuas ²⁾	416 kWh/a
- valaistus ³⁾	516 kWh/a
- Yhteensä	2712 kWh/a

¹⁾ Kodinkoneet; liesi, mikroaaltouuni, kahvinkeitin, astianpesukone, jääkaappi-pakastin, pyykinpesukone, tv, dvd-soitin, PC.

²⁾ Saunan lämmitys arvioitu 1 krt/vko

³⁾ Valaistus 15W/hum², käyttö 550 h/a, huonekohtaisilla kytkimillä varustettuna.

4 Lähtötasotutkimuksen tulokset

Tässä luvussa käsitellään lähtötasotutkimuksessa saadut tulokset rakennuksen energiankulutuksista. Saadut arvot selvitetään yksityiskohtaisesti omissa luvuissaan. Lähtötasotutkimuksessa tehty laskenta on toteutettu nyt käytössä olevien määräysten ja ohjeiden mukaisella menettelyllä. Laskenta perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelman osiin C3,4 ja D2,3,5. Laskennasta tuloksena annetaan määräysten edellyttämät selvitykset kuten; rakennuksen lämpöhäviöt tasauslaskentamenetelmällä, ilmanvaihtojärjestelmän tehokkuus, rakennuksen lämmitysteho, kesäajan huonelämpötilat sekä rakennuksen energiankulutus ja energiatodistus.

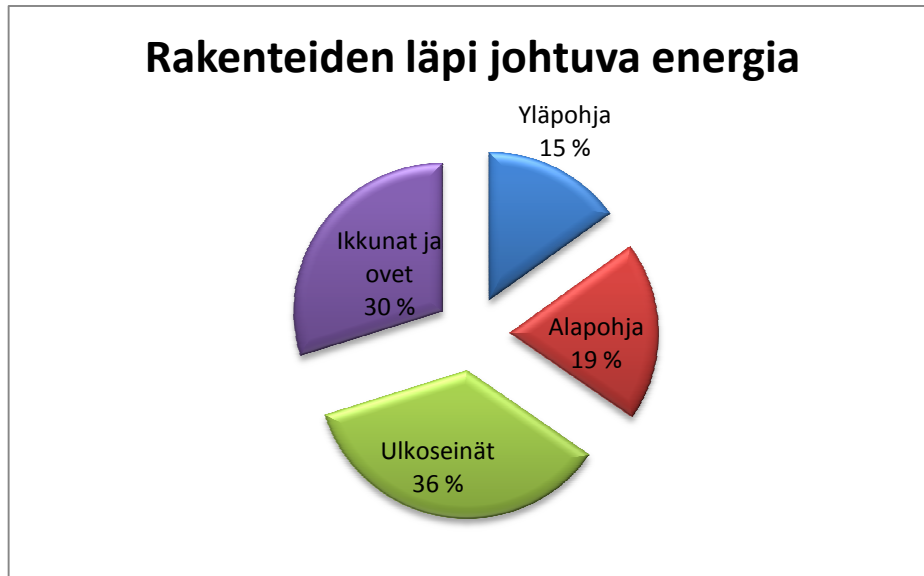
4.1 Energiankulutukset

4.1.1 Rakenteiden läpi johtuva energia

Rakennuksen rakenteiden läpi johtuva energia on suurimmillaan lämmityskausina joulukuusi - helmikuussa, jolloin lämpötilaero sisä- ja ulkoilman on suurimmil-

laan. Tällöin rakenteiden läpi johtuu noin 1000 kWh energiaa kuukaudessa(kuvio 1).

Rakenteiden läpi johtuvan energian määrä on vuosittain 8060 kWh.

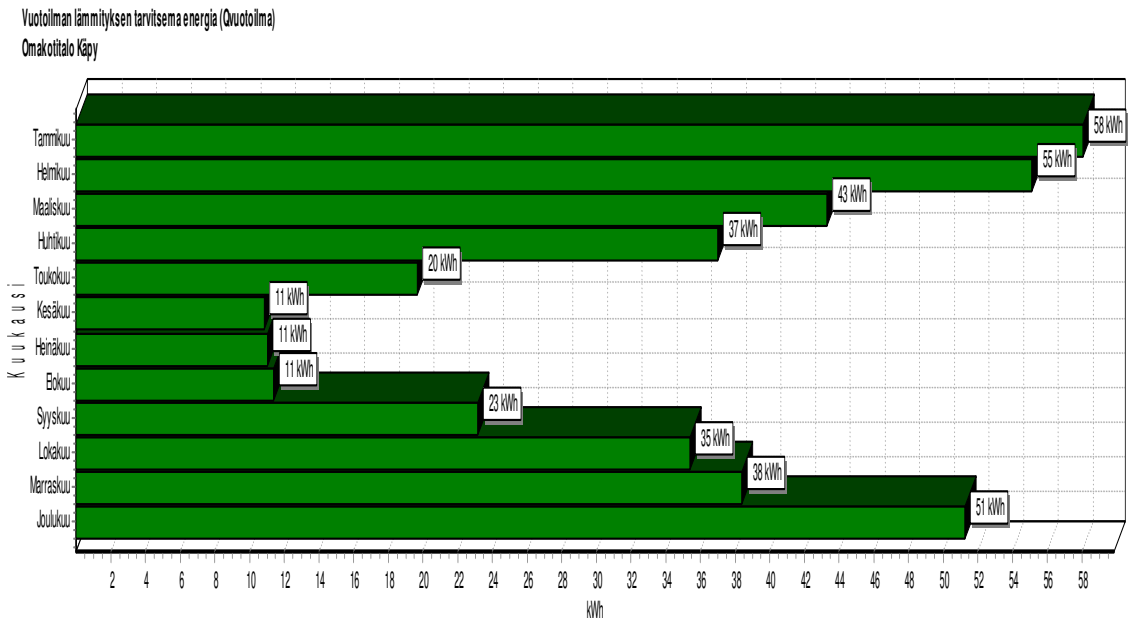


Kuvio 1. Rakenteiden läpi johtuvan energian prosentuaaliset osuudet eri rakennusosittain

Kuvio 1 osoittaa, että merkityksellisemmät osuudet rakennuksen rakenteiden läpi menevästä energiasta koostuu vertailutalossa ulkoseinärakenteiden läpi johtuvasta energiasta ja ikkunoiden ja ovien läpi johtuvasta energiasta. Osuudet ovat noin 2500 kWh luokkaa vuotuisella tasolla. (Liite 6)

4.1.2 Vuotoilman tarvitsema lämmitysenergia

Rakennuksen ilmatiiveyden ollessa ilmatiiveysmittauksessa n50:n mukaisesti arvo 1,0, rakenteiden vuotoilman kuluttama lämmitysenergia on 395 kWh vuodessa. (Kuvio 2) Suurin osa energian kulutuksesta muodostuu lämmityskausien aikana. Suurimmillaan vuotoilman mukana rakennuksesta kulkeutuu noin 60 kWh kuukaudessa energiaa. Kesäkuukausina energiamäärä laskee noin 10 kWh:iin kuukaudessa. (Liite 6)



Kuvio 2. Vuotoilman kuukausittainen energiankulutus

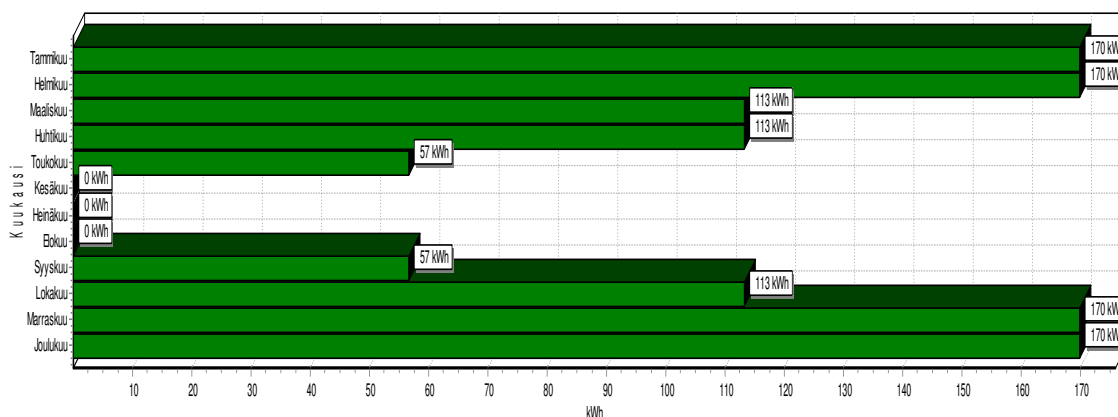
4.1.3 Ilmanvaihdon lämmitysenergia

Ilmanvaihdon lämmitys kuluttaa energiaa 2189 kWh vuodessa. Suurin osa ilmanvaihdon lämmitysenergiatarpeesta muodostuu kylmään aikaan, tällöin kuukausittainen energiankulutus on 300 kWh:n luokkaa. Kesäaikaan energiantarve on noin 60 – 65 kWh kuukaudessa. Järjestelmään on kytkettynä jäähdytysjärjestelmä. (Liite 6)

4.1.4 Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia

Rakennuksen lämmöntuottojärjestelmässä syntyvä lämpöhäviöenergia on 1132 kWh vuodessa. (Kuvio 3) Suurin osa lämpöhäviöenergiasta muodostuu kylmänä aikakautena. Kylminä kuukausina energiantarve on noin 170 kWh kuukaudessa. Lämpimimpien kuukausien (kesä-, heinä- ja elokuun) aikana energiaa ei kulu lainkaan.

Tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia (Lämmitys,tilat,häviöt)
Omakoittalo Käpy



Kuvio 3. Tilojen lämmitysjärjestelmän kuukausittainen lämpöhäviöenergia

Lämpöhäviöenergia koostuu lattialämmityksen luovutushäviöstä, joka oletetaan Rakentamismääräyskokoelman ohjeiden mukaan 10 kWh/brm². Säätohäviö on rakennuksen lämmitysjärjestelmässä 4 kWh/brm². Lämpöhäviöstä lämpökuormaksi siirtyy 70 %. (Liite 6)

4.1.5 Käyttöveden lämmitykseen tarvittava energia

Rakennuksessa oletettava nelihenkinen perhe kuluttaa vuotuisesti 72 m³ lämmintä käyttövettä. Lämpimän käyttöveden muodostamiseen tarvitaan tällöin 4620 kWh vuosittain. Lämmityksen tarvitsema energiamäärä on tasainen läpi vuoden. Kuukausittainen energiantarve vaihtelee 380 – 390 kWh välillä.(Liite 6)

4.1.6 Käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia

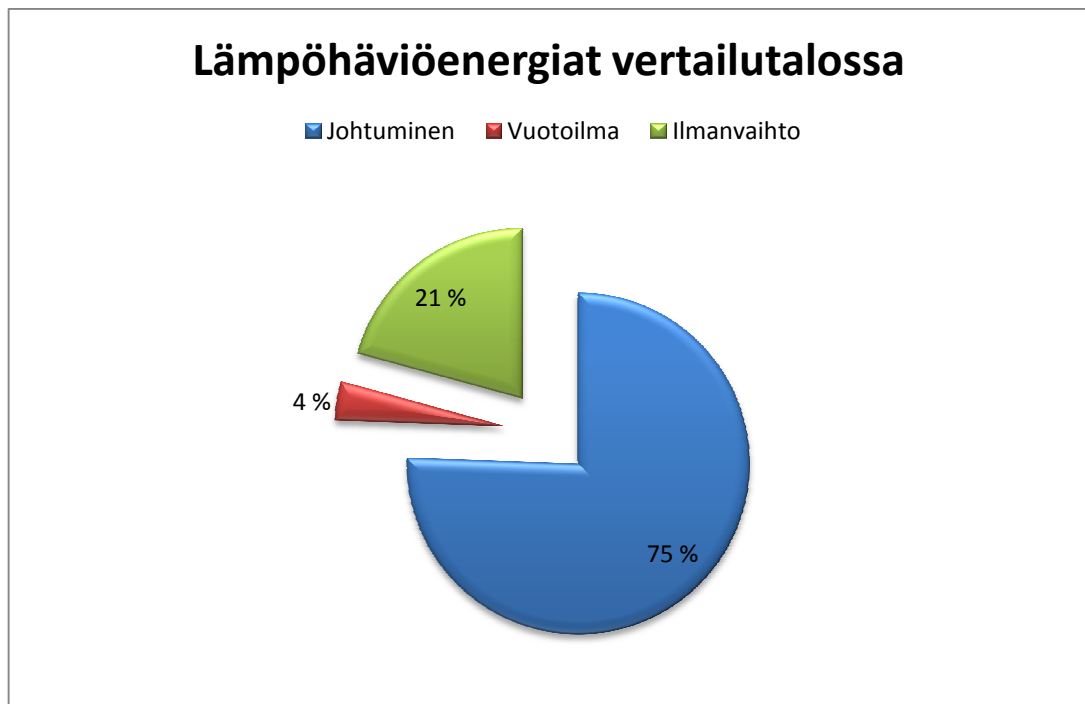
Lämpimän käyttöveden muodostamisessa syntyy lämpöhäviötä 2089 kWh vuodessa. Lämpöhäviö on tasainen vuoden läpi, sillä lämpimän käyttöveden tarve säilyy lämpimästä kaudesta huolimatta. Kuukausittaisella tasolla energiahäviö on noin 175 kWh. Lämpöhäviöenergiasta siirtyy lämpökuormaksi rakennukseen 80 %. (Liite 6)

4.1.7 Valaistuksen ja laitteiden kuluttama energia

Valaistuksen, kodinkoneiden ja muiden laitteiden kuluttama energia on 2712 kWh vuodessa. Kuukausittainen energian kulutus on pääsääntöisesti 230 kWh. Laitteiden kulutus on arvioitu toteutetuksi energiankulutukseltaan perustasoisiksi. Osa-aluekohtaiset kulutukset ovat esitetty kohdassa 3.1.7. (Liite 6)

4.1.8 Lämpöhäviöiden yhteenveto

Rakennuksen lämpöhäviöenergia koostuu 75-prosenttisesti rakenteiden läpi johtuvasta energiasta. Ilmanvaihdon tuloilmapatterin muodostama lämpöhäviö on viidenneksen verran kokonaislämpöhäviöstä. Lämpöhäviöiden vertailu kuviossa (kuvio 4) ei ole huomioitu valaistuksen, eikä lämpimänkäyttöveden muodostamisen lämpöhäviötä. Lämpöhäviöenergiaa ilmoitettaessa ei huomioida käyttöveden lämmittämisessä muodostuvaa lämpöhäviötä eikä laitesähkön kulutusta.



Kuvio 4. Vertailutalon lämpöhäviöenergioiden osuudet

Energiätehokkaampaa ratkaisua pohdittaessa tulee kiinnittää huomiota rakenteiden energiatehokkuuteen, sillä osuus on merkittävässä osassa lämpöhäviöiden rajoittamisessa energiatehokkaamman kokonaisratkaisun aikaansaamiseksi. Rakennusosien U-arvoja on mahdollisesti parannettava kustannusten kohtuuden säilyttämisen rajoissa. Vuotoilman osuus on huomattavan pieni vertailutalolaskennassa. Vuotoilman kuluttaman energian osuus tulee kasvamaan merkittävästi siirryttäessä entistä energiatehokkaampiin kokonaisuuksiin. (Liite 6)

4.2 Lämpökuormat

4.2.1 Henkilöiden luovuttama lämpöenergia

Vertailutalossa asuva nelihenkinen perhe luovuttaa lämpöenergiaa 647 kWh. Tällöin lämpöenergiaa vapautuu noin 55 kWh kuukaudessa. Vapautuvan energian määrä pysyy vakiona kuukausitasolla. Laskennassa käytetyt arvot ovat RakMk:n mukaisia. (Liite 6)

4.2.2 Lämmityslaitteiden luovuttama lämpöenergia

Sähköinen lattialämmitys luovuttaa tiloihin järjestelmästänsä vuodessa 793 kWh lämpöenergiaa. Lämmitystarve on lämmityskuukausina noin 120 kWh kuukaudessa. Lämmityksen luovuttama energia on kesäkuukausina nolla. (Liite 6)

4.2.3 Käyttöveden lämmityksestä johtuva lämpökuorma

Käyttöveden lämmitykseen käytettävästä energiasta ja lämpöhäviöenergiasta lämpökuormaksi muodostuu 80 %. Tämä osuus tuottaa tiloihin lämpöenergia vuoden aikana 5158 kWh. Luku sisältää myös käyttöveden käytöstä vapautuvan energian osuuden, joka vapautuu esimerkiksi suihkussa käynnin yhteydessä. Käyttöveden lämpökuormaenergia on kuukausittaisella tasolla noin 425 kWh. Kuorma on tasaisen vakio vuodenajasta riippumatta. (Liite 6)

4.2.4 Sähkölaitteiden luovuttama lämpöenergia

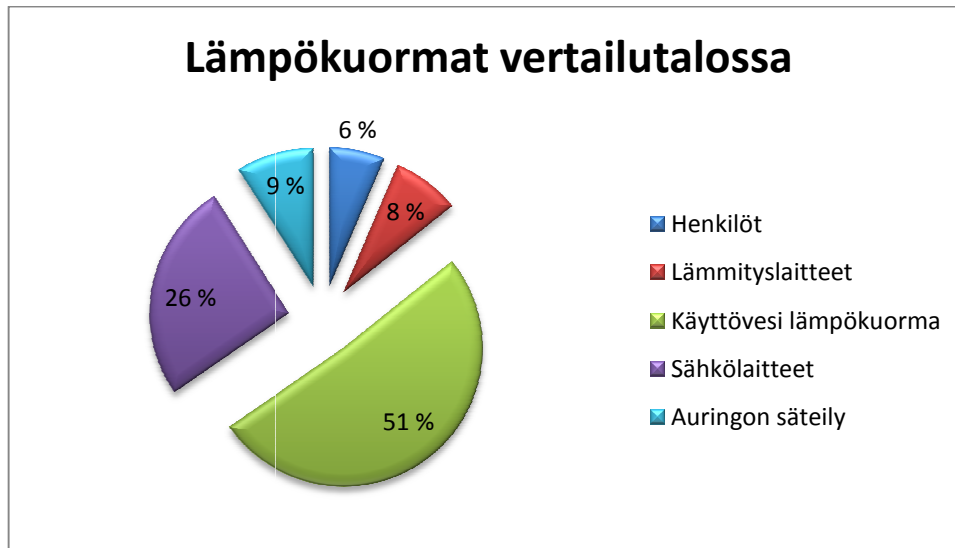
Tiloissa olevat sähkölaitteet, kuten valaistus, kodinkoneet ja muut kodin laitteet luovuttavat tiloihin lämpöenergiaa 32 kWh/brm² vuodessa, joka on vertailutalossa yhteensä 2588 kWh. Arvo on rakentamismääräyskokoelman ohjeiden mukainen. Sähkölaitteiden kuukausittainen lämpökuorma on tasainen noin 220 kWh. (Liite 6)

4.2.5 Auringon säteilyn tuottama lämpöenergia

Aurinko tuottaa ilmaiseenergiaa rakennukseen lähtökohdassa määritetyn sijainnin mukaan 908 kWh vuodessa. Energia siirtyy rakennukseen säteilynä ikkunoiden kautta. (Liite 6)

4.2.6 Yhteenveto lämpökuormista

Kokonaisuudessaan lämpökuormaa muodostuu vuotuisesti 10094 kW. Suurin osa rakennuksen lämpökuormasta syntyy lämpimän käyttöveden valmistuksessa muodostuvasta lämpöenergiasta. Sen osuus on koko kokonaislämpökuormasta yli 50 prosenttia. Sähkölaitteet merkitsevät neljänneksen osuutta kokonaislämpökuormasta. (kuvio 5)



Kuvio 5. Vertailutalon laitteista, henkilöistä, auringonsäteilystä muodostuvat lämpökuormat

Henkilöiden, lämmityslaitteiden ja auringon säteilyn tuottavat lämpökuormaa noin kymmenesosan kokonaislämpökuormasta. Huomioitavaa on, että todellisuudessa kokonaislämpöenergiasta voidaan hyödyntää noin 78 %. Lämpimänä aikakautena lämpökuormaa ei voida hyödyntää kuin noin 50 %, sillä lämmitystä ei tarvita tänä aikana, jotta saadaan ylläpidettyä sisäilman lämpötila +21 asteissa. Jäljelle jää hyödynnettävää lämpöenergiaa 8121 kWh vuodessa. (Liite 6)

4.3 Tilojen lämmityksen nettoenergiantarve

Vertailutalossa tilojen lämmityksen nettoenergiantarve on 5826,1 kWh. Kulutus on saatu laskemalla tarvittavan lämpöenergian määrä kuukausitasolla ja vähennetty siitä edellisessä luvussa mainitut lämpökuormat. Vertailutalon lämmityksen nettoenergiantarve on 63,4 kWh/brm² vuotuisella tasolla. Sijainnin korjauskertoimen avulla muutettuna nettoenergiantarve on Etelä-Suomen alueel-

la(0,9), (RIL 249–2009, taulukko 1.1) 57,1 kWh/brm² Tämä osoittaa rakennuksen kuuluvan normitaloluokkaan tilojen lämmityksen nettoenergiantarpeen osalta.

4.4 Tilojen lämmitysenergian kulutus

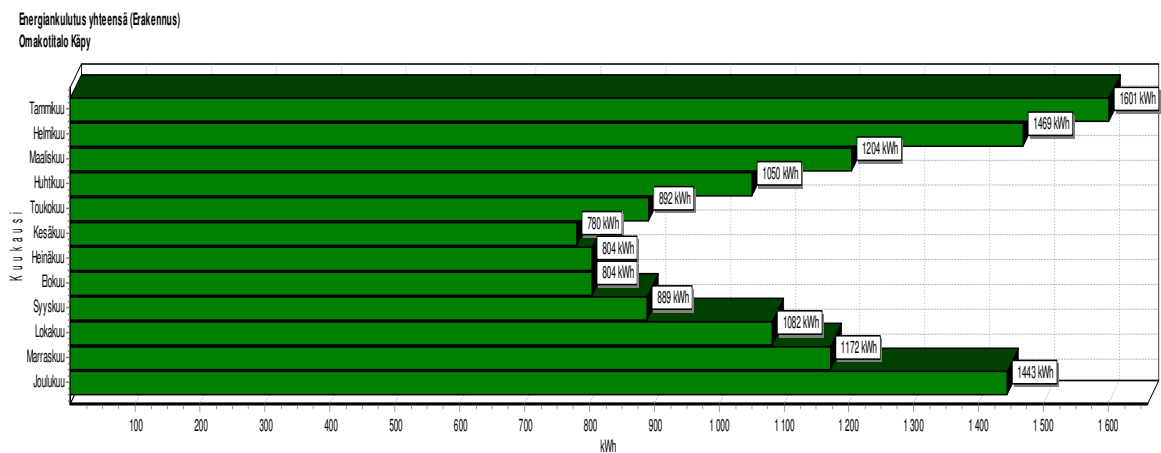
Rakennuksen tilojen lämpötilan ylläpitäminen kuluttaa vuodessa 3678 kWh energiaa. Tilojen lämmityksen nettoenergiatarve on mainittu 256 kWh vuodessa. Lämpöhäviöiden osuus on lämmitysenergian kulutuksesta 1132 kWh. Lämmitysenergiatarve on kesäkuukausina noin 5 kWh kuukaudessa. Lämmityskautena kulutus on noin 700 kWh kuukaudessa. (Liite 6)

4.5 Lämmitysenergian kulutus

Rakennuksen tilojen lämmitykseen ja lämpimän käyttöveden muodostukseen kuluu vuodessa 10387 kWh energiaa. Tilojen lämmitysenergian kulutus on 3678 kWh, joka on 35 % lämmitysenergian kulutuksesta. 65 % lämmitysenergian kulutuksesta muodostuu lämpimän käyttöveden muodostamisesta. (Liite 6)

4.6 Rakennuksen ostoenergiatarve

Rakennuksen ostoenergian määrä on huomattavan korkea 13190 kWh. Ostoenergian määrä sisältää tilojen lämmitykseen kuluvan energian lisäksi myös laitesähkön määrän. (kuvio 6)Huomioitavaa on, että rakennuksessa on sähköinen lattialämmitys. (Liite 6)



Kuvio 6. Rakennuksen ostoenergiat kWh kuukausittain

4.7 Tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen ostoenergianominaiskulutus

Rakennuksen tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen ostoenergian ominaiskulutus on 5826,1 kWh vuodessa. Tällöin rakennuksessa kuluu energiaa 63,4 kWh/brm². Kertoimella korjattuna arvo on 57,1 kWh/brm². Tällöin rakennus kuuluu energialuokituksestaan normitaloihin.

4.8 Vertailutalon tasauslaskennan tulokset

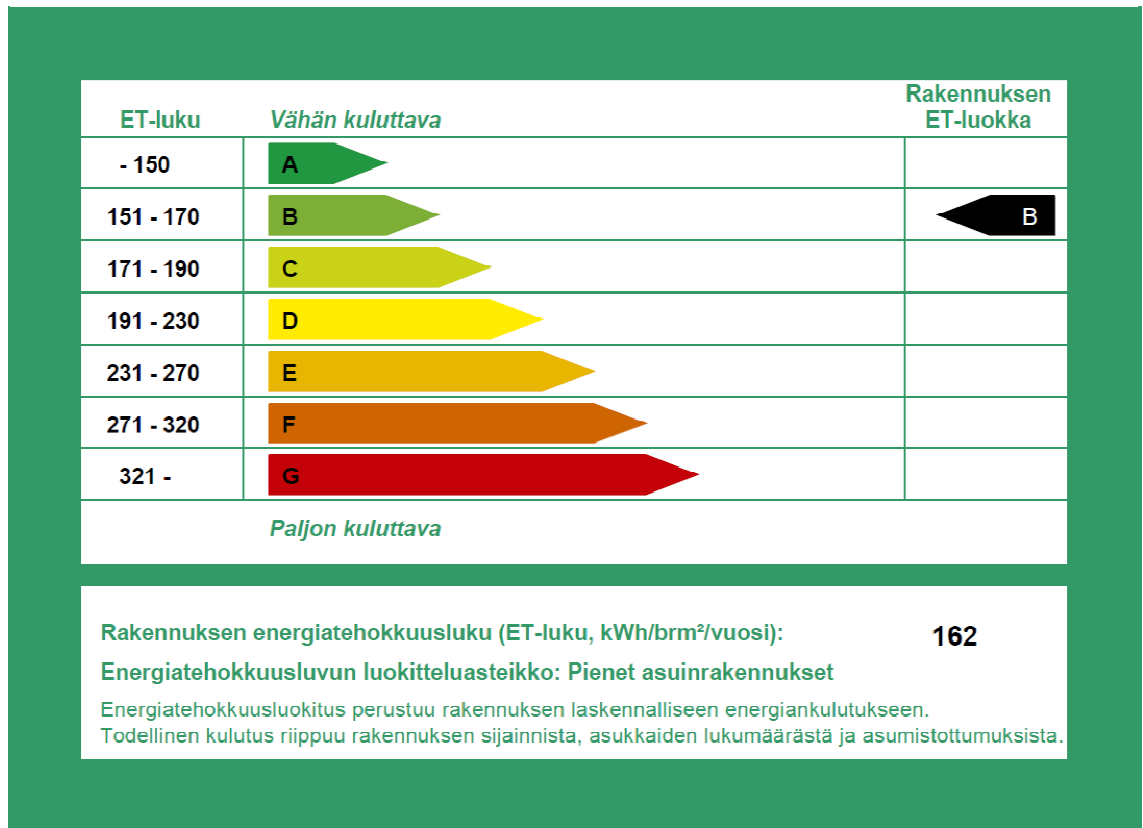
Rakennus täyttää vuonna 2010 voimaan astuneet määräykset. Rakennuksen ratkaisut täyttävät matalaenergiatasoon vaaditun suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö vaateen. Vaade on 75 W/K, saatu tulos on 70 W/K. Lämpöhäviön osuus on vertailutasosta 79 %, kun matalaenergiatason raja on 85 % ominaislämpöhäviöstä. (Liite 7)

4.9 Rakennuksen energialuokitus

Rakennus täyttää RakMk:n matalaenergiarakentamisen periaatteen mukaiset raja-arvot. Rakennuksen tasauslaskennassa saatu laskennallinen lämpöhäviö täytyy olla alle 85 % rakennukselle määritetystä vertailulämpöhäviöstä. Rakennuksen lämmitysjärjestelmän (sähkölämmitys) hyötysuhde on vertailutalossa 1,0, jolloin alueellista kulutustasoa ei tarvitse huomioida. Raja-arvot matalaenergiarakennukselle on esitetty kohdassa 2.1 Energiakäsitteistö, s.13. Arvot ovat selvitetty tarkemmin kohdissa 4.3 ja 4.7. Näiden osalta rakennuksen energiatehokkuusluokka on normitalo.

4.10 Vertailutalon ET-luku

Valituilla vakioituilla tuotannossa käytettävillä rakenteilla ja taloteknisillä järjestelmillä saavutetaan rakennuksen ET-luvuksi 162 kWh/brm². Tällä saavutetaan ET-luokaksi B (kuva 5).



Kuva 5. Ote vertailutalon energiatodistuksesta

Rakennus täyttää sille asetetut energiatehokkuusvaatimukset ja on lisäksi ta-sauslaskennallisesti matalaenergiatasoa. (Liite 7,8)

4.11 Yhteenveto energiankulutuksesta vertailutalossa

Rakennuksessa kuluu kokonaisuudessaan energiaa vuodessa 13081 kWh. Kuukausittainen kulutustaso on noin 1100 kWh. Energiankulutus on huipussaan tammikuussa, kun lämmitysenergiantarve on suurimmillaan. Tällöin energiaa kuluu 1600 kWh.

4.12 Ylläpitokustannukset

Rakennuksen lämmitykseen kuluu siis 10369 kWh ostoenergiaa. Sähkön hin-nan ollessa siirtomaksu huomioon ottaen 0,12 €/kWh. Vuodessa lämmitykseen kuluu 1244 €. Lämmityskuukausina lämmitysenergian ostoon kuluu noin 180 € kuukaudessa (taulukko 1).

Rakennuksen ostoenergiat

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlämm, osto:	Wsähkö, osto:	Qjäähd, osto:	Yhteensä:
Tammikuu	164.14 euro	34.55 euro	-0.00 euro	198.69 euro
Helmikuu	150.87 euro	31.21 euro	-0.00 euro	182.07 euro
Maaliskuu	114.99 euro	34.55 euro	-0.00 euro	149.54 euro
Huhtikuu	95.79 euro	33.44 euro	-0.00 euro	129.23 euro
Toukokuu	78.75 euro	34.55 euro	-0.00 euro	113.30 euro
Kesäkuu	66.86 euro	33.44 euro	-0.00 euro	100.30 euro
Heinäkuu	68.89 euro	34.55 euro	-0.00 euro	103.44 euro
Elokuu	68.87 euro	34.55 euro	-0.00 euro	103.42 euro
Syyskuu	78.35 euro	33.44 euro	-0.00 euro	111.78 euro
Lokakuu	99.83 euro	34.55 euro	-0.00 euro	134.38 euro
Marraskuu	112.01 euro	33.44 euro	-0.00 euro	145.44 euro
Joulukuu	144.93 euro	34.55 euro	-0.00 euro	179.48 euro
Yhteensä:	1244.26 euro	406.80 euro	--	1651.06 euro
Yhteensä:	1651.06 euro			
	Yhteensä/brm2:	20.42 euro/brm2		

Taulukko 1. Rakennuksen ostoenergiat € kuukausittain

Laitesähkön kulutus on kuukausittain samalla tasolla läpi vuoden. Kuukausittainen ostosähkön on noin 35€.

Rakennuksen ylläpito vaatii myös huollollisiin tehtäviin kuluvia panoksia. Ilmanvaihtolaitteen suodattimet tulee vaihtaa vähintään kaksi kertaa vuodessa. Laitteita rikkoutuu vuoden aikana jonkin verran, kuten lamppuja. Tutkimuksessa ei tähän kuitenkaan oteta kantaa. Tehdyillä energiatehokkuuden parannusratkaisuilla saavutetaan myös etua ylläpitokustannuksiin. Esimerkiksi laitteiden vaihtamisella energiatehokkaampaan vaihtoehtoon saavutetaan merkittävää hyötyä.

Ilmanvaihtolaitteiston huoltoon käytettävät panokset ovat vuotuisella tasolla suodattimien hankintahinnan osalta 25,90 €/kpl. Suodattimen vaihtotyöhön kuuluu tunti aikaa vuoden aikana, työn hinta on 55 €/h. Huoltoon kuluu siis yhteensä 158,60 €/kerta. Suodattimet tulee hyvän sisäilmanlaadun saavuttamiseksi vaihtaa vähintään kaksi kertaa.

Tällöin vuotuinen ylläpitokustannus on oheiset tekijät huomioiden;

- rakennuksen lämmitys	1244,26 €
- laitesähkö	406,80 €
- ylläpitokustannukset	158,60 €
- Yhteensä	1809,66 €

4.13 Sisälämpötilat

Kuukausittainen rakennuksen lämpötila tulisi pitää mahdollisimman lähellä +21 astetta. Kesäkuukausina sisätilan lämpötila nousee +5 astetta tavoitelämpötilasta (Taulukko 2). Nousu on yllättävän merkittävä. Tavoitetta laskettaessa rakennukseen lisätään ilmanvaihdon jäähdytys tasaisemman sisälämpötilan saavuttamiseksi. Jäähdytyslaitteiston lisääminen aiheuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen merkittäviä muutoksia.

Sisälämpötilan kuukausikeskiarvo (Ts, lask, keskim)
Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Ts, lask, keskim (°C):
Tammikuu	21.19
Helmikuu	21.25
Maaliskuu	22.04
Huhtikuu	23.47
Toukokuu	24.86
Kesäkuu	26.19
Heinäkuu	26.41
Elokuu	26.39
Syyskuu	24.07
Lokakuu	22.64
Marraskuu	22.11
Joulukuu	21.34

Taulukko 2. Kuukausittaiset sisälämpötilat

5 TAVOITETASON SAAVUTTAMINEN

5.1 Tavoitetason määrittäminen

Saatujen tulosten perusteella päädytään tavoittelemaan laskennallisessa energiatehokkuustutkimuksessa rakennukselle matalaenergiarakennuksen energialuokitusta energiaselvityksen osalta. Tasauskannan osalta pyritään saamaan aikaan merkittävän alhainen ominaislämpöviötaaso. Energiatodistuskannassa pyritään saavuttamaan ET – luvuksi A tai ylläpitämään ET-luvuksi B – energialuokkaan vaadittu taso. Rakennuksen sisälämpötila pyritään pitämään +2 astetta tavoitelämpötilasta. Huomioitavaa on, että tavoitetason määrittämisessä on tiloihin lisätty jäähdytysjärjestelmä asumismukavuutta lisäämään.

5.2 Rakennuksen sijoittelu

Rakennuksen sijoittelua tontilla tullaan muuttamaan auringon säteilyn lisäämiseksi. Pääjulkisivusuunta käännetään idästä etelään. Tällöin suurin osa ikkunalasta on Etelään. Varjostusta lisääviä laitteita ei lisätä. Rakennuksen oikealla sijoittelulla ilmansuuntiin nähden saadaan auringon tuottamaa ilmaisenergiaa taloon noin 100 kWh vuotuisella tasolla.

5.3 Rakennuseristykset

Rakenteiden U-arvot ovat saavuttaneet tietyn tason raja-arvot nykyisellä tasollaan. **Alapohjarakennetta** ei tuotannossamme voida muuttaa rakenneteknisistä syistä, jolloin ainoa keino parantaa rakenteen U-arvoa, on vaihtaa nykyisen paistutetun polystyreenin sijaan eristeeksi solupolyuretaani. Korvattaessa palkistojen väliset tilat solupolystyreenillä, jonka lämmönjohtavuus on 0,027 W/mK, saadaan rakenteen U-arvoa parannettua 0,16:sta 0,147 W/m²K. Rakennuskustannukset kasvavat materiaalien osalta noin 30 %. Työtekniisesti ei tapahdu muutoksia. Lämmöneriste vaihdoksella saavutetaan noin 130 kWh vuotuinen energiasäästö.

Yläpohjarakenteen eristepaksuutta ei voida merkittävästi lisätä rakennusten kuljetusten rajoituksesta. Yläpohjaeristeen U-arvo on saavuttanut myös omalta osaltaan rajapisteensä 0,09 W/m²K. Arvon alle pääseminen vaikuttaa rakentei-

den toimintaan vielä kokemuksen puutteen vuoksi kyseenalaisella tavalla. Mahdollinen Rakenne voitaisiin muuttaa rakennepaksuuksia muuttamatta liite 9 mukaiseksi. Tällöin rakenteen U-arvoksi saataisiin 0,073 W/m²K. Vuotuinen rakennuksen energiasäästö olisi noin 210 kWh.

Ulkoseinärakenteen eristepaksuuden kasvattaminen voidaan todeta tehtäväksi ainoastaan huonetilaan päin. Rakennuksen ulkomittoja ei voida kuljetusrajoitteiden vuoksi kasvattaa yksittäis-moduulirakenteissa. Eristelaadut ovat villapuolella luokkansa parasta eristävyydeltään. Seinärakenne tulisi muuttaa nykyisestä 230 mm:n eristepaksuudesta 275 mm:n. Tällöin vertailutalon seinärakenteen U-arvo saavuttaa arvon 0,127 W/m²K, Liite 10. Nykyinen runkorakenne korvattaisiin 200 mm:n rungolla ja lisäeristeillä. Kyseinen rakenneratkaisu pienentää huoneisto-alaa 2,8 % vertailutalosta, joka vastaa noin 2 m². Rakenteen rakennuskustannus nousee tällöin 35 %. Vuotuinen energiasäästö olisi 725 kWh.

Mahdollinen ratkaisu olisi polyuretaanieristeet. Eristeillä saavutetaan etua ohuempien rakenneratkaisuiden ylläpitämiseksi. 220 mm eristevahvuudella saavutetaan U-arvoksi 0,11 W/m²K. Rakennepaksuus säilyisi samana kuin lähtökohdassa, jolloin huoneistoala säilyisi myös ennallaan. Rakenteen rakennuskustannus nousee lähtökohtatilanteesta kaksinkertaiseksi. Vuotuinen energiasäästö on tällöin 1011 kWh.

Ikkunat ovat vertailutalossa U-arvolla 1,0 W/m²K. Ikkunoiden vaihto energiatehokkaampiin vaikuttaa merkittävästi rakennuksen energiankulutukseen. Tavoitetason saavuttamiseksi ikkunat vaihdetaan esimerkiksi Lammin ikkunan Eko Watti WNS-A energiaikkunoihin, joiden U-arvo on 175 mm karmisyvyydellä 0,67 W/m²K. Rakennuskustannusten nousu on noin 45 %. Vuotuinen energiasäästö on noin 600 kWh. (Liite 11)

Ovien U-arvo on ikkunoiden lailla 1,0 W/m²K. Lähtökohtatalon ulko-ovien tilalle vaihdetaan Lammin ikkunan lämpöulko-ovet. Energiatehokkaampien ulko-ovien U-arvo on keskiarvoltaan 0,56 W/m²K. Rakennuskustannukset kasvavat noin 25 %. Vuotuinen energiasäästö on noin 300 kWh. (Liite 12)

5.4 Rakennuksen ilmatiiveys

Rakennusten ilmatiiveyden keskiarvon parantuessa jatkuvasti kehitettävien työtekniikoiden ja ratkaisuiden sekä laadunvalvonnan vaikutuksesta, arvona voidaan jatkossa käyttää 0,5 l/h n50:n mukaan. Vuotuinen energiasäästö on noin 200 kWh.

5.5 Rakennuksen talotekninen järjestelmä

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on mitoitettu lähtökohtatilanteessa jo vuosihyötysuhteeltaan hyväksi. Järjestelmää voidaan käyttöaikojen kontrolloinnilla säätää taloudellisemmaksi. Vertailutilanteessa laitteen käyttöaika on huomioitu jatkuvasta ilmanvaihdosta muuntokertoimen avulla $r(=0,93)$. Todellisuudessa vuorokautista käyttöaika voidaan pienentää kertoimen avulla 0,77, tällöin koneen käyntiaika on vuorokaudessa noin 16 tuntia. Päiväsaikaan laite voi olla pois käynnistä, kun asukkaat eivät ole oletettavasti paikalla. Yöaikaan kone on 2 tuntia pois käynnistä.

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on mitoitettu lähtökohtatilanteessa jo vuosihyötysuhteeltaan hyväksi. Laitteistoon on lisättävä jäähdytys kesäajan sisälämpötilan hallinnan vuoksi. Ilmanvaihtojärjestelmän huolellisella optimoinnilla saadaan vuosihyötysuhdetta parannettua merkittävästi. Tavoitetasolaskennassa ilmanvaihtolaiteeksi valitaan Enervent Pandion eco EDX-E. Laitteella saavutetaan vuosihyötysuhteeksi 84,5 %. Laite on varustettuna myös jäähdytysjärjestelmällä, EDX-E- lämpöpumpulla. (Liite 13)

Jäähdytysjärjestelmän hyötysuhde on 0,7. Jäähdytysjärjestelmän tavoitelämpötilaksi asetetaan +23 astetta.

Lämpimän käyttövedentuotannosta vapautuvan lämpöhäviöenergian määrä vähennetään energiatehokkaammalla varaajajärjestelmällä. Tällöin lämpökuormaksi muodostuu vain 30 %. Putkistojen eristyksellä ja tarkalla kiertovesisuunnittelulla saadaan kiertohäviötä pienennettyä merkittävästi.

5.5.1 Lämmöntuottojärjestelmä

Lämmöntuottojärjestelmän oikealla valinnalla voidaan tuottaa merkittävää etua rakennuksen ostoenergian määrään. Valittaessa eri lämmöntuotantojärjestelmiä on ostoenergialle eri kertoimet. Sähköllä ja kaukolämmöllä kerroin on 1,0. Ilmalämpöpumpulla on kertoimella arvo 2,0. Maalämmöllä kaikkein suurin 2,5. Lämmöntuotantojärjestelmän vaikutusta ei nykyisellä laskentamenettelyllä oteta huomioon. Ensi vuonna voimaan astuvat energiamääräykset ohjaavat energiantuotantoa energiatehokkaampaan ja ekologisempaan suuntaan.

5.5.2 Valaistus ja laitteet

Rakennuksen ostoenergian määrään voidaan vaikuttaa merkittävästi käytettäessä valaistuksessa led-tekniikkaa. Kodinkoneiden ja laitteiden tulee olla A-energialuokkaa. Valaistuslaitteiston lämpökuorma putoaa myös merkittävästi led-tekniikkaa käytettäessä. Laskennassa näitä tekijöitä ei voida huomioida.

5.5.3 Ylläpito ja huolto

Pitkälle automatisoidut järjestelmät ovat lähtökustannuksiltaan korkeita ja huoltotoimenpiteet vaativat alan ammattilaisen. Automatisoiduilla järjestelmillä säävutetaan oikein toteutettuna kuitenkin merkittäviä käyttökustannussäästöjä. Laitteisto vaurion tai toimintahäiriön aiheuttama vikatila voi aiheuttaa rakennukselle haitallisia tilanteita.

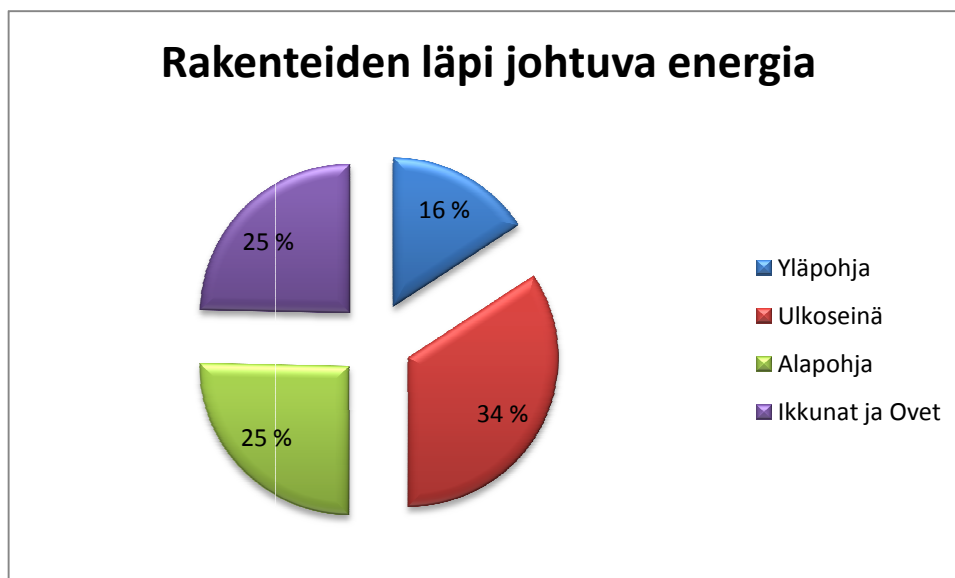
5.6 Yhteenveto

Tehokkaimmat keinot rakennuksen energiatehokkuuden hallintaan rakennusosien kautta ovat ovet ja ikkunat. Ulkoseinärakenteen muutoksella säävutetaan suurin muutos energiankulutukseen valittaessa spu-eristeet, villaeristevahvuuden muutos on takaisinmaksuajaltaan lyhin. Yläpohjan rakenteen muuttaminen on myös varteenotettava keino. Alapohjarakenteen muutoksella saatava hyöty on suhteessa kaikkein heikoin.

Tavoitetason määrittämiseen pyritään seuraavilla toimenpiteillä;

- Rakennuksen sijoittelu
- Rakennuksen ilmatiiveys
- Rakennemuutokset
 - Yläpohja YP 2 rakennetyypin mukaan; (Liite 9/ YP 2)
 - Ulkoseinät US 2 rakennetyypin mukaan; (Liite 10/ US 2 Isover)
 - Ovet U-arvo 0,56 W/m²K
 - Ikkunat U-arvo 0,67 W/m²K
- Talotekniset järjestelmät
 - Ilmanvaihtojärjestelmä: liite 13
 - Lämminvesivaraaja lämpökuorman osuus 30 % energiasta sekä kiertovesihäviö on 7,00 kWh/brm²/vuosi.

5.6.1 Rakenteiden läpi johtuva energia



Kuvio 7, Rakenteiden läpi johtuva energia

Tavoitetason laskennassa rakenteiden läpi johtuvan energian jakautuminen on muuttunut merkittävästi. Lähtötason määrittämisessä suurin osa energian kulu-
tuksesta koostui ulkoseinien ja ikkunoiden sekä ovien muodostamista osuuksis-
ta. Nyt kolmannes kulutuksesta muodostuu alapohjan läpi johtuvasta energias-
ta. Kokonaisuudessaan energiaa johtuu rakenteiden läpi 6242 kWh. Lähtö-

tasossa energiaa johtui 8060 kWh. Vuotuisella tasolla energiasäästö on noin 1800 kWh. (Liite 14)

5.6.2 Vuotoilman tarvitsema lämmitysenergia

Vuotoilman tarvitsema energiamäärä putoaa lähtötasosta luonnollisesti puoleen ilmatiiveyden tason kaksinkertaistuessa. Tavoitetasolaskennassa vuotoilman tarvitsema energia on noin 200 kWh vuotuisella tasolla. Säästöä syntyy tällöin vuodessa 200 kWh. (Liite 14)

5.6.3 Ilmanvaihdon lämmitysenergia

Ilmanvaihtojärjestelmä vaatii tavoitetasossa energiaa noin 1000 kWh vuodessa. Lähtötasossa energiatarve on noin 2200 kWh. Säästöä syntyy 1200 kWh vuodessa. Järjestelmän optimoinnilla ja oikealla valinnalla saavutetaan merkittäviä etuja energian säästön kannalta. (Liite 14)

5.6.4 Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia

Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviö säilyy ennallaan lähtötasoon nähden 1132 kWh/a. (Liite 14)

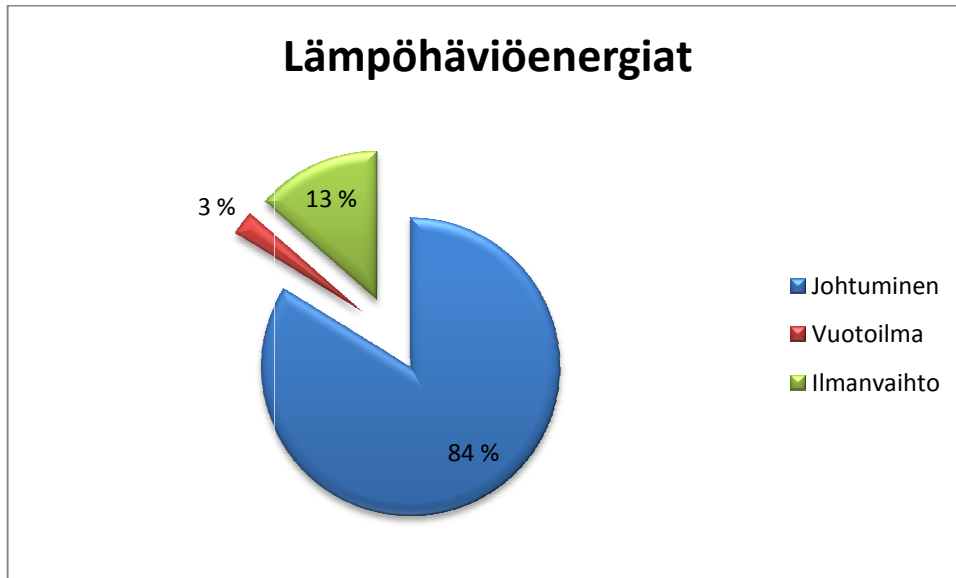
5.6.5 Käyttöveden lämmitys energia ja lämpöhäviöenergia

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema energia säilyy ennallaan 4620 kWh/a. Lämpöhäviöenergia alenee putkieneristyksellä ja kiertolinjojen huolellisella suunnittelulla 2089 kWh:sta 1442 kWh. Lämpimän käyttöveden muodostaminen kuluttaa energiaa yhteensä 6062 kWh. (Liite 14)

5.6.6 Valaistuksen ja laitteiden kuluttama energia

Valaistuksen ja laitteiden energian kulutus säilyy ennallaan 2712 kWh vuodessa. (Liite 14)

5.6.7 Lämpöhäviöiden yhteenveto



Kuvio 8, Tavoitetason talon lämpöhäviöiden koostuminen

Suurin osa tavoitetason lämpöhäviöenergiasta muodostuu rakenteiden läpijohtuvasta energiasta. Lähtötasoon nähden ilmanvaihdon ja vuotoilman osuudet ovat pienentyneet merkittävästi. (Liite 14)

5.7 Lämpökuormat

5.7.1 Henkilöiden luovuttama lämpöenergia

Henkilöiden luovuttama energia säilyy ennallaan. 8 kWh/brm²/vuosi. (Liite 14)

5.7.2 Lämmityslaitteiden luovuttama lämpöenergia

Sähköinen lattialämmitys luovuttaa tiloihin järjestelmästänsä vuodessa 793 kWh lämpöenergiaa. Lämmitystarve on lämmityskuukausina noin 120 kWh kuukaudessa. Lämmityksen luovuttama energia on kesäkuukausina nolla. Lämpöenergian määrä säilyy ennallaan verrattuna lähtötasoon. (Liite 14)

5.7.3 Käyttöveden lämmityksestä johtuva lämpökuorma

Käyttövedenlämmitys tuottaa tiloihin lämpökuormaa 1819 kWh vuodessa. Huomattavaa on, että osa energiasta voidaan hyödyntää lämmitysenergiana. Kesä-

aikana käyttöveden lämmitys aiheuttaa puolestaan lisäjähdytystarvetta. Lämpökuormaksi muodostuu käyttöveden lämmityksestä 30 %. Lähtötasossa lämpöenergiaksi muodostuu 80 %, jolloin energian määrä on 5158 kWh. Ero on merkittävä. Energia säästö on 3339 kWh vuodessa. (Liite 14)

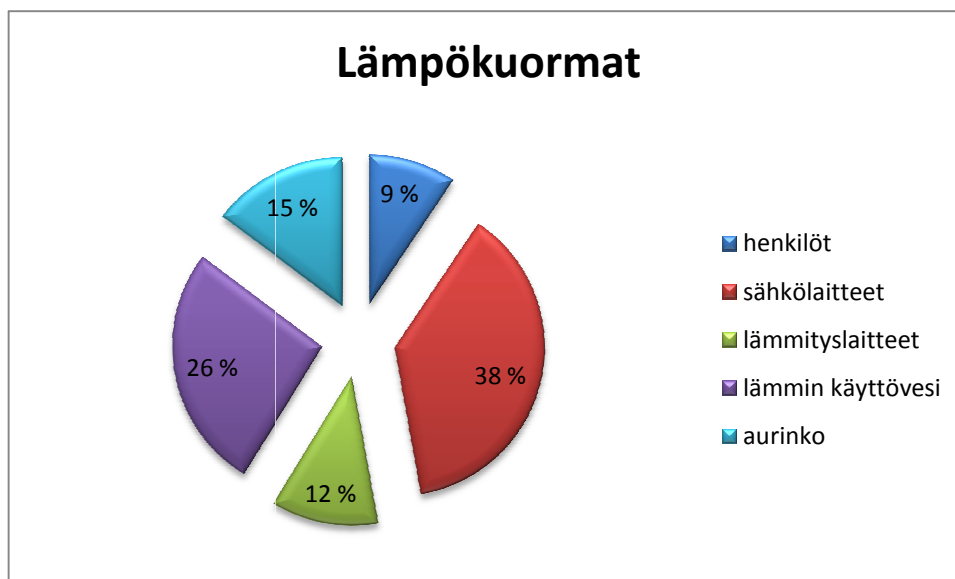
5.7.4 Sähkölaitteiden luovuttama lämpöenergia

Sähkölaitteiden aiheuttama lämpökuorma säilyy samana kuin lähtötilanteessa. Sähkölaitteiden luovuttama lämpöenergiakuorma on 2588 kWh vuodessa. (Liite 14)

5.7.5 Auringon säteilyn tuottama lämpöenergia

Auringon säteily tuottaa tiloihin lämpökuormaa vuodessa 1009 kWh. Lähtökohdatilanteessa, jossa rakennus on sijoitettu pääsisäänkäynniltään Itään, lämpökuorma on 908 kWh. Saavutettu hyöty on noin 10 kWh vuodessa. (Liite 14)

5.7.6 Yhteenveto lämpökuormista



Kuvio 9, Rakennuksen lämpökuormaenergiat tavoitetilanteessa

Suurin osa rakennuksen lämpökuormista syntyy tavoitetilanteessa sähkölaitteiden muodostamasta hukkaenergiasta. Lämpökuormasta 40 % muodostuu sähkölaitteiden lämpökuormasta. Lämpimän käyttöveden osuus on lähtötilanteessa 53 %, tavoitetilanteessa lämpimän käyttöveden osuus on 26 %.

Auringon säteilyn muodostama energian osuus kokonaislämpökuormasta kaksinkertaistuu lähtökohdasta. (Liite 14)

5.8 Tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen nettoenergiantarve

Tavoitetalossa tilojen lämmityksen nettoenergiantarve on 2409 kWh. Kulutus on saatu laskemalla tarvittavan lämpöenergian määrä kuukausitasolla ja vähennetty siitä edellisessä luvussa mainitut lämpökuormat. Vertailutalon lämmityksen nettoenergiantarve on 29,8 kWh/brm² vuotuisella tasolla. Sijainnin korjauskerroimen avulla muutettuna nettoenergiantarve on Etelä-Suomen alueella(0,88), RIL 249–2009, taulukko 1.1 26,2 kWh/brm² Tämä osoittaa rakennuksen kuuluvan matalaenergialuokkaan tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen nettoenergiantarpeen osalta. Energialuokaltaan rakennus voidaan todeta olevan M-26. Vertailutalossa vastaavasti saavutettiin normitalon taso.

5.9 Tilojen lämmitysenergian kulutus

Tilojen lämmitysenergiankulutus on 2717 kWh vuodessa. Lämmitysenergian säästö on vuotuisesti 961 kWh. Lämmitysenergian tarve on kesäkuukausina alle 5 kWh. Lämmityskuukausina on 600 kWh, muutoin lämmitysenergian tarve kasvaa lineaarisesti tammikuuhun, josta laskee taas lineaarisesti kesää kohti. (Liite 14)

5.10 Lämmitysenergian kulutus

Rakennuksen tilojen lämpötilan ylläpitoon ja lämpimän käyttöveden tuotantoon kuluu vuodessa yhteensä 8779 kWh. Lähtötasossa energiaa kuluu 10387 kWh. Vuotuinen energiasäästö on 1608 kWh. Energiankulutus koostuu tilojen lämmityksestä 31 %, lämpimän käyttöveden muodostaminen 69 %:sesti. (Liite 14)

5.11 Rakennuksen ostoenergiantarve

Rakennuksen käytöstä syntyy kustannuksia kuukausittain noin 120 €. Tammi-kuussa, jolloin lämmitysenergian tarve on suurimmillaan, kuukausittainen käyttökustannus on noin 170 €.

Rakennuksen ostoenergiat

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlämm, osto:	Wsähkö, osto:	Qjäähd, osto:	Yhteensä:
Tammikuu	133.66 euro	34.55 euro	0.00 euro	168.21 euro
Helmikuu	117.00 euro	31.21 euro	0.00 euro	148.20 euro
Maaliskuu	93.89 euro	34.55 euro	0.00 euro	128.44 euro
Huhtikuu	80.17 euro	33.44 euro	0.78 euro	114.39 euro
Toukokuu	71.30 euro	34.55 euro	1.22 euro	107.08 euro
Kesäkuu	60.43 euro	33.44 euro	4.07 euro	97.93 euro
Heinäkuu	62.22 euro	34.55 euro	4.51 euro	101.29 euro
Elokuu	62.18 euro	34.55 euro	4.41 euro	101.14 euro
Syyskuu	70.18 euro	33.44 euro	0.00 euro	103.62 euro
Lokakuu	84.78 euro	34.55 euro	0.00 euro	119.33 euro
Marraskuu	96.69 euro	33.44 euro	0.00 euro	130.13 euro
Joulukuu	121.01 euro	34.55 euro	0.00 euro	155.56 euro
Yhteensä:	1053.52 euro	406.80 euro	15.00 euro	1475.32 euro
Yhteensä:	1475.32 euro			
Yhteensä/brm ² :	18.24 euro/brm ²			

Taulukko 3, Rakennuksen ostoenergiankulutus kuukausittain, DETO-Rakennussuunnittelu

Vuodessa rakennuksen käyttöön kuluu noin 1500 € valituilla ratkaisulla ja standardiasetuksilla. Lähtökohtalaskentaan nähden saavutetaan kustannussäästöä 150 € vuodessa, energianostohinnan ollessa 0,12 €/kWh. Laitesähkönkulutus on kuukausitasolla noin 35 €. Tarve pysyy lähes vakiona läpi vuoden.

Rakennuksen käytöstä syntyy kustannuksia ilmanvaihtolaitteiston huollosta, johon kuluu yhteensä 158,60€/kerta. Tällöin vuotuinen ylläpitokustannus on oheiset tekijät huomioiden;

- Rakennuksen lämmitys	1053,32€
- Laitesähkö	406,80€
- Ylläpitokustannukset	158,60€
- Yhteensä	1618,72€

5.12 Tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen ostoenergianominaiskulutus

Rakennuksen tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen ostoenergian ominaiskulutus on 2409 kWh vuodessa. Tällöin rakennuksessa kuluu energiaa 29,8 kWh/brm². Kertoimella(0,88) RIL 249–2009, taulukko 1.1. korjattuna arvo on 26,2 kWh/brm². Tällöin rakennus kuuluu energialuokituksestaan matalaenergiataloihin, tarkemmin ilmoitettuna M-26.

5.12.1 Vertailutalon tasauslaskennan tulokset

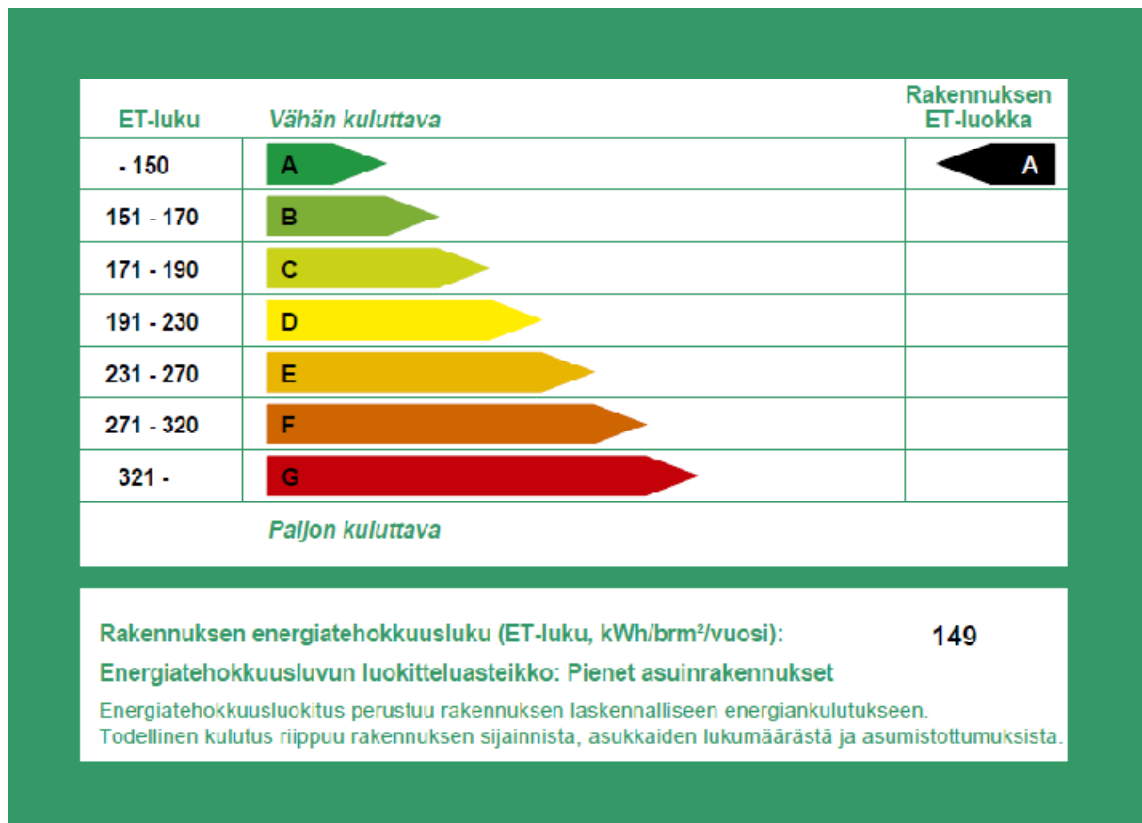
Valituilla toimenpiteillä saavutetaan tasauslaskennalla matalaenergiatason lämpöhäviötaso. Suunnitteluratkaisun lämpöhäviötaso on 51 k/K. 85 % vertailuarvo-
raja on 75 W/K. Prosentuaalisesti lämpöhäviötaso on 58 % vertailulämpöhäviöstä. (Liite 15)

5.13 Rakennuksen energialuokitus

Rakennus saavuttaa valituilla toimenpiteillä energialuokakseen matalaenergiatason, tarkemmin ilmaistuna M-26, jolloin tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen nettoenergiantarve sekä ostoenergianominaiskulutus ovat matalaenergiatasoon vaadittujen rajojen sisällä. Rakennus on hyvin lähellä passiivirakennuksen energialuokitusta, jonka rajana on mainituiden arvojen osalta 25 kWh/brm²/a.

5.14 Vertailutalon ET-luku

Valituilla energiatehokkaammilla rakenteilla ja taloteknisillä järjestelmillä saavutetaan rakennuksen ET-luvuksi 149 kWh/brm². Tällä saavutetaan ET-luokaksi A.



Kuva 6, Rakennuksen ET-luokka ja – luku

Rakennus on siis energiatehokkuudeltaan varsin tehokas. Rakennus täyttää sille asetetut energiatehokkuus vaatimukset ja on lisäksi tasauslaskennallisesti matalaenergiatasoa, lähes passiivitasoa. (Liite 16)

5.15 Yhteenveto energiankulutuksesta vertailutalossa

Rakennuksessa kuluu kokonaisuudessaan energiaa vuodessa 11991 kWh, kun lähtötilanteessa kulutus on 13081 kWh. Kuukausittainen kulutustaso on lähtötasossa noin 1100 kWh. Tavoitelaskennassa saavutetaan noin 1000 kWh kuukaudessa. Energiakulutus on huipussaan tammikuussa, kun lämmitysenergian tarve on suurimmillaan. Tällöin energiaa kuluu 1344 kWh. (Liite 14)

5.16 Sisälämpötilat

Kuukausittainen rakennuksen lämpötila tulisi pitää mahdollisimman lähellä +21 astetta. Kesäkuukausina sisätilan lämpötila nousee +2 astetta tavoitelämpötilasta. Sisälämpötilan nousu on tiloissa sallituissa rajoissa jäähdytyksen ansiosta. Huomattavaa on, että rakennuksen sisäilmanlaatu ja viihtyisyys paranevat huomattavasti toimenpiteiden ansiosta verraten lähtötasoon.

Sisälämpötilan kuukausikeskiarvo (Ts, lask, keskim)

Omakotitalo Käpy - tavoitetaso

Kuukausi:	Ts, lask, keskim (°C):
Tammikuu	21.04
Helmikuu	21.12
Maaliskuu	21.76
Huhtikuu	23.00
Toukokuu	23.00
Kesäkuu	23.00
Heinäkuu	23.00
Elokuu	23.00
Syyskuu	22.99
Lokakuu	22.24
Marraskuu	21.56
Joulukuu	21.09

Taulukko 4, Sisälämpötilat, DETO-Rakennussuunnittelu

6 RAKENNUSKUSTANNUKSET

6.1 Takaisinmaksuajat

6.1.1 Rakenteet

Rakenteiden osalta energiatehokkuutta parannettaessa yläpohja, ulkoseinät, ikkunat ja ovet ovat merkittävimmissä asemassa. Yläpohjarakenteen energia-parannus U-arvosta $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ $0,073 \text{ W/m}^2\text{K}$ nostaa rakennuskustannuksia noin 20 % Isoverin tuotteilla toteutettuna. Takaisinmaksuaika on 16 vuotta, mikäli energian hinta pysyy vakiona.

Ulkoseinien rakenteen vaihto energiatehokkaampaan villalla toteutettuun ratkaisuun toisi vuotuisesti 725 kWh energiasäästön. Rakenne on lähtökohtaan verrattuna 35 % kalliimpi toteuttaa. Takaisinmaksuaika on noin 8,5 vuotta, mikäli energian hinta pysyy vakiona.

Solupolyuretaanieristeillä toteutettu vaihtoehto olisi vuotuiselta hyödyltään 1011 kWh. Rakennuskustannukset ovat lähtökohtaan nähden noin kaksinkertaiset. Takaisinmaksuaika on noin 17,5 vuotta, mikäli energian hinta pysyy vakiona.

Ikkunoiden energiatehokkaalla valinnalla saavutetaan vuodessa noin 600 kWh energiasäästö. Ovien osalta energiasäästö on 300 kWh. Ikkunoiden ja ovien vuotuinen energiasäästö on yhteensä 900 kWh. Takaisinmaksuaika on 11 vuotta.

Rakenteiden kustannuslaskennassa ei ole huomioitu lainoituksen tuomia kuluja.

6.1.2 Talotekninen järjestelmä

Ilmanvaihtolaitteen vaihto energiatehokkaampaan malliin ja jäähdytysjärjestelmän lisäys laitteistoon lisää rakennuskustannuksia merkittävästi. Laitteiston hinta kasvaa 2,3-kertaiseksi. Laitteisto säästää vuotuisella tasolla jäähdytysominaisuudesta huolimatta noin 500 kWh. Takaisinmaksuaika on tällöin huomattavan pitkä, yli 50 vuotta. Huomioitavaa on, että laitteistolla saavutetaan huomattava vaikutus rakennuksen sisäilman laatuun.

Varaajan mallin vaihtaminen pystymalliin ja optimoiden sen koko juuri sopivaksi takaa etua käyttökustannuksiin, jotka ovat huomattavan suuria.

7 VAIKUTUKSET LAADUNVALVONTAAN

Tehtaan laadunvalvontajärjestelmää tulee kehittää voimakkaasti energiatehokkuuden lisääntyessä. Rakennusvirheet aiheuttavat merkittäviä ja vakavia riskejä rakenteiden toimivuudelle eristevahvuuksien ollessa suuria. Ilmanvaihdon täytyy olla tarkasti suunniteltua ja huolellisesti toteutettua. Rakennedetaljikkaan täytyy kiinnittää normaalia enemmän huomiota niin suunnittelussa kuin toteutuksessa. Rakennuksen nurkat ja liitoskohdat muodostavat vaativia kohtia. Vaipan läpiviennit tulee tiivistää normaalia huolellisemmin erilaisia tiivistyslaippoja hyödyntäen. Energiatehokas rakentaminen edellyttää myös työntekijöitä selkeää orientoitumista laadukkaan lopputuloksen luontiin. Tehtaalle on siis luotava oma laadunvalvontajärjestelmänsä rakennettaessa energiatehokkaita rakennuksia.

8 ASIAKKAAN SAAVUTTAMAT EDUT

Asiakas saavuttaa sijoittaessaan rakennuksensa eristykseen ja laitteiden energiatehokkuuteen, kustannuksiltaan alhaisemmat käyttökustannukset. Takaisinmaksuajat ovat tosin monissa vaikutusalueissa verrattain pitkiä. Huomioitavaa on myös, että takaisinmaksuaikoja määritettäessä energianhinta on oletettu pysyväksi vakiona. Todellisuudessa energian hinnan trendi on nousujohteinen, jolloin ajan kuluessa takaisinmaksuajat lyhenevät voimakkaasti. Esimerkiksi spu-eristeillä toteutetun ulkoseinärakenteen takaisinmaksu vie nyt 17,5 vuotta. Mikäli energianhinta nousee 0,16 €/kWh muutamassa vuodessa, lyhenee takaisinmaksuaika 13 vuoteen. Rakennuksen energiatehokkuustasoa valitessa on huomioita mahdollinen tilanne esimerkiksi 10 vuoden kuluttua. Rakennus, joka on suunniteltu ja toteutettu aikaansa edelle, on helpompi myydä kuin nykyisen vaatimustason täyttävä rakennus. Tavoitetason rakennuksessa on kiinnitetty myös huomiota rakennuksen käytön viihtyvyyteen. Tiloihin lisättiin ilmanvaihdon kautta myös jäähdytys. Tällöin rakennuksen sisälämpötila pysyy tasaisena vuoden ympäri.

9 TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ

Alapohja voidaan tulevaisuudessa mahdollisesti toteuttaa solupolyuretaanieristeillä. Tällöin rakenteen U-arvo saadaan puristettua 0,10 W/m²K:n tuntumaan. Tällä saavutettaisiin energiatehokas alapohjaratkaisu. Sama eriste asennettaisiin myös sokkelin pintaan 70 mm vahvuisena.

Yläpohjassa voidaan tulevaisuudessa käyttää rakennetta, jossa sisäpintaan asennetaan solupolyuretaanilevyeristys. Levyeristeen päälle puhallettaisiin puhallusvilla.

Ulkoseinärakenteena voidaan käyttää laskelmien osoittamien tulosten mukaan hyvin spu-eristeitä. Tehtaalla tehdyt kokeelliset tutkimukset osoittavat myös spu-eristeiden sopivuuden tuotantomme. Tutkimuksessa huomioimme myös kuljetuksen aikaisen rasituksen vaikutukset.

Rakennemuutoksista koituu pääosin noin 30 – 45 % kustannusten nousuja rakennuskustannuksiin. Takaisinmaksuajat ovat noin 15 vuoden tasolla vakioidulla energian hintatasolla.

Primäärilämmitysjärjestelmä tulee tulevaisuudessa olemaan maalämpöpumppu vesikiertoisella lattialämmityksellä perustoimitussisällössä, sillä vuonna 2012 voimaan astuvat uudet rakennusmääräykset keskittyvät rajoittamaan kokonaisenergiankulutusta, eikä rajoittamaan rakenteiden lämmönjohtavuutta. Rakennuksessa on olohuoneeseen sijoitettuna varaava takka, jolla voidaan lämmitysaikana tuottaa merkittävä osa tilojen tarvitsemasta lämpöenergiasta.

Tulevaisuudessa on siis määrittävä, miten rakennuksen tarvitsema energia on tuotettu.

Lämpimän käyttöveden muodostukseen tullaan jatkossa käyttämään aurinkokeräinjärjestelmää. Laitteistolla voidaan tuottaa riittävästi energiaa käyttöveden lämmitykseen maalis - lokakuun välisenä aikana. Rakennuksissa, jotka ovat kooltaan verrattain pieniä. Taloteknisten järjestelmien osuus kokonaisuudesta on merkittävän suuri.

Rakennuksen valaistus automatisoidaan ja toteutetaan led-tekniikkaa hyödyntäen. Tällä saavutetaan merkittävä käyttökustannussäästö vuotuisella tasolla.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen pienissä rakennuksissa koostuu pääosin taloteknisen laitteiston tehostamisella. Ilmanvaihdon osalta muutokset tapahtuvat laitteen huolellisella mitoituksella ja vuosihyötysuhteen parantamisella, lämpimän käyttöveden muodostamisen osalta on pyrittävä säilyttämään lämmitykseen tarvittava energia mahdollisimman alhaisena ja mahdolliset kiertohäviöt alhaisina. Lämpimän käyttöveden tuotanto merkkää huomattavaa osaa rakennusten energiatarpeesta. Lämminvesivaraajan mitoitus tulee toteuttaa vastaamaan todellista kulutusta.

Rakenteellisilla muutoksilla saadaan luotua myös merkittävää etua rakennuksen energiatehokkuuteen. Lähestyttäessä alhaista energiankulutusta pienilläkin muutoksilla on suuria merkityksiä. Merkittävimmät osat vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen rakennusosien kautta ovat tutkimuksen alla olleessa talomallissa ikkunat ja ovet sekä ulkoseinät. Ulkoseinärakenteen muutoksella saavutettiin lyhyin takaisinmaksuaika. Takaisinmaksuaikoja laskettaessa huomiotavaa on, että laskennat ovat tutkimuksessa tehty vakioidulla energianostohinnalla.

Rakennuksen sijoittelulla tontille on matalaenergiatason rakennuksissa jo merkitystä. Rakennuksen suurin ikkuna pinta-ala tulee sijoittaa Etelään, jolloin auringon säteilyn määrä saadaan maksimoitua lämmitysenergiantarpeen pienentämiseksi. Kesäaikana liiallinen auringon säteily estetään tunkeutumasta taloon.

Takaisinmaksuajat valituilla rakenteellisilla muutoksilla olivat odotettua tasoa. Suurin osa toimenpiteistä kuittaa itsensä noin 15 vuodessa. Pohdittaessa asiakkaan saamia etuja, tämän sijoittaessa enemmän rahallisia panoksia toteutusvaiheessa, tulee olemaan vuotuinen kustannussäästö ylläpitokustannuksissa sekä rakennukseen lisätyn jäähdytysjärjestelmän mukanaan tuoma sisäilmanlaadun parantuminen. Vuotuinen käyttökustannussäästö on noin 200€. Toki

rakennus, jonka on toteuttanut nyt aikaansa edellä olevilla järjestelmillä, takaa rakennuksen jälleenmyymisen helpommaksi.

Vuonna 2012 voimaan astuvat määräykset aiheuttavat mahdollisesti muutoksia myös pientalojen rakennustuotantoon. Saaduista helpotuksista huolimatta alle 120 m² pientaloihin, joudutaan rakennuksen energiantuotantojärjestelmää muuttamaan sähköisestä lattialämmitysratkaisusta vesikiertoiseen lattialämmitykseen, jonka energia tuotetaan maalämmön tai vastaavan ekologisen energiantuotantojärjestelmän avulla.

Valmistalo rakentamisen laadunvalvontaan joudutaan kiinnittämään matala-energiarakennuksia toteutettaessa huomattavasti aikaisempaa enemmän huomiota. Rakennus tulee olla huolellisesti suunniteltu ja toteutettu. Rakenteiden tulee ehdottoman ilmatiiviitä rakenteiden toimivuuden takaamiseksi. Matala-energiarakennuksissa ilmatiiveyden tulee olla hyvä. Ilmatiiveyskokeella n50:nen mukaan tulee ilmatiiveyden olla alle 1,0. Mieluiten standardisoidussa rakennustuotannossa pyritään arvoon 0,5.

Tehdyillä toimenpiteillä saavutettiin energiatehokkuusluokan parantuminen B:stä A:n. Energialuokituksestaan rakennus parantui normitalon tasosta matala-energiatasoon M-26, jolloin saatu rakennus on lähes passiivitalon tasoa. Pienillä parannuksilla voitaisiin rakennuksen energialuokaksi saavuttaa P-25, jolloin taloa voitaisiin myydä passiivitalo nimikkeellä.

LÄHTEET

Rakennusmääräyskokoelma osa C

Rakennusmääräyskokoelma osa D

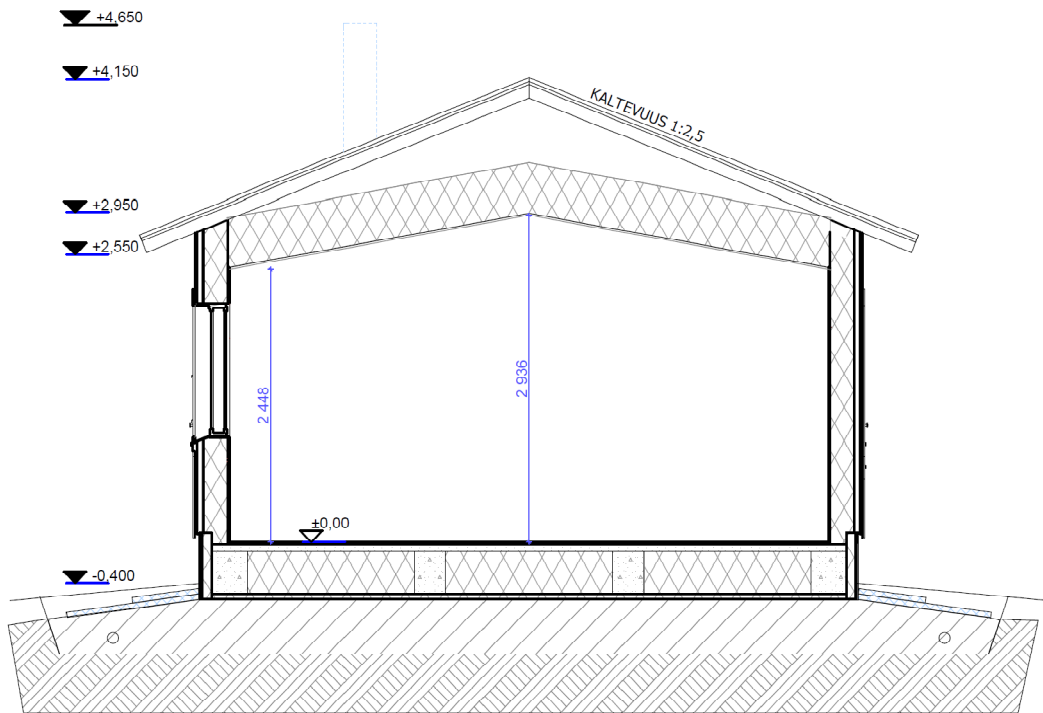
Tasauslaskentaopas 2010

RIL 249 – 2009

LIITTEET

Liite 1	Leikkauspiirustus
Liite 2	Lähtötaso ikkuna
Liite 3	Lähtötaso ulko-ovi
Liite 4	Ilmanvaihtosuunnitelma
Liite 5	Lähtötason ilmanvaihtokone mitoitus
Liite 6	Lähtötaso laskentatulokset
Liite 7	Lähtötaso tasauslaskenta
Liite 8	Lähtötaso energiatodistus
Liite 9	Tavoitetaso rakennetyyppi YP 2
Liite 10	Tavoitetaso rakennetyyppi US 2 Isover
Liite 11	Tavoitetaso ikkuna
Liite 12	Tavoitetaso ulko-ovi
Liite 13	Tavoitetaso ilmanvaihtokone mitoitus
Liite 14	Tavoitetaso laskentatulokset
Liite 15	Tavoitetaso tasauslaskenta
Liite 16	Tavoitetaso energiatodistus

LIITE 1 Leikkauspiirustus



RAKENNUSMATERIAALIT JA RAKENNEPAKSUUDET YLÄPOHJA JA VESIKATE:

1. palahuopakate
2. ponttilaudoitus
4. kattoristikon yläpaarre
5. tuuletustila
6. kattoristikon alapaarre ja lämmöneriste 450 mm
7. höyrynsulkumuovi
8. koolaus 22x100 k 300
9. sisäverhouslevy 12 mm

kokonaispaksuus > 616 mm

Yläpohjan u-arvo on 0,09

Vesikatteen kaltevuus 22 astetta eli 1:2,5

ULKOSEINÄT:

1. pysty-/vaakalaudoitus 20x120 mm
2. naulausrimat ja tuuletusvälit 21 mm
3. tuulensuojalevy 9 mm
4. koolaus 50x70 k 600 ja lämmöneriste 70 mm
5. puurunko 50x150 k 600 ja lämmöneriste 150 mm
6. höyrynsulkumuovi
8. sisäverhouslevy 13 mm

kokonaispaksuus 283 mm

Ulkoseinän u-arvo 0,17

Sisäilmastoluokka S2

Rakentamisessa käytetään M1 luokiteltuja materiaaleja

Kosteat tilat Rak.Mk C2:n mukaan

ALAPOHJA :

1. pintamateriaali
2. kiinnityslaasti
3. betonilaatta 70 mm
4. styrox-kevennetty betonipalkisto 375 mm
5. finnfoam 50 mm
6. tasattu, tiivistetty kapillaarivapaa sorapatja maaperän mukaan

kokonaispaksuus 505 mm

Alapohjan U-arvo on 0,16

ALAPOHJA/KOSTEAT TILAT

1. laatta
2. kiinnityslaasti ja vesieristys
3. pintabetonivalu 70 mm kaadoin lattiakaivoille
4. styrox-kevennetty 375 mm
5. finnfoam 50 mm
6. tasattu, tiivistetty kapillaarivapaa sorapatja maaperän mukaan

kokonaispaksuus 505 mm

Ikkunoiden U-arvo alle 1,0

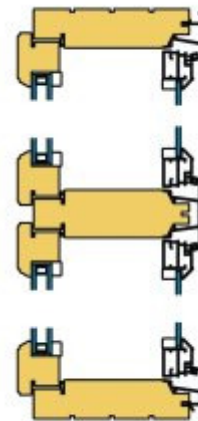
Vaadittu U-arvo 1,0

Ovien U-arvo alle 1,0

Vaadittu U-arvo 1,0

MSE130AL+ MSE170AL+ MSE210AL+

TUOTETIEDOT	Sisään avautuva kaksipuitteinen puualumiini-ikkuna
KARMISYVYYDET	130 mm 170 mm ja 210 mm
PINTAKÄSITTELY	Puuosat RT 29-10870 mukaisesti. Peittomaalaus vesiohenteisella ikkunamaalilla. Kuultokäsittely vesiohenteisella kuultokäsittelyaineella ja lakalla. Alumiiniosat SFS 5795-standardin mukaisesti polyesterijauhemaalilla.
PUUNLAATU	Puuosat mäntyä, laatu V RT 41-10431 mukaisesti. Karmit sormijatkettu, näkyvät pinnat oksattomat. Peittomaalatut sisäpuitteet sormijatkettua 4 sivun oksatonta mäntyä. Kuultovärjättyjen sisäpuitteiden sisäpinnoissa ei sormijatkoksia.
LASIT	Ensimmäisen luokan fl oat-lasi. Sisäpuitteessa SFS-hyväksytty 2K4S/4-16RST eristyslasi täytekaasuna argon. Ulkopuitteessa 4mm tasolasi. Eristyslasit RT 38-10113 ja lasien vahvuus RT 38-10316 mukaisesti. Kaikki lasit vähintään 4 mm. Vakiovärissä lasituslistat kova-PVC:tä ja erikoisvärissä kova-PVC:tä tai puuta pintakäsittelystä riippuen.
TIIVISTEET	Sisäpuitteessa kaksi TPE-erikoistiivistettä, ulkopuitteessa yksi TPE-tiiviste.



2/(2)

HELOITUS Saranat M8x40/30 Fe/Zn. Lukot pitkäsälvat ja vastakappaleet Fe/Zn. Pintahelat Fe/jva. Aukipito-laite Primo WF250.

ERIKSEEN
TILATTAVIA
LISÄVARUSTEITA IR25 = irtoristikko 25 mm, ulkopuitteen sisäpin-
nassa
LR30 = kiinteäristikko 30 mm, molemmin puolin
ulkopuitteen lasia
LR90 = kiinteäristikko 90 mm, molemmin puolin
ulkopuitteen lasia
Turvalasi
Auringonsuojalasi
Sälekaihtimet integroituna
Hyönteispuite
Korvausilmaventtiili
Pintakäsittelyjen erikoissävyt

Fenestra Klassikko

U-arvo 1,0 W/m²K

Koot;

- 9x21 kodinhoitohuone
- 10x21 pääsisäänkäynti

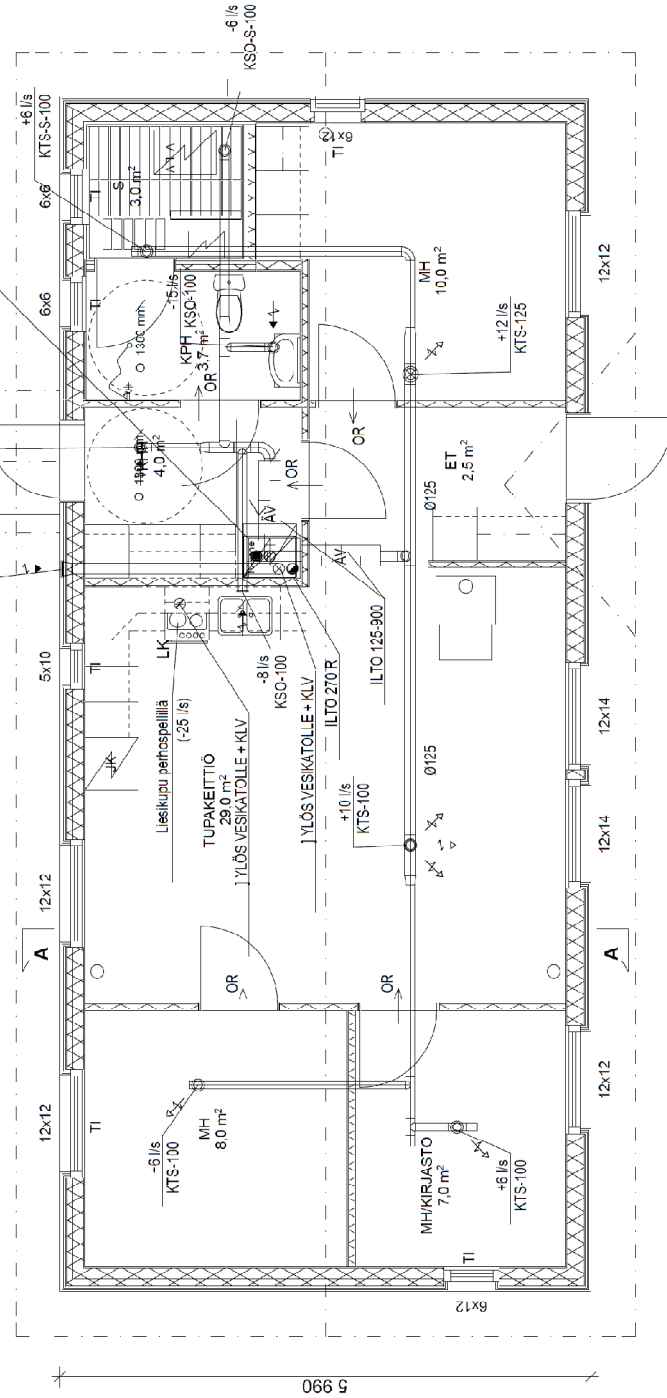


Tarvikkeiden tulee olla onsiluokkaisia ja hyväksytyjä ja työ tulee saattaa päätökseen, vaikka jokin yksityiskohhta ei ole missään piirustuksissa määritelty ja joka selvästi kuuluu kohteeseen. Piirustukset ovat osittain ohjeellisia ja kaavollisia, joten työn suorittajan tulee tarkoin harkita asennuspaikat ja -tavat.

ERISTYKSET (HS-HYVYYSLUKU)

Tule ja poistilma	Puruläpäivässä LO	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00
Lukko	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00
Jättilma	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00
Jaloiden lämmitys	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00
Käyttöpöydän alla	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00
Tuuletin	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00	Kylmä ilia L'00

Leveys 1200 mm, korkeus 2400 mm
 p-akseli 2400 mm, o-akseli 800 mm
 p-akseli 2400 mm, o-akseli 800 mm
 Päätyosat: 1200 mm x 2400 mm
 Päätyosat: 1200 mm x 2400 mm



IV-koneissa LTO ja sähkönieljätään (vapatteri (Mieplek ILTO 270 L).

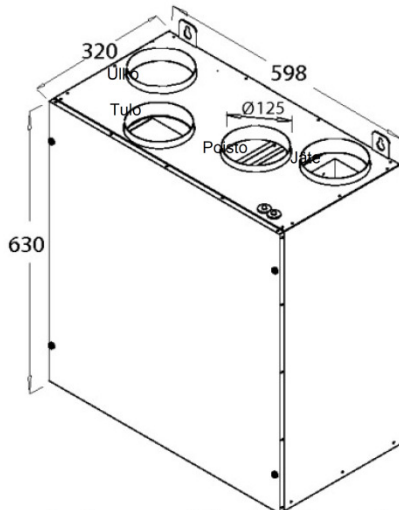
Rakennus varustetaan korkeellisia tu-o- ja poistilmaveindolla. Koneen ohjus erillisissä mitä.

enervent® Energy Optimizer

Kohde: Talomalli Käpy - lähtötaso
Käsittelijä: Manu Nieminen

Sivu 1
27.04.2011

Plaza eco ECE



Kuvassa oleva kone on vasenkätinen. Saatavilla myös oikeakätisenä.

Laitetiedot: Plaza eco ECE	
Kanavalähdöt	Ø 125 mm
Leveys	598 mm
Korkeus	630 mm
Syvyys	320 mm
Paino	46 kg
Puhaltimen teho	119 W
Pyörivä lämmönsiirrin	
Sähköpatterin teho (sisäinen)	800 W
Ei jäädytystä	
Asennus lämpimään tilaan	
Sähkö tiedot: 230 V/50 Hz, 1-vaihe, sulake 10 A nopea	

Äänet:										
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB	dB(A)
Tila	50	56	44	38	33	26	16	17	57,0	42,6
Tila: 10 m2 absorptio LpA:										38,6
Tulo	52	56	56	55	56	55	48	35	62,9	60,3
Poisto	43	44	43	43	42	34	25	18	50,2	45,1
Ulko	47	46	40	43	32	24	19	18	50,6	41,3
Jäte	52	54	54	56	58	57	47	33	63,5	62,0

Mitoitusarvot:	Tulo	Poisto
Ilmavirta:	40 l/s	44 l/s
Kanavapaine:	74 Pa	74 Pa
Suodatustaso:	F5	F5

Tulokset:	Tulo:	Poisto:
<i>Mitoituspisteessä:</i>		
Puhallinnopeus:	67 %	70 %
Ilmavirta:	40 l/s	44 l/s
Kanavapaine:	74 Pa	74 Pa
Ottoteho:	29 W	34 W
SFP:	1,43 kW/(m3/s)	
<i>Huipputeho:</i>		
Ilmavirta:	63 l/s	66 l/s
Kanavapaine:	183 Pa	167 Pa
Tehostusvara:	57 %	50 %
Otsapintanopeuksia:		
Kanavalähtö (Ø125 mm):	3,26 m/s	3,59 m/s
LTO (Ø240 mm):	1,89 m/s	2,07 m/s

Patterit:	
Lämmityspatteri: Sähkö Ø125mm sisäinen, 800 W	
Otsapintanopeus:	3,26 m/s
Painehäviö:	5 Pa
Pyörivä lämmönsiirrin:	
Painehäviö:	85 Pa 94 Pa
Hyötysuhde mitoituspisteessä:	79,4 %
Tuloilma jälkeen LTO:n:	11,3 °C
Jälkilämmitystarve mitoituspisteessä:	373 W
Vuosisalkenta: Helsinki, Suomi	
Poistoilmasta talteenotettu lämpöenergia:	5047 kWh
Mitoituslämpötila:	-26 °C
Vuotuinen jälkilämmitystarve:	606 kWh
Tuloilman tavoitelämpötila:	19 °C
Lämpökerroin:	1 kWh sähköä = 7,6 kWh lämpöä
Vuosihyötysuhde: Moniste 122:n mukaisesti	72,1 %

Rakenteiden läpi johtuva energia, kaikki rakenneosat (Qjoht)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qjoht (YP):	Qjoht (US):	Qjoht (AP):	Qjoht (Ikk.+ovi):	Qjoht:
Tammikuu	178 kWh	422 kWh	134 kWh	354 kWh	1088 kWh
Helmikuu	169 kWh	400 kWh	130 kWh	336 kWh	1035 kWh
Maaliskuu	133 kWh	315 kWh	153 kWh	264 kWh	865 kWh
Huhtikuu	114 kWh	269 kWh	157 kWh	225 kWh	765 kWh
Toukokuu	60 kWh	143 kWh	163 kWh	120 kWh	486 kWh
Kesäkuu	33 kWh	79 kWh	148 kWh	66 kWh	326 kWh
Heinäkuu	34 kWh	80 kWh	134 kWh	67 kWh	315 kWh
Elokuu	35 kWh	83 kWh	124 kWh	69 kWh	312 kWh
Syyskuu	71 kWh	168 kWh	111 kWh	141 kWh	492 kWh
Lokakuu	109 kWh	257 kWh	105 kWh	216 kWh	687 kWh
Marraskuu	118 kWh	279 kWh	102 kWh	234 kWh	733 kWh
Joulukuu	158 kWh	372 kWh	115 kWh	312 kWh	957 kWh
Yhteensä:	1213 kWh	2866 kWh	1576 kWh	2405 kWh	8060 kWh
Yhteensä:	8060 kWh				
Yhteensä/brm2:	100 kWh/brm2				

Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia (Qvuotoilma)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qvuotoilma:
Tammikuu	58 kWh
Helmikuu	55 kWh
Maaliskuu	43 kWh
Huhtikuu	37 kWh
Toukokuu	20 kWh
Kesäkuu	11 kWh
Heinäkuu	11 kWh
Elokuu	11 kWh
Syyskuu	23 kWh
Lokakuu	35 kWh
Marraskuu	38 kWh
Joulukuu	51 kWh
Yhteensä:	395 kWh
Yhteensä:	395 kWh
Yhteensä/brm2:	5 kWh/brm2

Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia (Qiv)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qiv:
Tammikuu	322 kWh
Helmikuu	306 kWh
Maaliskuu	240 kWh
Huhtikuu	205 kWh
Toukokuu	109 kWh
Kesäkuu	60 kWh
Heinäkuu	61 kWh
Elokuu	63 kWh
Syyskuu	129 kWh
Lokakuu	196 kWh
Marraskuu	213 kWh
Joulukuu	284 kWh
Yhteensä:	2189 kWh
Yhteensä:	2189 kWh
Yhteensä/brm2:	28 kWh/brm2

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema lämpöenergia (Q_{lkv,netto})

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Q _{lkv,netto} :
Tammikuu	392 kWh
Helmikuu	354 kWh
Maaliskuu	392 kWh
Huhtikuu	380 kWh
Toukokuu	392 kWh
Kesäkuu	380 kWh
Heinäkuu	392 kWh
Elokuu	392 kWh
Syyskuu	380 kWh
Lokakuu	392 kWh
Marraskuu	380 kWh
Joulukuu	392 kWh

Yhteensä: 4620 kWh

Yhteensä: 4620 kWh
Yhteensä/brm2: 58 kWh/brm2

Tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia (Q_{lämmitys,tilat,häviöt})

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Q _{lämmitys,tilat,häviöt} :
Tammikuu	170 kWh
Helmikuu	170 kWh
Maaliskuu	113 kWh
Huhtikuu	113 kWh
Toukokuu	57 kWh
Kesäkuu	0 kWh
Heinäkuu	0 kWh
Elokuu	0 kWh
Syyskuu	57 kWh
Lokakuu	113 kWh
Marraskuu	170 kWh
Joulukuu	170 kWh

Yhteensä: 1132 kWh

Yhteensä: 1132 kWh
Yhteensä/brm2: 14 kWh/brm2

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia (Q_{lkv,häviöt})

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Q _{lkv,häviöt} :
Tammikuu	177 kWh
Helmikuu	160 kWh
Maaliskuu	177 kWh
Huhtikuu	172 kWh
Toukokuu	177 kWh
Kesäkuu	172 kWh
Heinäkuu	177 kWh
Elokuu	177 kWh
Syyskuu	172 kWh
Lokakuu	177 kWh
Marraskuu	172 kWh
Joulukuu	177 kWh

Yhteensä: 2089 kWh

Yhteensä: 2089 kWh
Yhteensä/brm2: 26 kWh/brm2

Sähkölaitteiden kulutus (Wlaitesähkö)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Wlaitesähkö:
Tammikuu	230 kWh
Helmikuu	208 kWh
Maaliskuu	230 kWh
Huhtikuu	223 kWh
Toukokuu	230 kWh
Kesäkuu	223 kWh
Heinäkuu	230 kWh
Elokuu	230 kWh
Syyskuu	223 kWh
Lokakuu	230 kWh
Marraskuu	223 kWh
Joulukuu	230 kWh

Yhteensä: 2712 kWh

Yhteensä: 2712 kWh
Yhteensä/brm2: 34 kWh/brm2

Käyttöveden lämmityksen energiankulutus (Qlqv)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlqv,netto:	Qlqv,häviöt:	QLP,lkv:	Qlqv:
Tammikuu	392 kWh	177 kWh	0 kWh	570 kWh
Helmikuu	354 kWh	160 kWh	0 kWh	515 kWh
Maaliskuu	392 kWh	177 kWh	0 kWh	570 kWh
Huhtikuu	380 kWh	172 kWh	0 kWh	551 kWh
Toukokuu	392 kWh	177 kWh	0 kWh	570 kWh
Kesäkuu	380 kWh	172 kWh	0 kWh	551 kWh
Heinäkuu	392 kWh	177 kWh	0 kWh	570 kWh
Elokuu	392 kWh	177 kWh	0 kWh	570 kWh
Syyskuu	380 kWh	172 kWh	0 kWh	551 kWh
Lokakuu	392 kWh	177 kWh	0 kWh	570 kWh
Marraskuu	380 kWh	172 kWh	0 kWh	551 kWh
Joulukuu	392 kWh	177 kWh	0 kWh	570 kWh

Yhteensä: 4620 kWh 2089 kWh -- 6709 kWh

Yhteensä: 6709 kWh
Yhteensä/brm2: 83 kWh/brm2

Lämpöhäviöenergia yhteensä (Qlämpöhäviö+Qlämmitys,tuloilmapatteri)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qjoht:	Qvuotoilma:	Qiv:	Qlämp.h+Qläm,tuloilmapatteri:
Tammikuu	1088 kWh	58 kWh	322 kWh	1468 kWh
Helmikuu	1035 kWh	55 kWh	306 kWh	1396 kWh
Maaliskuu	865 kWh	43 kWh	240 kWh	1149 kWh
Huhtikuu	765 kWh	37 kWh	205 kWh	1007 kWh
Toukokuu	486 kWh	20 kWh	109 kWh	614 kWh
Kesäkuu	326 kWh	11 kWh	60 kWh	397 kWh
Heinäkuu	315 kWh	11 kWh	61 kWh	387 kWh
Elokuu	312 kWh	11 kWh	63 kWh	386 kWh
Syyskuu	492 kWh	23 kWh	129 kWh	643 kWh
Lokakuu	687 kWh	35 kWh	196 kWh	919 kWh
Marraskuu	733 kWh	38 kWh	213 kWh	984 kWh
Joulukuu	957 kWh	51 kWh	284 kWh	1293 kWh

Yhteensä: 8060 kWh 395 kWh 2189 kWh 10644 kWh

Yhteensä: 10644 kWh
Yhteensä/brm2: 132 kWh/brm2

Henkilöiden luovuttama lämpöenergia (Q_{henk})

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Q _{henk} :
Tammikuu	55 kWh
Helmikuu	50 kWh
Maaliskuu	55 kWh
Huhtikuu	53 kWh
Toukokuu	55 kWh
Kesäkuu	53 kWh
Heinäkuu	55 kWh
Elokuu	55 kWh
Syyskuu	53 kWh
Lokakuu	55 kWh
Marraskuu	53 kWh
Joulukuu	55 kWh

Yhteensä: 647 kWh

Yhteensä: 647 kWh
 Yhteensä/brm2: 8 kWh/brm2

Lämpökuormaenergia lämmityslaitteista (Q_{lämmitys},kuorma)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Q _{lämmitys} ,kuorma:
Tammikuu	119 kWh
Helmikuu	119 kWh
Maaliskuu	79 kWh
Huhtikuu	79 kWh
Toukokuu	40 kWh
Kesäkuu	0 kWh
Heinäkuu	0 kWh
Elokuu	0 kWh
Syyskuu	40 kWh
Lokakuu	79 kWh
Marraskuu	119 kWh
Joulukuu	119 kWh

Yhteensä: 793 kWh

Yhteensä: 793 kWh
 Yhteensä/brm2: 10 kWh/brm2

Lämpökuormaenergia lämpimän käyttöveden laitteista (Q_{lkv},kuorma)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Q _{lkv} ,kuorma:
Tammikuu	438 kWh
Helmikuu	396 kWh
Maaliskuu	438 kWh
Huhtikuu	424 kWh
Toukokuu	438 kWh
Kesäkuu	424 kWh
Heinäkuu	438 kWh
Elokuu	438 kWh
Syyskuu	424 kWh
Lokakuu	438 kWh
Marraskuu	424 kWh
Joulukuu	438 kWh

Yhteensä: 5158 kWh

Yhteensä: 5158 kWh
 Yhteensä/brm2: 64 kWh/brm2

Lämpökuormaenergia sähkölaitteista (Qsäh)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qsäh:
Tammikuu	220 kWh
Helmikuu	199 kWh
Maaliskuu	220 kWh
Huhtikuu	213 kWh
Toukokuu	220 kWh
Kesäkuu	213 kWh
Heinäkuu	220 kWh
Elokuu	220 kWh
Syyskuu	213 kWh
Lokakuu	220 kWh
Marraskuu	213 kWh
Joulukuu	220 kWh

Yhteensä: 2588 kWh

Yhteensä: 2588 kWh

Yhteensä/brm2: 32 kWh/brm2

Ikkunoista tuleva säteilyenergia (Qaur)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qaur:
Tammikuu	16 kWh
Helmikuu	69 kWh
Maaliskuu	132 kWh
Huhtikuu	235 kWh
Toukokuu	86 kWh
Kesäkuu	100 kWh
Heinäkuu	83 kWh
Elokuu	66 kWh
Syyskuu	39 kWh
Lokakuu	60 kWh
Marraskuu	14 kWh
Joulukuu	7 kWh

Yhteensä: 908 kWh

Yhteensä: 908 kWh

Yhteensä/brm2: 12 kWh/brm2

Lämpökuormat yhteensä (Qlämpökuorma)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qhenk:	Qsäh:	Qlämm.,kuorma:	Qlqv,kuorma:	Qaur:	Qlämpök:
Tammikuu	55 kWh	220 kWh	119 kWh	438 kWh	16 kWh	847 kWh
Helmikuu	50 kWh	199 kWh	119 kWh	396 kWh	69 kWh	832 kWh
Maaliskuu	55 kWh	220 kWh	79 kWh	438 kWh	132 kWh	924 kWh
Huhtikuu	53 kWh	213 kWh	79 kWh	424 kWh	235 kWh	1004 kWh
Toukokuu	55 kWh	220 kWh	40 kWh	438 kWh	86 kWh	838 kWh
Kesäkuu	53 kWh	213 kWh	0 kWh	424 kWh	100 kWh	790 kWh
Heinäkuu	55 kWh	220 kWh	0 kWh	438 kWh	83 kWh	796 kWh
Elokuu	55 kWh	220 kWh	0 kWh	438 kWh	66 kWh	779 kWh
Syyskuu	53 kWh	213 kWh	40 kWh	424 kWh	39 kWh	768 kWh
Lokakuu	55 kWh	220 kWh	79 kWh	438 kWh	60 kWh	852 kWh
Marraskuu	53 kWh	213 kWh	119 kWh	424 kWh	14 kWh	823 kWh
Joulukuu	55 kWh	220 kWh	119 kWh	438 kWh	7 kWh	839 kWh

Yhteensä: 647 kWh 2588 kWh 793 kWh 5158 kWh 908 kWh 10094 kWh

Yhteensä: 10094 kWh

Yhteensä/brm2: 125 kWh/brm2

Lämpökuormista hyödynnettävä energia (Qsis.lämpö)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlämpökuorma:	kuorma/häviö:	H (W/K):	aikavakio (h):	Hyöd.aste:	Qsis.lämpö:
Tammikuu	847 kWh	0.58	62.44	90.66	0.99	840 kWh
Helmikuu	832 kWh	0.60	62.56	90.49	0.99	823 kWh
Maaliskuu	924 kWh	0.80	65.47	86.46	0.94	873 kWh
Huhtikuu	1004 kWh	1.00	67.26	84.17	0.87	874 kWh
Toukokuu	838 kWh	1.36	77.17	73.35	0.70	585 kWh
Kesäkuu	790 kWh	1.99	90.47	62.57	0.50	392 kWh
Heinäkuu	796 kWh	2.06	86.75	65.26	0.48	383 kWh
Elokuu	779 kWh	2.02	83.70	67.63	0.49	382 kWh
Syyskuu	768 kWh	1.19	68.59	82.54	0.78	599 kWh
Lokakuu	852 kWh	0.93	64.09	88.33	0.90	770 kWh
Marraskuu	823 kWh	0.84	63.30	89.43	0.94	772 kWh
Joulukuu	839 kWh	0.65	62.28	90.90	0.98	825 kWh
Yhteensä:	10094 kWh	--	--	--	--	8116 kWh
Yhteensä:	8116 kWh					
Yhteensä/brm2:	101 kWh/brm2					

Lämmityksen nettoenergiatarve (Qlämmitys,tilat,netto)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlämpöh.+Qtip.:	Qsis.lämpö:	Qlämmitys,tilat,netto:
Tammikuu	1468 kWh	840 kWh	628 kWh
Helmikuu	1396 kWh	823 kWh	573 kWh
Maaliskuu	1149 kWh	873 kWh	275 kWh
Huhtikuu	1007 kWh	874 kWh	134 kWh
Toukokuu	614 kWh	585 kWh	30 kWh
Kesäkuu	397 kWh	392 kWh	6 kWh
Heinäkuu	387 kWh	383 kWh	4 kWh
Elokuu	386 kWh	382 kWh	4 kWh
Syyskuu	643 kWh	599 kWh	45 kWh
Lokakuu	919 kWh	770 kWh	149 kWh
Marraskuu	984 kWh	772 kWh	212 kWh
Joulukuu	1293 kWh	825 kWh	468 kWh
Yhteensä:	10644 kWh	8116 kWh	2528 kWh
Yhteensä:	2528 kWh		
Yhteensä/brm2:	32 kWh/brm2		

Tilojen lämmitysenergian kulutus (Qlämmitys,tilat)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlämm.,tilat,netto:	Qlämm.,tilat,häviöt:	QLP,tilat:	Qlämmitys,tilat:
Tammikuu	628 kWh	170 kWh	0 kWh	798 kWh
Helmikuu	573 kWh	170 kWh	0 kWh	743 kWh
Maaliskuu	275 kWh	113 kWh	0 kWh	388 kWh
Huhtikuu	134 kWh	113 kWh	0 kWh	247 kWh
Toukokuu	30 kWh	57 kWh	0 kWh	86 kWh
Kesäkuu	6 kWh	0 kWh	0 kWh	6 kWh
Heinäkuu	4 kWh	0 kWh	0 kWh	4 kWh
Elokuu	4 kWh	0 kWh	0 kWh	4 kWh
Syyskuu	45 kWh	57 kWh	0 kWh	101 kWh
Lokakuu	149 kWh	113 kWh	0 kWh	262 kWh
Marraskuu	212 kWh	170 kWh	0 kWh	382 kWh
Joulukuu	468 kWh	170 kWh	0 kWh	638 kWh
Yhteensä:	2528 kWh	1132 kWh	--	3660 kWh
Yhteensä:	3660 kWh			
Yhteensä/brm2:	46 kWh/brm2			

Lämmitysenergian kulutus yhteensä (Qlämmitys)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlämmitys,tilat:	Qlqv:	QLP/eLP:	Qlämmitys:
Tammikuu	798 kWh	570 kWh	0 kWh	1368 kWh
Helmikuu	743 kWh	515 kWh	0 kWh	1257 kWh
Maaliskuu	388 kWh	570 kWh	0 kWh	958 kWh
Huhtikuu	247 kWh	551 kWh	0 kWh	798 kWh
Toukokuu	86 kWh	570 kWh	0 kWh	656 kWh
Kesäkuu	6 kWh	551 kWh	0 kWh	557 kWh
Heinäkuu	4 kWh	570 kWh	0 kWh	574 kWh
Elokuu	4 kWh	570 kWh	0 kWh	574 kWh
Syyskuu	101 kWh	551 kWh	0 kWh	653 kWh
Lokakuu	262 kWh	570 kWh	0 kWh	832 kWh
Marraskuu	382 kWh	551 kWh	0 kWh	933 kWh
Joulukuu	638 kWh	570 kWh	0 kWh	1208 kWh
Yhteensä:	3660 kWh	6709 kWh	--	10369 kWh
Yhteensä:	10369 kWh			
Yhteensä/brm2:	129 kWh/brm2			

Energiankulutus yhteensä (Erakennus)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlämmitys:	Wlaitesähkö:	Qjäähdytys,tilat:	Erakennus:
Tammikuu	1368 kWh	230 kWh	-0 kWh	1598 kWh
Helmikuu	1257 kWh	208 kWh	-0 kWh	1465 kWh
Maaliskuu	958 kWh	230 kWh	-0 kWh	1189 kWh
Huhtikuu	798 kWh	223 kWh	-0 kWh	1021 kWh
Toukokuu	656 kWh	230 kWh	-0 kWh	887 kWh
Kesäkuu	557 kWh	223 kWh	-0 kWh	780 kWh
Heinäkuu	574 kWh	230 kWh	-0 kWh	804 kWh
Elokuu	574 kWh	230 kWh	-0 kWh	804 kWh
Syyskuu	653 kWh	223 kWh	-0 kWh	876 kWh
Lokakuu	832 kWh	230 kWh	-0 kWh	1062 kWh
Marraskuu	933 kWh	223 kWh	-0 kWh	1156 kWh
Joulukuu	1208 kWh	230 kWh	-0 kWh	1438 kWh
Yhteensä:	10369 kWh	2712 kWh	--	13081 kWh
Yhteensä:	13081 kWh			
Yhteensä/brm2:	162 kWh/brm2			

Rakennuksen lämpöhäviön tasauslaskelma, D3-2010 (voimassa 1.1.2010 alkaen)

Rakennuskohde	Vertailutalo - Talomalli Käpy - Taselaskenta lähtötaso
Rakennuslupatunnus	1-001
Rakennustyyppi	Erillinen pientalo
Pääsuunnittelija	
Tasauslaskelman tekijä	Rakennusinsinööriopiskelija 4.vuosiurssi Manu Nieminen
Päiväys	6.10.2010
Tulos: Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET JA LÄMPÖHÄVIÖ VASTAA MATALAENERGIATASOA

Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus	292 rak-m ³
Maanpäälliset kerrostasosalat yhteensä	80 m ²
Kerroskorkeus	3,0 m
Huonekorkeus	2,7 m
Ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	185 m ³
Ilmatilavuus, V, puoliämpimät tilat	m ³

Laskentatuloksia

Julkisivun pinta-ala on 121 m²
 Ikkunapinta-ala on 14 % maanpäällisestä kerrostasosalasta
 Ikkunapinta-ala on 9 % julkisivun pinta-alasta
 Lämpöhäviö on 79 % vertailutasosta (lämpimät tilat)

Perustiedot	Pinta-alat, m ²		U-arvot, W/(m ² K)			Lämpöhäviöiden tasaus	
	Vertailu-arvo	Suunnittelu-arvo	Vertailu-arvo	Enimmäisarvo	Suunnittelu-arvo	Vertailu-ratkaisu	Suunnittelu-ratkaisu
RAKENNUSOSAT							
Lämpimät tilat							
Ulkoseinä	104	106	0,17	0,60	0,16	17,8	16,9
Hirsiseinä			0,40	0,60		-	-
Yläpohja	84	84	0,09	0,60	0,09	7,6	7,6
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0,09	0,60		-	-
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾			0,17	0,60		-	-
Alapohja (maanvastainen)	80		0,16	0,60	0,16	12,9	12,9
Muu maanvastainen rakennusosa			0,16	0,60		-	-
Ikkunat	12,1	11,1	1,00	1,80	1,00	12,1	11,1
Ulko-ovet	4,0		1,00	-	1,00	4,0	4,0
Kattoikkunat			1,00	1,80		-	-
Lämpimät tilat yhteensä	285	285				54,3	52,4
Puoliämpimät tilat							
Ulkoseinä			0,26	0,60		-	-
Hirsiseinä			0,60	0,60		-	-
Yläpohja			0,14	0,60		-	-
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0,14	0,60		-	-
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾			0,26	0,60		-	-
Alapohja (maanvastainen)			0,24	0,60		-	-
Muu maanvastainen rakennusosa			0,24	0,60		-	-
Ikkunat			1,40	2,80		-	-
Ulko-ovet			1,40	-		-	-
Kattoikkunat			1,40	2,80		-	-
Puoliämpimät tilat yhteensä	-	-				-	-
YAIAPAN ILMAVUODOT							
		Ilmanvuotoluku, 1/h [n ₅₀]		Vuotoilmavirta, m ³ /s [q _{v,v} = n ₅₀ /25 × V/3600]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{vuotoilma} = 1200 × q _{v,v}]	
	Vertailu-arvo	Suunnittelu-arvo	Vertailu-arvo	Suunnittelu-arvo	Vertailu-ratkaisu	Suunnittelu-ratkaisu	
Vuotoilma							
Lämpimät tilat	2,0	1,0	0,0041	0,0021	4,9	2,5	
Puoliämpimät tilat	2,0						
ILMANVAIHTO							
		Poistoilmavirta, m ³ /s [q _{v,p}]		LTO:n vuosiyötysuhde, % [η _a]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{iv} = 1200 × q _{v,p} × (1-η _a)]	
	Vertailu-arvo	Suunnittelu-arvo	Vertailu-arvo	Suunnittelu-arvo	Vertailu-ratkaisu	Suunnittelu-ratkaisu	
Hallittu ilmanvaihto							
Lämpimät tilat		0,044	45	71,8	29,0	14,9	
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0				
Puoliämpimät tilat			45				
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0				
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus							
					Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H _{ohi} + H _{vuotoilma} + H _{iv}]		
	Vertailu-ratkaisu	Suunnittelu-ratkaisu	Vertailu-ratkaisu	Suunnittelu-ratkaisu	Vertailu-ratkaisu	Suunnittelu-ratkaisu	
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä					88	70	
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä					-	-	

© Ympäristöministeriö, Tasauslaskelma 2010 (versio helmikuu 2009)

¹⁾ Ryömintätilaan rajoittuvan alapohjan lämpöhäviö kerrotaan luvulla 0,8 rakentamismääräykoelman osan D3 mukaisesti.
 Tällä tavalla otetaan huomioon ryömintätilan ilman ulkoilmaa korkeampi vuotuinen keskilämpötila.
 Ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta.

Rakennuksen lämpöhäviön tasauslaskelma, D3-2010 (voimassa 1.1.2010 alkaen)

#VIITTAUS!	
Rakennuslupatunnus	1-001

Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista

Pinta-alat (osa C3)	
Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta	kyllä ei V

Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisussa	
- lämpimissä tiloissa	V
- puoliämpimissä tiloissa	

Rakennusosien U-arvot ja vaipan lämpöhäviö (osa C3)

U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	kyllä ei V		
Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,3		Enimmäisarvo	Toteutunut arvo
- lämpimissä tiloissa	V	1,3	0,96
- puoliämpimissä tiloissa		1,3	

Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus (D3)

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	kyllä ei V	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo
- lämpimissä tiloissa		88 W/K	70 W/K
- puoliämpimissä tiloissa			

Tarkistuslistan yhteenveto

Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset	kyllä ei V
--	---------------

Lisäselvitykset**Rakennuksen vuotoilma (osa D3)**

Jos lämpöhäviöalaskelmassa vaipan ilmanvuotoluvun n_{50} suunnittelu-arvo on alle 4 1/h, ilmanpitävyydestä on esitettävä selvitys

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde (osa D2)

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys

Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötaso (osa D3)

Kun suunnitellaan matalaenergiarakennusta, tulisi rakennuksen laskennallisen lämpöhäviön olla enintään 85 % rakennukselle määritetystä vertailulämpöhäviöstä. Tällöin vertailulämpöhäviön laskennassa käytetään hirsiseinille lämmönläpäisykertoimen vertailuarvoa 0,17 W/m²K lämpimissä tiloissa ja 0,26 W/m²K puoliämpimissä tiloissa.

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 85 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä	kyllä ei V	85 % vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo
- lämpimissä tiloissa		75 W/K	70 W/K
- puoliämpimissä tiloissa			
Suunnitteluratkaisu vastaa matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa	V		

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Erilliset pientalot (enintään 6 asuntoa)**
 Osoite: **Karhunkorventie 10**
14820 Tuulos
Hämeenlinna









Valmistumisvuosi: **2011**

Rakennustunnus:

Asuntojen lukumäärä: **1**

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
- 150		
151 - 170		
171 - 190		
191 - 230		
231 - 270		
271 - 320		
321 -		
<i>Paljon kuluttava</i>		

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

162

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.

Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

Todistuksen antaja:

RI-opisk. 4.vuosisurssi Manu Nieminen

Todistuksen tilaaja:

Teijo-Talot Häme

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:

20.3.2011

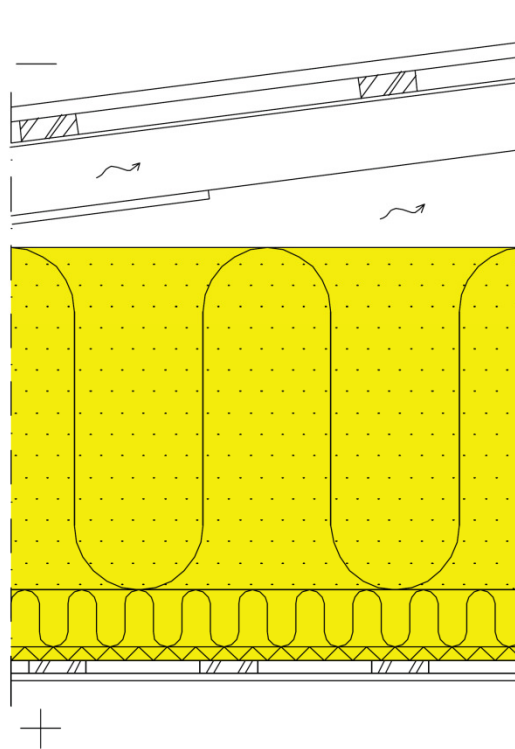
Viimeinen voimassaolopäivä:

20.3.2021

Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen lomakkeen 1 mukainen.

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT					
Rakennuksen laajuustiedot					
Bruttoala	81 brm ²				
Rakennustilavuus	292 rak-m ³	Ilmatilavuus	185 m ³		
Huoneistoala	70 hu-m ²	Henkilömäärä	4		
Rakenteet					
Rakennusosat		Pinta-ala (m ²)	U-arvo (W/m ² K)		
Ulkoseinät	puurunko, kl-33 150 mm+vaakakoolaus kl-3	105.51	0.17		
Yläpohjat	kl-37 100mm+ puhallusvilla 450mm	84.35	0.09		
Alapohja	tb-palkisto, eps 60 370 mm+50 finnfoam	80.35	0.16		
Ovet	Puualumiinirunko, eristemateriaali eps	3.99	1.00		
Ikkunat	Pohjoiseen, MSE-puualumiinikarmi, 170 se	0.72	1.00	g _{kohtisuora}	F _{kohta}
	Itään, MSE-puualumiinikarmi, 170 sel.las	6.24	1.00	0.50	0.75
	Etelään, MSE-puualumiinikarmi, 170 sel.l	0.00	1.00	0.50	0.75
	Länteen, MSE-puualumiinikarmi, 170 sel.l	4.10	1.00	0.50	0.75
Tehollinen lämpökapasiteetti C _{rak omin.}		70 Wh/(brm ² K)			
Ilmanvaihto					
Rakennuksen ilmanvuotoluku n50			1.0	1/h	
Ilmanvaihdon poistovirta			0.044	m ³ /s	
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde			72	%	
Vedenkulutus					
Lämpimän käyttöveden kulutus			72.00	m ³ /vuosi	
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus			Kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	Ei <input type="checkbox"/>	
Lämmitysjärjestelmät					
Lämmönkehitys	Sähkölämmitys	Sisältää käyttöveden lämmityksen	Kyllä <input type="checkbox"/>	Ei <input checked="" type="checkbox"/>	
Lämmönjakotapa	Sähköinen lattialämmitys				
Lämmönvaraajat	käyttövesi Nibe haato RR-120I ilmanvaihtokone Enervent Plaza eco ECE				
Lämpimän käyttöveden kiertajohto			Kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	Ei <input type="checkbox"/>	
- Kiertajohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita			Kyllä <input type="checkbox"/>	Ei <input checked="" type="checkbox"/>	
Energiätehokkuusluvun laskenta					
Lämmitysenergian kulutus		10369	kWh/vuosi		
Laitesähköenergian kulutus		2712	kWh/vuosi		
Jäähdytysenergian kulutus		0	kWh/vuosi		
Rakennuksen energiankulutus yhteensä		13081	kWh/vuosi		
Rakennuksen energiatehokkuusluku		162	kWh/brm ² /vuosi		

Rakennuskohde Talomalli Käpy - YP2 tavoite	Sisältö Yläpohja, NR-kattoristikko, ISOVER REK	
Suunnittelija Manu Nieminen	Työ nro	PAYP1007
	Päiväys 10.2.2011	



Vesikate alusrakenteineen rakennesuunnitelmien mukaan
Reuna-alueilla kattokannattajien välissä tuulenohjain

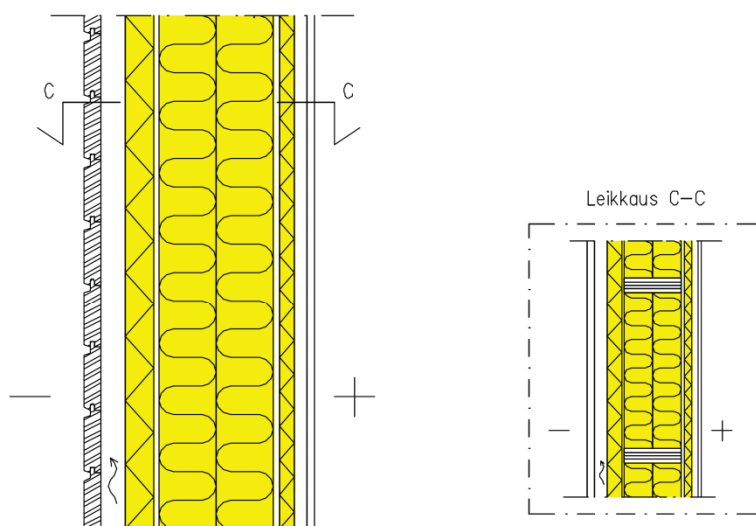
Tuuletettu ullakotila

- 600 mm Lämmöneriste puhallusvilla ISOVER KV-041
 - 100 mm Lämmöneriste ISOVER KL-33
 - 25 mm Jäykkä alumiinipintainen mineraalivillaeristyslevy ISOVER REK-31
 - 22 mm Harvalauditus 22x100 k300
 - 13 mm Kipsilevy Gyproc GN 13 tai GEK 13
- Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
Lämmönläpäisykerroin (laskennassa käytetty lämmönjohtavuus λ_d)
 $U = 0,054 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lämmönläpäisykerroin:

VERSIO	ERISTEKERROS	U-ARVO
A	ISOVER REK-31 25mm + KL-33 100mm + KV-041 600mm	U=0,054
B	ISOVER REK-31 25mm + KL-33 100mm + KV-041 500mm	U=0,062
C	ISOVER REK-31 25mm + KL-33 100mm + KV-041 400mm	U=0,073

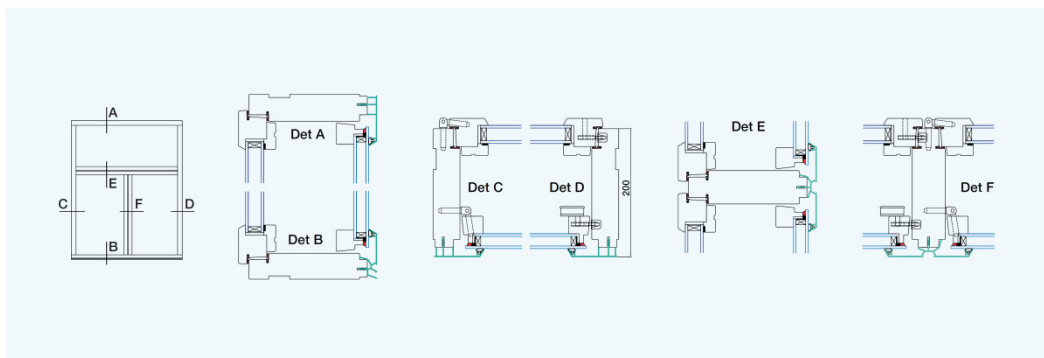
Rakennuskohde Talomalli Käpy - US2 tavoite	Sisältö Ulkoseinä, puurunko, lautaverhous	
Suunnittelija Manu Nieminen	Työ nro	PAUS1001C
	Päiväys 10.2.2011	



	Ulkoverhous
44 mm	Ristiinkoolaus 22x100 k600, tuuletusrako
50 mm	Tuulensuoja ja lämmöneriste, ISOVER RKL-31 Facade, saumat teipataan Kipsilevy Glasroc GHU 13 Hydro tai Gyproc GTS 9
200 mm	Lämmöneriste ISOVER KL-33 2x100mm ja kantava runko k600; tässä Kerto-S 51mm x 200mm
12 mm	Vaneri
25 mm	Jäykkä alumiinipintainen mineraalivillaeristelevy ISOVER REK-31
22 mm	Harvalaudoitus 22x100 k300, tuuletusrako
13 mm	Kipsilevy GYPROC GEK-13 tai GN-13 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan Lämmönläpäisykerroin (laskennassa käytetty lämmönjohtavuus λ_d) $U = 0.127 \text{ W/m}^2\text{K}$

Huom. U-arvoa ei tarvitse korjata, ei yhtenäistä kylmäsiltaa.

Lammin Watti Eko WNS-A



Watti-mallisarjan huipulla Watti Eko WNS-A energiaikkunat ovat A-energialuokan ikkunoita ja parhaan vaihtoehdon E-arvo 42 (U-arvo 0,66) on poikkeuksellisen hyvä.

Ikkuna on sisältä katsottuna kokonaan lämmintä ja ekologista kotimaista mäntyä ja ulkoa katsottuna mahdollisimman huoltovapaa alumiini-ikkuna, jossa ulkopuite on kokonaan suojattu lasilla. Ikkunan ulkopuiterakenne on mallisuojattu.

Mallisarjan sisäpuiteen viisto muoto tekee Lammin vankasta energiäisäpuitteesta siromman ja tyyliin valitut pintahelat suorakulmaisina ovat muotokieleltään yhteensopivat.

Ikkunat valmistetaan asiakkaan ja rakennuskohteen vaatimusten mukaisesti. Ne sopivat yhtä hyvin uudis- ja korjausrakentamiseen.

Lammin ikkunoilla on SFS -merkin käyttöoikeus ja ne täyttävät standardin SFS 3304, luokan 1 mukaisen sateen- ja ilmanpitävyyden sekä tuulenpaineenpitävyyden.

Ikkunoiden mitat, mallit, muodot, värisävyt, lasiosan energiatehokkuus, lasien turvaominaisuudet sekä muut lisäominaisuudet ja -varusteet valitaan tilauksittain ja tuotteittain yksilöllisesti.

Tarjous ja tilausvahvistus tuotekaavioineen sisältävät määrätään ja laadultaan vain niissä mainitut tuotteet, pintakäsittelyt ja varusteet.

Puuraaka-aine ja puuosien pintakäsittely

Lammin ikkunoiden kaikki puuosat ovat kotimaista valkoitua ja oksattomaksi laatujuokettua mäntyä

- karmirakenne on aina sormijatkettua ja lamelliimattua massiivimäntyä, asennuksen jälkeen näkyviin jäävät karmipinnat ovat oksattomia - karmisyvytykset 131, 145, 175 ja 200 mm
- maalilaadun sisä- ja ulkopuite oksattomaksi sormijatkettua mäntyä
- kuultolaadun sisäpuite on ei-sormijatkettua mäntyä ja sisälle näkyvä pinta oksatonta

Puiteiden sisäpinnat ja karmi hiotaan koneellisesti, pohjamaalataan, tasoitetaan tarvittavin osin ja hiotaan uudelleen koneellisesti ennen pintamaalauksia. Samat käsittelyt tehdään myös kuultovärjättyihin tuotteisiin.

Valkoisen maalauksen vakiosävy NCS 0502-Y, kuultosävyt Teknos kuultovärit sävykartan mukaan, sisältäen sisäpuiteen sisäpinnan vesiohenteisen lakkauksen. Katso värivalintakortti.

Alumiiniprofiilit ja niiden pintakäsittely

Watti Eko-energiaikkunassa vain karmien uloin suojaus on alumiiniprofiilia ja sen pohjakäsittelynä keltakromatointi ja pintakäsittelynä pulverimaalaus RR- tai RAL-sävyjen mukaan. Katso värivalintakortti.

Karmia säältä suojaavan alumiiniverhouksen kiinnitystapa on tutkittu, testattu ja tukeva.

Karmirakenteissa on huomioitu puun ja alumiinin välinen tuuletuvuus ja alumiinin lämpölaajeneminen.

Alakarmien verhouksprofiili on päistään tiivistä tulpattu, siinä on hyvä myrskyvedenpoisto sekä kiinnitysura ja lukitusnokka vesipellin kätevää ja tiivistä "snap-in"-kiinnitystä varten.

Lasit ja lasitus

Kaikki lasit ovat 1-laatu luokan float-lasia, molempien puitteiden eristyslasit ovat SFS-hyväksytyjä ja niiden lasipaksuus aina vähintään 4 mm. Tilauksen erikoislasi valitaan tilaus- tai ikkunakohtaisesti niin, että mm. energianluokka-vaatimukset, ääneneristys- tai turvalasimääräykset tulevat huomioituiksi.

Valkoisten ikkunoiden sisäpuiteiden lasituslistat ovat uv-suojattua, läpivärjättyä valkoista muovia, kuultokäsittelyjen ja erikoisväriin maalattujen ikkunoiden lasituslistat ovat muovia tai puuta.

Watti Eko-ikkunan ulkopuutteessa ei ole erillisiä lasituslistoja.

Helat

Saranat ovat pulttisaranoita M8x30 ja 35/PS Fe/Zn.

Tuuletusikkunoiden pitkäsalvat Abloy 68 Fe/Zn, muiden avattavien ikkunoiden lukot sisäpuutteissa Abloy 71 Fe/Zn, ulkopuutteissa Abloy 72 Fe/Zn, ikkunalukkojen ja pitkäsalpojen vastahelat Fe/Zn. Tuuletusikkunan aukkipitolaite on vakiona Abloy WF 250 Muo/AL hamaa tai erikseen tilattaessa Morite Fe/Zn.

Tuuletusikkunan kiintopainikkeet, valkoisissa Abloy Polar 56/062 Zn/JVA ja kuultovärjättyissä Zn/CR valkoisen ikkunan sisäpuiteen ikkunalukkojen peitekilvet valkoiset ja kuultovärjättyissä kromatut. Katso välivalintakortti.

Tiivistys

Karmi- ja puiterakenteet ovat vankat ja niiden ansiosta sekä sisäpuiteen huuloksessa ja karmien kyntteessä 10 mm:n tila erikoistivistä varten. Uratiiviste jatkuu ehjänä myös puitteen kulmien ympäri. Valkoiseksi maalatuissa tuotteissa tiiviste on valkoinen tai muissa musta. Ulkopuitetiiviste on musta kumitiiviste ja se on asennettu alumiiniprofiiliin uraan, huomioiden puitevälin tuuletus.

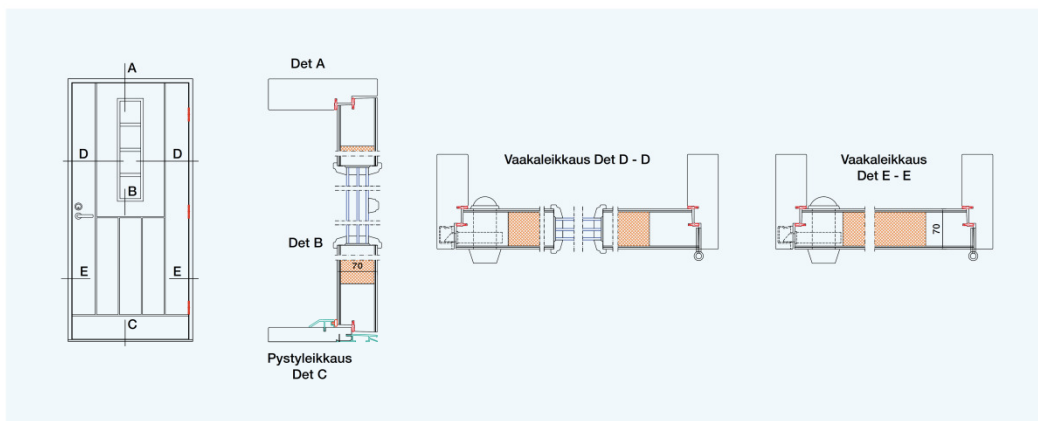
Varamme kaikki oikeudet muutoksiin.

Lammin Ikkuna Oy

PL 100, FI-16901 Lammi
puh (03) 625 1500, fax (03) 633 27 37

Arjen luksusta. www.lammin.fi

Lammin Elegantti, Pikantti ja Pieteetti lämpöulko-ovet



Lammin -lämpöulko-ovet ovat ulosavautuvia ja mallit valmistetaan asiakkaan tarpeisiin mittailaustyönä. Mitoituksen lisäksi asiakas valitsee parhaiten kohteeseen sopivan karmisyyvyyden, värin ja heloituksen Lammin monista valintavaihtoehdoista tuotekohtaisesti yksilöllisesti.

Ovet valmistetaan asiakkaan ja rakennuskohteen vaatimusten mukaisesti. Ne sopivat yhtä hyvin uudis- ja korjausrakentamiseen. Enintään 990 mm leveä ovi voi olla enintään 2290 mm korkuinen, mikäli ovi on leveämpi, kuitenkin enintään 1190 mm, korkeus voi olla silloin enintään 2090 mm.

Tarjous ja tilausvahvistus tuotekaavioineen sisältävät määrällään ja laadultaan vain niissä mainitut tuotteet, pintakäsittelyt ja varusteet.

Puuraaka-aine ja puuosien pintakäsittely

Lammin lämpöulko-ovien kaikki näkyvät puuosat ovat kotimaista valikoitua, vääntymättömäksi ja oksattomaksi laatujuokettua ja liimattua mäntyä

- kaksoiskyntteellinen, 54 mm paksu karmirakenne on aina sormijatkettua ja lamelliimattua massiivimäntyä, asennuksen jälkeen näkyviin jäävät karmipinnat ovat oksattomia - karmisyyvydet 121, 135, 165 ja 190 mm
- ovirunko on liimattu sormijatketuista mäntylamelleista, oven paksuus 70 mm

Karmit ja ovilevyt ovat peittomaalattuja ja värisävy valitaan RR-sävykartan mukaan. Valkoisen maalauksen vakiosävy NCS 0502-Y.

Ovissa on kaksoiskyntteellinen, lämpökatkollinen 38 mm:n koivu-/alumiinikynnys, alumiinisessa ulkokappaleessa on kiinnitysura ja lukitusnokka vesipellin kätevää ja tiivistä "snap-in"-kiinnitystä varten. Vaihtoehtona 25 mm:n kynnys yhdellä kyntteellä/ tiivisteellä. Kynnys on kuultokäsittely.

Lasit ja umpiosa

Oven eristyslasit ovat SFS-hyväksytyjä ja 3K4-eristyslasielementtejä, joissa sisin ja uloin lasi on selektiivilasi ja keskimäinen lasi

Stippolyte-koristelasi, molemmissa lasiväleissä on argonkaasutäyte.

Ovet ovat sisälle- ja ulospäin HDF-levypintaisia ja kuviointi malliston mukaan. Lammin ja luja lämpöovilevyrakenne muodostuu molemminpuolisista viiluista ja alumiinilevyistä, eristeenä polystyreenilevy.

Lämmöneristysarvo on eristeen kohdalta 0,50 W/m²K ja lasien kohdalta 0,70 W/m²K.

Helat

Saranat Fiskars N 3248-110TMKSS korkeus- ja sivuttaissäädettäviä murto suojaranoina, vakiona 3 kpl, pintakäsittely valkoiseksi maalaistuissa ovissa Fe/JVA ja muissa ovisävyissä Fe/Zn.

Ovissa on Abloy LC100-lukkorunko ja lukon vastarauta LP 711. Ovitilaukseen on saatavana myös helapakettivaihtoehtoja, jolloin ovissa on lukkosylinterit ja painikkeet valmiiksi asennettuina.

Tiivistys

Vahvan karmi- ja puiterakenteen ansiosta tiivistyksellä oven huulokassa ja karmien kyntteessä 12 mm:n tila kahta erikoistiivistettä varten. Ovi keuhän uratiiviste jatkuu ehjänä myös kulmien ympäri, tiivisteet ovat valkoisissa ovissa valkoiset, muissa mustat. Kynnysessä on musta kumitiiviste.

Varaamme kaikki oikeudet muutoksiin.

Lammin Ikkuna Oy

PL 100, FI-16901 Lammi

puh (03) 625 1500, fax (03) 633 27 37

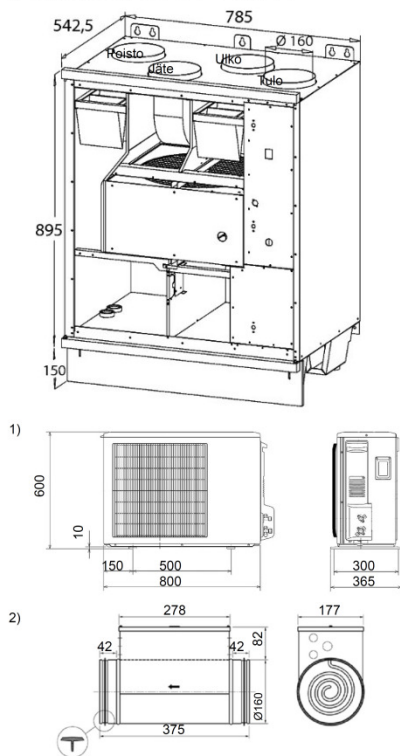
Arjen luksusta. www.lammin.fi

enervent® Energy Optimizer

Kohde: Talomalli Käpy - tavoitetaso
Käsittelijä: Manu Nieminen

Sivu 1
25.04.2011

Pandion eco EDX-E



Huom! Patteri asennetaan tuloilmakanavaan Patterin saa asentaa myös pystyyn.

Laitetiedot: Pandion eco EDX-E	
Kanavälhdöt	Ø 160 mm
Leveys	785 mm
Korkeus	895 mm
Syvyys	543 mm
Paino	90 kg
Puhaltimen teho	230 W
1) EDX: Ulkoyksikkö (paino: 45 kg)	
2) EDX: E - Sähkölämmityspatteri (kanava-asenteinen)	
EDX: CX - Suorahöyrysteinen (sisäinen)	
Asennus lämpimään tilaan	
Sähkötiedot: 230 V/50 Hz, 1~, 10 A; E: 230 V/50 Hz, 1~, 10 A; EDX: 230 V/50 Hz, 1~, 16 A (COMP 1 & 2); EDX: 230 V/50 Hz, 1~, 20 A (COMP 3 & 4)	

Mitoitusarvot:	Tulo	Poisto
Ilmavirta:	40 l/s	44 l/s
Kanavapaine:	74 Pa	74 Pa
Suodatustaso:	F5	F5

Tulokset:	Tulo:	Poisto:
Mitoituspisteessä:		
Puhallinnopeus:	41 %	41 %
Ilmavirta:	40 l/s	44 l/s
Kanavapaine:	74 Pa	74 Pa
Ottoteho:	28 W	23 W
SFP:	1,16 kW/(m3/s)	
Huipputeho:		
Ilmavirta:	102 l/s	112 l/s
Kanavapaine:	486 Pa	479 Pa
Tehostusvara:	155 %	155 %

Otsapintanopeuksia:		
Kanavälhdö (Ø160 mm):	1,99 m/s	2,19 m/s
LTO (Ø420 mm):	0,59 m/s	0,65 m/s

Patterit:		
Lämmityspatteri: Sähkö EDX-E Ø160mm kanava-asenteinen		
Otsapintanopeus:	1,99 m/s	
Painehäviö:	2 Pa	
Jäähdytyspatteri: Suorahöyrysteinen 200 x 325 mm sisäinen		
Otsapintanopeus:	0,62 m/s	
Painehäviö:	3 Pa	

Pyörivä lämmönsiirrin:		
Painehäviö:	23 Pa	25 Pa
Mitoituslämpötila:	-26 °C	
Hyötysuhde mitoitusasteessa:	84,5 %	
Tuloilman tavoitelämpötila:	19 °C	
Tuloilma jälkeen LTO:n:	13,7 °C	
Jälkilämmitystarve mitoituslämpötilassa:	257 W	

Äänet:										
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB	dB(A)
Tila	42	43	45	38	34	22	15	0	48,9	40,4
Tila: 10 m2 absorptio LpA:										36,4
Tulo	44	42	44	51	56	49	41	24	58,4	57,7
Poisto	42	33	32	33	37	23	15	18	44,2	38,4
Ulko	42	37	37	39	36	28	20	18	45,7	39,7
Jäte	50	49	49	52	59	50	45	35	61,4	60,4

Rakenteiden läpi johtuva energia, kaikki rakenneosat (Qjoht)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qjoht (YP):	Qjoht (US):	Qjoht (AP):	Qjoht (Ikk.+ovi):	Qjoht:
Tammikuu	145 kWh	315 kWh	134 kWh	227 kWh	820 kWh
Helmikuu	137 kWh	299 kWh	130 kWh	215 kWh	781 kWh
Maaliskuu	108 kWh	235 kWh	153 kWh	169 kWh	665 kWh
Huhtikuu	92 kWh	201 kWh	157 kWh	144 kWh	595 kWh
Toukokuu	49 kWh	107 kWh	163 kWh	77 kWh	395 kWh
Kesäkuu	27 kWh	59 kWh	148 kWh	42 kWh	276 kWh
Heinäkuu	27 kWh	60 kWh	134 kWh	43 kWh	264 kWh
Elokuu	28 kWh	62 kWh	124 kWh	44 kWh	259 kWh
Syyskuu	58 kWh	126 kWh	111 kWh	90 kWh	385 kWh
Lokakuu	88 kWh	192 kWh	105 kWh	138 kWh	524 kWh
Marraskuu	96 kWh	208 kWh	102 kWh	150 kWh	556 kWh
Joulukuu	128 kWh	278 kWh	115 kWh	200 kWh	721 kWh
Yhteensä:	984 kWh	2141 kWh	1576 kWh	1541 kWh	6242 kWh
Yhteensä:	6242 kWh				
Yhteensä/brm2:	78 kWh/brm2				

Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia (Qvuotoilma)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qvuotoilma:
Tammikuu	29 kWh
Helmikuu	28 kWh
Maaliskuu	22 kWh
Huhtikuu	18 kWh
Toukokuu	10 kWh
Kesäkuu	5 kWh
Heinäkuu	6 kWh
Elokuu	6 kWh
Syyskuu	12 kWh
Lokakuu	18 kWh
Marraskuu	19 kWh
Joulukuu	26 kWh
Yhteensä:	197 kWh
Yhteensä:	197 kWh
Yhteensä/brm2:	3 kWh/brm2

Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia (Qiv)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qiv:
Tammikuu	148 kWh
Helmikuu	141 kWh
Maaliskuu	111 kWh
Huhtikuu	94 kWh
Toukokuu	50 kWh
Kesäkuu	28 kWh
Heinäkuu	28 kWh
Elokuu	29 kWh
Syyskuu	59 kWh
Lokakuu	90 kWh
Marraskuu	98 kWh
Joulukuu	131 kWh
Yhteensä:	1007 kWh
Yhteensä:	1007 kWh
Yhteensä/brm2:	13 kWh/brm2

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema lämpöenergia (Q_{lkv,netto})

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Q _{lkv,netto} :
Tammikuu	392 kWh
Helmikuu	354 kWh
Maaliskuu	392 kWh
Huhtikuu	380 kWh
Toukokuu	392 kWh
Kesäkuu	380 kWh
Heinäkuu	392 kWh
Elokuu	392 kWh
Syyskuu	380 kWh
Lokakuu	392 kWh
Marraskuu	380 kWh
Joulukuu	392 kWh

Yhteensä: 4620 kWh

Yhteensä: 4620 kWh

Yhteensä/brm2: 58 kWh/brm2

Tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia (Q_{lämmitys,tilat,häviöt})

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Q _{lämmitys,tilat,häviöt} :
Tammikuu	170 kWh
Helmikuu	170 kWh
Maaliskuu	113 kWh
Huhtikuu	113 kWh
Toukokuu	57 kWh
Kesäkuu	0 kWh
Heinäkuu	0 kWh
Elokuu	0 kWh
Syyskuu	57 kWh
Lokakuu	113 kWh
Marraskuu	170 kWh
Joulukuu	170 kWh

Yhteensä: 1132 kWh

Yhteensä: 1132 kWh

Yhteensä/brm2: 14 kWh/brm2

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia (Q_{lkv,häviöt})

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Q _{lkv,häviöt} :
Tammikuu	122 kWh
Helmikuu	111 kWh
Maaliskuu	122 kWh
Huhtikuu	119 kWh
Toukokuu	122 kWh
Kesäkuu	119 kWh
Heinäkuu	122 kWh
Elokuu	122 kWh
Syyskuu	119 kWh
Lokakuu	122 kWh
Marraskuu	119 kWh
Joulukuu	122 kWh

Yhteensä: 1442 kWh

Yhteensä: 1442 kWh

Yhteensä/brm2: 18 kWh/brm2

Sähkölaitteiden kulutus (Wlaitesähkö)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Wlaitesähkö:
Tammikuu	230 kWh
Helmikuu	208 kWh
Maaliskuu	230 kWh
Huhtikuu	223 kWh
Toukokuu	230 kWh
Kesäkuu	223 kWh
Heinäkuu	230 kWh
Elokuu	230 kWh
Syyskuu	223 kWh
Lokakuu	230 kWh
Marraskuu	223 kWh
Joulukuu	230 kWh

Yhteensä: 2712 kWh

Yhteensä: 2712 kWh

Yhteensä/brm2: 34 kWh/brm2

Käyttöveden lämmityksen energiankulutus (Qlqv)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlqv,netto:	Qlqv,häviöt:	QLP, lkv:	Qlqv:
Tammikuu	392 kWh	122 kWh	0 kWh	515 kWh
Helmikuu	354 kWh	111 kWh	0 kWh	465 kWh
Maaliskuu	392 kWh	122 kWh	0 kWh	515 kWh
Huhtikuu	380 kWh	119 kWh	0 kWh	498 kWh
Toukokuu	392 kWh	122 kWh	0 kWh	515 kWh
Kesäkuu	380 kWh	119 kWh	0 kWh	498 kWh
Heinäkuu	392 kWh	122 kWh	0 kWh	515 kWh
Elokuu	392 kWh	122 kWh	0 kWh	515 kWh
Syyskuu	380 kWh	119 kWh	0 kWh	498 kWh
Lokakuu	392 kWh	122 kWh	0 kWh	515 kWh
Marraskuu	380 kWh	119 kWh	0 kWh	498 kWh
Joulukuu	392 kWh	122 kWh	0 kWh	515 kWh

Yhteensä: 4620 kWh 1442 kWh -- 6062 kWh

Yhteensä: 6062 kWh

Yhteensä/brm2: 75 kWh/brm2

Lämpöhäviöenergia yhteensä (Qlämpöhäviö+Qlämmitys,tuloilmapatteri)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qjoht:	Qvuotoilma:	Qiv:	Qlämph+Qlämmitys,tuloilmapatteri:
Tammikuu	820 kWh	29 kWh	148 kWh	998 kWh
Helmikuu	781 kWh	28 kWh	141 kWh	949 kWh
Maaliskuu	665 kWh	22 kWh	111 kWh	798 kWh
Huhtikuu	595 kWh	18 kWh	94 kWh	708 kWh
Toukokuu	395 kWh	10 kWh	50 kWh	455 kWh
Kesäkuu	276 kWh	5 kWh	28 kWh	309 kWh
Heinäkuu	264 kWh	6 kWh	28 kWh	298 kWh
Elokuu	259 kWh	6 kWh	29 kWh	294 kWh
Syyskuu	385 kWh	12 kWh	59 kWh	456 kWh
Lokakuu	524 kWh	18 kWh	90 kWh	632 kWh
Marraskuu	556 kWh	19 kWh	98 kWh	673 kWh
Joulukuu	721 kWh	26 kWh	131 kWh	877 kWh

Yhteensä: 6242 kWh 197 kWh 1007 kWh 7446 kWh

Yhteensä: 7446 kWh

Yhteensä/brm2: 93 kWh/brm2

Lämpökuormaenergia lämpimän käyttöveden laitteista (Qlkv,kuorma)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlkv,kuorma:
Tammikuu	154 kWh
Helmikuu	140 kWh
Maaliskuu	154 kWh
Huhtikuu	149 kWh
Toukokuu	154 kWh
Kesäkuu	149 kWh
Heinäkuu	154 kWh
Elokuu	154 kWh
Syyskuu	149 kWh
Lokakuu	154 kWh
Marraskuu	149 kWh
Joulukuu	154 kWh
Yhteensä:	1819 kWh
Yhteensä:	1819 kWh
Yhteensä/brm2:	23 kWh/brm2

Lämpökuormaenergia sähkölaitteista (Qsäh)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qsäh:
Tammikuu	220 kWh
Helmikuu	199 kWh
Maaliskuu	220 kWh
Huhtikuu	213 kWh
Toukokuu	220 kWh
Kesäkuu	213 kWh
Heinäkuu	220 kWh
Elokuu	220 kWh
Syyskuu	213 kWh
Lokakuu	220 kWh
Marraskuu	213 kWh
Joulukuu	220 kWh
Yhteensä:	2588 kWh
Yhteensä:	2588 kWh
Yhteensä/brm2:	32 kWh/brm2

Ikkunoista tuleva säteilyenergia (Qaur)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qaur:
Tammikuu	21 kWh
Helmikuu	105 kWh
Maaliskuu	160 kWh
Huhtikuu	248 kWh
Toukokuu	83 kWh
Kesäkuu	92 kWh
Heinäkuu	77 kWh
Elokuu	66 kWh
Syyskuu	45 kWh
Lokakuu	87 kWh
Marraskuu	17 kWh
Joulukuu	8 kWh
Yhteensä:	1009 kWh
Yhteensä:	1009 kWh
Yhteensä/brm2:	13 kWh/brm2

Lämpökuormat yhteensä (Qlämpökuorma)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qhenk:	Qsäh:	Qlämm.,kuorma:	Qlqv,kuorma:	Qaur:	Qlämpök:
Tammikuu	55 kWh	220 kWh	119 kWh	154 kWh	21 kWh	569 kWh
Helmikuu	50 kWh	199 kWh	119 kWh	140 kWh	105 kWh	612 kWh
Maaliskuu	55 kWh	220 kWh	79 kWh	154 kWh	160 kWh	668 kWh
Huhtikuu	53 kWh	213 kWh	79 kWh	149 kWh	248 kWh	742 kWh
Toukokuu	55 kWh	220 kWh	40 kWh	154 kWh	83 kWh	552 kWh
Kesäkuu	53 kWh	213 kWh	0 kWh	149 kWh	92 kWh	508 kWh
Heinäkuu	55 kWh	220 kWh	0 kWh	154 kWh	77 kWh	506 kWh
Elokuu	55 kWh	220 kWh	0 kWh	154 kWh	66 kWh	495 kWh
Syyskuu	53 kWh	213 kWh	40 kWh	149 kWh	45 kWh	500 kWh
Lokakuu	55 kWh	220 kWh	79 kWh	154 kWh	87 kWh	595 kWh
Marraskuu	53 kWh	213 kWh	119 kWh	149 kWh	17 kWh	552 kWh
Joulukuu	55 kWh	220 kWh	119 kWh	154 kWh	8 kWh	556 kWh
Yhteensä:	647 kWh	2588 kWh	793 kWh	1819 kWh	1009 kWh	6855 kWh
Yhteensä:	6855 kWh					
Yhteensä/brm2:	85 kWh/brm2					

Lämpökuormista hyödynnettävä energia (Qsis.lämpö)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlämpökuorma:	kuorma/häviö:	H (W/K):	aikavakio (h):	Hyödsaste:	Qsis.lämpö:
Tammikuu	569 kWh	0.57	42.43	133.40	1.00	568 kWh
Helmikuu	612 kWh	0.65	42.51	133.15	1.00	609 kWh
Maaliskuu	668 kWh	0.84	45.46	124.52	0.96	643 kWh
Huhtikuu	742 kWh	1.05	47.25	119.82	0.88	651 kWh
Toukokuu	552 kWh	1.21	57.16	99.03	0.78	432 kWh
Kesäkuu	508 kWh	1.64	70.46	80.34	0.60	304 kWh
Heinäkuu	506 kWh	1.70	66.74	84.83	0.58	294 kWh
Elokuu	495 kWh	1.69	63.69	88.88	0.59	291 kWh
Syyskuu	500 kWh	1.10	48.58	116.53	0.85	426 kWh
Lokakuu	595 kWh	0.94	44.08	128.43	0.93	554 kWh
Marraskuu	552 kWh	0.82	43.29	130.77	0.97	535 kWh
Joulukuu	556 kWh	0.63	42.27	133.93	1.00	554 kWh
Yhteensä:	6855 kWh	--	--	--	--	5861 kWh
Yhteensä:	5861 kWh					
Yhteensä/brm2:	73 kWh/brm2					

Jäähdytyksen nettoenergiantarve (Qjäähdytys,tilat,netto)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qjäähdytys,tilat,netto:
Tammikuu	0 kWh
Helmikuu	0 kWh
Maaliskuu	0 kWh
Huhtikuu	18 kWh
Toukokuu	29 kWh
Kesäkuu	95 kWh
Heinäkuu	105 kWh
Elokuu	103 kWh
Syyskuu	0 kWh
Lokakuu	0 kWh
Marraskuu	0 kWh
Joulukuu	0 kWh
Yhteensä:	350 kWh
Yhteensä:	350 kWh
Yhteensä/brm2:	5 kWh/brm2

Jäähdytysenergian kulutus (Qjäähdytys,tilat)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qjäähd.,tilat,netto:	Qjäähdytys,tilat:
Tammikuu	0 kWh	0 kWh
Helmikuu	0 kWh	0 kWh
Maaliskuu	0 kWh	0 kWh
Huhtikuu	18 kWh	26 kWh
Toukokuu	29 kWh	41 kWh
Kesäkuu	95 kWh	136 kWh
Heinäkuu	105 kWh	150 kWh
Elokuu	103 kWh	147 kWh
Syyskuu	0 kWh	0 kWh
Lokakuu	0 kWh	0 kWh
Marraskuu	0 kWh	0 kWh
Joulukuu	0 kWh	0 kWh
Yhteensä:	350 kWh	500 kWh

Yhteensä: 500 kWh
Yhteensä/brm2: 6 kWh/brm2

Lämmityksen nettoenergiatarve (Qlämmitys,tilat,netto)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlämpöh.+Qtip.:	Qsis.lämpö:	Qlämmitys,tilat,netto:
Tammikuu	998 kWh	568 kWh	429 kWh
Helmikuu	949 kWh	609 kWh	340 kWh
Maaliskuu	798 kWh	643 kWh	154 kWh
Huhtikuu	708 kWh	651 kWh	57 kWh
Toukokuu	455 kWh	432 kWh	23 kWh
Kesäkuu	309 kWh	304 kWh	5 kWh
Heinäkuu	298 kWh	294 kWh	4 kWh
Elokuu	294 kWh	291 kWh	3 kWh
Syyskuu	456 kWh	426 kWh	30 kWh
Lokakuu	632 kWh	554 kWh	78 kWh
Marraskuu	673 kWh	535 kWh	138 kWh
Joulukuu	877 kWh	554 kWh	324 kWh
Yhteensä:	7446 kWh	5861 kWh	1585 kWh

Yhteensä: 1585 kWh
Yhteensä/brm2: 20 kWh/brm2

Tilojen lämmitysenergian kulutus (Qlämmitys,tilat)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlämm.,tilat,netto:	Qlämm.,tilat,häviöt:	QLP,tilat:	Qlämmitys,tilat:
Tammikuu	429 kWh	170 kWh	0 kWh	599 kWh
Helmikuu	340 kWh	170 kWh	0 kWh	510 kWh
Maaliskuu	154 kWh	113 kWh	0 kWh	268 kWh
Huhtikuu	57 kWh	113 kWh	0 kWh	170 kWh
Toukokuu	23 kWh	57 kWh	0 kWh	79 kWh
Kesäkuu	5 kWh	0 kWh	0 kWh	5 kWh
Heinäkuu	4 kWh	0 kWh	0 kWh	4 kWh
Elokuu	3 kWh	0 kWh	0 kWh	3 kWh
Syyskuu	30 kWh	57 kWh	0 kWh	87 kWh
Lokakuu	78 kWh	113 kWh	0 kWh	192 kWh
Marraskuu	138 kWh	170 kWh	0 kWh	308 kWh
Joulukuu	324 kWh	170 kWh	0 kWh	494 kWh
Yhteensä:	1585 kWh	1132 kWh	--	2717 kWh

Yhteensä: 2717 kWh
Yhteensä/brm2: 34 kWh/brm2

Lämmitysenergian kulutus yhteensä (Qlämmitys)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlämmitys,tilat:	Qlqv:	QLP/eLP:	Qlämmitys:
Tammikuu	599 kWh	515 kWh	0 kWh	1114 kWh
Helmikuu	510 kWh	465 kWh	0 kWh	975 kWh
Maaliskuu	268 kWh	515 kWh	0 kWh	782 kWh
Huhtikuu	170 kWh	498 kWh	0 kWh	668 kWh
Toukokuu	79 kWh	515 kWh	0 kWh	594 kWh
Kesäkuu	5 kWh	498 kWh	0 kWh	504 kWh
Heinäkuu	4 kWh	515 kWh	0 kWh	519 kWh
Elokuu	3 kWh	515 kWh	0 kWh	518 kWh
Syyskuu	87 kWh	498 kWh	0 kWh	585 kWh
Lokakuu	192 kWh	515 kWh	0 kWh	706 kWh
Marraskuu	308 kWh	498 kWh	0 kWh	806 kWh
Joulukuu	494 kWh	515 kWh	0 kWh	1008 kWh
Yhteensä:	2717 kWh	6062 kWh	--	8779 kWh
Yhteensä:	8779 kWh			
Yhteensä/brm2:	109 kWh/brm2			

Energiankulutus yhteensä (Erakennus)

Omakotitalo Käpy

Kuukausi:	Qlämmitys:	Wlaitesähkö:	Qjäähdytys,tilat:	Erakennus:
Tammikuu	1114 kWh	230 kWh	0 kWh	1344 kWh
Helmikuu	975 kWh	208 kWh	0 kWh	1183 kWh
Maaliskuu	782 kWh	230 kWh	0 kWh	1013 kWh
Huhtikuu	668 kWh	223 kWh	26 kWh	917 kWh
Toukokuu	594 kWh	230 kWh	41 kWh	865 kWh
Kesäkuu	504 kWh	223 kWh	136 kWh	862 kWh
Heinäkuu	519 kWh	230 kWh	150 kWh	899 kWh
Elokuu	518 kWh	230 kWh	147 kWh	896 kWh
Syyskuu	585 kWh	223 kWh	0 kWh	808 kWh
Lokakuu	706 kWh	230 kWh	0 kWh	937 kWh
Marraskuu	806 kWh	223 kWh	0 kWh	1029 kWh
Joulukuu	1008 kWh	230 kWh	0 kWh	1239 kWh
Yhteensä:	8779 kWh	2712 kWh	500 kWh	11991 kWh
Yhteensä:	11991 kWh			
Yhteensä/brm2:	149 kWh/brm2			

Rakennuksen jäähdytysteho

Omakotitalo Käpy

Tammikuu	0 W
Helmikuu	0 W
Maaliskuu	0 W
Huhtikuu	73 W
Toukokuu	110 W
Kesäkuu	377 W
Heinäkuu	404 W
Elokuu	395 W
Syyskuu	0 W
Lokakuu	0 W
Marraskuu	0 W
Joulukuu	0 W
Maksimiarvo:	404 W

Jäähdytysteho on laskettu kertomalla kuukauden keskimääräinen jäähdytysteho kertoimella 2.00 (maksimiarvon ja keskiarvon suhde)

Huom! Tätä tulosta ei tule käyttää jäähdytyslaitteiston mitoitukseen

Rakennuksen lämpöhäviön taseaselkelma, D3-2010 (voimassa 1.1.2010 alkaen)

Rakennuskohde	Vertailutalo - Talomalli Käpy
Rakennuslupatunnus	
Rakennustyyppi	Erillinen pientalo
Pääsuunnittelija	
Taseaselkelman tekijä	Rakennusinsinööriopiskelija 4.vuosisuoritus Manu Nieminen
Päiväys	6.10.2010
Tulos: Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET JA LÄMPÖHÄVIÖ VASTAA MATALAENERGIATASOA

Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus	292 rak-m ³
Maanpäälliset kerrostasosalat yhteensä	80 m ²
Kerroskorkeus	3,0 m
Huonekorkeus	2,7 m
Ilmatilavuus, V, lämpimät tilat	185 m ³
Ilmatilavuus, V, puoliämpimät tilat	m ³

Laskentatuloksia

Julkisivun pinta-ala on 121 m²
 Ikkunapinta-ala on 14 % maanpäällisestä kerrostasosalasta
 Ikkunapinta-ala on 9 % julkisivun pinta-alasta
 Lämpöhäviö on 58 % vertailutasosta (lämpimät tilat)

Perustiedot	Pinta-alat, m ² [A]		U-arvot, W/(m ² K) [U]			Lämpöhäviöiden taseus	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
RAKENNUSOSAT							
<i>Lämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä	104	106	0,17	0,60	0,13	17,8	13,4
Hirsiseinä			0,40	0,60		-	-
Yläpohja	84	84	0,09	0,60	0,07	7,6	6,2
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0,09	0,60		-	-
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾			0,17	0,60		-	-
Alapohja (maanvastainen)	80		0,16	0,60	0,16	12,9	12,9
Muu maanvastainen rakennusosa			0,16	0,60		-	-
Ikkunat	12,1	11,1	1,00	1,80	0,67	12,1	7,4
Ulko-ovet	4,0		1,00	-	0,56	4,0	2,2
Kattoikkunat			1,00	1,80		-	-
Lämpimät tilat yhteensä	285	285				54,3	42,1
<i>Puoliämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä			0,26	0,60		-	-
Hirsiseinä			0,60	0,60		-	-
Yläpohja			0,14	0,60		-	-
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0,14	0,60		-	-
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾			0,26	0,60		-	-
Alapohja (maanvastainen)			0,24	0,60		-	-
Muu maanvastainen rakennusosa			0,24	0,60		-	-
Ikkunat			1,40	2,80		-	-
Ulko-ovet			1,40	-		-	-
Kattoikkunat			1,40	2,80		-	-
Puoliämpimät tilat yhteensä	-	-				-	-
VAIPAN ILMAVUODOT							
	Ilmanvuotoluku, 1/h [n ₅₀]		Vuotoilmavirta, m ³ /s [q _{v,v} = n ₅₀ /25 × V/3600]			Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{vuotoilma} = 1200 × q _{v,v}]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Lämpimät tilat	2,0	0,5	0,0041	0,0010	4,9	1,2	
Puoliämpimät tilat	2,0				-	-	
ILMANVAIHTO							
	Poistoilmavirta, m ³ /s [q _{v,p}]		LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _a]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{iv} = 1200 × q _{v,p} × (1-η _a)]		
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Hallittu ilmanvaihto	0,044		45		29,0		8,2
Lämpimät tilat			0				
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0				
Puoliämpimät tilat			45				
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0				
Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus							
						Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H _{joht} + H _{vuotoilma} + H _{iv}]	
	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu					
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä	88	51					
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä	-	-					

© Ympäristöministeriö, Taseaselkelma 2010 (versio helmikuu 2009)

¹⁾ Ryömintätilaan rajoittuvan alapohjan lämpöhäviö kerrotaan luvulla 0,8 rakentamismääräyksen osan D3 mukaisesti.

Tällä tavalla otetaan huomioon ryömintätilan ilman ulkoilmaa korkeampi vuotuinen keskilämpötila.

Ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta.

Rakennuksen lämpöhäviön tasauslaskelma, D3-2010 (voimassa 1.1.2010 alkaen)

#VIITTAUS!
Rakennuslupatunnus**Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista**

Pinta-alat (osa C3)
Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta

kyllä	ei
V	

Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa
- lämpimissä tiloissa
- puolilämpimissä tiloissa

V	

Rakennusosien U-arvot ja vaipan lämpöhäviö (osa C3)

U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia
Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,3
- lämpimissä tiloissa
- puolilämpimissä tiloissa

kyllä	ei
V	

	Enimmäisarvo	Toteutunut arvo
- lämpimissä tiloissa	1,3	0,77
- puolilämpimissä tiloissa	1,3	

Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus (D3)

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen
- lämpimissä tiloissa
- puolilämpimissä tiloissa

kyllä	ei
V	

	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo
- lämpimissä tiloissa	88 W/K	51 W/K
- puolilämpimissä tiloissa		

Tarkistuslistan yhteenveto**Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset**

kyllä	ei
V	

Lisäselvitykset**Rakennuksen vuotoilma (osa D3)**Jos lämpöhäviölaskelmissa vaipan ilmanvuotoluvun n_{50} suunnitteluarvo on alle 4 1/h, ilmanpitävyydestä on esitettävä selvitys**Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde (osa D2)**

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys

Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötaso (osa D3)

Kun suunnitellaan matalaenergiarakennusta, tulisi rakennuksen laskennallisen lämpöhäviön olla enintään 85 % rakennukselle määritetystä vertailulämpöhäviöstä. Tällöin vertailulämpöhäviön laskennassa käytetään hirsiseinille lämmönläpäisykertoimen vertailuarvoa 0,17 W/m²K lämpimissä tiloissa ja 0,26 W/m²K puolilämpimissä tiloissa.

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 85 %

vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä

- lämpimissä tiloissa
- puolilämpimissä tiloissa

kyllä	ei
V	

	85 % vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo
- lämpimissä tiloissa	75 W/K	51 W/K
- puolilämpimissä tiloissa		

Suunnitteluratkaisu vastaa matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa

V	
---	--

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Erilliset pientalot (enintään 6 asuntoa)**

Osoite: **Karhunkorventie 10
14820 Tuulos
Hämeenlinna**









Valmistumisvuosi: **2011**

Rakennustunnus:

Asuntojen lukumäärä: **1**

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
- 150		
151 - 170		
171 - 190		
191 - 230		
231 - 270		
271 - 320		
321 -		
<i>Paljon kuluttava</i>		

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

149

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.

Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

Todistuksen antaja:
RI-opisk. 4.vuosikurssi Manu Nieminen

Todistuksen tilaaja:
Teijo-Talot Häme

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:
20.3.2011

Viimeinen voimassaolopäivä:
20.3.2021

Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen lomakkeen 1 mukainen.

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuksen laajuustiedot				
Bruttoala	81 brm ²			
Rakennustilavuus	292 rak-m ³	Ilmatilavuus	185 m ³	
Huoneistoala	70 hum ²	Henkilömäärä	4	
Rakenteet				
<u>Rakennusosat</u>		Pinta-ala (m ²)	U-arvo (W/m ² K)	
Ulkoseinät	puurunko 200 mm kl-33+vaakakoolaus kl-33	105.51	0.13	
Yläpohjat	kl-33 100mm+ puhallusvilla 450mm	84.35	0.07	
Alapohja	tb-palkisto, 50 FF, EPS 60 375 mm	80.35	0.16	
Ovet	Puualumiinirunko, argon+eps	3.99	0.56	
Ikkunat	Pohjoiseen, MSE-puualumiinikarmi, 170 se	4.10	0.67	g _{kohtisuora} 0.50 F _{kehä} 0.75
	Itään, MSE-puualumiinikarmi, 170 sel.las	0.72	0.67	0.50 0.75
	Etelään, MSE-puualumiinikarmi, 170 sel.l	6.24	0.67	0.50 0.75
	Länteen, MSE-puualumiinikarmi, 170 sel.l	0.00	0.67	0.50 0.75
Tehollinen lämpökapasiteetti C_{Rak omin.}		70 Wh/(brm² K)		
Ilmanvaihto				
Rakennuksen ilmanvuotoluku n50			0.5	1/h
Ilmanvaihdon poistovirta			0.044	m ³ /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde			84	%
Vedenkulutus				
Lämpimän käyttöveden kulutus			72.00	m ³ /vuosi
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus			Kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	Ei <input type="checkbox"/>
Lämmitysjärjestelmät				
Lämmönkehitys	Sähkölämmitys	Sisältää käyttöveden lämmityksen	Kyllä <input type="checkbox"/>	Ei <input checked="" type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa	Sähköinen lattialämmitys			
Lämmönvaraajat	ilmanvaihtokone Enervent Pandion eco EDX-E			
Lämpimän käyttöveden kiertajohto			Kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	Ei <input type="checkbox"/>
- Kiertajohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita			Kyllä <input type="checkbox"/>	Ei <input checked="" type="checkbox"/>
Energiatodistuksen laskenta				
Lämmitysenergian kulutus		8779	kWh/vuosi	
Laitesähköenergian kulutus		2712	kWh/vuosi	
Jäähdytysenergian kulutus		500	kWh/vuosi	
Rakennuksen energiankulutus yhteensä		11991	kWh/vuosi	
Rakennuksen energiatehokkuusluku		149	kWh/brm²/vuosi	