

Tanja Tuomela

Hirsitalomallin ja sen muunnoksien suunnittelu

Finnlamelli Oy

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö
Koulutusohjelma: Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Tanja Tuomela

Työn nimi: Hirsitalomallin ja sen muunnoksien suunnittelu, Finnlamelli Oy

Ohjaaja: Marita Viljanmaa

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 41

Liitteiden lukumäärä: 11

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi alajärveläinen lamellihirsitalotehdas Finnlamelli Oy. Opinnäytetyön aiheena on yhden uuden hirsiomakotitalomallin suunnittelu ja tästä tehdyt muunnokset.

Suunnitelma sisältää rakennuslupakuvat, lämpöhäviöiden tasauslaskelmat ja energiatodistukset. Työssä käydään läpi Ympäristöministeriön asettamien määräysten vaikutusta erityisesti hirsirakentamiseen. Lisäksi työssä tarkastellaan hirsirakentamisen erityispiirteitä.

Rakennussuunnittelu on ensiarvoisen tärkeässä asemassa koko suunnitteluprosessissa otettaessa huomioon kaikki määräykset ja hirren ominaisuudet.

Suunnittelutyön tuloksena saatiin kolme yksitasoista pohjaratkaisuiltaan erilaista hirsitalomallia. Jokainen talo täyttää lämpöhäviöiden tasauslaskelman vaatimukset ja saa energialuokakseen D:n.

Avainsanat: energiatodistukset, rakennuslupakuvat, tasauslaskelmat

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Construction Engineering
Specialisation: Building Construction

Author: Tanja Tuomela

Title of thesis: Designing a log house model and its variations, Finnlamelli Oy

Supervisor: Marita Viljanmaa

Year: 2011

Number of pages: 41

Number of appendices: 11

This thesis is commissioned by Finnlamelli Oy which manufactures log houses of laminated timber. The purpose of the thesis was to design a new house model for the company.

The plans include the permit plans, the calculations for compensation and energy certifications. There are different kinds of restrictions placed by the Ministry of the Environment. In this thesis the effect of the restrictions especially on the log house construction is studied. There are also some special features for the log house construction that must be considered.

The most important things that must be considered are the new thermal insulation regulations, and the settling of a log construction. The building design plays a very important role in the whole design process.

Keywords: energy certifications, pictures for building licence, calculations for compensation

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	8
1 JOHDANTO	9
1.1 Finnlamelli Oy	9
1.2 Työn toimeksianto	11
1.3 Työn tavoitteet.....	11
1.4 Työn rajaus	11
2 HIRSI RAKENNUSMATERIAALINA.....	12
2.1 Painuminen	12
2.2 Halkeilu	13
2.3 Tiiveys.....	13
2.3.1 Hirren liittyminen perustuksiin	13
2.3.2 Hirren vaakasaumojen tiivistäminen	14
2.3.3 Hirrenkaulan tiivistäminen	15
2.3.4 Ikkuna- ja oviaukkojen tiivistäminen	16
2.3.5 Hirsiliitosten tiivistäminen	18
2.4 Hengittävyys eli hygroskooppisuus	18
3 SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAT MÄÄRÄYKSET	20
3.1 Asuntosuunnittelu.....	20
3.1.1 Asuinhuone	21
3.1.2 Ikkunat	21
3.1.3 Lattian suhde maanpintaan.....	22
3.2 Paloturvallisuus.....	22
3.3 Lämmöneristys.....	23
3.4 Energiatehokkuus	25

4	HIRSITALOMALLIN SUUNNITTELUPROSESSI	28
4.1	Rakennussuunnittelu.....	28
4.1.1	Tauno A	29
4.1.2	Tauno B	30
4.1.3	Tauno C	30
4.2	Rakennesuunnittelu	31
4.2.1	Hirsiseinät	31
4.2.2	Päädyt.....	32
4.2.3	Yläpohja	32
5	ENERGIATODISTUS.....	33
5.1	Lähtötiedot	33
5.2	Tasauslaskelmat ja energiatodistukset	35
6	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET	37
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	41

Käytetyt termit ja lyhenteet

ET-luku	Rakennuksen energiatehokkuusluku tarkoittaa rakennuksen energiankulutusta suhteutettuna sen lämmitettyyn pinta-alaan. Yksikkönä kWh/brm ² /vuosi.
Följari	Hirsiseinän jäykistämiseen tarkoitettu tukipilari.
Hirren varaus	Hirren alapuolelle veistetyt urat, jotka on tehty helpottamaan hirsien päällekkäistä yhteensovitusta.
Ilmanvuotoluku (n₅₀)	Ilmanvuotoluku kertoo, montako kertaa rakennuksen ilmatilavuus vaihtuu tunnissa vaipan vuotoreittien kautta, kun rakennukseen aiheutetaan 50 pascalin ali- tai ylipaine. Yksikkönä 1/h.
Kara	Hirsiseinän ovi- ja ikkuna-aukkojen pieliin tehtyyn uraan asennettava painuman salliva ja sivusiirtymän estävä pystypuu.
Koiraspontti	Hirren yläpuolella oleva uloke, joka liitetään naarasponttiin eli hirren varaukseen.
Lamellihirsi	Rakennuskappale, joka koostuu kahdesta tai useammasta liimalla yhteen kootusta puisesta lamellista.
Lohenpyrstöliitos	Hirren pituutta jatkettaessa käytetään lohenpyrstöliitosta, jossa toiseen hirteen lovetaan lohen pyrstön mallinen kolo ja toiseen hirteen kolon muotoinen uloke.

Lämmönläpäisykerroin (U-arvo)

Lämmönläpäisykerroin ilmoittaa lämpövirran tiheyden, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien tilojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkönä $W/(m^2K)$.

Lämmöntalteenottolaitteisto (LTO)

Laitteisto, jonka avulla poistoilmasta siirtyy lämpöä joko tuloilmaan tai muuhun rakennuksen tiloja lämmittävään järjestelmään ja joka näin alentaa rakennuksen lämmitysenergiakulutusta.

Nurkankaula

Hirsiseinän nurkan liitoskohdassa jokaiseen hirteen veistetty ura, johon toisen seinän hirret liitetään.

Painuma

Seinän laskeutuminen, joka johtuu puun kuivumiskutistuksesta, kuormituksesta sekä saumojen tiivistymisestä.

Täkkipultti

Kuusiokantainen harvakierteinen kiinnitysruuvi.

Vasarakenne

Palkeista koostuva katon kannatinrakenne vastaharjan suuntaisesti. Vasat ovat yleensä 600 mm tai 900 mm jaolla.

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Finnlamellin hirsivalikoima. (Finnlamelli 2010d.)	10
Kuvio 2. Talotiiviste hirren ja sokkelin välissä. (Finnlamelli Oy 2010, 3.)	14
Kuvio 3. Vaakasaumatiivisteiden asennus. (Finnlamelli Oy 2010, 4.).....	15
Kuvio 4. Nurkankaulan tiivistäminen. (Finnlamelli Oy 2010, 5.)	16
Kuvio 5. Tiiviste asennetaan kaksinkerroin karariman molemmin puolin. (Finnlamelli Oy 2010, 16.).....	17
Kuvio 6. Ikkunan tiivistysteipit asennettuna. (Finnlamelli Oy 2010, 17.).....	17
Kuvio 7. Hirsijatkoksen tiiviste asennettuna. (Finnlamelli Oy 2010, 33.)	18
Taulukko 1. Tasauslaskelmien ja energiatodistusten lähtötiedot.	34
Taulukko 2. Tasauslaskelmissa ja energiatodistuksissa käytetyt U-arvot.	35
Taulukko 3. Ikkunoiden valobaukot.....	35

1 JOHDANTO

1.1 Finnlamelli Oy

Finnlamelli Oy on perustettu Alajärvellä vuonna 1995 ja tuotannollinen toiminta alkoi vuonna 1996. Finnlamelli Oy on liimattujen puurakenteiden valmistukseen ja markkinointiin erikoistunut yritys. Tehdas valmistaa oman hirsitalotuotannon lisäksi muun muassa liimapuupalkkeja, liimattuja tolppia ja pilareita, sormijatkettua rakennesahatavaraa sekä hirsiaihoita rakennus- ja puuteollisuuden käyttöön.

Finnlamelli Oy työllistää noin 120 työntekijää, joista noin 70 % työskentelee tuotannossa. Yrityksen kasvu on ollut viime vuosina nopeaa, mikä on suoraa seurausta yrityksen suuresta panostuksesta tuotannon kehittämiseen. Yritys on noussut vuosikymmenen aikana yhdeksi Suomen suurimmista hirsitaloja valmistavista yrityksistä. (Finnlamelli 2010a.)

Vuosina 2007 ja 2008 Finnlamelli Oy otti käyttöönsä uudet hirrentyöstölinjat, joissa kehikoiden valmistus voidaan tehdä alusta loppuun saakka. Uusien työstölinjojen avulla tehtaan tuotantokapasiteetti nousi lähes kaksinkertaiseksi. Nykyisellä tuotantokapasiteetilla voidaan valmistaa jopa 1000 talopakettia vuosittain. Vuonna 2010 valmistui uusi tuotantohalli, joka mahdollistaa uuden, 270 x 260 mm kokoisien hirren valmistuksen. Uudessa tuotantohallissa tullaan myös valmistamaan hirsitaloihin päätyelementtejä. (Finnlamelli 2010b.)

Yhteistyö Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen, VTT:n, kanssa varmistaa Finnlamelli Oy:n tuotannon laadun. Lamellihirret, sormijatkettut rakennesahatavarat ja liimapuukannakkeet kuuluvat kaikki VTT:n sertifioimiin tuotteisiin. (Finnlamelli 2010c.)

Huolella valitut raaka-aineet ja pitkälle viety tuotantotekniikka takaavat sen, että lamellihirren parhaat ominaisuudet saadaan käyttöön. Raaka-aineena käytetään kuusta ja mäntyä. Hirsiaihiot valmistetaan liimaamalla kaksi tai useampi lamelli yhteen niin, että puun kestävämpi sydänpuoli jää ulkopuolelle. Tämä takaa sen, että hirsi ei halkeile eikä vääntyile.

Finnlamellin hirsivalikoima on monipuolinen (Kuvio 1). Suurimmat hirret ovat kooltaan 180 mm, 202 mm, 240 mm ja 270 mm paksuja. Korkeutta näillä kartanohirsillä on 260 mm. Pienemmät hirret ovat kooltaan 88 mm, 112 mm, 134 mm ja 164 mm ja korkeudeltaan nämä hirret ovat 180 mm.

Suosituimmat hirsikoot omakotitalojen ja talviasuttavien vapaa-ajan asuntojen rakentamisessa ovat 202 x 260 mm ja 240 x 260 mm. Lisäksi uusin 270 x 260 mm hirsikoko nostaa suosiotaan nykypäivän rakentamisessa, koska sillä saadaan energiavaatimukset paremmin täytetyiksi.

Pienimmät hirsikoot soveltuvat hyvin saunoihin ja kesäkäyttöisiin vapaa-ajan asuntoihin. Lisäämällä pienempään hirteen niin sanottu tuplarakenne eli lämpöseinä, joka eristetään puukuitueristeellä, saadaan aikaan energiamääräykset täyttävä seinärakenne myös omakotitaloihin ja talviasuttaviin vapaa-ajan asuntoihin. (Finnlamelli 2010d.)



Kuvio 1. Finnlamellin hirsivalikoima. (Finnlamelli 2010d.)

1.2 Työn toimeksianto

Finnlamelli saa paljon tarjouspyyntöjä, jotka ovat muunnoksia valmiista talomalleista. Myyntipäällikkö Esko Perälä ja suunnittelupäällikkö Pentti Pajala toivovat tämän opinnäytetyön avulla saavansa Finnlamellin valikoimaan uuden talomallin, josta olisi antaa asiakkaille valmiita muunnoksia. Näin asiakkaat saavat valmiiksi vaihtoehtoja ja ideoita erilaisiin tarpeisiin.

1.3 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella yksitasoinen hirsiomakotitalo ja tästä kaksi muunnelmaa eri käyttötarkoitusten mukaan. Tarkoituksena on luoda noin 4–5-henkiselle perheelle energiatehokas, käytännöllinen ja viihtyisä koti, jonka huoneiden käyttötarkoitusta on mahdollista muokata tulevaisuudessa perheen tarpeiden mukaan.

1.4 Työn rajaus

Talomallien suunnittelussa päähuomio on kiinnitetty rakennussuunnitteluun. Työssä käydään läpi energiatodistus ja lämpöhäviöiden kompensatiolaskelmat. Rakennesuunnitteluun ei perehdytä tarkemmin. Lisäksi työssä kerrotaan yleisistä hirsirakentamiseen liittyvistä haasteista.

2 HIRSI RAKENNUSMATERIAALINA

Hirsi on perinteinen ja vanha rakennusmateriaali. Ihmiset ovat kautta aikojen suosineet lämminhenkistä, uudistuvaa luonnonvaraa ja terveyttä edistävää puuta rakennusmateriaalina. Vanhimmat vielä asumiskäytössä olevat hirsitalot ovat iältään satoja vuosia vanhoja. Hirrellä on tiettyjä muista rakennusmateriaaleista poikkeavia ominaispiirteitä, jotka tulee ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Tässä luvussa käydään läpi tyypillisimmät hirren ominaisuudet.

2.1 Painuminen

Hirsiseinälle on ominaista seinän painuminen ajan kuluessa. Painumisen suurimmat tekijät ovat hirren kutistuminen puun luonnollisen kuivumisen vaikutuksesta ja seinärakenteen tiivistyminen sille tulevien kuormien aiheuttamana. Hirsiseinä painuu eniten ensimmäisen kahden vuoden aikana, minkä jälkeen painuminen hidastuu. Hirsiseinän painuminen riippuu hirsityypistä. Lamellihirsi painuu noin 10 mm korkeusmetriä kohden. Pyöröhirsi ja käsin veistetty hirsi painuvat noin 50 mm korkeusmetriä kohden. Nykypäivänä hirsiseinän painuminen on rakentajien ja suunnittelijoiden tiedossa ja siihen osataan varautua paremmin kuin aikaisemmin.

Hirsiseinän painuminen on huomioitava erityisesti eri rakenteiden liitoskohdissa. Ikkunoiden ja ovien liitännässä hirsiseinään käytetään apuna karoja, jotka mahdollistavat hirsiseinän painumisen. Samankaltaista liitosta voidaan käyttää kun esimerkiksi rankarakenteinen väliseinä liitetään hirsiseinään. Siksi suunnittelussa tulee huomioida katon laskeutuminen ulkoseinien mukana. (Saarelainen 1993, 82.)

2.2 Halkeilu

Hirren yksi ominaisuus on halkeilu. Halkeilu johtuu puun epätasaisesta kutistumisesta. Kehän suuntainen kutistuminen on huomattavasti säteen suuntaista kutistumista suurempaa. Tämä aiheuttaa hirressä jännitystiloja, jotka saavat aikaan halkeamista. Lamellihirren kohdalla halkeaminen on vähäisempää kuin esimerkiksi massiivihirrellä, koska puun tiiviimpi osa, eli sydänpuu, on lamellihirressä ulkopinnalla. Puun sydänosa elää vähiten kosteuspitoisuuden muuttuessa. Tuoreita halkeamia voidaan korjata lisäämällä sisäilman kosteutta tai pudottamalla liian korkeaa sisätilan lämpötilaa. (Saarelainen 1993, 82–84.)

2.3 Tiiveys

Hirsiseinä tiivistetään laittamalla hirsien varauksiin tiivistettä, joka estää haitalliset ilmapuodot ja suodattaa ilman tasaisesti koko hirsiseinän matkalta aiheuttamatta ikävää vetoa. Hirsien saumoista sisään virtaavan ulkoilman lämpeneminen hirsien välisessä saumassa sitoo johtumalla ulospäin siirtyvää lämpöä, jolloin osa johtumishäviöstä saadaan hyödyksi tuloilman lämmityksessä rakenteen toimiessa lämmönvaihtimena. Kuivumisen aiheuttamilla halkeamilla ei ole vaikutusta hirsiseinän tiiveyteen, koska halkeamat eivät läpäise hirttä. (Saarelainen 1993, 84.)

2.3.1 Hirren liittyminen perustuksiin

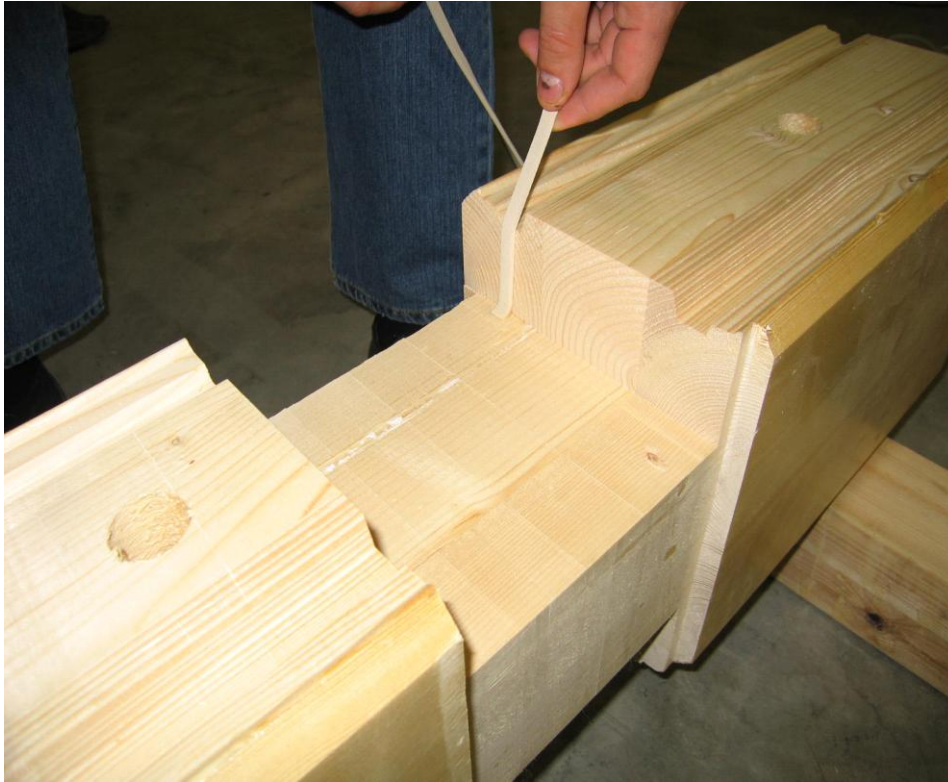
Hirsikehikon pystytystä aloitettaessa sokkelin ja hirren väli tiivistetään solukumisella talotiivisteellä (kuvio 2). Talotiivisteeseen jatkoskohdassa päät leikataan suoriksi ja teipataan molemmilta puolilta yhteen. (Finnlamelli Oy 2010, 3.)



Kuvio 2. Talotiiviste hirren ja sokkelin välissä. (Finnlamelli Oy 2010, 3.)

2.3.2 Hirren vaakasaumojen tiivistäminen

Finnlamellin talotoimituksessa hirsiseiniä vaakasaumat tiivistetään talotoimituksen mukana tulevalla solukuminauhalla, joka asennetaan työmaalla ennen keihon pystytystä. Tiivistenauha asennetaan hirren naarasponttiin ja asennus aloitetaan nurkankaulan sivulta (kuvio 3).



Kuvio 3. Vaakasaumatiivisteen asennus. (Finnlamelli Oy 2010, 4.)

2.3.3 Hirrenkaulan tiivistäminen

Finnlamellin tekemien tutkimusten mukaan tiiveyden kannalta kriittisimmät pisteet hirsikehikossa ovat hirsinurkat. Hirsien nurkankaulat tiivistetään nurkankaulahuovalla, joka asennetaan hirsinurkkiin valmiiksi jo tehtaalla (kuvio 4). (Finnlamelli Oy 2010, 5.)



Kuvio 4. Nurkankaulan tiivistäminen. (Finnlamelli Oy 2010, 5.)

2.3.4 Ikkuna- ja oviaukkojen tiivistäminen

Ikkunoiden ja ovien tiivistäminen aloitetaan aukkojen reunaan tulevien karapuiden asentamisella ja tiivistämisellä. Karapuihin työstetään molemmin puolin kararimaa hahlot kiinnitysruuveille. Tämän jälkeen kiinnitetään karan molempiin sivuihin ja alle nurkkatiiviste kaksinkerroin nitojalla (Kuvio 5). Karapuu kiinnitetään alapäästä nauloilla hirteen kiinni ja yläpää hahloista ruuveilla. Karapuun on jäätävä noin 50 mm irti yläpuolisesta hirrestä eikä karapuita tule asentaa käyttäen polyuretaanivaahtoa. Polyuretaanivaahto kiinnittyy hirteen ja karaan niin tiiviisti, ettei se enää ota huomioon hirren painumista. (Finnlamelli Oy 2010, 16.)



Kuvio 5. Tiiviste asennetaan kaksinkerroin karariman molemmin puolin. (Finnlamelli Oy 2010, 16.)

Seuraavaksi ikkuna tai ovi asennetaan paikalleen. Ikkunan- ja ovenkarmin sivut sekä alapuoli tiivistetään polyuretaanivaahdolla. Aukkojen yläreunaan jäävä painumavara tulee täyttää pehmeällä eristeellä ja tiivistää sisäpuolelta teipillä (Kuvio 6).



Kuvio 6. Ikkunan tiivistysteipit asennettuna. (Finnlamelli Oy 2010, 17.)

2.3.5 Hirsiliitosten tiivistäminen

Hirsiseinän pituuden ylittäessä 12 metriä hirret jatketaan usein lohenpyrstöliitoksella. Liitoskohtaan asennetaan tiiviste (Kuvio 7). Jatkoskohtaan tulee sauma, joka sijoitetaan normaalisti följarin ja kevytväliseinän kohdalle. (Finnlamelli Oy 2010, 33.)



Kuvio 7. Hirsijatkoksen tiiviste asennettuna. (Finnlamelli Oy 2010, 33.)

2.4 Hengittävyys eli hygroskooppisuus

Puu rakennusmateriaalina on hygroskooppinen, eli se pyrkii asettumaan ympäristönsä kanssa tasapainokosteuteen. Hirren sisällä oleva veden määrä vaihtelee ympäröivän ilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mukaan. Hirsiseinällä on kyky sitoa itseensä kosteutta ja luovuttaa sitä takaisin huoneilmaan, näin ollen hirsi toimii sisäilman kosteudenvaihteluiden tasaajana parantaen samalla sisäilman

laatua. Jotta hengittävä hirsirakenne on toimiva, ilmanpitävyyden tulee olla yhtä hyvä kuin minkä muun tahansa rakenteen. (Laitinen 1995, 83.)

Rakenteiden hataruus ei siis ole hengittävyyttä, vaan vakava rakennusvirhe. Avo-
huokoisten eristeiden kohdalla vaaditaan ehdottomasti ilmatiivis rakennekerros
rakenteen lämpimälle puolelle. Tuulensuojauksen merkitys kasvaa siirryttäessä
entistä paksumpiin eristekerroksiin. (Romppainen 2010, 9.)

3 SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAT MÄÄRÄYKSET

Vuonna 2008 ympäristöministeriö antoi nykyiset voimassaolevat energiatehokkuutta tehostavat rakentamismääräykset. Nykyisten määräysten tiukentava vaikutus on noin 30 % edellisestä määräystasosta. Rakennusalan toimijoille annettiin kaksi vuotta aikaa valmistautua tiukentuneisiin määräyksiin, jotka astuivat voimaan 1.1.2010. Perinteinen hirsirakentaminen on otettu huomioon muita seinärakenteita lievemällä lämmöneristysvaatimuksella siten, että hirsirakentamisen määräykset tiukkenivat vajaalla 20 prosentilla.

Tiukentuneiden määräysten taustalla on Euroopan unionin ilmasto- ja energiapolitiikan sitoumukset päästöjen vähentämiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi sekä valtioneuvoston hyväksymä energia- ja ilmastopoliittinen selonteko. (Ympäristöministeriö 2008.)

Seuraavat tiukennokset ja rakentamismääräysten rakenteen muutos on tarkoitus toteuttaa vuonna 2012, jolloin siirryttäisiin samalla kokonaisenergiakulutukseen perustuvaan sääntelyyn ja mahdollisesti primäärienergiakertoimien käyttöön (Ympäristöministeriö 2008).

Suunnittelutyön aikana tutustutaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa oleviin määräyksiin ja noudatetaan ohjeita, jotka koskevat hirsitalon suunnittelua. Tässä luvussa käydään määräykset läpi ja kerrotaan samalla, kuinka niitä on sovellettu suunnittelutyön aikana.

3.1 Asuntosuunnittelu

Asuntosuunnittelua koskevia määräyksiä ja ohjeita sovelletaan asuinrakennuksiin sekä muissa rakennuksissa oleviin asuinhuoneisiin ja -huoneistoihin sekä näitä palveleviin muihin tiloihin ja alueisiin. Loma-asuntoja määräykset ja ohjeet sitovat

siinä tapauksessa, jos ne ovat tarkoitettu ympärivuotiseen käyttöön tai majoituselinkeinon harjoittamista varten. (Suomen rakentamismääräyskokoelma G1 2005.)

3.1.1 Asuinhuone

Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan huoneen koon ja muodon tulee olla tarkoituksenmukaisia. Tällöin tulee ottaa huomioon huoneen aiottu käyttö sekä kalustettavuus. Asuinhuoneen huonealan vähimmäiskooksi on asetettu 7 m². Huonealaksi ei katsota 1600 mm matalampaa tilaa.

Asuinhuoneen vähimmäiskorkeuden tulee olla 2500 mm. Pientalossa vaadittu vähimmäiskorkeus on 2400 mm. Asuinhuoneen pienen osan huonekorkeus voi olla edellä mainittuja pienempikin, mutta ei kuitenkaan alle 2200 mm. Mikäli huoneessa on esimerkiksi vino sisäkatto, huonekorkeus määritetään huonealan keskikorkeutena. (Suomen rakentamismääräyskokoelma G1 2005.)

Työn mallien eri pohjaratkaisujen huonekorkeus on 2521 mm. Mikäli huonekorkeutta halutaan nostaa, se onnistuu lisäämällä hirsikerroksia ulkoseiniin.

3.1.2 Ikkunat

Riittävän luonnonvalon saamiseksi jokaisessa asuinhuoneessa tulee olla ikkuna, jonka valoaukko on vähintään 1/10 huonealasta. Ikkuna tulee sijoittaa valoisuuden ja viihtyvyyden kannalta tarkoituksenmukaisesti. Huoneessa olevan ikkunan tai osan siitä tulee olla avattavissa.

Työn eri pohjaratkaisuissa kaikki ikkunat ovat avattavissa ja yhteydessä luonnonvaloon. Näin ollen asuinhuoneisiin saadaan riittävästi luonnonvaloa ja näköyhteys talon lähiympäristöön. (Suomen rakentamismääräyskokoelma G1 2005.)

3.1.3 Lattian suhde maanpintaan

Asuinhuoneen lattiaa koskevassa määräyksessä sanotaan, että asuinhuoneen lattian taso tulee olla pääikkunaseinän kohdalla olevan maanpinnan yläpuolella. Osa talon asuinhuoneista voidaan vähäisessä määrin kuitenkin sijoittaa maanpinnan alapuolelle.

Työn mallit ovat yksikerroksisia omakotitalomalleja, joissa ei ole maanpinnan alapuolella sijaitsevia asuinhuoneita. Talomallien lattiapinnan korkeudeksi on määriteltä 150 mm, mikä on yleisesti käytetty lattiakorko Finnlamellin suunnittelemissa hirsitaloissa. (Suomen rakentamismääräyskokoelma G1 2005.)

3.2 Paloturvallisuus

Rakennusten paloturvallisuudesta on asetettu Suomen rakentamismääräyskokoelmassa osassa E1 2002 erilaisia vaatimuksia:

1. Rakennusten kantavien rakenteiden tulee kestää palon sattuessa niille asetetun minimiajan.
2. Rakennuksen sisällä palon ja savun leviämisen ei saa olla vapaata.
3. Palon leviämistä lähistöllä sijaitseviin rakennuksiin tulee rajoittaa.
4. Rakennuksessa olevien ihmisten ulospääsy palon sattuessa tulee olla mahdollista tai heidät on voitava pelastaa muulla tavoin.
5. Pelastushenkilökunnan turvallisuus tulee ottaa huomioon rakennusta suunniteltaessa.

Paloturvallisuusvaatimukset katsotaan täyttyvän, mikäli suunnitelmat ja rakentaminen suoritetaan noudattaen määräysten ja ohjeiden paloluokkia ja niiden lukuarvoja. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2002.)

Rakennukset jaetaan paloluokitukseltaan kolmeen eri luokkaan: P1, P2 ja P3. Tavallinen yksikerroksinen omakotitalo kuuluu paloluokkaan P3. Tämän paloluokan

rakennusten kantaville rakenteille ei aseteta erityisvaatimuksia palonkeston suhteen. Riittävään turvallisuustasoon päästään rakennuksen kokoa ja henkilömäärää rajoittamalla käyttötavasta riippuen. Yksikerroksisen omakotitalon enimmäiskorkeus saa olla enintään 9 metriä. Kerrosala on rajoitettu yksikerroksisten talojen kohdalla 2400 neliömetriin. Henkilömääriä ei ole normaalien asuntojen kohdalla rajoitettu. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2002.)

Rakennus tulee suunnitella siten, että hätätilanteen sattuessa rakennuksesta voi poistua turvallisesti. Rakennuksessa pitää olla riittävästi helppokulkuisia käytäviä, jotta poistumiseen kuluva aika ei ole vaaraa aiheuttavan pitkä. Asuntojen kohdalla uloskäytävään johtavan kulkureitin maksimipituudeksi on määritelty 30 m, mikäli uloskäytäviä on yksi. Tämän työn malleihin on suunniteltu kaksi uloskäyntiä. Kahden tai useamman uloskäytävän kohdalla maksimipituus on 45 m. (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 2002.)

3.3 Lämmöneristys

Vuonna 2003 rakennusten energiankulutusta koskevat vaatimukset uudistettiin ympäristöministeriön toimesta. Uudistusten avulla pyritään säästämään rakennusten lämmitysenergian kulutuksesta 20–25 % aiempaan määräystasoon verrattuna. Näiden muutosten taustalla ovat Kioton ilmastopöytäkirja sekä Suomen ilmastostrategia, jonka tavoitteena on kasvihuonekaasujen vähentäminen. Rakennusten lämmittämisestä aiheutuu noin kolmannes Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Tuotetusta energiasta lämmitykseen kuluu noin 22 %. Lämmöneristystä koskevia määräyksiä on tiukennettu vuoden 2008 alussa ja viimeisin ympäristöministeriön tekemä lämmöneristysmääräysten päivitys on tehty vuonna 2010. (Ympäristöministeriö 2003.)

Lämmöneristysmääräykset koskevat uusia rakennuksia, joissa energiaa käytetään lämmitykseen tai jäähdyttämiseen. Määräyksiä ei sovelleta tuotantorakennuksiin, joissa tarkoituksenmukainen sisälämpötila saadaan aikaan tuotantoprosessista vapautuvalla lämpöenergialla. Määräykset eivät koske myöskään tuotantotiloja,

joissa lämmityskauden ulkopuolella runsas lämmöneristys nostaisi sisälämpötilan haitallisen korkeaksi tai lisäisi selkeästi jäähdytysenergian kulutusta. Loma-asuntojen kohdalla lämmöneristysmääräykset ovat sitovia, mikäli ne on tarkoitettu kokovuotiseen tai talviaikaiseen käyttöön. (Suomen rakentamismääräyskokoelma C3 2010.)

Lämmöneristysmääräysten tiukentuminen on aiheuttanut perinteiselle hirsitalorakentamiselle suuria haasteita. Omakotitaloja ja talviasuttavia vapaa-ajan asuntoja rakennetaan entistä vahvemmista hirsistä, jotta energiavaatimukset saadaan täytetyiksi. Tämä tarkoittaa sitä, että hirsitaloteollisuuden on kyettävä valmistamaan sellaisia tuotteita, joilla pystytään täyttämään hirsitalorakentamiselle määrätyt vaatimukset. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa C3 on määritelty hirren lämmönläpäisykertoimen (U-arvo) maksimiarvo. Vuonna 2010 päivitettyssä määräyksessä hirsiseinän, jonka keskimääräinen paksuus on vähintään 180 mm, U-arvovaatimukseksi on asetettu $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Esimerkiksi 202 x 260 mm vahvuisen lamellihirren U-arvo on $0,53 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Se ylittää Suomen rakentamismääräyskokoelmassa C3 määritetyn ehdottoman enimmäisarvon $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Määräysten vaatimalle U-arvotasolle päästään kompensoimalla, kun ylä- ja alapohjarakenteisiin lisätään riittävästi eristettä, asennetaan energiatehokkaat ikkunat ja ovet sekä huolehditaan määräysten mukaisesta poistoilman lämmöntalteenotosta.

Finnlamellin omakotitaloissa yläpohjarakenteissa käytetään 500 mm:n vahvuista eristystä. Eristemateriaalina voidaan käyttää puukuitueristettä, mineraali- tai lasivillaa. Yleisimmin käytetty eristysmateriaali on kuitenkin puukuitueriste. Se on luonnonmukainen, turvallinen ja muoviton ratkaisu. Puukuitueristettä puhallettaessa yläpohjan sisäpintaan tulee ilmansulkupaperi ja ulkopinnalle asennetaan tuulensuojakangas. Siitä johtuen yläpohjan sisäpinta on viisi kertaa ulkopintaa tiiviimpi. Mineraalivillaa käytettäessä tulee yläpohjan sisäpintaan asentaa höyrynsulkuvuovi. Työn talomallit on suunniteltu siten, että yläpohjaan laitetaan 500 mm puukuitueristettä, jolla täytetään lämmöneristysvaatimukset.

Alapohjissa voidaan myös käyttää erilaisia eristeratkaisuja. Betonilaatan päälle voidaan laittaa muun muassa puukuitueristettä, mineraalivillaa tai erilaisia levyvil-
loja. Yleisesti Finnlamellin suunnittelemissa hirsitaloissa käytetään 200 mm:n vah-
vuista puukuitueristettä maanvaraisissa alapohjissa. Eristeen yläpintaan tulee
asentaa ilmansulkupaperi.

Kevyissä väliseinissä käytetään useimmiten 50–100 mm:n vahvuista mineraalivil-
laa. 50 mm:n vahvuisella mineraalivillalla saavutetaan riittävä äänieristys ja tällöin
myös sähkötöiden tekeminen on huomattavasti helpompaa. Kevyiden väliseinien
eristyksillä ei ole merkitystä talon energialaskelmiin.

3.4 Energiatehokkuus

Rakennuksissa tarvitaan energiaa eri tarpeisiin: lämmitykseen, jäähdyttämiseen ja
käyttösähköön. Tämä energiamäärä ilmoitetaan nykyään energiatodistuksella. Ra-
kennuksien energiatehokkuutta voidaan vertailla helposti todistuksen avulla. Ener-
giatehokkuus voidaan määritellä joko laskemalla tai ilmoittamalla kulutuksen mu-
kaan. Energiatehokkuusluku kertoo rakennuksen energiatehokkuuden. Luku saa-
daan aikaiseksi, kun vuotuinen rakennuksen energiantarve jaetaan rakennuksen
bruttopinta-alalla. (Ympäristöministeriö 2009.)

Rakennuksille määritellään energiatehokkuuden perusteella luokka asteikolla
A:sta G:hen. Energialuokkien avulla energiatehokkuuden arviointi ja vertaaminen
muihin vastaaviin rakennuksiin helpottuu. Vähiten energiaa kuluttava rakennus
kuuluu luokkaan A ja eniten energiaa kuluttava rakennus luokkaan G. (Ympäris-
töministeriö 2009.)

Energiatodistus on ollut pakollinen kaikille niille rakennuksille, joille on haettu ra-
kennuslupaa vuoden 2008 alusta lähtien. Vuodesta 2009 lähtien energiatodistusta
on tarvittu myös myynnin tai vuokrauksen yhteydessä. Energiatodistusta ei kuiten-
kaan vaadita mikäli rakennuksen pinta-ala on alle 50 m² tai rakennusta ei ole tar-
koitettu ympärivuotiseen käyttöön. Energiatodistusta ei myöskään tarvita suojelun

kohteena oleville rakennuksille, teollisuus- ja korjaamorakennuksille tai kirkkoille tai muiden uskonnollisten yhdyskuntien omistamille rakennuksille, jotka toimivat ainoastaan kokoontumispaikkana. Niiden omakotitalojen kohdalla, jotka ovat valmistuneet ennen lain voimaantuloa, on energiatodistus vapaaehtoinen, ellei niitä ole tarkoitus vuokrata tai myydä. (Ympäristöministeriö 2009.)

Todistus voidaan antaa rakennuslupamenettelyn tai energiakatselmuksen yhteydessä. Se voidaan antaa myös erillisenä todistuksena tai osana isännöitsijäntodistusta.

Rakennuslupamenettelyn yhteydessä annettu omakotitalon tai enimmillään kuuden asunnon asuinrakennuksen energiatodistus on voimassa kymmenen vuotta. Yli kuuden asunnon asuinrakennuksen tai asuinrakennusryhmän energiatodistuksen voimassaoloaika on neljä vuotta. Voimassaoloajan jälkeen energiatodistus on laadittava toteutuneen energiakulutuksen mukaan. Energiatodistuksen laatijana toimii pääsuunnittelija, jonka nimi mainitaan. Pääsuunnittelijan on varmennettava energiatodistus allekirjoituksellaan rakennuksen käyttöönottotarkastuksen yhteydessä. (Ympäristöministeriö 2009.)

Energiatodistus voidaan antaa olemassa olevalle rakennukselle erillisenä energiatodistuksena tai energiakatselmuksen yhteydessä. Pienten asuinrakennusten energiankulutus on laskettava. Muiden rakennusten energiatodistus perustuu toteutuneeseen energiankulutukseen. Erillisen energiatodistuksen ja energiakatselmuksen laadinnan yhteydessä rakennuksen rakennusosien ja teknisten laitteiden kunto tarkistetaan ja samalla pyritään selvittämään, voiko rakennuksen energiankulutuksessa tehdä säästötoimenpiteitä. Selvitystyö tehdään havainnoimalla, tutkimalla rakennuksen asiakirjoja sekä haastatteleamalla rakennuksen asukkaita. Tärkeimmät rakennuksen tarkastuskohteet ovat rakenteet, eri lämmitysjärjestelmät, ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät, valaistus sekä muut järjestelmät, joilla on vaikutusta rakennuksen energiatehokkuuteen. Energiatodistuksia ei voi kuka tahansa laatia, vaan laatijoille on määritetty tarkat pätevyysvaatimukset. Erillisen energiatodistuksen antajalla pitää olla rakennusalan tai talotekniikka-alan tutkinto tai vähintään kolmen vuoden työkokemus energiankäyttöön liittyvissä asioissa.

Tämän lisäksi todistuksen laatijan tulee olla perehtynyt energiatodistuksen laadintaan ja sitä koskeviin säädöksiin. Pätevyys todetaan pätevydentoteajan järjestämässä kokeessa. Hyväksytyjä pätevyden toteajia ovat FISE Oy ja Kiinteistöalan koulutussäätiö. Energiakatselmuksen tekijältä vaaditaan kauppa- ja teollisuusministeriön tai Motivan hyväksymä pätevyys. (Ympäristöministeriö 2009.)

Kun energiatodistus annetaan osana isännöitsijäntodistusta, energiatodistuksen antajana voi toimia isännöitsijä tai hallituksen puheenjohtaja. Energiatodistuksen voimassaoloaika on yhtä pitkä kuin isännöitsijäntodistuksella ja todistus perustuu toteutuneeseen energiankulutukseen. Alle kuuden asunnon asuinrakennukselle tai asuinrakennusryhmälle energiatodistuksen voi antaa vain pätevyden omistava erillisen energiatodistuksen antaja. (Ympäristöministeriö 2009.)

4 HIRSITALOMALLIN SUUNNITTELUPROSESSI

Talomallien suunnittelu aloitetaan yleensä selvittämällä talon tulevien käyttäjien tarpeet ja toiveet. Tämän jälkeen alkaa pohjapiirustusten luonnostelu, johon kuuluu asuinhuoneiden sijoittaminen ja suunnittelu. Monissa tapauksissa tontti on jo hankittuna ennen talon suunnittelua. Tontille on yleensä annettu rakennusoikeus tietylle alalle. Rakennusoikeus määrää sen, kuinka paljon tontille voi rakentaa. Lisäksi rakentaminen asemakaava-alueelle voi antaa tiettyjä rajoitteita esimerkiksi kerrosten lukumäärän tai kattokaltevuuden suhteen.

Tämän työn talomallin eri pohjaratkaisut on tehty yleiseen käyttöön. Tarkoituksena on ollut suunnitella yksikerroksinen hirsitalo 4–5-henkiselle perheelle. Suunnittelu-
perusteena on ollut energiatehokkuus, käytännöllisyys ja viihtyisyys. Eri pohjamallit on suunniteltu siten, että käyttötarkoitusta on mahdollisuus muuttaa tulevaisuudessa.

Tässä luvussa käydään läpi suunniteltujen pohjaratkaisujen suunnitteluprosesseja; kuinka eri mallit ovat suunniteltu ja kuinka eri mallit eroavat toisistaan.

4.1 Rakennussuunnittelu

Alkuperäinen idea oli, että talon hirsikehikko olisi lähellä neliön muotoa, jotta lämpöhäviötä aiheuttava seinäpinta-ala olisi mahdollisimman vähäinen. Alusta asti oli selvää, että hirsitalo mallimuunnoksineen suunniteltaisiin yksitasomalleiksi. Hirsikehikon mitoiksi valittiin 12,0 m x 11,5 m. Näin ollen talossa saatiin riittävästi tilaa 4–5-henkiselle perheelle. Lisäksi talo on suunniteltu siten, että kulkukäytävät ovat tarpeeksi leveitä myös pyörätuolin avulla liikkuville. Wc-tila on suunniteltu jokaisessa pohjaratkaisussa sisääntulon läheisyyteen.

4.1.1 Tauno A

Tauno A:ta (liite 1) lähdettiin suunnittelemaan siten, että makuuhuoneisiin saadaan paljon tilaa. Kaikki kolme makuuhuonetta ovat kooltaan yli 12 m², lisäksi taloon suunniteltiin tilava työhuone, joka voidaan tarvittaessa muuttaa makuuhuoneeksi. Terrassin vastaharjakaton kohdalle lisättiin vinoikkunat normaalien ikkunoiden yläpuolelle. Tämä tuo lisää luonnonvaloa ruokailutilaan ja olohuoneeseen. Ruokapöydän ja sohvaryhmän paikkoja on mahdollista vaihtaa, mikäli ei halua ruokailun tapahtuvan ikkunoiden vieressä. Keittiö on suunniteltu U-malliseksi ja sieltä on näköyhteys olohuoneen puolelle.

Tauno A:ssa pesuhuone ja kodinhoituhuone on yhdistetty samaksi L-malliseksi huoneeksi. Pieni sauna on suunniteltu siten, että mahdollinen puukiuas on mahdollista liittää olohuoneen takan kanssa samaan hormiin. Sauna ei ole yhteydessä ulkoseinään, joten saunasta vapautuva lämpö pysyy paremmin talon sisällä.

Talon lämminvesivaraaja on suunniteltu sijoitettavaksi tekniseen tilaan. Tästä syystä tekninen tila on pyritty sijoittamaan mahdollisimman lähelle talon vesipisteitä.

Tuulikaappi on suunniteltu talon sisääntulon yhteyteen suojaamaan talon muita tiloja kylmältä. Tuulikaapissa löytyy kaappitilaa perheen ulkoiluvaatteille. Talon sisäänkäynti on suojattu katetulla kuistilla, josta on myös sisäänkäynti tekniseen tilaan.

Talon terassi on suunniteltu olohuoneen ja pesuhuoneen läheisyyteen. Käynti terrassille tapahtuu olohuoneesta. Terrassia voi käyttää vilvoittelutilana tai vaikkapa vaatteiden kuivatukseen.

Työhuoneen päälle on suunniteltu pieni käyttöullakko, jonne on kulku talon ulkopuolelta.

4.1.2 Tauno B

Tauno B:hen (liite 2) suunniteltiin neljä makuuhuonetta, joista kolme on samankokoisia 10,8 m² ja yksi tilavampi 13 m², jonne mahtuu tarvittaessa lasten sänky parisängyn viereen.

Tauno B:ssä keittiö on suunniteltu sisäänkäynnin läheisyyteen. Keittiöstä on suora kulkuyhteys kodinhoitohuoneeseen. Tällä sijoittelulla on haluttu huomioida lapsiperheet paremmin. Kodinhoitohuoneesta on uloskäynti kuistille, jossa on tilaa muun muassa pyykinkuivaamiselle.

Olohuone on suunniteltu tilavaksi ja viihtyisäksi. Riittävän luonnonvalon saamiseksi olohuoneeseen on suunniteltu kolme suurta ikkunaa. Olohuoneesta on käynti jokaiseen makuuhuoneeseen. Olohuoneen ja keittiön väliin jäävään tilaan mahtuu hyvin kaapisto, joka rajaa samalla eteisen olohuoneesta.

Talon wc on niin tilavaksi suunniteltu, että tarpeen tullen sinne on mahdollista lisätä suihkukaappi pienillä järjestelyillä.

Tauno B:hen on suunniteltu tilava käyttöullakko, johon on sisäänkäynti ulkopäädystä. Myöhemmin on mahdollista muuttaa käyttöullakko asuintilaksi.

4.1.3 Tauno C

Tauno C:hen (liite 3) on suunniteltu kolme makuuhuonetta ja yksi työhuone, joka on mahdollista muuttaa myös makuuhuoneeksi.

Keittiö on sijoitettu talon keskelle. Keittiöstä on kulkuyhteys olohuoneeseen sekä kodinhoitohuoneeseen. Olohuoneesta on kulkuyhteys isolle terassille ja kodinhoitohuoneesta pääsee pienemmälle kuistille.

Talon saunaan on suunniteltu nurkkalauteet ja sauna on sijoitettu talon keskelle, jotta saunasta vapautuva lämpö pysyisi talon sisällä paremmin. Saunaan on suunniteltu sähkökäyttöinen kiuas.

Talon vesipisteet on pyritty suunnittelemaan mahdollisimman lähelle toisiaan ja teknistä tilaa, jonne on kulku kodinhoitohuoneen kautta.

Tauno C:hen on suunniteltu samankokoinen käyttöullakko kuin Tauno B:ssä ja kulku käyttöullakolle onnistuu eteisen kohdalla olevalla käyttöullakkoportilla. Myös Tauno C:n käyttöullakko on mahdollista tarpeen tullen muuttaa asuintilaksi.

4.2 Rakennesuunnittelu

Hirsitalon rakennesuunnittelu poikkeaa jonkin verran normaalin puurunkoisen talon rakennesuunnittelusta. Suunnittelussa tulee huomioida luvussa 2 käsitellyjä hirren ominaisuuksia, joista yhtenä tärkeimpänä painuminen. Tässä kappaleessa käydään läpi muutamia tärkeimpiä rakenteellisia seikkoja, joita työn aikana joutuu huomioimaan.

4.2.1 Hirsiseinät

Suunnitelluissa malleissa hirsiseinien hirsien pituudet ovat 11,9 m ja 12,4 m. Finn-lamelli pystyy valmistamaan maksimissaan 11,9 m pituisia hirsiiä, joten pidemmälle seinälle joudutaan tekemään lohenpyrstöjatkos. Hirren jatkoskohdat tulevat följarin ja väliseinän kohdalle. Pitkät hirsiseinät jäykistetään tukipilareiden eli följureiden avulla. Följarit kiinnitetään alapäästä kiinteästi hirteen täkkipulteilla. Muulta osalta kiinnitys tapahtuu noin 80 cm välein liukuhahloista, jotka on työstetty valmiiksi tehtaalla. Följarin yläpäässä tulee huomioida painumavara.

Keittiön ja kodinhoitohuoneen kohdalla hirsiseiniin lisätään kalustetausta kaapistojen kiinnittämisen helpottamiseksi. Hirsiseinälle asennetaan 41 x 45 mm koolaus-

rima liukukoolausraudoilla, jotka ottavat huomioon seinän painumisen. Koolauksen päälle asennetaan kipsilevyt, johon voidaan kaapistot kiinnittää.

4.2.2 Päädyt

Hirsitalon päädyt voidaan rakentaa joko hirsirakenteisena tai rankarakenteisena. Rankarakenteinen päädyt voidaan tehdä myös elementtirakenteisina, jolloin päädyt-elementit tehdään valmiiksi tehtaalla. Tämän työn mallien päädyt on suunniteltu rankarakenteisiksi. Päädyt ovat suunniteltu niin sanotuiksi kylmiksi päädyiksi eli päädyseinärakenteeseen ei ole lisätty eristeitä.

4.2.3 Yläpohja

Hirsitaloissa yläpohjarakenne voidaan toteuttaa erilaisin kattorakentein. Yksitasoisissa hirsitaloissa kattorakenne toteutetaan vasarakenteella tai kattoristikkorakenteella. Tämän työn mallien kattorakenteet ovat pääosin käyttöullakkoristikoin toteutettuja. Talojen kuistit ovat suunniteltu vasarakenteisina, jotka vaativat harjalle hirren tai liimapuupalkin.

Sen lisäksi Tauno A:n vastaharjallinen terassin katto vaatii ristikoiden sijasta kattovasat, jotka on tuettu liimapuupalkeilla. Liimapuupalkkeja tarvitaan terassin vastaharjakaton harjan lisäksi järeihin sekä vastaharjakaton harjapalkin toisen pään tuentaan.

Terassin kattorakenteiden kannattamiseen käytetään pilareita. Pilareita asennettaessa tulee huomioida hirsikehikon painuminen. Pilarit toimitetaan työpaikalle määrämittäisinä ja niissä on valmiiksi poratut reiät säätöjalkaa varten. Tämän lisäksi pilareita on käytetty liimapuupalkkien tuentaan.

5 ENERGIATODISTUS

Vuoden 2010 alussa tulivat voimaan uudet kiristyneet energiamääräykset. Työn eri pohjaratkaisuissa jouduttiin tekemään erilaisia muutoksia näiden määräysten täyttämiseksi.

Tässä luvussa käydään läpi eri pohjaratkaisujen lämpöhäviöiden tasauslaskelmat ja energiatodistukset. Lisäksi pohditaan erilaisten suunnitteluratkaisujen vaikutusta energiatehokkuuteen.

5.1 Lähtötiedot

Tämän työn kaikki pohjaratkaisut on suunniteltu 202 x 260 mm:n hirrellä, jonka U-arvo on 0,53 W/(m²K). Hirsiseinälle asetettu U-arvo vaatimus on 0,40 W/(m²K), joten hirsiseinän osalta U-arvovaatimukset eivät täyty. Näin ollen on otettava käyttöön lämpöhäviöiden tasauslaskelmat, joilla osoitetaan kokonaislämpöhäviömäärien täytyminen.

Finnlamelli käyttää tasauslaskelmissaan vaipan ilmanvuotolukuna 1,8 1/h. Luku perustuu Seinäjoen ja Oulun seudun ammattikorkeakoulujen tekniikan yksiköiden mittauksiin ja niiden pohjalta tehtyihin liitteen 4 mukaisiin laskelmiin. Viranomaisten suosituksesta ilmanvuotolukua heikennettiin 1,26 1/h:sta 0,5 yksikköä, koska mittauksissa käytetty laite antoi todellisuutta paremman kuvan. Tästä huolimatta Finnlamellin käyttämä ilmanvuotonluku on perusmallin vertailutasoa (2,0) parempi. Tämän työn pohjaratkaisujen tasauslaskelmissa vaipan ilmanvuotolukuna on käytetty Finnlamellin 1,8:a 1/h.

Tämän lisäksi jokaisessa pohjaratkaisussa on käytetty lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen suunnitteluarvona 53 %:a. Perusmallin vertailutasoksi on määritelty 45 %. Suunnitteluarvoon päästiin käyttämällä ympäristöministeriön laatiman las-

kentalomakkeen (liite 5) avulla. Ilmanvaihtokoneeksi valittiin listalla olevista laitteista se, joka antoi pienimmän mahdollisen vuosihyötysuhdeluvun.

Tasauslaskelmien (liitteet 6–8) ja energiatodistusten (liitteet 9–11) laadinnassa käytettiin taulukon 2 mukaisia pinta-ala- ja tilavuustietoja sekä taulukon 1 mukaisia U-arvoja. Tämän lisäksi energiatodistuksissa tarvitaan taulukon 3 mukaisia ikkunoiden valoaukkotietoja, jotka on jaettu pääilmansuuntien mukaan.

Taulukko 1. Tasauslaskelmien ja energiatodistusten lähtötiedot.

Hirsiseinä	Tauno A	Tauno B	Tauno C
Brutto m ²	114,4	114,4	114,4
Ikkunat m ²	16	16,6	17
Ovet m ²	5,8	3,9	5,8
Kalustetausta m ²	22,6	14,7	
Netto m ²	70	79,2	91,6
Rankarakenteinen seinä			
Brutto m ²	4,2		
Ikkunat m ²	2,5		
Netto m ²	1,7		
Rakennusosa			
Yläpohja m ²	129,9	128,7	128,7
Alapohja m ²	128,7	128,7	128,7
Kerrostasoala m ²	138	138	138
Huoneistoala m ²	128,7	128,7	128,7
Huonekorkeus m	2,521	2,521	2,521
Rakennustilavuus m ³	480	470	470
Lämmin ilmatilavuus m ³	350	350	350
Henkilömäärä kpl	4	5	4

Taulukko 2. Tasauslaskelmissa ja energiatodistuksissa käytetyt U-arvot.

Rakennusosa	U-arvot, W/(m ² K)
Hirsi 202x260	0,53
Kalustetausta (hirsi 202 mm + eriste 50 mm)	0,32
Rankarakenteinen seinä (eriste 200 mm)	0,21
Ulko-ovet	1
Ulko-ovet (A-luokka)	0,7
Ikkunat	1
Ikkunat (A-luokka)	0,8
Yläpohja (eriste 500 mm)	0,09
Alapohja	0,16

Taulukko 3. Ikkunoiden valoaukot.

Ikkunoiden valoaukot m ²	Tauno A	Tauno B	Tauno C
Pohjoinen	1,1	2,8	2,4
Itä	4,3	2,4	2,4
Etelä	3,8	5,8	7
Länsi	9,3	5,6	5,2

5.2 Tasauslaskelmat ja energiatodistukset

Tauno A:n tasauslaskelma saatiin täyttämään vaatimukset, kun keittiön ja pesutilojen kalusteiden taakse lisättiin 50 mm:n eriste, josta käytetään nimitystä kalustetausta. Lisäksi Tauno A:ssa olohuoneen ja ruokailutilan yllä on terassin vastaharjakatto, jonka alla sisäkatto on vino. Vastaharjakaton alle hirsiseinän päälle tulee rankarakenteinen seinä. Rankarakenteinen seinä on U-arvoltaan hirsiseinää parempi, joten sillä voidaan kompensoida tasauslaskelmassa hirsiseinän lämpöhäviöitä. Ikkunoiden kohdalla joudutaan käyttämään energiatehokkaita ikkunoita, joiden U-arvo on 0,8 W/(m²K). Ovet voidaan valita perusvaatimusten (1,0 W/(m²K)) mukaan. Energiatehokkuusluvuksi muodostui 194 kWh/brm²/vuosi, mikä tarkoittaa sitä, että rakennus kuuluu energialuokkaan D. Mikäli rakennus suunniteltaisiin 240 x 260 mm:n hirrellä tai ilmanvaihtolaite vaihdettaisiin tehokkaampaan, parantuisi energialuokka C:hen.

Tauno B:ssä kalustetaustaa on lisätty ainoastaan keittiön kalusteiden taakse. Koko sisäkatto on suunniteltu suoraksi. Ikkunoiksi on valittu Tauno A-mallin mukaiset energiatehokkaat U-arvoltaan $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ikkunat. Ovet on valittu siten, että ne täyttävät oville asetetun perusvaatimustason, eli $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Tauno B täyttää tasauslaskelman vaatimukset ja energiatehokkuusluvuksi muodostui $199 \text{ kWh}/\text{brm}^2/\text{vuosi}$, mikä tarkoittaa sitä, että rakennus kuuluu energialuokkaan D. C-luokkaan pääsemiseksi ei riitä hirsivahvuuden muuttaminen $240 \times 260 \text{ mm}$:iin, sen lisäksi ilmavaihtolaite tulee vaihtaa tehokkaampaan.

Tauno C:ssä kalustetaustaa ei ole lisättyä lainkaan, koska keittiö on suunniteltu talon keskelle. Tasauslaskelma saadaan täyttämään vaatimukset siten, että talomalliin valitaan energiatehokkaat U-arvoltaan $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ikkunat ja $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ovet. Tauno C:n energiatehokkuusluvuksi saatiin $195 \text{ kWh}/\text{brm}^2/\text{vuosi}$, mikä tarkoittaa sitä, että rakennus kuuluu energialuokkaan D. C-luokkaan päästään hirsivahvuuden muuttamisella $240 \times 260 \text{ mm}$:iin tai ilmanvaihtokoneen vaihtamisella parempaan.

6 YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella Finnlamelli Oy:lle uusi hirsitalomalli ja siihen erilaisia pohjaratkaisuja. Suunnitelmat sisältävät pohja-, leikkaus- ja julkisivukuvat, lämpöhäviöiden tasauslaskelmat sekä energiatodistukset. Omakotitalomalleja suunniteltaessa piti pohtia rakennusten käytännöllisyyttä, kustannustehokkuutta sekä ulkonäöllisiä seikkoja.

Työssä perehdyttiin Suomen Rakentamismääräyskokoelman asettamiin määräyksiin ja ohjeisiin, joilla oli vaikutusta suunnitteluun sekä käytiin läpi hirsirakentamisessa huomioitavia seikkoja kuten painuminen ja halkeilu. Hirsitorakentamiselle suurin merkitys on uusilla alati tiukkenevilla lämmöneristysmääräyksillä, jotka tuovat haasteita erityisesti suunnittelulle ja tuotannolle.

Talomallien suunnittelutyö alkoi pohjien luonnostelulla. Perusideana oli luoda neljän muotoinen pohjamalli. Pohjan muodosta johtuen oli haasteellista saada huonejärjestelyt käytännöllisiksi. Talopohjien valmistumisen jälkeen alkoi julkisivujen suunnittelu. Julkisivut haluttiin suunnitella rauhallisen perinteisiksi. Tämän jälkeen syvennyttiin talojen rakenneratkaisuihin ja piirrettiin niiden leikkauskuvat. Koko suunnitteluprosessi oli haastava ja aikaa vievä. Prosessin aikana opittiin paljon hirsitalon suunnittelemisesta ja suunnittelua koskevista määräyksistä.

Jokaisessa suunnitelmassa saatiin lämpöhäviöiden tasauslaskelmat täyttämään vaatimustason, mutta se vaati energiatehokkaat ikkunat. Energiatodistuksista kävi ilmi, että kaikki suunnitelmat kuuluvat energialuokkaan D, joka on hirsirakennuksille tyypillinen luokka. Tauno A:n ja Tauno C:n hirsikokoa muuttamalla 202 x 260 mm:stä 240 x 260 mm:iin saatiin energialuokkaa korotettua C:hen. Tauno B vaatii tämän lisäksi tehokkaamman ilmanvaihtolaitteen.

Työ tehtiin Finnlamellin toimeksiantona. Finnlamelli toivoi saavansa uusia yksitasoisia hirsitalomalleja mallistoonsa. Työn mallien toivotaan kiinnostavan lapsiperheitä, sillä talomalleissa on pyritty ottamaan lapsiperheet hyvin huomioon.

LÄHTEET

Finnlamelli Oy. 2010. Hirsitalon tiivistysohje. Alajärvi: Finnlamelli Oy.

Finnlamelli. 2010a. Finnlamelli. [www-dokumentti]. Finnlamelli Oy. [Viitattu 2.3.2010]. Saatavissa:
<http://www.finnlamelli.fi/finnlamelli>

Finnlamelli. 2010b. Teollisuusmyynti. [www-dokumentti]. Finnlamelli Oy. [Viitattu 2.3.2010]. Saatavissa:
<http://www.finnlamelli.fi/teollisuusmyynti>

Finnlamelli. 2010c. Laadunvalvonta. [www-dokumentti]. Finnlamelli Oy. [Viitattu 2.3.2010]. Saatavissa:
<http://www.finnlamelli.fi/finnlamelli-hirsi/laadunvalvonta>

Finnlamelli. 2010d. Hirsivalikoima. [www-dokumentti]. Finnlamelli Oy. [Viitattu 3.3.2010]. Saatavissa:
<http://www.finnlamelli.fi/finnlamelli-hirsi/hirsivalikoima>

Laitinen, E. 1995. Teollinen puurakentaminen. Vammala: Rakennustieto Oy.

Motiva. 2011. Energiatodistus. [www-dokumentti]. Motiva. [Viitattu: 2.2.2011]. Saatavissa:
<http://www.motiva.fi/rakentaminen/energiatodistus>

Romppainen, I. 2010. Lämmin puutalo. Ohjeet ilmanpitävään ja energiaa säästävään rakentamiseen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Saarelainen, E. 1993. Hirren maailma. Jyväskylä: RATK.

Suomen rakentamismääräyskokoelma C1. 2010. Rakennusten lämmöneristys. Määräykset 2010. [www-dokumentti]. Ympäristöministeriö. [Viitattu 26.1.2011]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/34163-C3-2010_suomi_221208.pdf

Suomen rakentamismääräyskokoelma E1. 2002. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset 2002. [www-dokumentti]. Ympäristöministeriö. [Viitattu: 28.1.2011]. Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/data/normit/10530-37-3762-4.pdf>

Suomen rakentamismääräyskokoelma G1. 2005. Asuntosuunnittelu. Määräykset 2005. [www-dokumentti]. Ympäristöministeriö 2011. [Viitattu: 25.1.2011]. Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/data/normit/28204-G1su2005.pdf>

Ympäristöministeriö. 2003. Opas uusien lämmöneristysmääräysten täyttämisestä. [www-dokumentti]. Ympäristöministeriö. [Viitattu: 28.1.2011]. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=51541&lan=FI>

Ympäristöministeriö. 2008. Energiatehokkuutta parantavat rakentamismääräykset annettu. [www-dokumentti]. Ympäristöministeriö. [Viitattu 23.1.2011]. Saatavissa:
<http://www.environment.fi/default.asp?contentid=308006&lan=FI>

Ympäristöministeriö. 2009. Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. [www-dokumentti]. Ympäristöministeriö. [Viitattu: 26.1.2011]. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=82328&lan=fi>

LIITTEET

Liite 1. Tauno A pohjakuva, leikkauskuva ja julkisivut

Liite 2. Tauno B pohjakuva, leikkauskuva ja julkisivut

Liite 3. Tauno C pohjakuva, leikkauskuva ja julkisivut

Liite 4. Ilmanvuotoluvun laskentakaava

Liite 5. Ilmanvaihdon vuosihyötysuhde kaavake

Liite 6. Tauno A lämpöhäviöiden tasauslaskelmat

Liite 7. Tauno B lämpöhäviöiden tasauslaskelmat

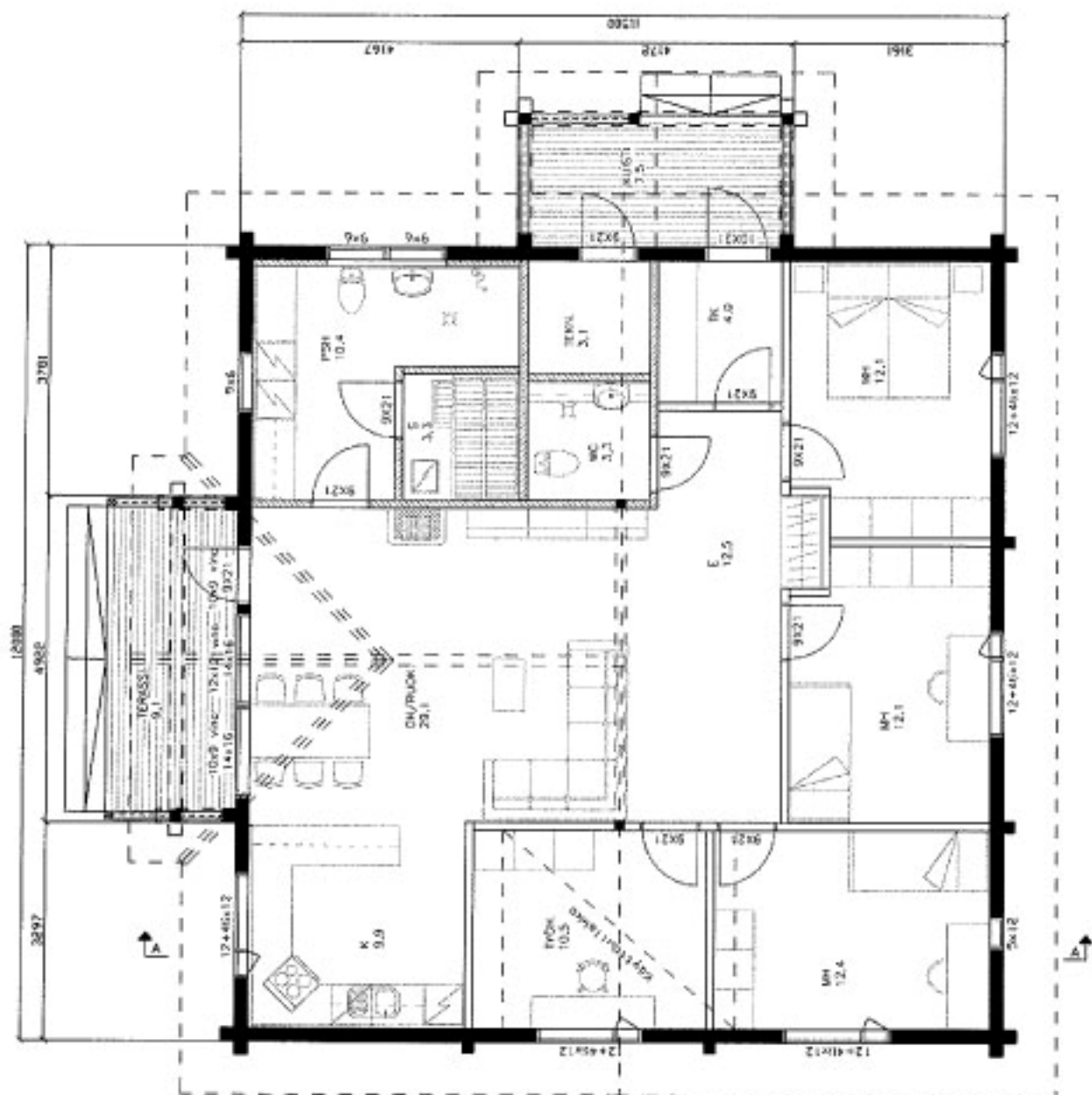
Liite 8. Tauno C lämpöhäviöiden tasauslaskelmat


Liite 9. Tauno A energiatodistus

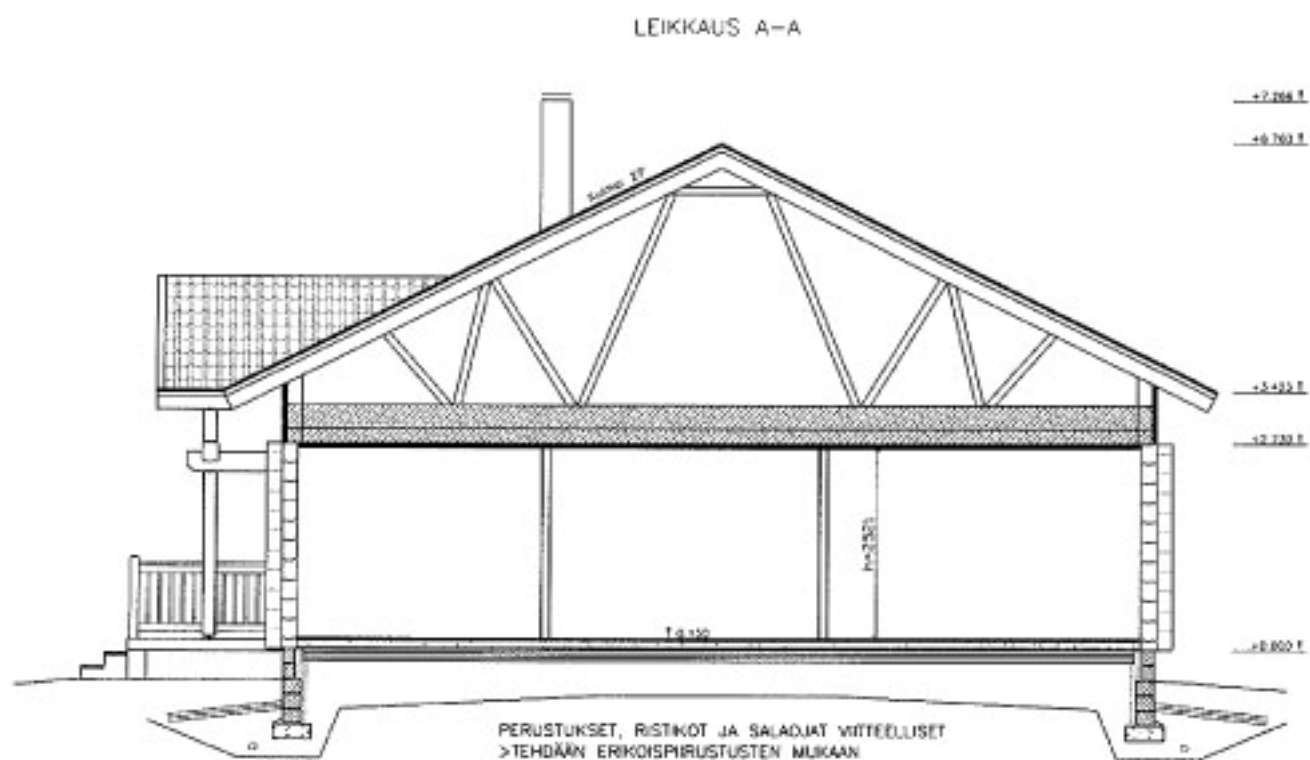
Liite 10. Tauno B energiatodistus


Liite 11. Tauno C energiatodistus

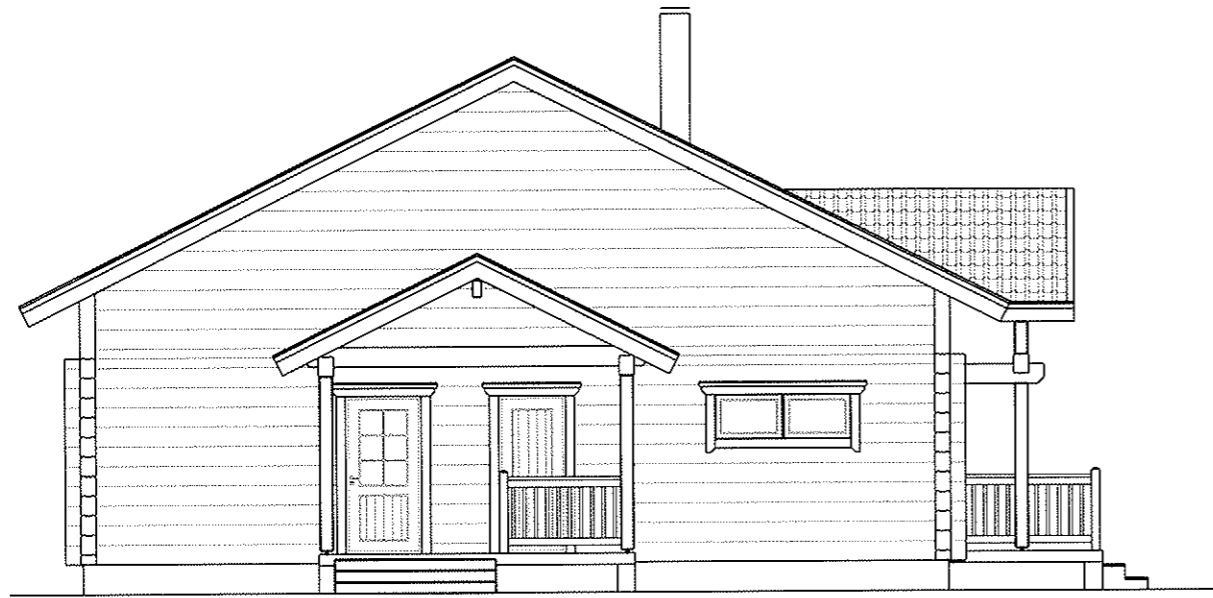
Liite 1. Touno A pohjakuva, leikkauskuva ja julkisivut



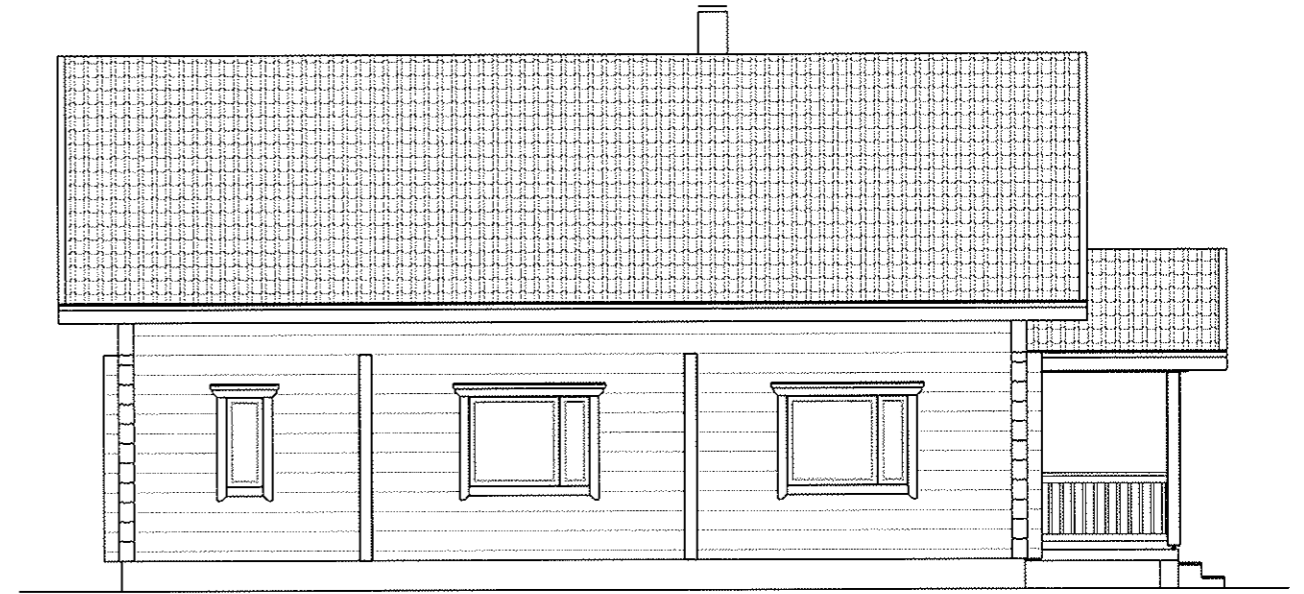
 <p>Finnlamelli LamelliAsiainvaihdo</p>	Pohjakuva 1:100
	Kohde: Touno A



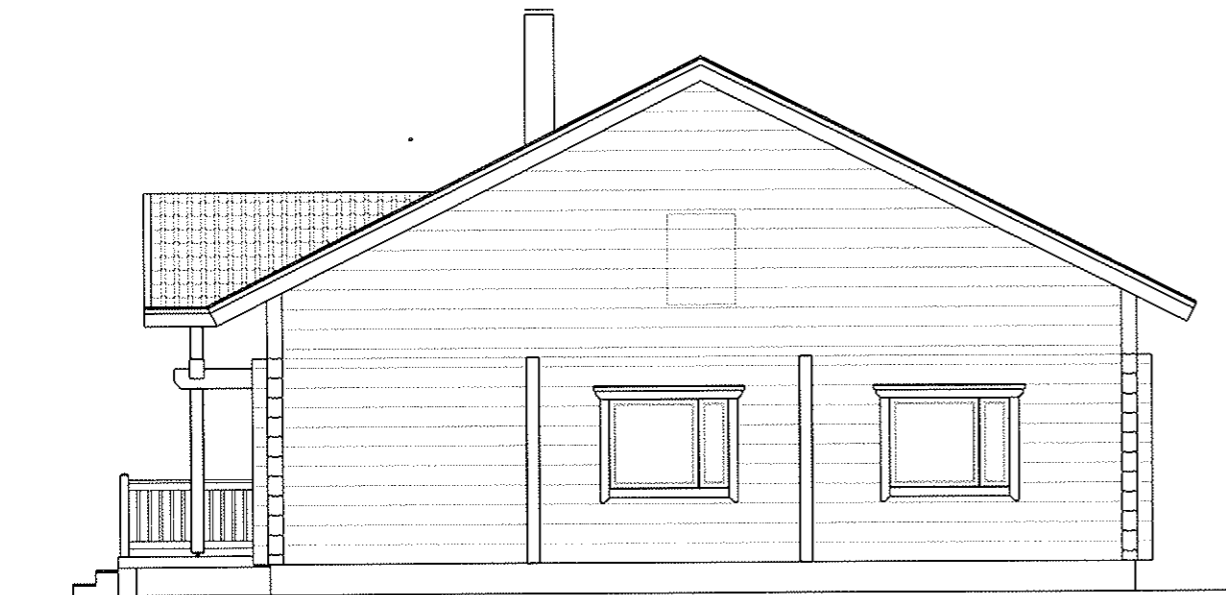
 Finnlamelli <i>Lamelliverkko</i>	<p>Leikkauskuva 1:100</p> <hr/> <p>Kohde: Tauno A</p>
---	--



JULKISIVU POHJOISEEN



JULKISIVU ITÄÄN



JULKISIVU ETELÄÄN



JULKISIVU LÄNTEEN



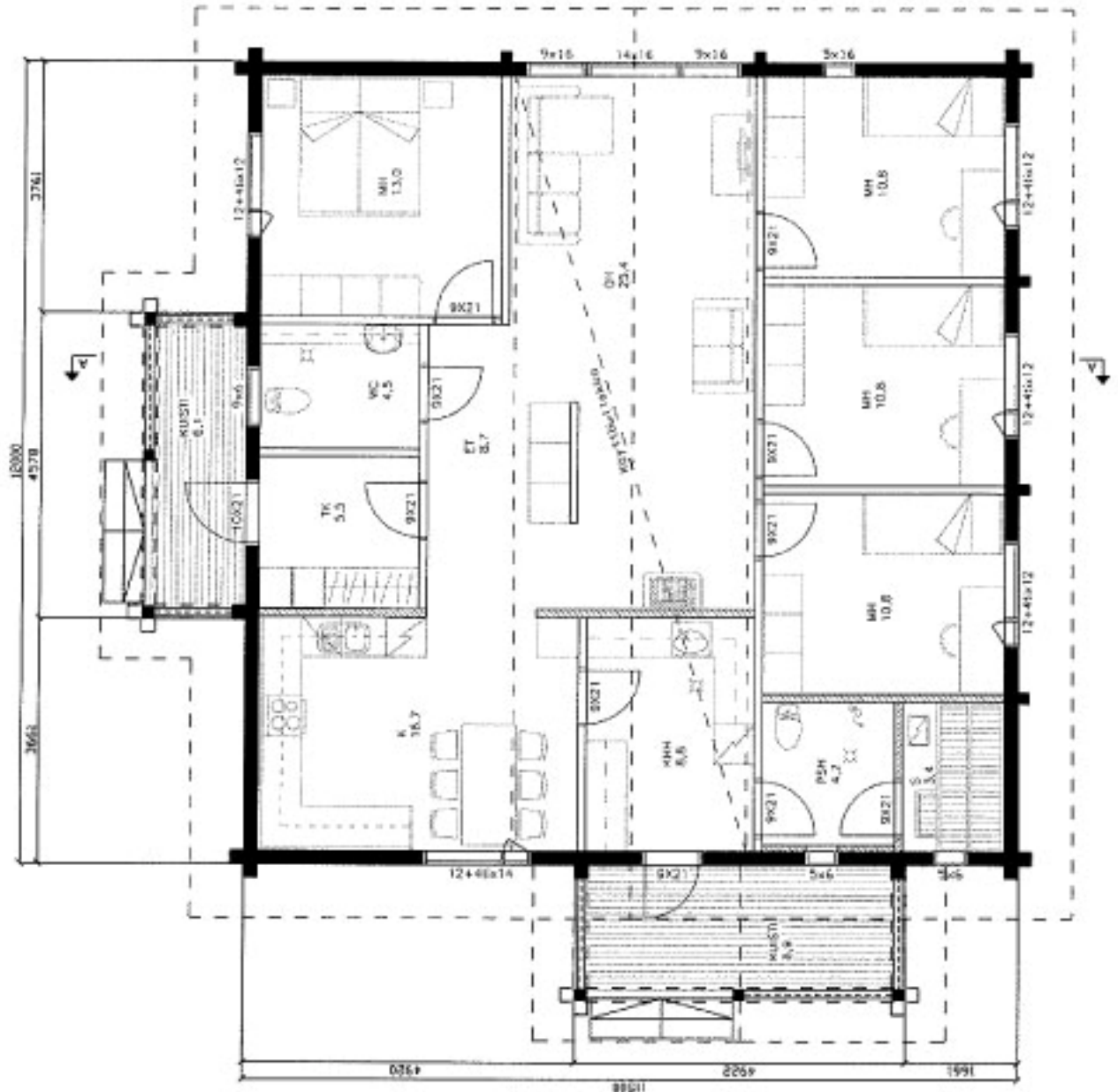
Julkisivut


1:100

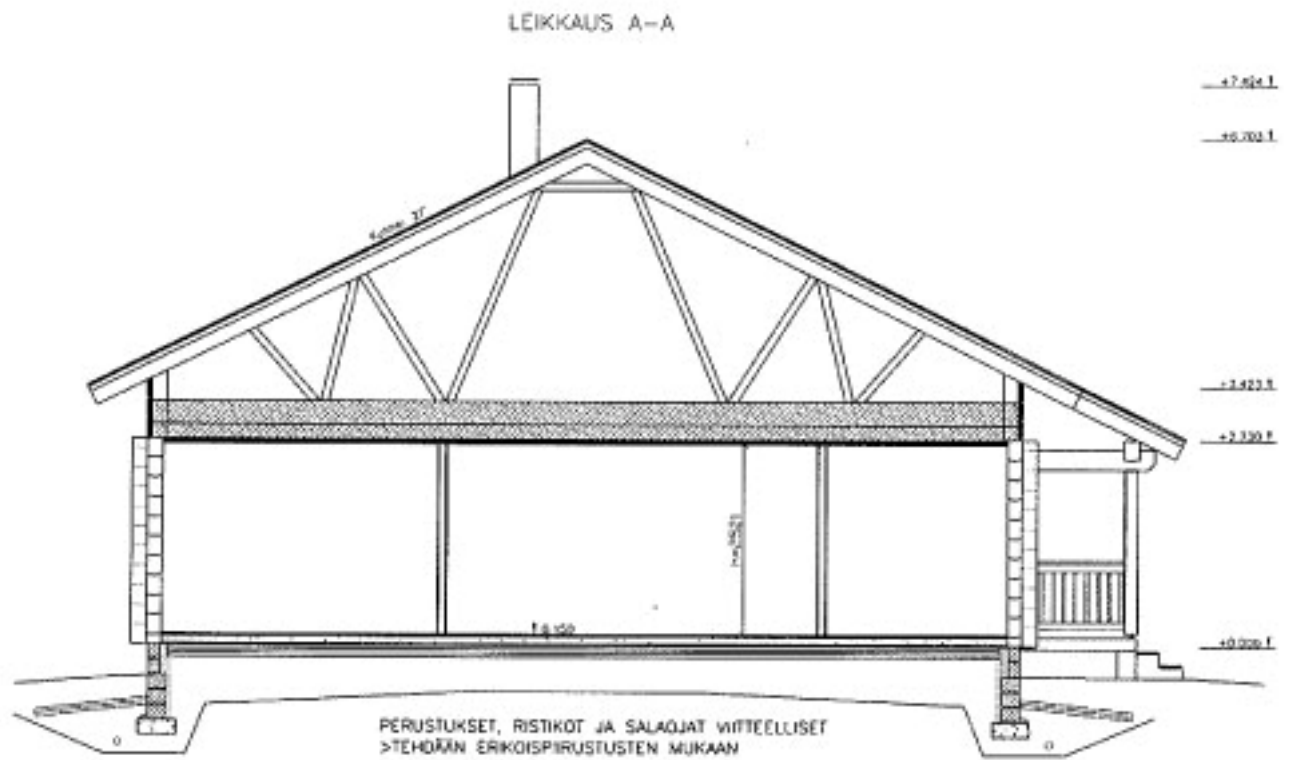
Kohde:


Tauno A

Liite 2. Touno B pohjakuva, leikkauskuva ja julkisivut



 Finnlamelli Lamelliväriäitö	Pohjakuva	1:100
	Kohde: Touno B	



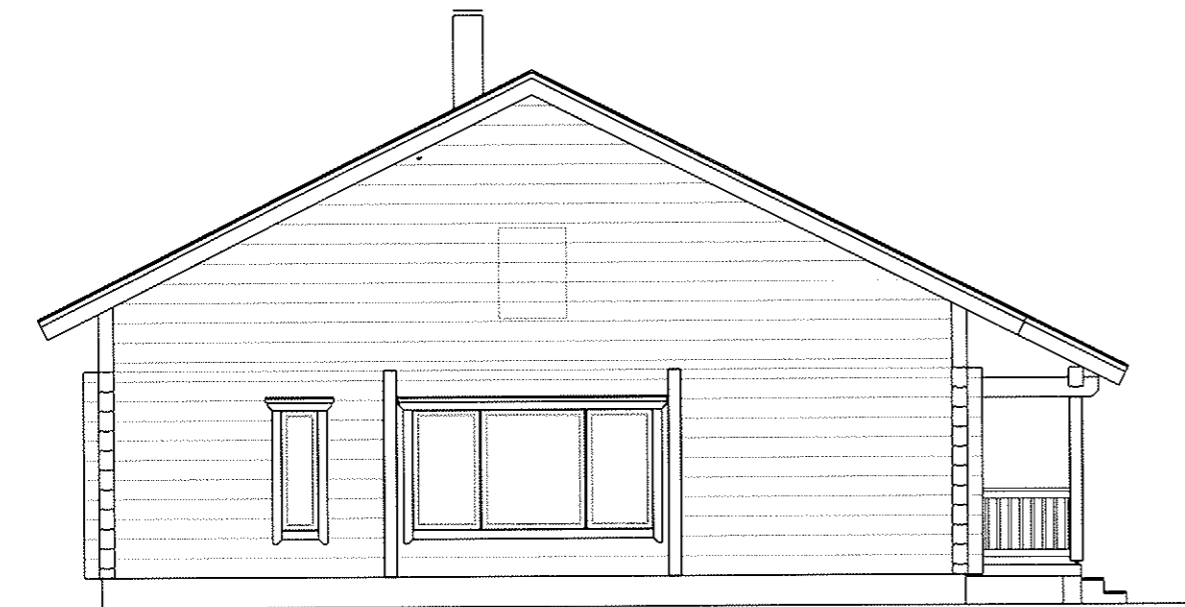
 <p>Finnlamelli Lamellilevyt</p>	Leikkouskuva	1:100
	Kohde: Touno B	



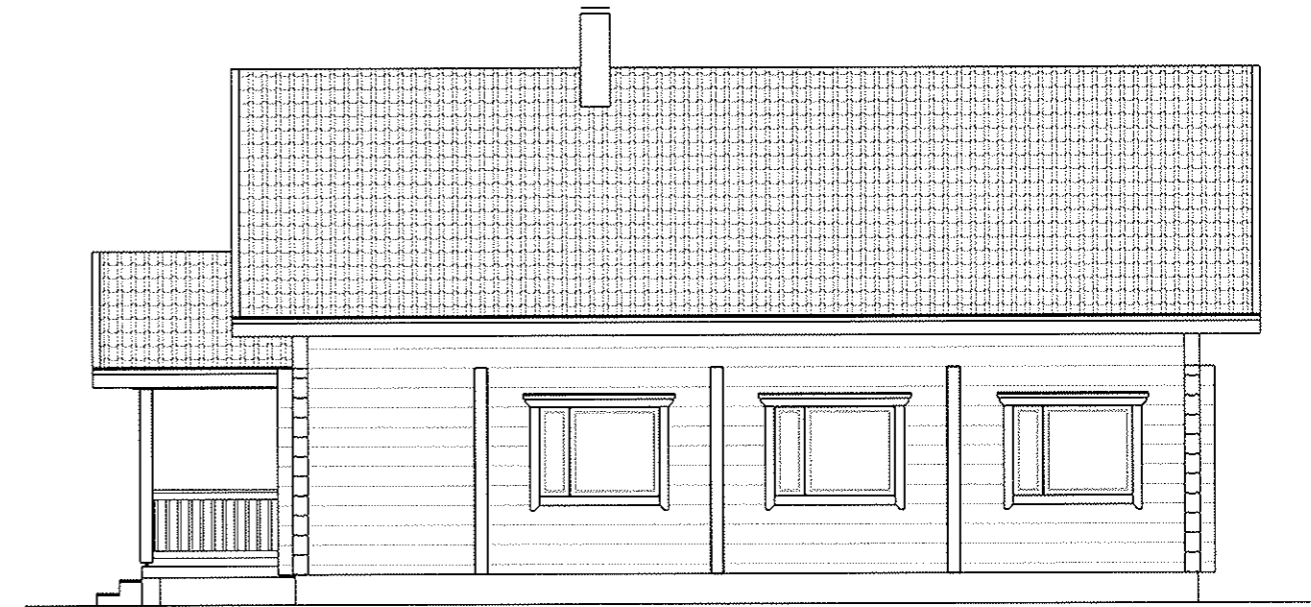
JULKISIVU POHJOISEEN



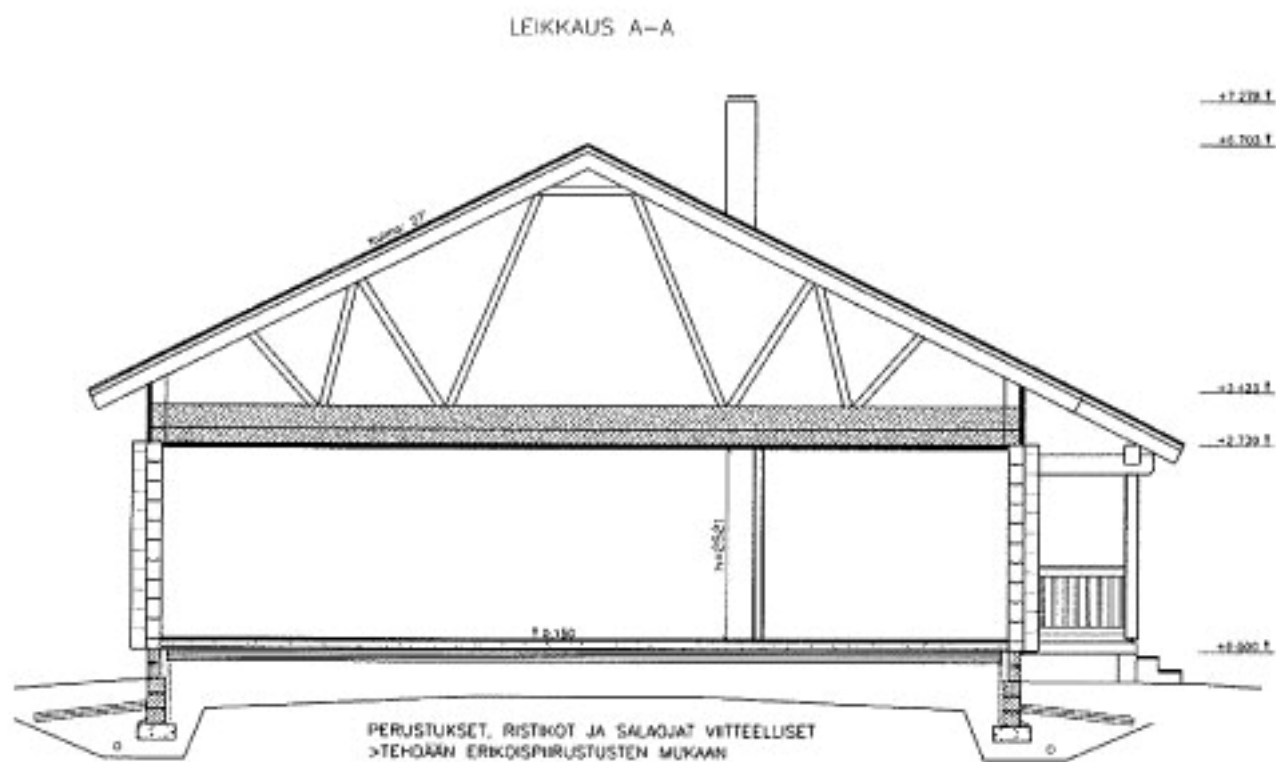
JULKISIVU ITÄÄN




JULKISIVU ETELÄÄN



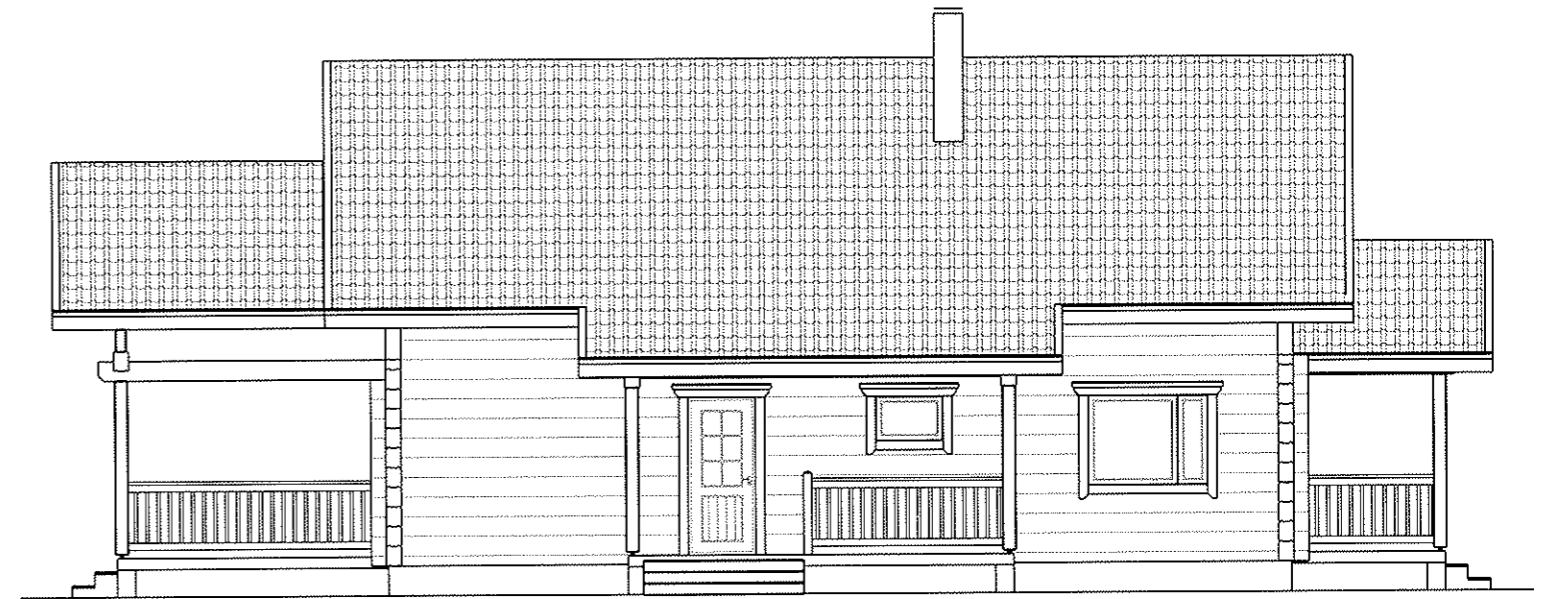
JULKISIVU LÄNTEEN



 <p>Finnlamelli <i>Lamelliverkko</i></p>	<p>Leikkouskuva 1:100</p>
	<p>Kohde: Touno C</p>



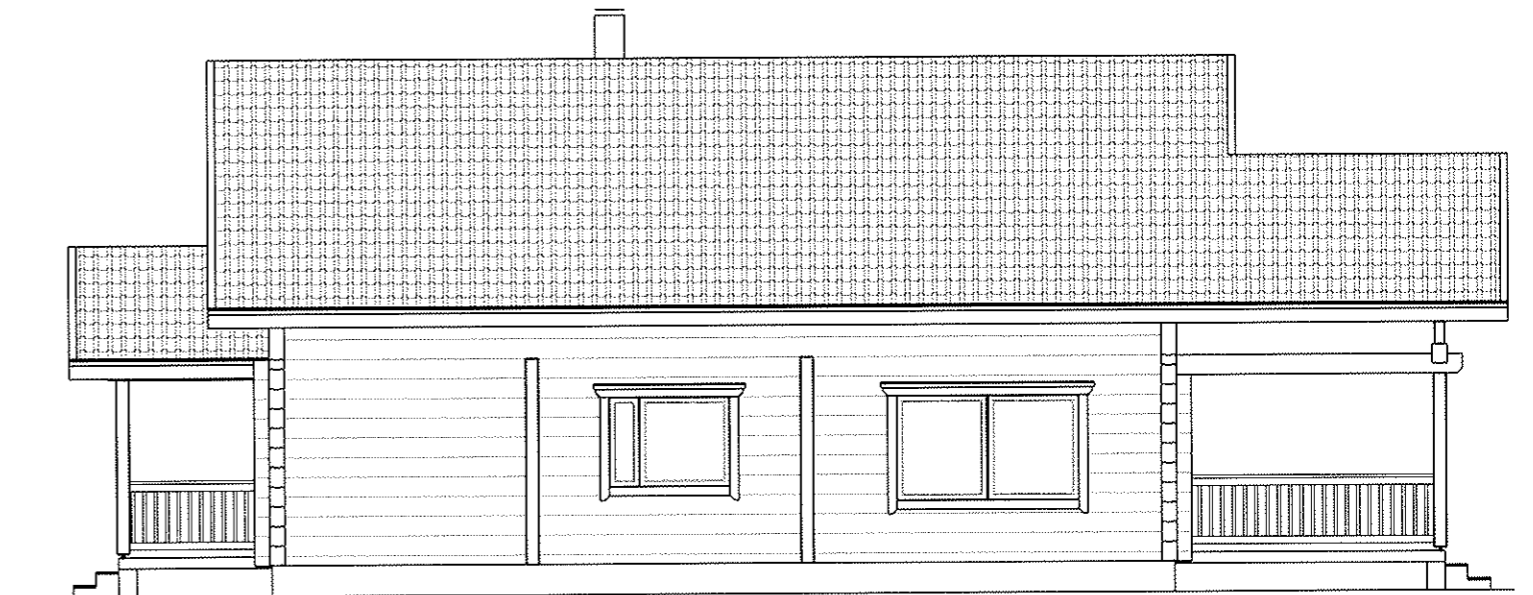
JULKISIVU POHJOISEEN




JULKISIVU ITÄÄN



JULKISIVU ETELÄÄN



JULKISIVU LÄNTEEN

	Julkisivut	1:100
	Kohde: Tauno C	



LIITE SUUNNITTELUASIAKIRJOIHIN

Teollisuustie 18, 62900 Alajärvi Puhelin (06) 5570 300

Ilmoitettu ilmanvuotoluku on laskettu mitattujen ilmanvuotolukujen avulla RT-kortissa 80-10974 esitetyllä tavalla.

Mittaukset suoritettu ajalla 6.11.2008 – 17.2.2009 Seinäjoen ammattikorkeakoulun tekniikanyksikön ja Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekniikanyksikön toimesta.

Suunnitteluasiakirjojen mukana toimitetaan Hirsitalon tiivistysohje. Näitä ohjeita noudattamalla voidaan käyttää ilmoitettua ilmanvuotolukua.

	$n_{50-luku} [1/h]$
Rakennus 1	0,8
Rakennus 2	1,4
Rakennus 3	1,1
Rakennus 4	0,9
Rakennus 5	1,0
Rakennus 6	0,6

Taulukko 1 Mittaustulokset

Ilmoitettujen ilmanvuotolukujen keskiarvo:

$$\bar{n}_{50} = \frac{0,8 + 1,4 + 1,1 + 0,9 + 1,0 + 0,6}{6} = 0,967 \frac{1}{h}$$

Keskihajonta:

$$s_{n50} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (n_{50,i} - \bar{n}_{50})^2}{n - 1}}$$

$$s_{n50} = \sqrt{\frac{(0,8 - 0,967)^2 + (1,4 - 0,967)^2 + (1,1 - 0,967)^2 + (0,9 - 0,967)^2 + (1,0 - 0,967)^2 + (0,6 - 0,967)^2}{6 - 1}}$$

$$= 0,273 \frac{1}{h}$$

k-kerroin:

$$k = 0,674 + \frac{1}{\sqrt{n}}$$

$$k = 0,674 + \frac{1}{\sqrt{6}} = 1,082 \frac{1}{h}$$

Ilmanvuotoluku:

$$n_{50,ilm} = \bar{n}_{50} + k \cdot s_{n50}$$

$$n_{50,ilm} = 0,967 + 1,082 \cdot 0,273 = 1,262 \frac{1}{h}$$

Viranomaisten tekemien suositusten mukaan, on ilmanvuotolukua huononnettu 0,5 yksiköllä, koska mittauksessa käytetty laite antaa todellista paremman tuloksen.

Finnlamellin ilmoitettu ilmanvuotoluku on 1,8 1/h.

Alajärvellä 11.6.2010



Pentti Pajala
Suunnittelupäällikkö
Finnlamelli Oy

LIITE 5. Ilmanvaihdon vuosihyötysuhdekaavake

Ilmanvaihdon vuosihyötysuhteen laskenta:

Ominaislämpöhäviöiden laskemiseksi laajennettua tasauslaskentaa käyttäen
(Ympäristöoppaan 106 lämpöhäviöiden tasauslaskelma)

Tämä on Vallox ilmanvaihtokoneiden poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdelaskurin tulosraportti.

Vuosihyötysuhteen laskenta perustuu ympäristöministeriön monisteen 122 mukaiseen ohjeistukseen.

Kohdetiedot:

Rakentaja: -
Osoite: -
Postinumero ja postitoimipaikka: -
Laskelman tekijä: -

Laskentatiedot:


Paikkakunta, jonka lämpötilakertymäfunktiota käytetään:	Jyväskylä Vallox Digit2 SE / 132E	
Ilmanvaihtokone:		
Poistoilmavirta ilmanvaihtokoneen kautta dm ³ /s:	45,045	dm ³ /s
Tuloilmavirta ilmanvaihtokoneen kautta dm ³ /s:	40,5405	dm ³ /s
Muu poistoilmavirta dm ³ /s (esim. erillinen liesituuletin tai erillinen poisto):	0	dm ³ /s
Muun poistoilmavirran käyttöaika h/d (tuntia/vuorokausi):	0	h/d
Sisäilman lämpötila C-asteina:	21	°C
Jäätymisenestön toiminta lämpötila:	5	°C
Tuloilman max lämpötila lämmöntalteenoton jälkeen:	21	°C

Tulokset:


Ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde:	53,0	%
Koko tilan ilmanvaihdon vuosihyötysuhde:	53,0	%
Koko ilmanvaihdon tarvitsema energiamäärä ilman lämmöntalteenottoa:	8215	kWh/vuosi
Ilmanvaihtokoneella saavutettu energiansäästö:	4357	kWh/vuosi
Ilmanvaihdon kokonaisenergiakulutus (sisältää myös mahd. muut poistot):	3858	kWh/vuosi

Lähteet:

Ympäristöministeriön moniste 122, <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=9298&lan=FI>
Energiälaskennan säätiedot - suomalainen testivuosi, Bengt Tammelin, Eero Erkiö, ISSN 0782-6079

Rakennuskohde	Tauno A						
Rakennustyyppi	OKT						
Rakennesuunnittelija	Liite 6.						
Tasauslaskelman tekijä	Tanja Tuomela						
Päiväys	1.3.2011						
Tulos : Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET						
Rakennuksen yleistiedot							
Rakennustilavuus	480 rak-m ³						
Maanpäälliset kerrostasosalat yhteensä	138 krs-taso-m ²						
Huoneala	128,7 m ²						
Julkisivujen pinta-ala	118,6 m ²						
Kerroskorkeus	m						
Huonekorkeus	2,521 m						
Ilmaavuus lämpimät tilat	350 m ³						
Ilmaavuus puoillämpimät tilat	m ³						
							
Perustiedot							
RAKENNUSOSAT	Pinta-alat, m ² [A]		U-arvot, W / (m ² K) [U]			Lämpötilahäviöiden tasaus	
	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu arvo	Enimmäisarvo	Suunnittelu arvo	Ominaislämpöhäviö, W / K [H _{tot} = A x U]	
Lämpimät tilat						Vertailu ratkaisu	Suunnittelu ratkaisu
Lamellihirsi 202x260	67,9	70,1	0,40	0,60	0,53	27,2	37,2
Kalustetaustat (hirsi 202mm + eriste 50mm)	22,6	22,6	0,40	0,60	0,32	9,0	7,2
Runkorak. Eristeseinä 200 mm	1,7	1,7	0,17	0,60	0,21	0,3	0,4
Ulkoseinä			0,17	0,60			
Ulkoseinä			0,17	0,60			
Ulkoseinä			0,17	0,60			
Yläpohja	129,9	129,9	0,09	0,60	0,09	11,7	11,7
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0,09	0,60			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)			0,17	0,60			
Alapohja (maanvastainen)	128,7	128,7	0,16	0,60	0,16	20,6	20,6
Muu maanvastainen rakennusosa			0,16	0,60			
Ikkunat	20,7	18,5	1,00	1,80	0,80	20,7	14,8
Uiko-ovet	5,8	5,8	1,00	1,80	1,00	5,8	5,8
Kattokkunat			1,00	1,80			
Lämpimät tilat yhteensä	377	377				95,3	97,6
Puoillämpimät tilat							
Ulkoseinä			0,60	0,60			
Ulkoseinä			0,60	0,60			
Ulkoseinä			0,26	0,60			
Ulkoseinä			0,26	0,60			
Ulkoseinä			0,26	0,60			
Ulkoseinä			0,26	0,60			
Yläpohja			0,14	0,60			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)			0,26	0,60			
Alapohja (maanvastainen)			0,24	0,60			
Muu maanvastainen rakennusosa			0,24	0,60			
Ikkunat			1,40	2,80			
Uiko-ovet			1,40	2,80			
Kattokkunat			1,40	2,80			
Puoillämpimät tilat yhteensä							
VAIPAN ILMAVUODOT							
VAIPAN ILMAVUODOT	Vaipan ilmanvuotoluku, [n ₅₀]		Vuotoilmavirta m ³ / s [q _{v,50} = n ₅₀ / 25 x V / 3600]		Ominaislämpöhäviö, W / K [H _{vaipoina} = 1200 x q _{v,50}]		
	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu ratkaisu	Suunnittelu ratkaisu	
Vuotoilma							
Lämpimät tilat	2,0	1,8	0,0078	0,0070	9,3	8,4	
Puoillämpimät tilat	2,0						
ILMANVAIHTO							
ILMANVAIHTO	Poistoilmavirta, m ³ / s [q _{v,p}]		LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _L]		Ominaislämpöhäviö, W / K [H _{iv} = 1200 x q _{v,p} x (1-η _L)]		
	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu ratkaisu	Suunnittelu ratkaisu	
Hallittu ilmanvaihto							
Lämpimät tilat		0,049	45	53	32,3	27,6	
Lämpimät toissijiset tilat (ei LTO:a)							
Puoillämpimät tilat							
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus							
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä						137	134
Puoillämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä							

Rakennuskohde		Tauno A	
Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkastuslista			
Pinta-alat (osa C3)			
Vertailukkinapinta-ala on 15% yhteenlasketuista kerrostasoaaloista, mutta kuitenkin enintään 50% julkisivujen pinta-alasta		Kyllä	Ei
Valoaukon pinta-ala on asuinhuoneissa väh. 10% lattiapinta-alasta (osa G1)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala on sama molemmissa ratkaisussa			(Suunnittelijan ilmoitus)
- lämpimissä tiloissa		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- puoliämpimissä tiloissa		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rakennusosien U-arvot ja johtumislämpöhäviö (osa C3)			
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia		Kyllä	Ei
Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- lämpimissä tiloissa		<input checked="" type="checkbox"/>	Enimmäisarvo Suunnitteluarvo
- puoliämpimissä tiloissa		<input type="checkbox"/>	1,2 1,0
		<input type="checkbox"/>	1,2
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus (D3)			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen		Kyllä	Ei
- lämpimissä tiloissa		<input checked="" type="checkbox"/>	Vertailuarvo Suunnitteluarvo
- puoliämpimissä tiloissa		<input type="checkbox"/>	137 W/K 134 W/K
		<input type="checkbox"/>	
Täyttääkö suunnitteluratkaisu rakennuksen lämpöhäviövaatimukset ?		Kyllä	Ei
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lisäselvitykset			
Rakennuksen vuotolima (osa D3)			
Jos lämpöhäviöselvityksessä vaipan ilmarvuotokulun n_{50} suunnitteluarvo on alla 4 l/s , ilmanpitävyydestä on esitettävä lisäselvitys			
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde (osa D2)			
Jos lämpöhäviöselvityksessä LTO:n vuosihyötysuhteen suunnitteluarvo on suurempi kuin 30%, vuosihyötysuhteesta on esitettävä lisäselvitys			
Matalaenergiarakentamisen lämpöhäviötaso			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 60% vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä			
- lämpimissä tiloissa		Kyllä	Ei
- puoliämpimissä tiloissa		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	60% Vertailuarvo Suunnitteluarvo
		<input type="checkbox"/>	82 W/K 134 W/K
Täyttääkö suunnitteluratkaisu matalaenergiarakentamisen lämpöhäviövaatimukset ?		Kyllä	Ei
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Rakennuskohde	Iauno B						
Rakennustyyppi	OKT						
Rakennesuunnittelija	Liite 7.						
Tasauslaskelman tekijä	Tanja Tuomela						
Päiväys	1.3.2011						
Tulos : Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET						
Rakennuksen yleistiedot							
Rakennustilavuus	470 rak-m ³						
Maanpäälliset kerrostasoalat yhteensä	138 krs-taso-m ²						
Huoneala	128,7 m ²						
Julkisivujen pinta-ala	114,4 m ²						
Kerroskorkeus	m						
Huonekorkeus	2,521 m						
Ilmatilavuus lämpimät tilat	350 m ³						
Ilmatilavuus puolilämpimät tilat	m ³						
							
Perustiedot							
RAKENNUSOSAT	Pinta-alat, m ²		U-arvot, W / (m ² K)			Lämpötilahäviöiden tasaus	
	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu arvo	Enimmäsarvo	Suunnittelu arvo	Ominaislämpöhäviö, W / K [H _{joht} = A x U]	
Lämpimät tilat						Vertailu ratkaisu	Suunnittelu ratkaisu
Lamellihirsi 202x260mm	75,1	79,2	0,40	0,60	0,53	30,0	42,0
Kalustetausta (hirsi 202mm + eriste 50mm)	14,7	14,7	0,40	0,60	0,32	5,9	4,7
Ulkoseinä			0,17	0,60			
Ulkoseinä			0,17	0,60			
Ulkoseinä			0,17	0,60			
Ulkoseinä			0,17	0,60			
Yläpohja	128,7	128,7	0,09	0,60	0,09	11,6	11,6
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0,09	0,60			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)			0,17	0,60			
Alapohja (maanvastainen)	128,7	128,7	0,16	0,60	0,16	20,6	20,6
Muu maanvastainen rakennusosa			0,16	0,60			
Ikkunat	20,7	16,6	1,00	1,80	0,80	20,7	13,3
Ulko-ovet	3,9	3,9	1,00	1,80	1,00	3,9	3,9
Kattoikkunat			1,00	1,80			
Lämpimät tilat yhteensä	372	372				92,7	96,0
Puolilämpimät tilat							
Ulkoseinä			0,60	0,60			
Ulkoseinä			0,60	0,60			
Ulkoseinä			0,26	0,60			
Ulkoseinä			0,26	0,60			
Ulkoseinä			0,26	0,60			
Ulkoseinä			0,26	0,60			
Yläpohja			0,14	0,60			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)			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	2,80			
Kattoikkunat			1,40	2,80			
Puolilämpimät tilat yhteensä							
VAIPAN ILMAVUODOT							
Vuotoilma	Vaipan ilmanvuotoluku, [n ₅₀]		Vuotoilmavirta m ³ / s [q _{v,v} = n ₅₀ / 25 x V / 3600		Ominaislämpöhäviö, W / K [H _{vuotoilma} = 1200 x q _{v,v}]		
	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu ratkaisu	Suunnittelu ratkaisu	
Lämpimät tilat	2,0	1,8	0,0078	0,0070	9,3	8,4	
Puolilämpimät tilat	2,0						
ILMANVAIHTO							
Hallittu ilmanvaihto	Poistoilmavirta, m ³ / s [q _{v,p}]		LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _a]		Ominaislämpöhäviö, W / K [H _{iv} = 1200 x q _{v,p} x (1 - η _a)]		
	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu ratkaisu	Suunnittelu ratkaisu	
Lämpimät tilat	0,049		45	53	32,3	27,6	
Lämpimät toissijaiset tilat (ei LTO:a)							
Puolilämpimät tilat							
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus							
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä						134	132
Puolilämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä							

Rakennuskohde		Tauno B	
Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkastuslista			
Pinta-alat (osa C3)			
Vertailuikkunapinta-ala on 15% yhteenlasketuista kerrostasooaloista, mutta kuitenkin enintään 50% julkisivujen pinta-alasta	Kyllä	Ei	(Suunnittelijan ilmoitus)
Valoaukon pinta-ala on asuinhuoneissa vah. 10% lattiapinta-alasta (osa G1)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala on sama molemmissa ratkaisuisissa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- puolilämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennusosien U-arvot ja johtumislämpöhäviö (osa C3)			
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	Kyllä	Ei	
Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Enimmäisarvo Suunnittelu-arvo
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,2 1,0
- puolilämpimissä tiloissa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,2
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus (D3)			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	Kyllä	Ei	Vertailuarvo Suunnittelu-arvo
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	134 W/K 132 W/K
- puolilämpimissä tiloissa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Täyttääkö suunnitteluratkaisu rakennuksen lämpöhäviövaatimukset ?	Kyllä	Ei	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lisäselvitykset			
Rakennuksen vuotoilma (osa D3)			
Jos lämpöhäviölaskelmassa vaipan ilmanvuotoluvun n_{50} suunnittelu-arvo on alle $4 \frac{1}{h}$, ilmanpitävyydestä on esitettävä lisäselvitys			
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde (osa D2)			
Jos lämpöhäviölaskelmassa LTO:n vuosihyötysuhteen suunnittelu-arvo on suurempi kuin 30%, vuosihyötysuhteesta on esitettävä lisäselvitys			
Matalaenergiarakentamisen lämpöhäviötaso			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 60% vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä			
- lämpimissä tiloissa	Kyllä	Ei	60% Vertailuarvo Suunnittelu-arvo
- puolilämpimissä tiloissa	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	81 W/K 132 W/K
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Täyttääkö suunnitteluratkaisu matalaenergiarakentamisen lämpöhäviövaatimukset ?	Kyllä	Ei	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Rakennuskohde	Tauno C				
Rakennustyyppi	OKT				
Rakennesuunnittelija					Liite 8.
Tasauslaskelman tekijä	Tanja Tuomela				
Päiväys	1.3.2011				
Tulos : Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET				
Rakennuksen yleistiedot					
Rakennustilavuus	470	rak-m ³			
Maanpäälliset kerrostasoalet yhteensä	138	krs-taso-m ²			
Huoneala	128,7	m ²			
Julkisivujen pinta-ala	114,4	m ²			
Kerroskorkeus		m			
Huonekorkeus	2,521	m			
Ilmatilavuus lämpimät tilat	350	m ³			
Ilmatilavuus puolilämpimät tilat		m ³			
Perustiedot					
RAKENNUSOSAT	Pinta-alat, m ²		U-arvot, W / (m ² K)		
	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu arvo	Enimmäsarvo	Suunnittelu arvo
Lämpimät tilat					
Lamellihirsi 202x260mm	88,0	91,7	0,40	0,60	0,53
Ulkoseinä			0,40	0,60	
Ulkoseinä			0,17	0,60	
Ulkoseinä			0,17	0,60	
Ulkoseinä			0,17	0,60	
Ulkoseinä			0,17	0,60	
Yläpohja	128,7	128,7	0,09	0,60	0,09
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0,09	0,60	
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)			0,17	0,60	
Alapohja (maanvastainen)	128,7	128,7	0,16	0,60	0,16
Muu maanvastainen rakennusosa			0,16	0,60	
Ikkunat	20,7	17,0	1,00	1,80	0,80
Ulko-ovet	5,8	5,8	1,00	1,80	0,70
Kattoikkunat			1,00	1,80	
Lämpimät tilat yhteensä	372	372			
Puolilämpimät tilat					
Ulkoseinä			0,60	0,60	
Ulkoseinä			0,60	0,60	
Ulkoseinä			0,26	0,60	
Ulkoseinä			0,26	0,60	
Ulkoseinä			0,26	0,60	
Ulkoseinä			0,26	0,60	
Yläpohja			0,14	0,60	
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)			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	2,80	
Kattoikkunat			1,40	2,80	
Puolilämpimät tilat yhteensä					
VAIPAN ILMAVUODOT					
VAIPAN ILMAVUODOT	Vaipan ilmanvuotoluku, [n ₅₀]		Vuotoilmavirta m ³ / s [q _{v,v} = n ₅₀ / 25 x V / 3600		Ominaislämpöhäviö, W / K [H _{vuotoilma} = 1200 x q _{v,v}]
	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	
Vuotoilma					
Lämpimät tilat	2,0	1,8	0,0078	0,0070	9,3
Puolilämpimät tilat	2,0				8,4
ILMANVAIHTO					
ILMANVAIHTO	Poistoilmavirta, m ³ / s [q _{v,p}]		LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _a]		Ominaislämpöhäviö, W / K [H _{iv} = 1200 x q _{v,p} x (1-η _a)]
	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	Vertailu arvo	Suunnittelu arvo	
Hallittu ilmanvaihto					
Lämpimät tilat		0,049	45	53	32,3
Lämpimät toissijaiset tilat (ei LTO:a)					27,6
Puolilämpimät tilat					
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus					
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä					136
Puolilämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä					134



Rakennuskohde		Tauno C	
Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkastuslista			
Pinta-alat (osa C3)			
Vertailuikkunapinta-ala on 15% yhteenlasketuista kerrostasooaloista, mutta kuitenkin enintään 50% julkisivujen pinta-alasta	Kyllä	Ei	(Suunnittelijan ilmoitus)
Valoaukon pinta-ala on asuinhuoneissa vah. 10% lattiapinta-aiasta (osa G1)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala on sama molemmissa ratkaisuisa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- puolilämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennusosien U-arvot ja johtumislämpöhäviö (osa C3)			
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	Kyllä	Ei	
Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Enimmäisarvo Suunnittelu-arvo
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,2 1,0
- puolilämpimissä tiloissa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,2
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus (D3)			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	Kyllä	Ei	Vertailuarvo Suunnittelu-arvo
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	136 W/K 134 W/K
- puolilämpimissä tiloissa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Täyttääkö suunnitteluratkaisu rakennuksen lämpöhäviövaatimukset ?	Kyllä	Ei	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lisäselvitykset			
Rakennuksen vuotoilma (osa D3)			
Jos lämpöhäviölaskelmassa vaipan ilmanvuotoluvun n_{50} suunnittelu-arvo on alle $4 \frac{1}{h}$, ilmanpitävyydestä on esitettävä lisäselvitys			
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde (osa D2)			
Jos lämpöhäviölaskelmassa LTO:n vuosihyötysuhteen suunnittelu-arvo on suurempi kuin 30%, vuosihyötysuhteesta on esitettävä lisäselvitys			
Matalaenergiarakentamisen lämpöhäviötaso			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 60% vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä			
- lämpimissä tiloissa	Kyllä	Ei	60% Vertailuarvo Suunnittelu-arvo
- puolilämpimissä tiloissa	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	81 W/K 134 W/K
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Täyttääkö suunnitteluratkaisu matalaenergiarakentamisen lämpöhäviövaatimukset ?	Kyllä	Ei	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: Erillinen pientalo
Osoite: Tauno A

Valmistumisvuosi:
Rakennustunnus:

Asuntojen lukumäärä: 1

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä

erillisen tarkastuksen yhteydessä

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

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

194

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: Pienet asuinrakennukset.

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

Todistuksen antaja:

Tanja Tuomela

Todistuksen tilaaja:

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:

04.02.2011

Viimeinen voimassaolopäivä:

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen laajuustiedot

Bruttoala	138 brm ²	Ilmatilavuus	350 m ³
Rakennustilavuus	480 rak-m ³	Henkilömäärä	4
Huoneistoala	128,7 hum ²		

Rakenteet

Rakennusosat

Ulkoseinät

Lamellihirsi 202x260mm	70,1	0,53		
Kalustetaustat (hirsi 202 + 50mm eriste)	22,6	0,32		
Runkorak. eristysseinä	1,7	0,21		

Yläpohja

500mm eriste	129,9	0,09		
--------------	-------	------	--	--

Alapohja

Maanvarainen teräsbetoni-laatta 100 mm, eriste 200 mm	128,7	0,16		
---	-------	------	--	--

Ovet

Puualumiinirunko. Eristemateriaali EPS	5,8	1		
--	-----	---	--	--

Ikkunat

	Pinta ala (m ²)	U-arvo (W/m ² K)	g _{kohtisuora}	F _{kehä}
Pohjoinen MSE-puualumiini, karmi 170, sel.lasi	1,1	0,8	0,55	0,75
Itä MSE-puualumiini, karmi 170, sel.lasi	4,3	0,8	0,55	0,75
Etelä MSE-puualumiini, karmi 170, sel.lasi	3,8	0,8	0,55	0,75
Länsi MSE-puualumiini, karmi 170, sel.lasi	9,3	0,8	0,55	0,75

Tehollinen lämpökapasiteetti C_{rak omin} Wh/(brm² K)

110

Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n ₅₀	1,8	1/h
Ilmanvaihdon poistoilmavirta	0,049	m ³ /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde	53	%

Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus	73	m ³ /vuosi
Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus	kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>

Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys	Sähkö	Sisältää käyttöveden lämmityksen	kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa	Suora sähkölämmitys			
Lämmönvaraajat				
Lämpimän käyttöveden kiertojohto			kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>
- kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita			kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>

Energiatehokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus	19902 kWh/vuosi
Laitesähköenergian kulutus	6900 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	kWh/vuosi
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	26802 kWh/vuosi
Rakennuksen energiatehokkuusluku	194 kWh/brm²/vuosi

ENERGIASELVITYS

3(4)

Kohde: Tauno A

Alla olevien tietojen lisäksi energiaselvitykseen kuuluu energiatodistus ja lämpöhäviöiden tasauslaskelma.

1. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho

Poistoilmavirta:	0,049	m ³ /s
IV-laitteiden tehon tarve em. poistoilmavirralla:	0,11	kW
Ominaissähköteho (max 2,5 kW/(m ³ /s))	2,18	kW/(m ³ /s)

2. Rakennuksen lämmitysteho

Mitoittava lämpötila:	-32	°C
Vuoden keskilämpötila:	2	°C
Ilmanvaihdon poistoilman lämpötila LTO:n jälkeen:	8	°C
Tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan:	0,9	
Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama:	0,34	dm ³ /s
Lämpimän käyttöveden kiertoputken ominaisteho:	0,002	kW/bm ²

Tehon tarve	Hyötysuhde		
Huonelämmitys:	0,9	6,04	kW
Tuloilman lämmityspatteri:	0,9	1,90	kW
Käyttöveden lämmitys:	0,9	79,64	kW
Yhteensä:		87,58	kW

3. Arvio kesäaikaisesta huonelämpötilasta ja mahd. jäähdytysteho

Kuukausi	5	6	7	8	9
Lämpötila °C	22,4	22,9	22,7	22,5	21,4
Jäähdytysteho	0	0	0	0	0

Arvio on tehty koko rakennuksen osalta. Lämpötilat ovat kuukauden keskiarvoja.

4. Rakennuksen energiankulutus

	Nettotarve		Osto	
Lämmitysenergia:	19229	kWh	19229	kWh
Laitteiden sähköenergia:	6863	kWh	6863	kWh
Jäähdytysenergia:	0	kWh	0	kWh
Yhteensä	26092	kWh	26092	kWh

Ostoenergian laskenta:

Lämmöntuottolaite: Suora sähkölämmitys

- polttoaine:

Laitteen vuosihyötysuhde: 1

Kylmäntuottolaitteen vuotuinen lämpökerroin: 1

Lämmön kehityksessä tarvittavan polttoaineen määrä:

Tehollinen lämpöarvo: 0,0 kWh/kg

Ostettavan polttoaineen määrä: 0 kg

Lämmitystehon laskenta

21 Sisälämpötila (Sivulta 2a)

Johtuminen rakenteiden läpi (kaava 9.3)

	Ominais- lämpöhäviö	Lämmitys- teho (W)
Seinät	44,742	2371,326
Yläpohja	11,691	619,623
Ovet	5,8	307,4
Ikkunat	14,8	784,4
Yht	77,033	4082,749

Värien selitykset:

Laskennan lähtötieto

Laskettu ominaislämpöhäviö

Laskettu lämmitysteho

Alapohja

1 Alapohjan tyyppi, sivulta 2a.

1. maanvastainen alapohja

4 Laskennassa käytettävä ulkolämpötila (kohta 9.2.5)

Pinta-ala U-arvo Omin.lämpöhäviö

128,7	0,13	16,73
0	0	0,00
Yht.		16,73

2. rossipohja, tuuletusaukot enint. 8 promillea alapohjan pinta-alasta.

0 Laskennassa käytettävä ulkolämpötila (kohta 9.2.4)

		20,592	432,432
--	--	--------	---------

3. muu rossipohja.

-32 Laskennassa käytettävä ulkolämpötila (kohta 9.2.3)

		20,592	1091,376
--	--	--------	----------

Alapohjan lämmitysteho 284,427

Johtumisteho yht. 4367,176

Vuotoilma

Ominaislämpöhäviö sivulta 4b (kaava 9.4).

	8,4	445,2
--	-----	-------

Ilmanvaihto

LTO:n poistoilman lämpötilasuhde (kaava 9.7)

(A) 0,245

LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (kaava 9.8)

(A/O,9) 0,273

Ominaislämpöhäviö (kaava 9.6)

44,03

Ilmanvaihdon lämmitysteho (kaava 9.5)

2333,3333

Lämmityspatteri (kaava 9.9)

15 Asetuslämpötila (sivulta 2a)

1709,17

(Tark: ei < 0) 1709,17

Poistoilmalämpöpumppu

Käyttövesi

138 Bruttoala (sivulta 2a)

Kiertoputken teho (kaava 9.11) 0,28

Lämmitysteho 71,40

Käyttövesi yht. (kaava 9.10) 71,676

Lämmitysteho yhteensä

Johtuminen 4,367176 kW

Vuotoilma 0,4452 kW

Ilmanvaihto 2,33333333 kW

IV-lämm.patt. 1,70916667 kW

Käyttövesi 71,676 kW

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: Erillinen pientalo
Osoite: Tauno B

Valmistumisvuosi:
Rakennustunnus:

Asuntojen lukumäärä: 1

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

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

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

199

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: Pienet asuinrakennukset.

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

Todistuksen antaja:

Tanja Tuomela

Todistuksen tilaaja:

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:

04.02.2011

Viimeinen voimassaolopäivä:

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen laajuustiedot

Bruttoala	138 brm ²	Ilmatilavuus	350 m ³
Rakennustilavuus	470 rak-m ³	Henkilömäärä	5
Huoneistoala	128,7 hum ²		

Rakenteet

<u>Rakennusosat</u>	Pinta ala (m ²)	U-arvo (W/m ² K)		
Ulkoseinät				
Lamellihirsi 202x260mm	79,2	0,53		
Kalustetaustat (hirsi 202 + 50mm eriste)	14,7	0,32		
Yläpohja				
500mm eriste	128,7	0,09		
Alapohja				
Maanvarainen teräsbetoni-laatta 100 mm, eriste 200mm	128,7	0,16		
Ovet				
Puualumiinirunko. Eristemateriaali EPS	3,9	1		
Ikkunat				
Pohjoinen	MSE-puualumiini, karmi 170, sel.lasi	2,8	0,8	$g_{\text{kohtisuora}}$ 0,55 $F_{\text{kehä}}$ 0,75
Itä	MSE-puualumiini, karmi 170, sel.lasi	2,4	0,8	0,55 0,75
Etelä	MSE-puualumiini, karmi 170, sel.lasi	5,8	0,8	0,55 0,75
Länsi	MSE-puualumiini, karmi 170, sel.lasi	5,6	0,8	0,55 0,75
Tehollinen lämpökapasiteetti $C_{\text{rak omin}}$	Wh/(brm² K)	110		

Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n_{50}	1,8	1/h
Ilmanvaihdon poistoilmavirta	0,049	m ³ /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde	53	%

Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus	91,25	m ³ /vuosi
Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus	kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>

Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys	Sähkö	Sisältää käyttöveden lämmityksen	kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa	Suora sähkölämmitys			
Lämmönvaraajat				
Lämpimän käyttöveden kiertojohto			kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>
- kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita			kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>

Energiatehokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus	20589 kWh/vuosi
Laitesähköenergian kulutus	6900 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	kWh/vuosi
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	27489 kWh/vuosi
Rakennuksen energiatehokkuusluku	199 kWh/brm²/vuosi

ENERGIASELVITYS

Kohde: Tauno B

Alla olevien tietojen lisäksi energiaselvitykseen kuuluu energiatodistus ja lämpöhäviöiden tasauslaskelma.

1. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho

Poistoilmavirta:	0,049	m ³ /s
IV-laitteiden tehon tarve em. poistoilmavirralla:	0,11	kW
Ominaissähköteho (max 2,5 kW/(m ³ /s))	2,18	kW/(m ³ /s)

2. Rakennuksen lämmitysteho

Mitoittava lämpötila:	-32	°C
Vuoden keskilämpötila:	2	°C
Ilmanvaihdon poistoilman lämpötila LTO:n jälkeen:	8	°C
Tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan:	0,9	
Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama:	0,34	dm ³ /s
Lämpimän käyttöveden kiertoputken ominaisteho:	0,002	kW/brm ²

Tehon tarve	Hyötysuhde		
Huonelämmitys:	0,9	5,95	kW
Tuloilman lämmityspatteri:	0,9	1,90	kW
Käyttöveden lämmitys:	0,9	79,64	kW
Yhteensä:		87,49	kW

3. Arvio kesäaikaisesta huonelämpötilasta ja mahd. jäähdytysteho

Kuukausi	5	6	7	8	9
Lämpötila °C	22,5	23,0	22,8	22,7	21,6
Jäähdytysteho	0	0	0	0	0

Arvio on tehty koko rakennuksen osalta. Lämpötilat ovat kuukauden keskiarvoja.

4. Rakennuksen energiankulutus

	Nettotarve		Osto	
Lämmitysenergia:	19663	kWh	19663	kWh
Laitteiden sähköenergia:	6863	kWh	6863	kWh
Jäähdytysenergia:	0	kWh	0	kWh
Yhteensä	26526	kWh	26526	kWh

Ostoenergian laskenta:

Lämmöntuottolaite: Suora sähkölämmitys

- polttoaine:

Laitteen vuosihyötysuhde: 1

Kylmäntuottolaitteen vuotuinen lämpökerroin: 1

Lämmön kehityksessä tarvittavan polttoaineen määrä:

Tehollinen lämpöarvo: 0,0 kWh/kg

Ostettavan polttoaineen määrä: 0 kg

Lämmitystehon laskenta

21 Sisälämpötila (Sivulta 2a)
Johtuminen rakenteiden läpi (kaava 9.3)

	Ominais- lämpöhäviö	Lämmitys- teho (W)
Seinät	46,68	2474,04
Yläpohja	11,583	613,899
Ovet	3,9	206,7
Ikkunat	13,28	703,84
Yht	75,443	3998,479

Värien selitykset:

Laskennan lähtötieto
Laskettu ominaislämpöhäviö
Laskettu lämmitysteho

Alapohja

1	Alapohjan tyyppi, sivulta 2a.	
1. maanvastainen alapohja		
4	Laskennassa käytettävä ulkolämpötila (kohta 9.2.5)	
Pinta-ala	U-arvo	Omin.lämpöhäviö
128,7	0,13	16,73
0	0	0,00
Yht.		16,73
2. rossipohja, tuuletusaukot enint. 8 promillea alapohjan pinta-alasta.		
0	Laskennassa käytettävä ulkolämpötila (kohta 9.2.4)	
		20,592
3. muu rossipohja.		
-32	Laskennassa käytettävä ulkolämpötila (kohta 9.2.3)	
		20,592
		1091,376
Alapohjan lämmitysteho		284,427
Johtumisteho yht.		4282,906

Vuotoilma Ominaislämpöhäviö sivulta 4b (kaava 9.4).

Ilmanvaihto

LTO:n poistoilman lämpötilasuhde (kaava 9.7)
(A) 0,245
LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (kaava 9.8)
(A/0,9) 0,273
Ominaislämpöhäviö (kaava 9.6)
44,03
Ilmanvaihdon lämmitysteho (kaava 9.5)
2333,3333

Lämmityspatteri (kaava 9.9)

15 Asetuslämpötila (sivulta 2a)
1709,17
(Tark: ei < 0) 1709,17

Poistoilmalämpöpumppu

Käyttövesi

138 Bruttoala (sivulta 2a)
Kiertoputken teho (kaava 9.11) 0,28
Lämmitysteho 71,40
Käyttövesi yht. (kaava 9.10) 71,676

Lämmitysteho yhteensä

Johtuminen 4,282906 kW
Vuotoilma 0,4452 kW
Ilmanvaihto 2,33333333 kW
IV-lämm.patt. 1,70916667 kW
Käyttövesi 71,676 kW

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: Erillinen pientalo
Osoite: Tauno C

Valmistumisvuosi:
Rakennustunnus:

Asuntojen lukumäärä: 1

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä

erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	
-150		
151 - 170		
171 - 190		
191 - 230		
231 - 270		
271 - 320		
321 -		
	Paljon kuluttava	

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

195

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: Pienet asuinrakennukset.

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

Todistuksen antaja:
Tanja Tuomela

Todistuksen tilaaja:

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:

04.02.2011

Viimeinen voimassaolopäivä:

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen laajuustiedot

Bruttoala	138 brm ²	Ilmatilavuus	350 m ³
Rakennustilavuus	470 rak-m ³	Henkilömäärä	4
Huoneistoala	128,7 hum ²		

Rakenteet

Rakennusosat

Ulkoseinät

Lamellihirsi 202x260mm

Pinta ala
(m²)

91,7

U-arvo
(W/m²K)

0,53

Yläpohja

500mm eriste

128,7

0,09

Alapohja

Maanvarainen teräsbetoni-laatta 100 mm, eriste 200 mm

128,7

0,16

Ovet

Puualumiinirunko. Eristemateriaali EPS

5,8

0,7

Ikkunat

Pohjoinen MSE-puualumiini, karmi 170, sel.lasi

2,4

0,8

g_{kohtisuora}

0,55

F_{kehä}

0,75

Itä MSE-puualumiini, karmi 170, sel.lasi

2,4

0,8

0,55

0,75

Etelä MSE-puualumiini, karmi 170, sel.lasi

7

0,8

0,55

0,75

Länsi MSE-puualumiini, karmi 170, sel.lasi

5,2

0,8

0,55

0,75

Tehtollinen lämpökapasiteetti C_{rak omin}, Wh/(brm² K)

110

Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n₅₀

1,8

1/h

Ilmanvaihdon poistoilmavirta

0,049

m³/s

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde

53

%

Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus

73

m³/vuosi

Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus

kyllä ei

Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys

Sähkö

Sisältää käyttöveden lämmityksen

kyllä ei

Lämmönjakotapa

Suora sähkölämmitys

Lämmönvaraajat

Lämpimän käyttöveden kiertojohto

kyllä ei

- kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita

kyllä ei

Energiatehokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus

20056 kWh/vuosi

Laitesähköenergian kulutus

6900 kWh/vuosi

Jäähdytysenergian kulutus

kWh/vuosi

Rakennuksen energiankulutus yhteensä

26956 kWh/vuosi

Rakennuksen energiatehokkuusluku

195 kWh/brm²/vuosi

ENERGIASELVITYS

Kohde: Tauno C

Alla olevien tietojen lisäksi energiaselvitykseen kuuluu energiatodistus ja lämpöhäviöiden tasauslaskelma.

1. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho

Poistoilmavirta:	0,049	m ³ /s
IV-laitteiden tehon tarve em. poistoilmavirralla:	0,11	kW
Ominaissähköteho (max 2,5 kW/(m ³ /s))	2,18	kW/(m ³ /s)

2. Rakennuksen lämmitysteho

Mitoittava lämpötila:	-32	°C
Vuoden keskilämpötila:	2	°C
Ilmanvaihdon poistoilman lämpötila LTO:n jälkeen:	8	°C
Tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan:	0,9	
Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama:	0,34	dm ³ /s
Lämpimän käyttöveden kiertoputken ominaisteho:	0,002	kW/brm ²

Tehon tarve	Hyötysuhde		
Huonelämmitys:	0,9	6,09	kW
Tuloilman lämmityspatteri:	0,9	1,90	kW
Käyttöveden lämmitys:	0,9	79,64	kW
Yhteensä:		87,63	kW

3. Arvio kesäaikaisesta huonelämpötilasta ja mahd. jäähdytysteho

Kuukausi	5	6	7	8	9
Lämpötila °C	22,2	22,7	22,6	22,4	21,4
Jäähdytysteho	0	0	0	0	0

Arvio on tehty koko rakennuksen osalta. Lämpötilat ovat kuukauden keskiarvoja.

4. Rakennuksen energiankulutus

	Nettotarve		Osto	
Lämmitysenergia:	19388	kWh	19388	kWh
Laitteiden sähköenergia:	6863	kWh	6863	kWh
Jäähdytysenergia:	0	kWh	0	kWh
Yhteensä	26250	kWh	26250	kWh

Ostoenergian laskenta:

Lämmöntuottolaite: Suora sähkölämmitys

- polttoaine:

Laitteen vuosihyötysuhde: 1

Kylmäntuottolaitteen vuotuinen lämpökerroin: 1

Lämmön kehityksessä tarvittavan polttoaineen määrä:

Tehollinen lämpöarvo: 0,0 kWh/kg

Ostettavan polttoaineen määrä: 0 kg

Lämmitystehon laskenta

21 Sisälämpötila (Sivulta 2a)

Johtuminen rakenteiden läpi (kaava 9.3)

	Ominais- lämpöhäviö	Lämmitys- teho (W)
Seinät	48,601	2575,853
Yläpohja	11,583	613,899
Ovet	4,06	215,18
Ikkunat	13,6	720,8
Yht	77,844	4125,732

Värien selitykset:

Laskennan lähtötieto

Laskettu ominaislämpöhäviö

Laskettu lämmitysteho

Alapohja

1 Alapohjan tyyppi, sivulta 2a.

1. maanvastainen alapohja

4 Laskennassa käytettävä ulkolämpötila (kohta 9.2.5)

Pinta-ala U-arvo Omin.lämpöhäviö

128,7	0,13	16,73
0	0	0,00
Yht.		16,73

2. rossipohja, tuuletusaukot enint. 8 promillea alapohjan pinta-alasta.

0 Laskennassa käytettävä ulkolämpötila (kohta 9.2.4)

		20,592	432,432
--	--	--------	---------

3. muu rossipohja.

-32 Laskennassa käytettävä ulkolämpötila (kohta 9.2.3)

		20,592	1091,376
--	--	--------	----------

Alapohjan lämmitysteho 284,427

Johtumisteho yht. 4410,159

Vuotoilma Ominaislämpöhäviö sivulta 4b (kaava 9.4).

	8,4	445,2
--	-----	-------

Ilmanvaihto

LTO:n poistoilman lämpötilasuhde (kaava 9.7)

(A) 0,245

LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (kaava 9.8)

(A/0,9) 0,273

Ominaislämpöhäviö (kaava 9.6)

44,03

Ilmanvaihdon lämmitysteho (kaava 9.5)

2333,3333

Lämmityspatteri (kaava 9.9)

15 Asetuslämpötila (sivulta 2a)

1709,17

(Tark: ei < 0) 1709,17

Käyttövesi

138 Bruttoala (sivulta 2a)

Kiertoputken teho (kaava 9.11) 0,28

Lämmitysteho 71,40

Käyttövesi yht. (kaava 9.10) 71,676

Lämmitysteho yhteensä

Johtuminen 4,410159 kW

Vuotoilma 0,4452 kW

Ilmanvaihto 2,33333333 kW

IV-lämm.patt. 1,70916667 kW

Käyttövesi 71,676 kW

Poistoilmalämpöpumppu