

Veli-Petri Jaskari

Hirsirakennuksen laajennus ja lisäeristys

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö:

Koulutusohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotekniikka

Tekijä: Veli-Petri Jaskari

Työn nimi: Hirsirakennuksen laajennus ja lisäeristys

Ohjaaja: Arto Saariaho

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 32

Liitteiden lukumäärä: 19

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli etsiä ratkaisu lisälämmöneristyksen ja laajennuksen rakenteille ja liitoksille. Kohteena on noin 80 vuotta vanha kesäasunto Kajaanissa. Laajennuksen on tarkoitus olla kolmekerroksinen ja kiinteistötekniset tilat olisi tarkoitus sijoittaa kellarikerrokseen.

Opinnäytetyössä etsittiin erilaisia rakenne- ja lisäeristysvaihtoehtoja. Erityisesti tarkistettiin kosteuden käyttäytymistä eri rakenteissa.

Kosteuskäyttäytymisen vertailussa löydettiin toimiva vaihtoehto lisäeristykselle. Opinnäytetyön tilaajan toivomuksesta sisäpuolista lisälämmöneristystä tulisi välttää rakennuksen suunnittelussa.

Laajennuksen rakenteeksi valittiin rakentamistapaan soveltuva hengittävä rakenne ulkoseinään ja alapohjaksi rakenteena kellaria vasten puuvälipohja.

Lisäeristettävän ulkoseinän rakenteeksi muodostui seuraavanlainen rakenne: nykyinen hirsi 125 mm, puukuitueriste 100 mm sisältäen koolausvaran noin 30 mm, tuulensuojalevyn 12 mm, tuuletusvälin (ilmarako) >20 mm sekä ulkoverhous 20 mm (hirsipaneeli).

Opinnäytetyön tuloksia on tarkoitus käyttää rakennuksen suunnittelun lähtökohtana sekä hyödyntää haettaessa rakennuslupaa kyseiselle rakennukselle.

Avainsanat: lämmöneristys, tiivistys, hirsirakennukset

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Buildings Construction

Author: Veli-Petri Jaskari

Title of thesis: Log house enlargement and additional insulation

Supervisor: Arto Saariaho

Year: 2013

Number of pages: 32

Number of appendices: 19

The aim of the thesis was to find a solution for the additional isolation for an old log summer residence and a construction for an expansion.

The subject is an approximately 80 year old summer residence in Kajaani. The log house stands on a stone foundation on a hill by the lake, and it was in good shape. The expansion was intended to be a three-storey building with the HPAC engineering in the basement.

The aim was to keep the building interior untouchable and all isolation outside. Also the isolation must be of hygroscopic material.

In the appendices, several proposals for additional isolation and expansion structure were presented.

The results of the thesis are to be used as a starting point for the design of the building, as well as to take advantage of when applying for a building permit for the building.

Keywords: heat insulation, sealing, log house

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	9
1.1 Tavoitteet	9
1.2 Kohde.....	9
2 MÄÄRÄYKSET JA OHJEET	11
2.1 Suomen rakentamismääräyskokoelma	11
2.1.1 Rakennuksen vaipan kosteudenhallinta.....	11
2.1.2 Rakennuksen vaipan ilmapitävyys	12
2.1.3 Rakennuksen vaipan lämmöneristys	12
2.2 Kohteen rakenteita koskevat määräykset	13
2.2.1 Lisälämmöneristettävä rakennusosa.....	13
2.2.2 Laajennuksen rakennusosa	14
2.2.3 Laajennuksen ja vanhan osan välinen rakennusosa.....	15
3 RAKENNUSFYSIKKA	16
3.1 Lämpö	16
3.1.1 U-arvo	17
3.2 Kosteus	18
3.2.1 Kosteuden tutkimusmenetelmät.....	19
4 LISÄERISTYSRAKENTEET	20
4.1 Lisälämmöneristys	20
4.1.1 Käytössä olevia materiaaleja	21
4.2 Nykyiset rakenteet.....	22
5 RAKENTEIDEN TULOKSET.....	25
5.1 Lisälämmöneristettävä rakenne	25
5.1.1 Ulkoseinän eristys.....	25
5.1.2 Alapohjan rakenne	27

5.1.3 Yläpohjan rakenne	27
5.2 Laajennuksen rakenteet.....	28
5.2.1 Kellarikerroksen seinä ja alapohja	28
5.2.2 Ulkoseinän ja yläpohjan rakenteet	28
5.2.3 Lämpimän ja puolilämpimän rakennusosan rakenne	29
5.3 Rakenteiden liitokset.....	29
6 YHTEENVETO.....	30
LÄHTEET	31
LIITTEET	32

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Lisälämmöneristettävä kesäasunto.....	10
Kuvio 2. Lisälämmöneristettävä kesäasunto.....	10
Kuvio 3. Rossipohjan lisäeristys.....	21
Kuvio 4. Hirsiseinän ja yläpohjan sisäpinta.....	22
Kuvio 5. Luonnonkivistä rakennettu kivijalka.....	23
Kuvio 6. Luonnonkivistä rakennettu kivijalka.....	24
Kuvio 7. Alapohjan paksuus ja rakennearvio.....	24
Kuvio 8. Määräykset ja kosteustarkastelun täyttävä ulkoseinärakenne.....	26
Kuvio 9. Määräykset ja kosteustarkastelun täyttävä alapohjarakenne.....	27
Kuvio 10. Puolilämpimän ja lämpimän tilan välinen seinärakenne.....	29
Taulukko 1. Lisälämmöneristettävän rakennusosan vaipanosien lämmönläpäisykertoimet.....	13
Taulukko 2. Laajennuksen vaipanosien lämmönläpäisykertoimet.....	15
Taulukko 3. Laajennuksen ulkoseinän lämmönläpäisykertoimet.....	26

Käytetyt termit ja lyhenteet

Kosteus	Kemiallisesti sitoutumaton vesi, joka on kaasumaisessa, nestemäisessä tai kiinteässä olomuodossa.
Ilmansulku	Ainekerros, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen ilmavirtaus rakenteen läpi puolelta toiselle.
Rakennuksen vaippa	Rakennusosa, joka erottaa lämpimän, puolilämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan ulkoilmasta, maaperästä tai lämmittämättömästä tilasta. Vaippaan eivät kuulu rakennuksen sisäiset erilaisia tiloja toisistaan erottavat rakennusosat.
Lämmönläpäisykerroin (U)	Lämpövirran tiheys, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien tilojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkönä käytetään $W/(m^2K)$.
Puolilämmin tila	Tila, joka ei ole tarkoitettu jatkuvaan oleskeluun pelkäämään normaalia sisävaatetusta käyttäen. Tilan lämpötilana pidetään lämmityskaudella keskimäärin vähintään $+5\text{ }^{\circ}C$ mutta alle $+17\text{ }^{\circ}C$ tai tilan lämpötila olisi näissä rajoissa ilman tuotantoprosessin luovuttamaa lämpöä.
U-arvo	U-arvo on lämmönläpäisykerroin, joka kuvaa sitä lämpövirtaa, joka kulkee yhden nelimetrisen kokoisen rakenteen osan läpi lämpötilan ollessa yksi aste.
Kastepiste	Lämpötila, jossa ilman vesihöyryn suhteellinen kosteus on 100 %. Tällöin vesihöyry (kaasu) tiivistyy vedeksi.

Lämmönjohtavuus

Lämmönjohtavuus ilmoittaa lämpövirran tiheyden jatkuvuustilassa (stationääritilassa) lämpötilan alenemissuuntaan aineen kohdassa, jossa lämpötilan muutos pituusyksikköä kohti (lämpötilagradientti) on yksikön suuruinen.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee hirsirunkoisen kesäasunnon lisäeristämistä ja laajennusta. Opinnäytetyö tulee toimimaan suunnittelua ohjaavana ja selventävänä aineistona lopullisten rakennepiirustusten laatimisessa.

1.1 Tavoitteet

Tavoitteena on löytää ympärivuotiseen asuinkäyttöön muutettavalle asunnolle sellaiset rakenteelliset ratkaisut, jotka vastaavat nykyisiä rakennusmääräyskokoelman määräyksiä sekä ohjeita. Erityisesti huomiota kiinnitetään lämpö-, kosteus- ja tiiviysteknisiin ominaisuuksiin.

1.2 Kohde

Kohteena on vuosina 1930 - 1931 rakennettu loma-asunto Kajaanin Mäkrössä (kuvio 1 ja kuvio 2). Rakennus on perustettu luonnonkivistä tehdyn sokkelin varaan. Rakennus sijaitsee maastoon nähden jyrkän moreenimäen päällä. Rakennus on toiminut perheen kesäasuntona.

Alkuperäisenä suunnitelmana oli laatia rakennukselle lisäeristys, jotta kesäkautta voitaisiin pidentää. Suunnitelmien edetessä rakennuksen yhteyteen päätettiin suunnitella myös laajennus, jolloin laajennusosa voisi olla käytössä ympäri vuoden ja koko kesäasunto olisi mahdollista ottaa myös ympärivuotiseen käyttöön.

Laajennuksen osaan pyritään suunnittelemaan nykyaikaiset käyttötilat sekä liittää laajennukseen myös vesijohto ja viemäri. Talotekninen tila on tarkoitus sijoittaa laajennuksen kellaritilaan. Vanhaan osaan ei ole tarkoitus lisätä tekniikkaa.

Rakennukseen tehtävään ulkopuoliseen lisäeristämiseen ei ole arkkitehtonista eikä historiallista estettä eikä rakennuksessa ole havaittu aistillisesti kosteusongelmia.



Kuvio 1. Lisälämmöneristettävä kesäasunto.



Kuvio 2. Lisälämmöneristettävä kesäasunto.

Laajennus on tarkoitus kytkeä vanhaan rakennukseen kuviossa 2 näkyvän ulko-oven päätyyn.

2 MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

2.1 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Suomen rakentamismääräyskokoelman soveltaminen kesäasunnon laajentamiseen riippuu paljolti kesäasunnon lopullisesta käyttötarkoituksesta. Uusimmat rakentamismääräykset koskevat vain uusia rakennuksia. (RakMK C3 2010, 1.1.1).

Suomen rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat velvoittavia. Ohjeet sen sijaan eivät ole velvoittavia, vaan muitakin kuin niissä esitettyjä ratkaisuja voidaan käyttää, jos ne täyttävät rakentamiselle asetetut vaatimukset. (Ympäristöhallinto, [viitattu 12.4.2013].)

Seuraavia määräyksiä sovelletaan myös loma-asuntoihin, jotka ovat ympärivuotisessa tai talviaikaisessa käytössä. Korjaus- ja muutostöissä määräyksiä sovelletaan vain siltä osin kuin toimenpiteen laatu ja laajuus sekä rakennuksen tai sen osan mahdollisesti muutettava käyttötapa edellyttävät.. (Ympäristöhallinto).

Kesäasunnon alkuperäiseen osaan ei tulla tekemään sisäpuolisia muutoksia ja tilassa mahdollisesti tullaan pitämään pieni peruslämpö. Tällöin tila luokitellaan puolilämpimäksi tilaksi, joka rakennusmääräyskokoelmassa C3 määritellään seuraavasti

Puolilämpimällä tilalla tarkoitetaan sellaista tilaa, joka ei ole tarkoitettu jatkuvaan oleskeluun pelkästään normaalia sisävaatetusta käyttäen. Tilan lämpötilana pidetään lämmityskaudella keskimäärin vähintään +5 °C mutta alle +17 °C tai tilan lämpötila olisi näissä rajoissa ilman tuotantoprosessin luovuttamaa lämpöä. (RakMK C3 2010, 1.3.1).

2.1.1 Rakennuksen vaipan kosteudenhallinta

Rakennusmääräyskokoelmassa on kerrottu, miten kosteuden vaikutus pitää ottaa huomioon rakenteissa.

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei siitä aiheudu sen käyttäjälle tai naapureille hygienia- tai terveystarpeita kosteuden kertymisestä rakennuksen osiin tai sisäpinnoille. Rakennuksen näiden

ominaisuuksien tulee normaalilla kunnossapidolla säilyä koko taloudellisesti kohtuullisen käyttöiän ajan. (RakMK C2 1998, 1.2.1).

2.1.2 Rakennuksen vaipan ilmapitävyys

Rakennusosien ja rakenteiden ilmanpitävyydestä rakennusmääräyskokoelman C3 määräykset ovat seuraavanlaiset:

Rakennusosien, jotka erottavat lämpimän tai puolilämpimän tilan ulkoilmasta, lämmittämättömästä tilasta tai toisistaan tulee olla lämpö ja kosteusteknisiltä ominaisuuksiltaan sellaisia, että tilassa voidaan säävuttaa käyttötarkoituksen edellyttämät sisäilmasto-olot energiatehokkaasti. (RakMK C3 2010, 2.1.1).

Sekä rakennuksen vaipan että tilojen välisten rakenteiden tulee olla niin ilmanpitäviä, että vuotokohtien läpi tapahtuvat ilmavirtaukset eivät aiheuta merkittäviä haittoja rakennuksen käyttäjille tai rakenteille ja rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä voi toimia suunnitellusti. Erityistä huomiota tulee kiinnittää rakenteiden liitosten ja läpivientien suunnitteluun sekä rakennustyön huolellisuuteen. Rakenteisiin on tarvittaessa tehtävä erillinen ilmansulku. (RakMK C3 2010, 2.3.1).

2.1.3 Rakennuksen vaipan lämmöneristys

Suomen rakentamismääräyskokoelma C3 antaa myös ohjeita ja määräyksiä koskien rakennuksen lämmöneristystä.

Rakennuksen lämmöneristyksen suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota rakennusosien oikeaan lämpö- ja kosteustekniseen toimintaan. Näin on meneteltävä erityisesti silloin, kun rakennusosien lämmönläpäisykertoimina käytetään rakennusmääräyskokoelman C3 kohdissa 3.2.1 ja 3.2.2 vertailuarvoja pienempiä arvoja. (RakMK C3 2010, 3.1.4).

RakMK:n kohdat 3.2.1 ja 3.2.2 käsitellään kohdassa 2.2.2 ja 2.2.1

2.2 Kohteen rakenteita koskevat määräykset

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa annetaan rakennuksen vaippaan kuuluville rakenteille enimmäislämmönläpäisykertoimet seuraavasti:

Rakennuksen vaippaan kuuluvan seinän, yläpohjan tai alapohjan lämmönläpäisykerroin saa olla enintään $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$. Lämpimän tilan ikkunan lämmönläpäisykerroin saa olla enintään $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja puolilämpimän enintään $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. (RakMK C3 2010, 3.1.3).

2.2.1 Lisälämmöneristettävä rakennusosa

Vanhaan rakennusosaan sovelletaan rakentamismääräyskokoelman määräyksiä ja ohjeita siltä osin kuin laadun ja laajuuden sekä muutettava käytötapa edellyttää.

Lisälämmöneristävä rakennusosa luokitellaan puolilämpimäksi tilaksi jolloin lämmönläpäisykertoimina käytetään taulukon 1 mukaisia vertailuarvoja.

Taulukko 1. Lisälämmöneristettävän rakennusosan vaipan osien lämmönläpäisykertoimet
(RakMK C3 2010, 3.2.2).

Puolilämpimän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot RakMK C3 mukaan (puolilämmin tila)		
Rakenne	Vertailuarvo	Enimmäisarvo
Seinä	$0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	$0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$
Ikkuna ja ovi	$1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	

Vanhan seinärakenteen lisälämmöneristystyksen vähimmäisarvoksi on siis määritetty $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kajaanin rakennusvalvonnan rakennustarkastaja suositteli, että vanhassa seinärakenteessa tavoiteltaisiin myös lämmönläpäisykerrointa (U-arvo) $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vanhan lisäeristettävään rakennusosan yläpohjaan käytetään lämmönläpäisyn vähimmäisarvoa $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vanhaan rakennusosaan on tehty vuonna 2010 vesikatteen korjauksen ja uusimisen yhteydessä vanhojen eristeiden korjaus sekä pieni lisälämmöneristys rakenteellisten rajoitusten mukaisesti. Vanhassa rakennuksessa lämmönläpäisykerroin on nyt vain $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$. Arvo alittaa enimmäisarvon $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja ylittää vertailuarvon $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Alapohjan rakenteen lämmönläpäisyn vähimmäisarvona käytetään $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tämänhetkinen alkuperäisrakenteen U-arvo on $0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$. Arvo alittaa enimmäisarvon $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja ylittää vertailuarvon $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ikkunoiden ja ovien suhteen lämmönläpäisyn vähimmäisarvona pidetään vanhas-
sa osassa $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ikkunat uusitaan yhtäläisiksi laajennuksen ja lisälämmöneristystyön yhteydessä uusiin ikkunoihin. Uusien ikkunoiden on täytettävä ikkunoille määrätty lämmönläpäisyarvot $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Rakentamismääräyskokoelmassa annetaan seuraavia huojennuksia määräyksiin

Rakennusosan pienen osan lämmönläpäisykerroin saa olla suurempi kuin mitä RakMK:n kohdissa 3.2.1 ja 3.2.2 on esitetty, mikäli tämä on tarpeellista lujuus tai muista erityisistä syistä. Rakennusosan pienen osan poikkeaminen vaatimuksista (kylmäsilta) ei saa aiheuttaa kosteuden tiivistymistä tai liian korkeaa suhteellista kosteutta rakenteen pinnassa tai rakenteessa rakennusta normaalisti käytettäessä. (RakMK C3 2010, 3.2.3).

Edellisen määräyksen mukaan yläpohjan ja alapohjan eristysten suhteen voidaan käyttää harkintaa rakenteen suunnittelussa. Yläpohjan korottamista vanhanosan alemmalla tasolla rajoittaa ikkunoiden läheisyys vesikatteeseen nähden sekä kyseeseen tulee mahdollisesti myös arkkitehtonisesti rajoittava esteettisyys.

2.2.2 Laajennuksen rakennusosa

Laajennukseen on sovellettava uusimpia rakentamismääräyksiä.

Rakentamismääräyskokoelmassa on asetettu rakennusten vaipparakenteille ilmanpitävyyden kuin vaipan lämmöneristysten enimmäisarvot (Taulukko 2).

Taulukko 2. Laajennuksen vaipanosien lämmönläpäisykertoimet (RakMK C3 2010, 3.2.1).

Lämpimän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot RakMK C3 mukaan		
Rakenne	Vertailuarvo	Enimmäisarvo
Seinä	0,17 W/m ² K	0,60 W/m ² K
Yläpohja	0,09 W/m ² K	0,60 W/m ² K
Maata vastaan oleva rakennusosa	0,16 W/m ² K	0,60 W/m ² K
Ikkuna ja ovi	1,0 W/m ² K	

Rakennuksen vaipan lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin kohdan RakMK:n 3.2 mukaisilla vertailuarvoilla laskettu rakennuksen vaipan lämpöhäviö. (RakMK C3 2010, 3.1.1).

2.2.3 Laajennuksen ja vanhan osan välinen rakennusosa

Lämpimän tilan rajoituessa puolilämpimään tilaan rakentamismääräyskokoelma asettaa seinän lämmönläpäisykertoimen enimmäisarvoksi 0,60 W/m²K, jota ei saa ylittää. Laskelmissa on huomioitava lämpö- ja kosteustekninen toiminta. (RakMK C3 2010, 4.1.1).

3 RAKENNUSFYSIKKA

Rakennusfysiikassa tarkastellaan rakenteiden ja rakennusten lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa.

Rakennusfysiikan kannalta lisäeristämisessä on otettava huomioon tiiveyden, kosteuden ja lämpötilojen yhteisvaikutus rakenteissa ja sitä kuinka ominaisuudet vaihtelevat rakenteen eri kerroksissa.

3.1 Lämpö

Lämpö siirtyy yleisesti kolmella eri tavalla: johtumalla, säteilemällä tai konvektion avulla. (Rafnet, Lämpö, 2004.)

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan rakenteessa johtumalla siirtyvää lämmön siirtymistä.

Johtumisessa (konduktiossa) molekyylien liike-energiaa siirtyy molekyylistä toiseen. Siirtymisen vuoksi voidaan puhua lämmön virtauksesta. Lämpö pyrkii tasoittumaan väliaineessa eli virtaamaan lämpimästä kylmempään päin. Lämmön johtumista esiintyy kiinteissä aineissa ja nesteissä. (Rafnet, Lämpö 2004.)

Säteilyssä (emissiossa) energiaa siirtyy sähkömagneettisen aaltoliikkeen välityksellä valon nopeudella. Rakennustekniikassa säteilylämpö esiintyy lyhytaaltoisena auringonsäteilynä ja pitkäaaltoisena kappaleiden säteilemänä lämpönä. Ikkunarakenteissa lämpö siirtyy myös johtumalla ja konvektion avulla. (Rafnet, Lämpö 2004.)

Konvektiossa lämpö siirtyy kaasun tai nesteen mukana. Konvektio eli virtaus voi olla pakotettua tai luonnollista. Pakotetussa konvektiossa ilma liikkuu koneellisen ilmanvaihdon takia. Luonnollisessa konvektiossa taas lämpötilaerojen aiheuttama tiheysero saa aikaan ilman liikkeen. (Rafnet, Lämpö 2004.)

3.1.1 U-arvo

U-arvo eli lämmönläpäisykerroin soveltuu rakennuskomponenttien ja -osien läpi kulkevan lämpövirran sekä lämmönvastuksen että lämmönläpäisykertoimen laskemiseen. Lämpötiloja määritettäessä oletetaan lämpötilan muutoksen olevan suoraan verrannollinen eri ainekerrosten lämmönvastukseen ts. eri ainekerrokset koostuvat eri tasa-aineisista kerroksista. (Rafnet, Lämpö 2004).

U-arvo lasketaan seuraavan kaavan (1) avulla

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (1)$$

Jossa R_T on kokonaislämmönvastus (sisältäen pintavastukset).

U-arvon lopputulos pyöristetään kahteen merkitsevään numeroon.

Kokonaislämmönvastus muodostuu tasapaksuisista ainekerroksien lämmönvastuksista, joka lasketaan seuraavan kaavan (2) avulla

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_g + R_b + R_{q1} + R_{q2} + \dots + R_{se} \quad (2)$$

jossa R_{si} on sisäpuolinen pintavastus

R_1, R_2, \dots on tasa-aineisen ainekerroksen 1, 2, ... lämmönvastus joka lasketaan seuraavan kaavan (3) avulla

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_{ni}} \quad (3)$$

jossa d_1, d_2, \dots = ainekerroksien 1, 2, ... paksuus metreinä,

$\lambda_{n1}, \lambda_{n2}, \dots$ = ainekerroksen 1, 2, ... normaalin lämmönjohtavuus,

R_g = rakennusosassa olevan ilmakerroksen lämmönvastus,

R_b = maan lämmönvastus,

R_{q1}, R_{q2}, \dots = ohuiden ainekerrosten 1, 2, ... lämmönvastus,

R_{se} = ulkopuolinen pintavastus.

Mikäli tasa-aineisen ainekerroksen paksuus vaihtelee rakenteen tason suunnassa, voidaan paksuutena käyttää keskimääräistä arvoa edellyttäen, ettei paikallinen vähimmäispaksuus alita keskimääräistä enempää kuin 20 % (RakMK C4 2003, 2.2.3).

3.2 Kosteus

Kosteutta esiintyy niin ilmassa kuin rakenteissa. Rakenteeseen tiivistyvä vesi voi tiivistyä väärään paikkaan, mistä johtuen tulee kosteus- ja homevaurioita rakenteeseen.

Kosteudella tarkoitetaan vettä eri olomuodoissaan. Näitä ovat jää, vesi ja vesihöyry. Kosteuden hallinta rakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa sekä rakennuksen käyttöaikana on erittäin tärkeää, koska hallitsematon kosteus voi aiheuttaa vakavia vaurioita rakennusmateriaaleille, rakenteille sekä terveyshaittoja rakennuksen käyttäjille. (Rafnet, Kosteus, 2004).

Rakenteissa esiintyy kastepiste. Kastepiste on lämpötila, jossa ilman vesihöyry tiivistyy vedeksi. (Rafnet, Kosteus, 2004).

Rakennuksissa ja rakenteissa esiintyvä kosteus voi olla näkyvää vettä, näkymättömiä vesihöyryä tai rakenteisiin sitoutunutta rakennekosteutta. (Rafnet, Kosteus)

Ilman vesihöyrypitoisuutta kuvataan joko todellisena vesihöyrypitoisuutena v (g/m^3) tai suhteellisena kosteutena RH (%).

Suhteellisella kosteudella tarkoitetaan ilmassa olevan todellisen vesihöyrypitoisuuden suhdetta ilman kyllästysvesihöyrypitoisuuteen. Suhteellinen kosteus RH (%) määritellään siten kaavalla (4) (Rafnet, Kosteus 2004).

$$RH = \frac{v}{v_k} \cdot 100 \% \quad (4)$$

Jossa v on ilmassa oleva todellinen vesihöyrypitoisuus,
 v_k on kyllästysvesihöyrypitoisuus.

Suhteellinen kosteus voidaan ilmoittaa myös suhdelukuna (5) (Rafnet, Kosteus 2004).

$$\phi = \frac{v}{v_k} \quad (5)$$

Ilman kyllästysvesihöyrypitoisuus on riippuvainen lämpötilasta. Mitä korkeampi on ilmanlämpötila, sitä korkeampi on ilman kyllästysvesihöyrypitoisuus. (Rafnet, Kosteus 2004)

3.2.1 Kosteuden tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä on mahdollisuus käyttää tietokoneohjelmia sekä käsinlaskentamenetelmiä. Tietokoneohjelmana voidaan käyttää esimerkiksi DOF-lämpöohjelmaa.

DOF-lämpöohjelman avulla saadaan selville rakenteen käyttäytyminen eri vuodenaikoina sekä mahdollinen kosteuden tiivistyminen rakenteeseen. Tuloksien avulla saadaan selville, onko ratkaisu rakenteeltaan toimiva. Ohjelmalla voidaan selvittää rakenteen lämpö- ja kosteuskäyrät sekä U-arvot että lämpöhäviöt.

Tässä opinnäytetyössä saadut tulokset perustuvat DOF-lämpöohjelmalla saatuihin tuloksiin.

4 LISÄERISTYSRAKENTEET

4.1 Lisälämmöneristys

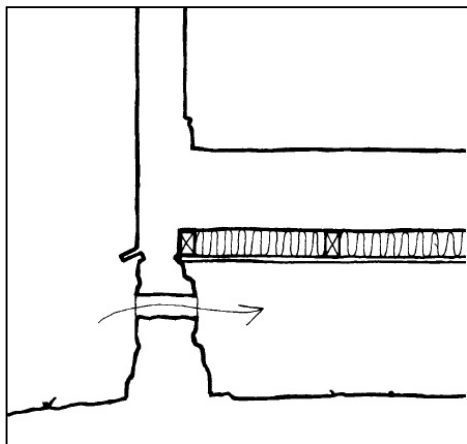
Lisälämmöneristyksellä pyritään parantamaan rakennuksen energiatehokkuutta. Lisäeristämiseen on olemassa monia ja hyvin erilaisia tapoja, joista erityistyöhön ryhtyvän rakentajan on löydettävä oikea ratkaisu. Erityistä huomiota on kohdistettava ilmatiivyyteen ja rakenteiden liitoskohtiin. Lisäeristämiseen ei saa ryhtyä tutkimatta ensin rakenteita.

Vanhan ja miksei uudenkin hirsirakennuksen lisäeristämisessä on otettava huomioon myös mahdolliset rakennuksen historialliset ja arkkitehtoniset piirteet ja rakennusfysikaaliset ominaisuudet. Korjaamisen toteutuksessa on huomioitava, ettei näitä ominaisuuksia tarvella. Edellä mainittujen huomioiden vuoksi ei ole tarkoitus kuitenkaan, että rakennuksen tulisi täyttää uudisrakentamiseen verrattavia ratkaisuja. Lisälämmöneristuksen ei tarvitse olla laaja kokonaisratkaisu, vaan energiatehokkuutta voidaan parantaa myös pienillä muutoksilla. Esimerkiksi rakenteiden tiiviyden parantamisella saavutetaan jo vanhas-
sa rakennuksessa asumismukavuutta. (Lukander 2010.)

Yleisesti lisäeristäminen voidaan tehdä hirsirungon sisä- ja/tai ulkopuolelle. Lisälämmöneristäminen muuttaa aina rakenteiden pintoja. Tällöin on syytä harkita tarkkaan mihin toimenpiteeseen ryhdytään. (Lukander 2010.)

Rakennuksen ulkoseinien lisäeristäminen on mahdollista tehdä sisäpuolisena ja ulkopuolisena työnä. Molemmissa on omat rajoittavat tekijät. Ulkopuolisessa eristyksessä ikkunat, sokkelit ja räystäät muuttuvat. Ikkunat jäävät syvennykseen ja mahdollisesti räystäät ja sokkelit joudutaan ”rakentamaan” uudelleen, jotta rakennuksen ulkonäkö ei muuttuisi. Sisäpuolinen eristäminen taas pienentää huonepinta-alaa sekä saattaa vähentää rakennuksen kiinteää kalustusta ja sisustusta. (Lukander 2010).

Alapohjan eristäminen voidaan tehdä tarvittaessa lattiapintarakenteen uusimisen yhteydessä alla olevan eristeen päälle (sisäpuolelle). Rossipohjaisessa rakenteessa lisäeristys koolataan rakenteen alle (kuvio 3)..



Kuvio 3. Rossipohjan lisäeristys.
(Puurunen, Lindh, Anttila 2000.)

Aina kuitenkin on ensin syytä tutkia rakenne ja siihen soveltuva lisälämmöneristysvaihtoehto.

4.1.1 Käytössä olevia materiaaleja

Hirsirakennuksen lisäeristeeksi kelpaavat kaikki markkinoilla olevat eristeet. Kuitenkin eri eristeillä on omat vaikutuksensa rakenteisiin. Mineraalieristettä (tuotemerkkejä esimerkiksi Paroc, Isover ja Rockwool) käytettäessä on muistettava eristemateriaalin vaatima höyrynsulku. Mineraalivillaa käytettäessä on erityisesti huomioitava höyrynsulun (muovikalvo) käyttö ja asennustarkkuus. Vanhaan hirsirakennukseen soveltuu parhaiten puukuitupohjaiset eristeet (tuotemerkkejä esimerkiksi Ekovilla, Sellueriste) sekä pellava.

Puukuitueriteiden yhteydessä voidaan käyttää ilmansulkupaperia, joka pitää yllä hirsirakenteelle sopivaa rakenteen hengittävyttä. Ilmansulkupaperilla saadaan riittävä rakenteen ilmatiiveys kun vain huolehditaan riittävästä limityksestä.

Uuden hirsirakennuksen lämmöneristyksessä on huomioitava erikoistilanteissa ilmansulkupaperin asennuksessa hirsirakenteen painuminen ja liikkuminen kosteuden muuttuessa, ettei ilmansulkupaperi jää tiukalle liikkuvan ja liikkumattoman rakenteen väliin.

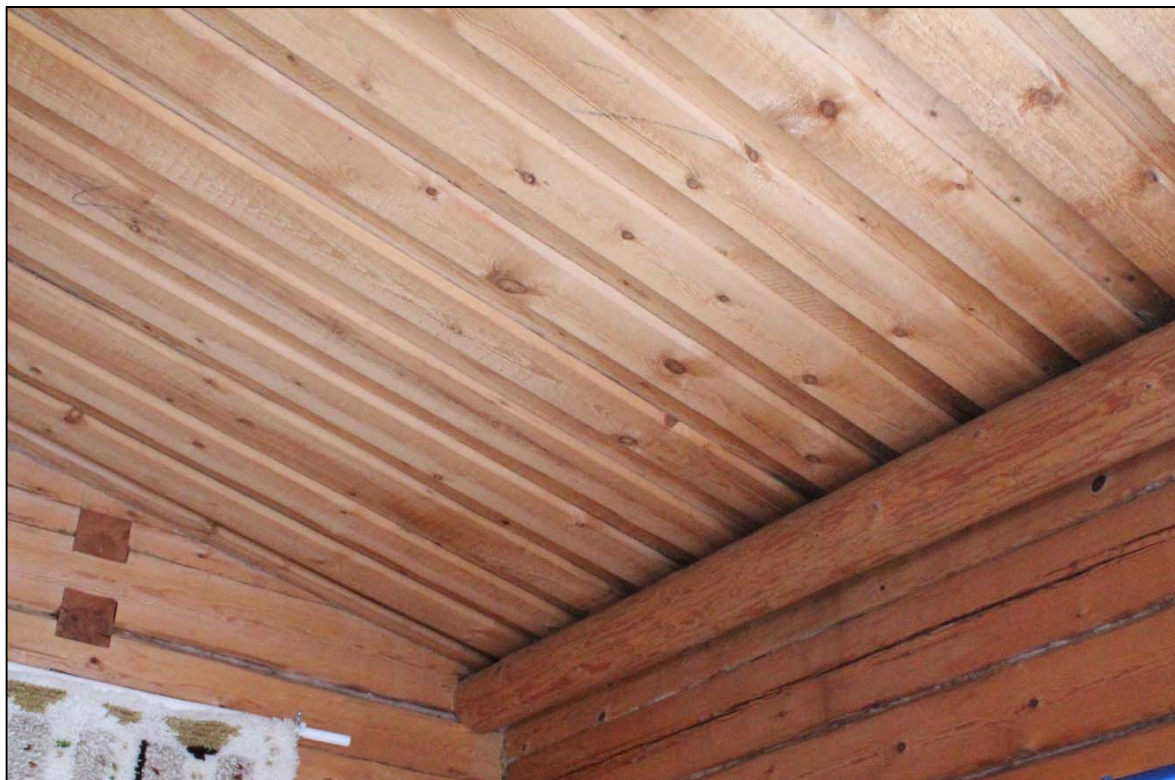
Puukuitutuulensuojalevy, huokoinen tuulensuojalevy on myös oiva ja riittävä tuottamaan lisälämmöneristystä. Tuulensuojalevy on myös ohut, jolloin se ei vaikuta suuresti rakenteen paksuuteen (n. 12 ... 32 mm). (Lukander 2010).

4.2 Nykyiset rakenteet

Tutkittavassa hirsirakennuksessa on runkona 125 mm paksu sahattu hirsi, jonka hirsien tilkkeenä on käytetty sammalta sekä myöhemmin jälkitilkitsemisessä on käytetty mm. pellavaa (kuvio 4).

Ulkoseinän ulkopuolisena pintakäsittelynä on mahdollisesti öljymaali, jonka poistoa suositellaan ennen lisäeristysten asennusta. Maalikalvo saattaa vaikeuttaa kosteuden siirtymistä rakenteessa ja aiheuttaa tiivistymistä epäedulliselle alueelle. Maalinpoistoon on olemassa eri vaihtoehtoja mekaanisesta käsin poistosta (kaavinta) hiekkapuhallukseen sekä pintaa vaurioittamattomaan sooda-käsittelyyn.

Hirsiseinän sisäpinta on tarkoitus säilyttää ennallaan käsittelemättömänä.



Kuvio 4. Hirsiseinän ja yläpohjan sisäpinta.

Yläpohjaan on tehty vuonna 2010 huopakaton kunnostus, jossa lisälämmöneristystä on parannettu. Lisälämmöneristys on tehty lisäämällä selluvillaa vanhan painuneen kutterilastun ja sahapurun päälle. Tarkemmassa tutkimuksessa ei selvinnyt yläpohjarakenteen tarkkaa rakennepaksuutta ja yläpohjan rakenne oli arvioitava silmämääräisesti, koska rakennetta ei päässyt tarkemmin tutkimaan.

Alapohjarakenteen lisälämmöneristämisen toteuttaminen on hankalaa, koska rakennuksen perustus on luonnonkivien varaan perustettu (kuvio 5 ja 6). Lisälämmöneristäminen voidaan kuitenkin toteuttaa laajennuksen yhteydessä, mikäli joudutaan purkamaan pysyvästi osaa sokkelista.

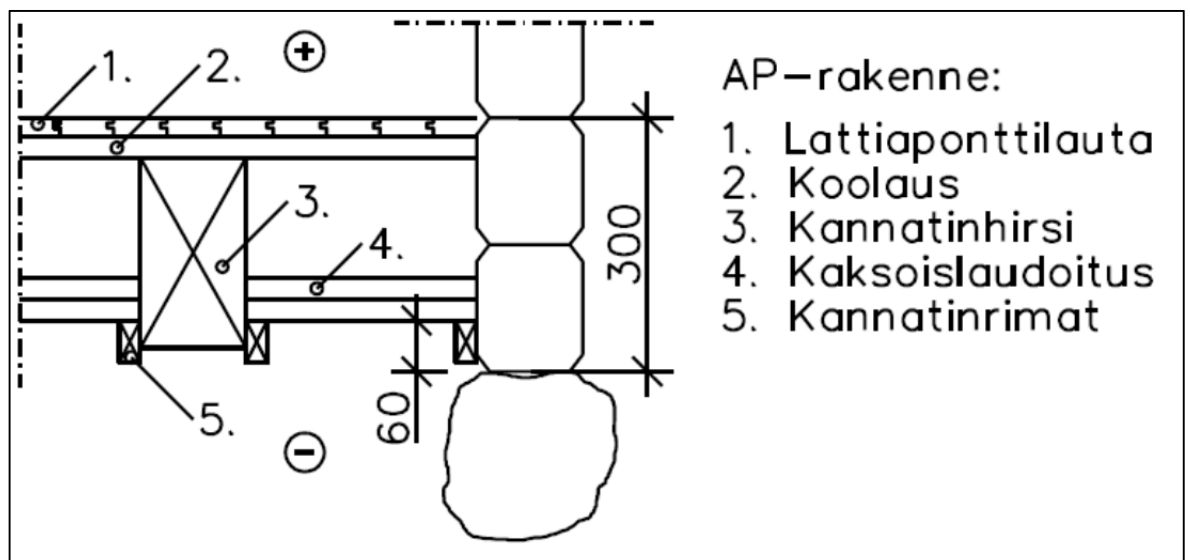


Kuvio 5. Luonnonkivistä rakennettu kivijalka.



Kuvio 6. Luonnonkivistä rakennettu kivijalka.

Alapohjarakennetta ei voitu avata tarkempaa tutkimusta varten, mutta rakenteen paksuus pystyttiin määrittämään ja oheinen rakenneleikkaus (Kuvio 7) perustuu tehtyihin havaintoihin ja mittauksiin.



Kuvio 7. Alapohjan paksuus ja rakennearvio.

5 RAKENTEIDEN TULOKSET

Tutkittavaan hirsirakennukseen tulevaa rakennetta tutkittiin DOF-Tech:n DOF-lämpöohjelmalla, jossa huomioidaan rakennusmääräyskokoelman ja eurokoodien mukaisesti rakenteen U-arvojen ja kosteuden käyttäytymistä eri eristekerrosvahvuuksilla. Ohjelman avulla voidaan selvittää rakenteessa käyttäytyvän kosteuden ja lämpötilan yhteisvaikutusta eri vuodenaikoina ja kuukausina. Tällä menetelmällä voidaan selvittää onko rakenne teknisesti toimiva ja turvallinen.

DOF-lämpöohjelmalla verrattiin eri eristysvahvuuksia ja niiden kosteus ja lämpöjakumaa.

DOF-lämpöohjelman kaikki laskentatulokset ovat esitetty tarkemmin liitteissä.

Pääsääntöiseksi eristemateriaaliksi tutkittavaan kohteeseen valittiin puhallettava/ruiskutettava puukuitueriste, jonka lämmönjohtavuusarvo RT 38196 mukaan on $\lambda_u = 0,040 \text{ W/mK}$.

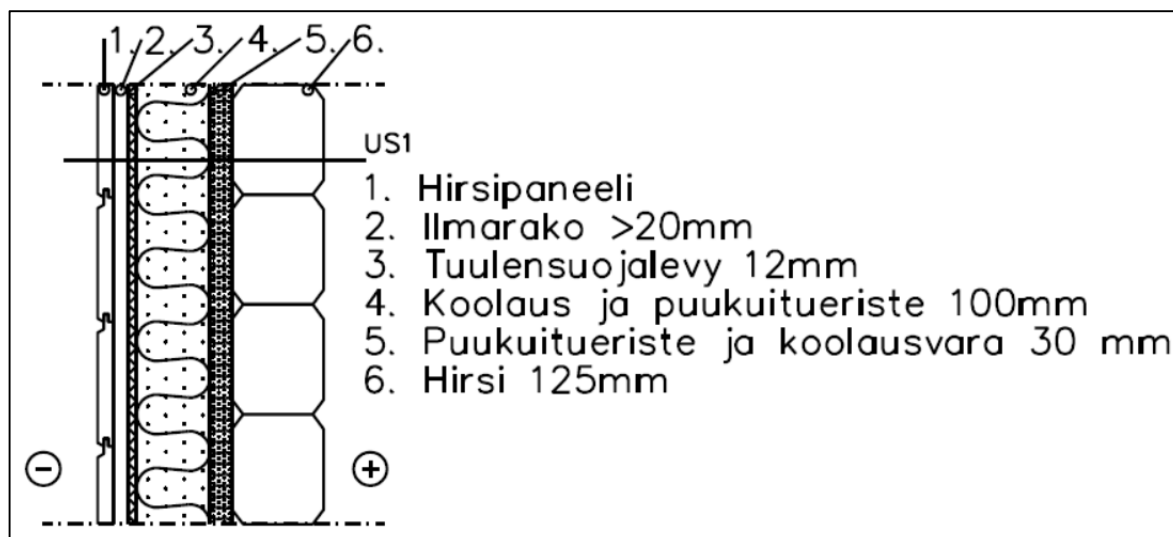
Tuulensuojamateriaalina käytetään ensisijaisesti puukuitulevyä, jonka lämmönjohtavuusarvo on RT 38250 mukaan $0,056 \text{ W/mK}$.

5.1 Lisälämmöneristettävä rakenne

5.1.1 Ulkoseinän eristys

Lisäeristysrakenteelle pyrittiin saamaan kokonaisuudeltaan edullisin ratkaisu siten, että saavutetaan riittävä lämmönläpäisykerroin ja lisälämmöneristys voidaan toteuttaa katon räystäsrakenteita kasvattamatta.

Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksien mukainen rakenne saavutetaan seuraavalla kuvion 8 esittämällä rakenteella jonka U-arvo on $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Kuvio 8. Määräykset ja kosteustarkastelun täyttävä ulkoseinärakenne.

Määräykset saavuttavan rakenteen lisäeristyslisäys on noin 195 mm.

Vanhan osan rajoittavana tekijänä lisäeristyspaksuuden määräksi voidaan pitää rakennuksen ulkoseinällä 200 - 250 mm, jottei räystäsrakennetta jouduttaisi uusi-
 maan. Tällöin rakennetta voidaan kasvattaa 50 mm:llä joko lisäämällä vaakakoo-
 laus tai muuttamalla runkotolppaa 150 mm:seksi. 150 + 30 mm kasvatetulla eriste-
 vahvuudella saavutetaan uudisrakennuksen lämmönläpäisykerroinvaatimus 0,17
 /m²K.

Taulukossa 3 on esitetty eri eristevahvuuksien tulokset ulkoseinärakenteelle.

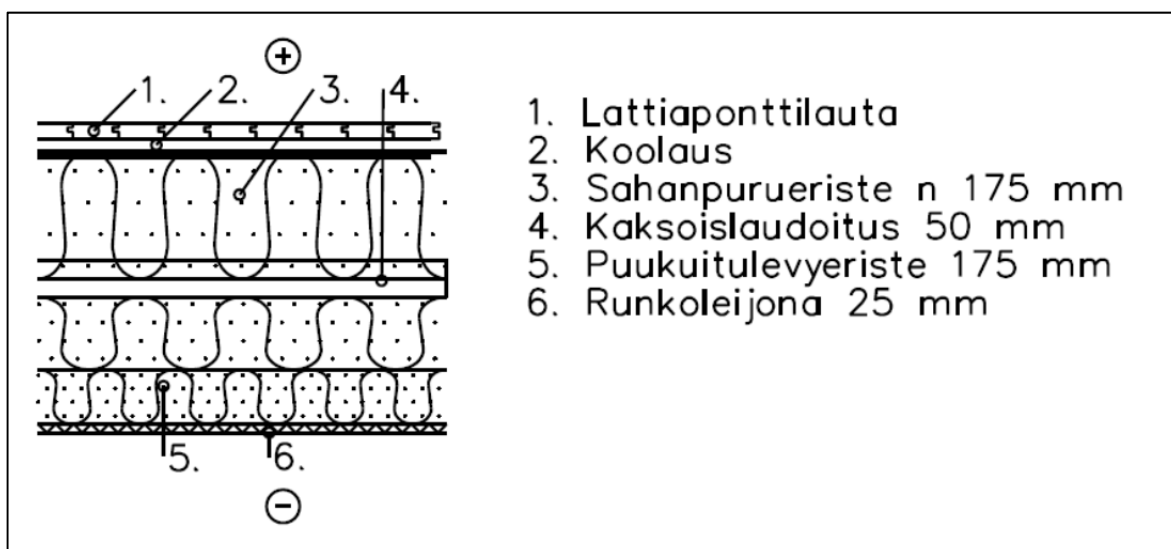
Taulukko 3. Laajennuksen ulkoseinän lämmönläpäisykertoimet

US 1	U-arvo	Vaatimus puolilämpimälle rakennusosalle
100 + 30 mm eriste	0,21 W/m ² K	0,26 W/m ² K
125 + 30 mm eriste	0,19 W/m ² K	0,26 W/m ² K
150 + 30 mm eriste	0,17 W/m ² K	0,26 W/m ² K

Kosteuden tiivistymisen vaaraa ei laskelmissa havaittu. Tämä edellyttää, että tuu-
 letus on varmistettava huolellisesti toimivaksi.

5.1.2 Alapohjan rakenne

Alapohjan rakenteelle ei tässä vaiheessa voida tehdä suurempia muutoksia, mutta mikäli muutokset tehdään, niin lisäeristys on tehtävä alapuolelle. Alapohjarakenteen lämmönläpäisykertoimen vaatimus on $0,14 \text{ /m}^2\text{K}$ ja vaatimus täytetään liitteen 4 laskelmien ja seuraavan rakenneleikkauksen (kuvio 9) mukaisesti tehtynä. Nykyisessä alapohjarakenteessa on kuitenkin olemassa mahdollisuus kosteuden tiivistymiselle.



Kuvio 9. Määräykset ja kosteustarkastelun täyttävä alapohjarakenne.

On huomioitava, että alapohjan rakennetta ei voida varmuudella todeta. Ennen lisäeristämistä on selvitettävä erikseen alapohjan oikea rakenne sekä mahdollisesti teetettävä uusi lämpö- ja kosteuslaskenta oikean lisäeristysrakenteen määrittämiseksi. Mahdolliset vuodot ja ohuimmat eristekerrokset kasvattavat kosteuden kertymisriskiä.

5.1.3 Yläpohjan rakenne

Aiemmin tässä työssä on esitetty, ettei yläpohjan rakennetta ole voitu tutkia eikä tiedossa ole tarkkaa yläpohjarakennetta.

Yläpohjan lisäeristämisessä on huolehdittava, etteivät tuuletuksen reitit tukkeutuisi tai pienenisivät ulkoseinän lisäeristykseen yhteydessä ja siten vähentäisi yläpohjan tuulettuvuutta.

5.2 Laajennuksen rakenteet

Laajennuksen runko on päätetty toteuttaa pystyrunkoisena sekä myös puukuitueristeisenä. Kellarin runko on sovittu rakennettavaksi kevytsorabetoniharkoista.

5.2.1 Kellarikerroksen seinä ja alapohja

Kellaritilan käyttötarkoitus on toimia lämpimänä tilana, jonne sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan askartelutila. Suomen rakentamismääräyskokoelma antaa maa-
ta vasten olevan rakennusosan lämmönläpäisykerroinvaatimukseksi niin ulkoseinälle kuin alapohjalle $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$. (RakMK C3 2010, 7.)

Kohteeseen soveltuvat rakenteet ja laskelmat on esitetty liitteissä 3-5 ja alapohjan rakenne ja laskelma liitteessä 7.

5.2.2 Ulkoseinän ja yläpohjan rakenteet

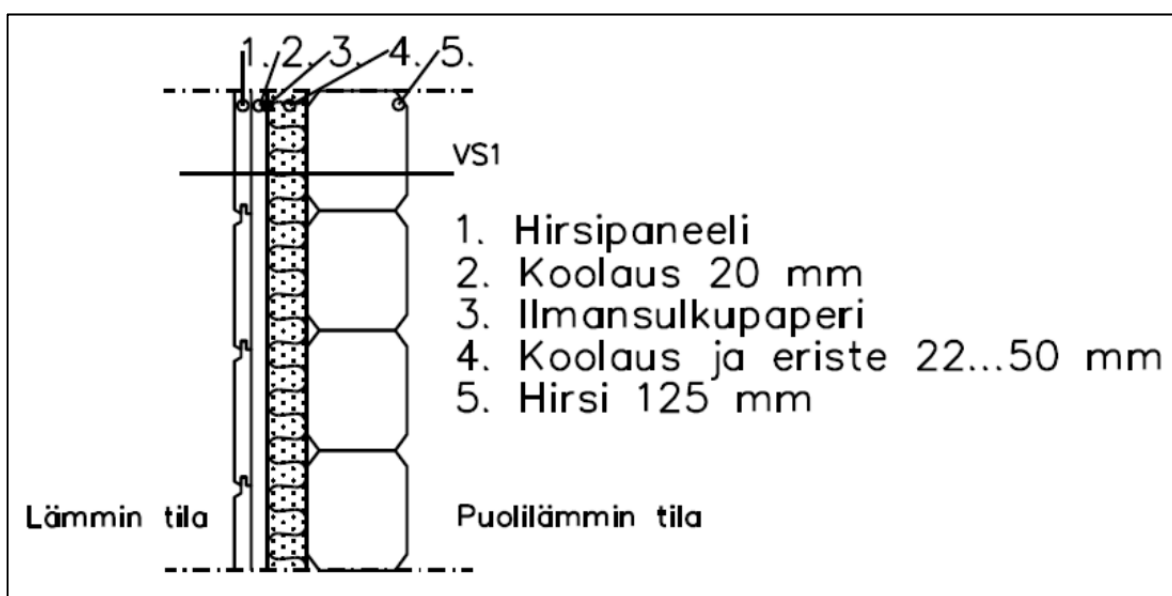
Ulkoseinän lämmönläpäisykerroimen $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ täyttäväksi rakenteeksi on olemassa monessa eri lähteessä olevia rakenneratkaisuja. Kohteen rakenteeksi on mahdollisuus käyttää joko höyrynsululla tai ilmansulkupaperilla toteutettavia ratkaisuja.

Kohteeseen soveltuva ulkoseinärakenne on esitetty liitteessä 2 ja yläpohjan rakenne liitteessä 9.

5.2.3 Lämpimän ja puolilämpimän rakennusosan rakenne

Laajennuksen ja vanhan osan yhteyteen on tehtävä lisäeristys, joka täyttää puolilämpimälle ja lämpimän tilan rajaavalle rakennusosalle enimmäisarvon $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Lisäeristys on toteutettavissa seinän oikaisun yhteydessä seuraavan kuvion (kuvio 10) mukaisella rakenteella. Rakenteen U-arvo $0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ joka alittaa enimmäisarvon $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Lisäeristys tehdään laajennuksen puolelle



Kuvio 10. Puolilämpimän ja lämpimän tilan välinen seinärakenne.

5.3 Rakenteiden liitokset

Rakenteiden esimerkkiliitokset on esitetty liitteissä 18 ja 19. Liitospiirroksissa on esitetty rakenteet siten, että niihin on huomioitu lisäeristykset.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli hirsirakennuksen lisäeristysrakenteiden ja siihen liitetävän laajennuksen rakenteiden selvittäminen varsinaista rakennesuunnittelua varten. Saatua tuloksia voidaan käyttää myöhemmin pohjana koko muutostyön ajan.

Kohteena ollut hirsirakennus on erittäin hyvin säilynyt vaikka on ollut talvet kylmillään. Aistillisesti rakennuksessa ei ole havaittu ongelmia. Myös kivijalkana toimiva avonainen luonnonkivisokkeli on pysynyt paikoillaan. Joitain yksittäisiä hirsisiä on jouduttu pintapuolisesti korjaamaan ja vaihtamaan.

Opinnäytetyössä esitettiin vaatimukset täyttävät rakenteet ja lisäksi liitteenä on esitetty lisää eri nykyvaatimuksia täyttäviä rakennevaihtoehtoja.

Eristykset ovat pääsääntöisesti ulkopuolisia rakenteita, koska erityisesti haluttiin säilyttää hyvin säilynyt hirsiseinän sisäpinta näkyvillä.

DOF-lämpöohjelmalla tehdyissä laskelmissa saatiin selville eri rakenneratkaisujen toimivuus konkreettisesti. Kokeiluluontoisesti opinnäytetyön edetessä kokeiltiin myös mineraalieristeen käyttöä lisälämmöneristeenä ja lyhyesti voi todeta, ettei mineraalieriste ole toimiva ratkaisu hirsirakenteessa. Rakenteita suunniteltaessa on tärkeää tehdä sellainen rakenne, ettei kosteus tiivistyisi rakenteeseen ja huolehdittava riittävästä rakenteen tuulettuvuudesta.

Rakenteiden liittymisessä toisiinsa on myös tarkkailtava jo suunniteltaessa, ettei rakenteeseen jää kylmäsiltoja ja ilmarakoja. Niiden vaikutukset voivat olla suurempia kuin äkkiseltään voisi aavistaa.

Lisäeristämisessä on tärkeää tehdä rakenne vanhaa rakennustapaa arvostaen ja kunnioittaen.

LÄHTEET

Lukander, M. 2010. Omakotitalon hienovarainen energiakorjaaminen. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö ja Museovirasto [Viitattu 23.3.2013]. Saatavana: http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/Omakotitalon_hienovarainen_energiakorjaaminen/.

Puurunen, H., Lindh, T., Anttila, M. & Kaila, P. 2000. Korjauskortisto, Lämmöneristuksen parantaminen. Helsinki: Museovirasto.

RakMK C3. 2010. Rakennusten lämmöneristys. Määräykset 2010 [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö [Viitattu 24.3.2013]. Saatavana: http://www.finlex.fi/data/normit/34163-C3-2010_suomi_221208.pdf

RakMK C2. 1998. Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998 [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö [Viitattu 24.3.2013]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf>

RakMK C4. 2003. Lämmöneristys. Ohjeet 2003 [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö [Viitattu 24.3.2013]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4s.pdf>

Rafnet, Kosteus. 2004. Rafnet-ryhmä. Rakennusfysiikkaa rakennusinsinööreille, lämpö. 2004. Rafnet-oppimateriaalin teoriaosan osio K. [Viitattu 24.3.2013].

Rafnet, Lämpö. 2004. Rafnet-ryhmä. Rakennusfysiikkaa rakennusinsinööreille, lämpö. 2004. Rafnet-oppimateriaalin teoriaosan osio L. [Viitattu 24.3.2013].

Ympäristöhallinto. Suomen rakentamismääräyskokoelma [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö [Viitattu 12.4.2013]. Saatavana: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma

LIITTEET

Liite 1. Ulkoseinä 1, vanha osa

Liite 2. Alapohja 1, vanha osa

Liite 3. Yläpohja 1, vanha osa

Liite 4. Ulkoseinä 2, laajennus

Liite 5. Ulkoseinä 3, laajennus, kellariseinän alaosa

Liite 6. Ulkoseinä 4, laajennus, kellariseinän yläosa

Liite 7. Alapohja 2, laajennus, kellari

Liite 8. Yläpohja 2, laajennus

Liite 9. Väliseinä 1, vanhan osan ja laajennuksen välinen seinä

Liite 10. Asemapiirustus

Liite 11. Pohjapiirustus 1. krs

Liite 12. Pohjapiirustus 2. krs

Liite 13. Pohjapiirustus kellari

Liite 14. Leikkaus

Liite 15. Julkisivut lounaaseen ja kaakkoon

Liite 16. Julkisivut koilliseen ja luoteeseen

Liite 17. Liitosdetalji (vaakaleikkaus) vanhan osan ja laajennuksen liitoksesta

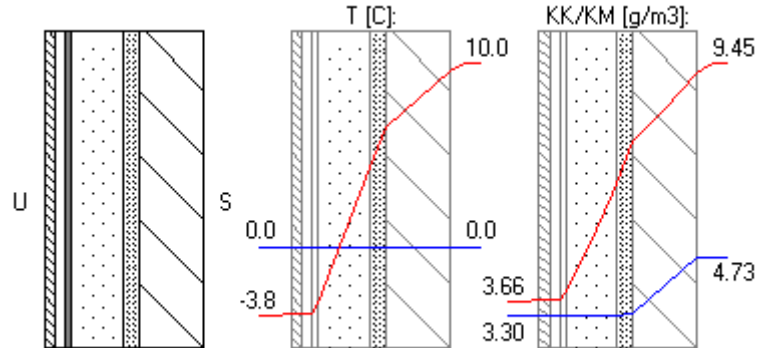
Liite 18. Liitosdetalji (pystyleikkaus) vanhan osan ja laajennuksen liitoksesta

Rakennuskohde:	Sisältö:	
Kesäasunto, Kajaani	US1, vanhaosa	
Suunnittelija:	Päiväys:	Tunnus:
Veli-Petri Jaskari	30.3.2013	US1

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.214 W/m²K
 Paksuus: 307.000 mm
 Pinta-ala: 1.00 m²
 Paino: 76.95 kg
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 12928.090 m²hPa/g
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000077 g/m²hPa
 Lämmönvastus: 4.676 m²K/W
 Pintavastus, ulko: 0.040 m²K/W
 Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
 Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1	Puu (kuusi), Hirsipa	20.00	---	---	0.00	440.00
2	Tuulettuva ilmarako	20.00	---	---	0.00	0.00
3	Tuulileijona 12 mm	12.00	0.0560	1.425600e-04	0.00	300.00
4	Runko ja puukuitueri	100.00	0.0400	3.780000e-04	0.00	35.00
5	Puukuitueriste, ruis	30.00	0.0400	3.780000e-04	0.00	35.00
6	Puu (mänty), Hirsiru	125.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:**Marraskuu (720.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-3.80	3.66	3.30	90.0	0.00
1	-3.68	3.69	3.30	89.2	0.00
2	-3.68	3.69	3.30	89.2	0.00
3	-3.68	3.69	3.30	89.2	0.00
4	-3.05	3.88	3.30	85.3	0.00
5	4.33	6.55	3.33	50.9	0.00
6	6.54	7.58	3.34	44.1	0.00
7	9.62	9.23	4.73	51.2	0.00
S	10.00	9.45	4.73	50.0	0.00

Lisätiedot:

Kohteen astapäiväluvut sijoitettu Kajaaniin.
 Tila puolilämmin talvella.
 Sisälämpötila asetettu + 10 asteeseen

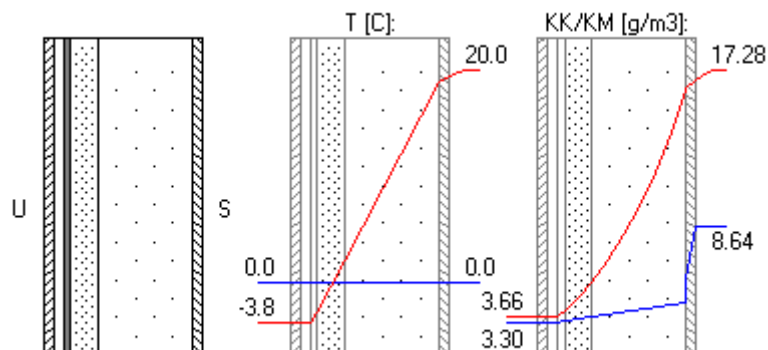
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Rakennuskohde:	Sisältö:	
Kesäasunto, Kajaani	US2, Laajennus	
Suunnittelija:	Päiväys:	Tunnus:
Veli-Petri Jaskari	30.3.2013	US2

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.158 W/m²K
 Paksuus: 294.000 mm
 Pinta-ala: 1.00 m²
 Paino: 28.04 kg
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 3347.469 m²hPa/g
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000299 g/m²hPa
 Lämmönvastus: 6.311 m²K/W
 Pintavastus, ulko: 0.040 m²K/W
 Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
 Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1	Puu (kuusi), ulkover	18.00	---	---	0.00	440.00
2	Tuulettuva ilmarako	20.00	---	---	0.00	0.00
3	Tuulileijona 12 mm	12.00	0.0560	1.425600e-04	0.00	300.00
4	Puukuitueriste	50.00	0.0390	3.780000e-04	0.00	35.00
5	Puukuitueriste	175.00	0.0390	3.780000e-04	0.00	35.00
6	Ilmansulkupaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
7	Puu (kuusi), sisäver	18.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:**Marraskuu (720.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-3.80	3.66	3.30	90.0	0.00
1	-3.65	3.70	3.30	89.0	0.00
2	-3.65	3.70	3.30	89.0	0.00
3	-3.65	3.70	3.30	89.0	0.00
4	-2.84	3.94	3.43	87.1	0.00
5	1.99	5.58	3.64	65.2	0.00
6	18.92	16.23	4.38	27.0	0.00
7	18.94	16.25	5.77	35.5	0.00
8	19.51	16.80	8.64	51.4	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Lisätiedot:

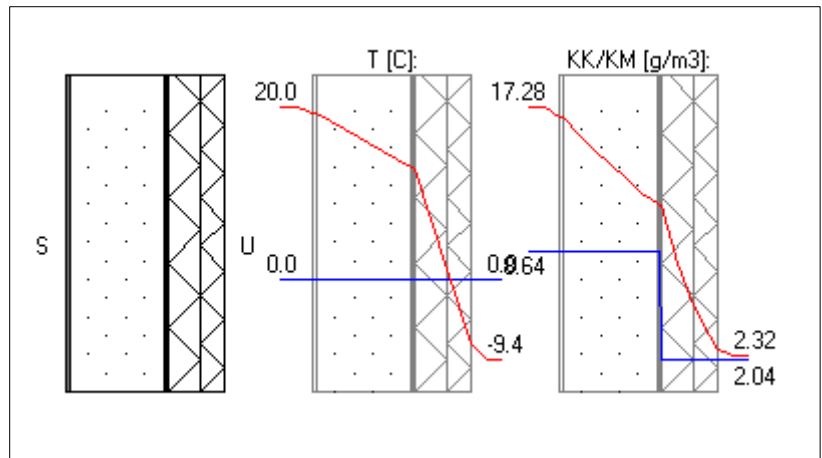
Kohteen astepäiväluku sijoitettu Kajaaniin.
 Tila käytössä ympäri vuoden.
 Sisälämpöasetus + 20 asteeseen

Rakennuskohde:	Sisältö:	
Kesäasunto, Kajaani	US3, Laajennus, kellarikerros	
Suunnittelija:	Päiväys:	Tunnus:
Veli-Petri Jaskari	30.3.2013	US3

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.155 W/m²K
 Paksuus: 489.000 mm
 Pinta-ala: 1.00 m²
 Paino: 225.20 kg
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 1126469.275
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000001 g/m²hPa
 Lämmönvastus: 6.437 m²K/W
 Pintavastus, ulko: 0.400 m²K/W
 Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
 Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset sisältä (S) ulos (U)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1	Laasti (sementti)	10.00	1.2000	2.160000e-05	0.00	2000.00
2	Kevytsohakeharkko	290.00	0.2100	1.112000e-04	0.00	600.00
3	Laasti (sementti)	10.00	1.2000	2.160000e-05	0.00	2000.00
4	Bitumi	4.00	0.1800	3.600000e-09	0.00	1050.00
5	Polystyreeni	100.00	0.0390	1.480000e-05	0.00	40.00
6	Polystyreeni	75.00	0.0390	1.480000e-05	0.00	40.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:

Joulukuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00
1	19.41	16.70	8.64	51.7	0.00
2	19.37	16.66	8.64	51.8	0.00
3	13.06	11.43	8.62	75.5	0.00
4	13.02	11.40	8.62	75.6	0.00
5	12.92	11.33	2.11	18.6	0.00
6	1.21	5.29	2.07	39.1	0.00
7	-7.57	2.71	2.04	75.3	0.00
U	-9.40	2.32	2.04	88.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Lisätiedot:

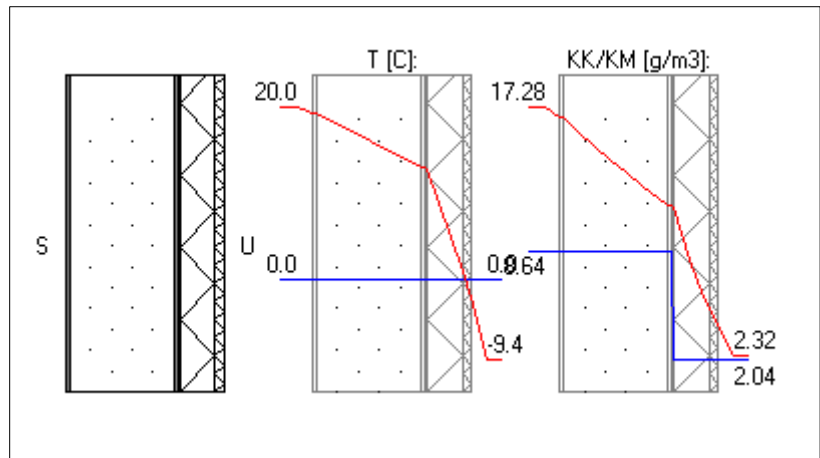
Kohteen astapäiväluku sijoitettu Kajaaniin.
 Tila käytössä ympäri vuoden.
 Sisälämpöasetus + 20 asteeseen
 Ulkopinta maata vasten, reuna-alue

Rakennuskohde:	Sisältö:	
Kesäasunto, Kajaani	US3, Laajennus, kellarikerros	
Suunnittelija:	Päiväys:	Tunnus:
Veli-Petri Jaskari	30.3.2013	US3

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.157 W/m²K
 Paksuus: 439.000 mm
 Pinta-ala: 1.00 m²
 Paino: 223.20 kg
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 1123090.897
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000001 g/m²hPa
 Lämmönvastus: 6.355 m²K/W
 Pintavastus, ulko: 1.600 m²K/W
 Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
 Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset sisältä (S) ulos (U)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1 Laasti (sementti)	10.00	1.2000	2.160000e-05	0.00	2000.00
2 Kevytsoharkko	290.00	0.2100	1.112000e-04	0.00	600.00
3 Laasti (sementti)	10.00	1.2000	2.160000e-05	0.00	2000.00
4 Bitumi	4.00	0.1800	3.600000e-09	0.00	1050.00
5 Polystyreeni	100.00	0.0390	1.480000e-05	0.00	40.00
6 Polystyreeni	25.00	0.0390	1.480000e-05	0.00	40.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:**Joulukuu (744.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00
1	19.40	16.69	8.64	51.8	0.00
2	19.36	16.66	8.64	51.9	0.00
3	12.97	11.37	8.62	75.9	0.00
4	12.93	11.34	8.62	76.0	0.00
5	12.83	11.27	2.09	18.5	0.00
6	0.97	5.20	2.05	39.4	0.00
7	-2.00	4.19	2.04	48.6	0.00
U	-9.40	2.32	2.04	88.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Lisätiedot:

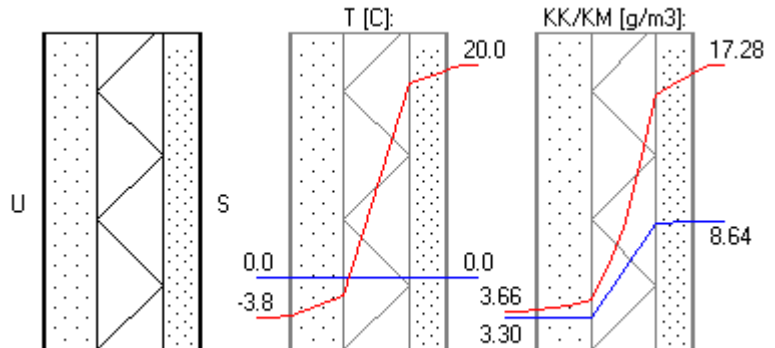
Kohteen astapäiväluku sijoitettu Kajaaniin.
 Tila käytössä ympäri vuoden.
 Sisälämpöasetus + 20 asteeseen
 Ulkopinta maata vasten, sisäalue

Rakennuskohde:	Sisältö:	
Kesäasunto, Kajaani	US4, Laajennus, kellarikerros, ulkoilmaa vasten	
Suunnittelija:	Päiväys:	Tunnus:
Veli-Petri Jaskari	5.5.2013	US4

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.142 W/m²K
 Paksuus: 390.000 mm
 Pinta-ala: 1.00 m²
 Paino: 160.00 kg
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 86651.907 m²hPa/g
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000012 g/m²hPa
 Lämmönvastus: 7.051 m²K/W
 Pintavastus, ulko: 0.070 m²K/W
 Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
 Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1 Laasti (sementti)	5.00	1.2000	2.160000e-05	0.00	2000.00
2 Kevytsoorabetoni	130.00	0.2400	1.112000e-04	0.00	600.00
3 Polyuretaani	160.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kevytsoorabetoni	90.00	0.2400	1.112000e-04	0.00	600.00
5 Laasti (sementti)	5.00	1.2000	2.160000e-05	0.00	2000.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:**Marraskuu (720.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-3.80	3.66	3.30	90.0	0.00
1	-3.56	3.73	3.30	88.4	0.00
2	-3.55	3.73	3.31	88.7	0.00
3	-1.72	4.28	3.38	79.0	0.00
4	18.28	15.64	8.58	54.9	0.00
5	19.55	16.84	8.63	51.2	0.00
6	19.56	16.85	8.64	51.3	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

Kohteen astapäiväluku sijoitettu Kajaaniin.
 Tila käytössä ympäri vuoden.
 Sisälämpöasetus + 20 asteeseen.
 Ulkopinta ulkoilmaa vasten.

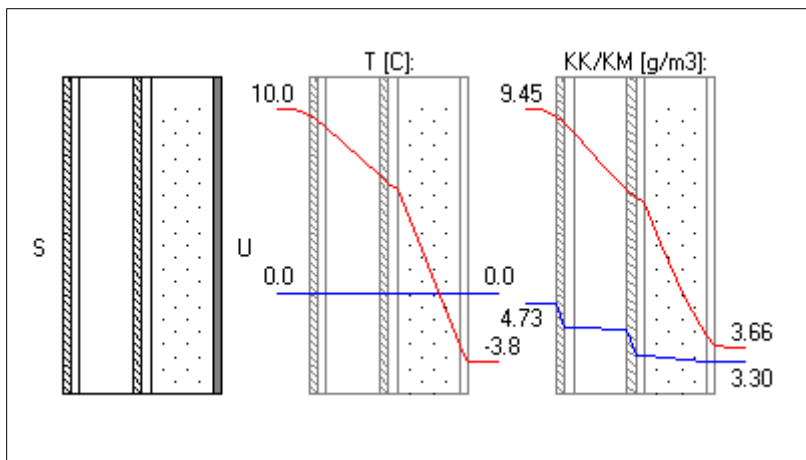
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Rakennuskohde: Kesäasunto, Kajaani	Sisältö: AP1, vanhaosa	
Suunnittelija: Veli-Petri Jaskari	Päiväys: 30.3.2013	Tunnus: AP1

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.138 W/m²K
 Paksuus: 447.000 mm
 Pinta-ala: 1.00 m²
 Paino: 58.30 kg
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 5598.268 m²hPa/g
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000179 g/m²hPa
 Lämmönvastus: 7.273 m²K/W
 Pintavastus, ulko: 0.040 m²K/W
 Pintavastus, sisä: 0.170 m²K/W
 Kulma (0-90): 0.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset sisältä (S) ulos (U)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1	Puu (kuusi), lattial	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	440.00
2	Tuulettumaton ilmara	25.00	0.1250	6.600000e-04	0.00	0.00
3	Sahanpuru	150.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
4	Puu (kuusi)	25.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	440.00
5	Tuulettumaton ilmara	25.00	0.1250	6.600000e-04	0.00	0.00
6	Puukuitueristelevy	175.00	0.0390	3.780000e-04	0.00	35.00
7	Runkoleijona 25 mm	25.00	0.0560	1.890000e-04	0.00	300.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:**Marraskuu (720.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
S	10.00	9.45	4.73	50.0	0.00
1	9.68	9.26	4.73	51.0	0.00
2	9.38	9.09	4.16	45.8	0.00
3	9.00	8.87	4.15	46.8	0.00
4	6.41	7.51	4.10	54.5	0.00
5	6.02	7.32	3.46	47.2	0.00
6	5.64	7.14	3.45	48.3	0.00
7	-2.88	3.93	3.33	84.8	0.00
8	-3.72	3.68	3.30	89.5	0.00
U	-3.80	3.66	3.30	90.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Lisätiedot:

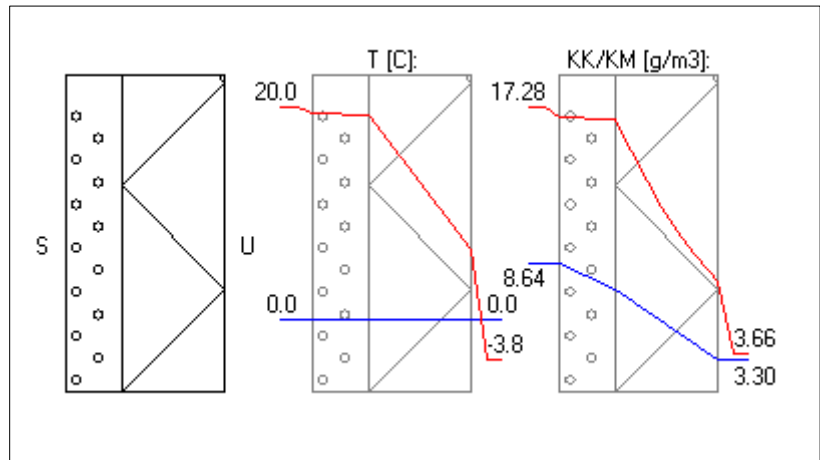
Kohteen astapäiväluvut sijoitettu Kajaaniin.
 Tila puolilämmin talvella.
 Sisälämpötila asetettu + 10 asteeseen

Rakennuskohde: Kesäasunto, Kajaani	Sisältö: AP2, Laajennus	
Suunnittelija: Veli-Petri Jaskari	Päiväys: 30.3.2013	Tunnus: AP 2

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.138 W/m²K
 Paksuus: 230.000 mm
 Pinta-ala: 1.00 m²
 Paino: 198.00 kg
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 13838.839 m²hPa/g
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000072 g/m²hPa
 Lämmönvastus: 7.263 m²K/W
 Pintavastus, ulko: 3.200 m²K/W
 Pintavastus, sisä: 0.170 m²K/W
 Kulma (0-90): 0.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset sisältä (S) ulos (U)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1	Betoni	80.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
2	Polystyreeni	150.00	0.0390	1.480000e-05	0.00	40.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:**Marraskuu (720.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00
1	19.44	16.74	8.64	51.6	0.00
2	19.29	16.59	7.21	43.5	0.00
3	6.69	7.65	3.30	43.1	0.00
U	-3.80	3.66	3.30	90.0	0.00

Lisätiedot:

Kohteen astepäiväluku sijoitettu Kajaaniin.
 Tila käytössä ympäri vuoden.
 Sisälämpöasetus + 20 asteeseen
 Ulkopinta maata vasten, sisäalue

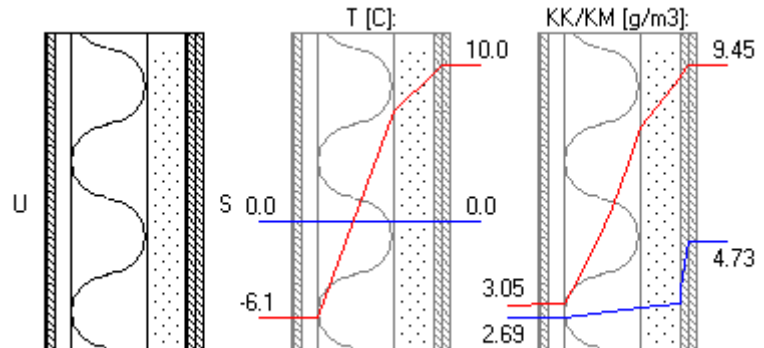
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Rakennuskohde:	Sisältö:	
Kesäasunto, Kajaani	YP1, vanhaosa	
Suunnittelija:	Päiväys:	Tunnus:
Veli-Petri Jaskari	30.3.2013	YP1

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.140 W/m²K
 Paksuus: 474.000 mm
 Pinta-ala: 1.00 m²
 Paino: 64.44 kg
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 4145.112 m²hPa/g
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000241 g/m²hPa
 Lämmönvastus: 7.126 m²K/W
 Pintavastus, ulko: 0.040 m²K/W
 Pintavastus, sisä: 0.010 m²K/W
 Kulma (0-90): 11.500

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1	Bitumi	5.00	---	---	0.00	1050.00
2	Puu (kuusi)	23.00	---	---	0.00	440.00
3	Tuulettuva ilmarako	100.00	---	---	0.00	0.00
4	Puukuitueriste	225.00	0.0390	3.780000e-04	0.00	35.00
5	Sahanpuru ja kutteri	120.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
6	Tervapaperi ?	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
7	Puu (kuusi)	25.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	440.00
8	Puu (kuusi)	25.00	---	---	0.00	440.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:**Tammikuu (744.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-6.10	3.05	2.69	88.0	0.00
1	-6.01	3.08	2.69	87.4	0.00
2	-6.01	3.08	2.69	87.4	0.00
3	-6.01	3.08	2.69	87.4	0.00
4	-6.01	3.08	2.69	87.4	0.00
5	7.03	7.82	2.98	38.1	0.00
6	9.49	9.16	3.07	33.5	0.00
7	9.51	9.17	3.50	38.1	0.00
8	9.98	9.44	4.73	50.1	0.00
9	9.98	9.44	4.73	50.1	0.00
S	10.00	9.45	4.73	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Lisätiedot:

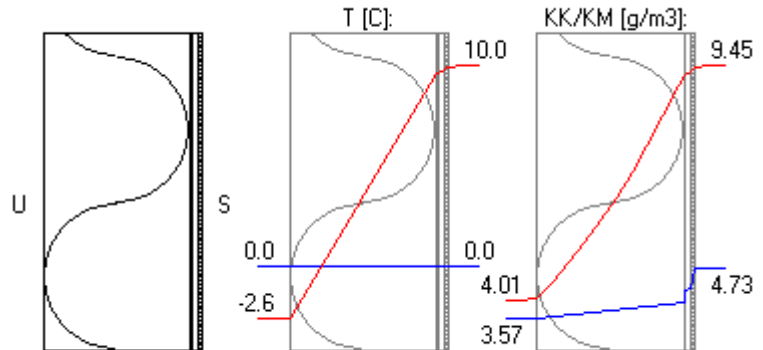
Kohteen astapäiväluvut sijoitettu Kajaaniin.
 Tila puolilämmin talvella.
 Sisälämpötila asetettu + 10 asteeseen
 YP:n keskiosa vaakatasossa

Rakennuskohde: Kesäasunto, Kajaani	Sisältö: YP2, laajennus	
Suunnittelija: Veli-Petri Jaskari	Päiväys: 18.4.2013	Tunnus: YP2

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.086 W/m²K
 Paksuus: 485.000 mm
 Pinta-ala: 1.00 m²
 Paino: 21.91 kg
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 3488.835 m²hPa/g
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000287 g/m²hPa
 Lämmönvastus: 11.674 m²K/W
 Pintavastus, ulko: 0.040 m²K/W
 Pintavastus, sisä: 0.100 m²K/W
 Kulma (0-90): 0.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1 Puukuitueriste	450.00	0.0400	3.780000e-04	0.00	35.00
2 Ilmansulkupaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
3 Tuulettumaton ilmara	20.00	0.1250	6.600000e-04	0.00	0.00
4 Puu (sisäverhous)	14.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	440.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:**Joulukuu (744.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-2.60	4.01	3.57	89.0	0.00
1	-2.56	4.02	3.57	88.7	0.00
2	9.59	9.21	3.96	43.0	0.00
3	9.59	9.22	4.25	46.1	0.00
4	9.77	9.32	4.26	45.7	0.00
5	9.89	9.39	4.73	50.3	0.00
S	10.00	9.45	4.73	50.0	0.00

Lisätiedot:

Kohteen astepäiväluvut sijoitettu Kajaaniin.
 Tila puolilämmin talvella.
 Sisälämpötila asetettu + 10 asteeseen

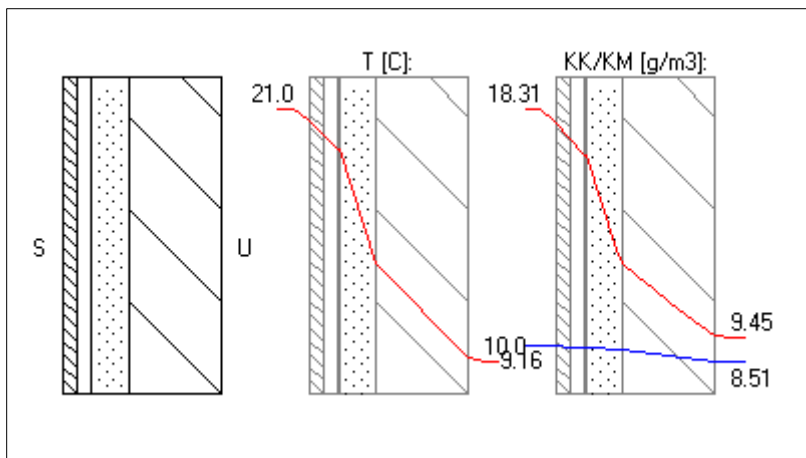
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Rakennuskohde: Kesäasunto, Kajaani	Sisältö: VS1, vanhan ja laajennuksen välisenä	
Suunnittelija: Veli-Petri Jaskari	Päiväys: 30.3.2013	Tunnus: VS1

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.360 W/m²K
 Paksuus: 214.000 mm
 Pinta-ala: 1.00 m²
 Paino: 69.67 kg
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 15330.634 m²hPa/g
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000065 g/m²hPa
 Lämmönvastus: 2.779 m²K/W
 Pintavastus, ulko: 0.040 m²K/W
 Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
 Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset sisältä (S) ulos (U)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1	Puu (kuusi), sisäver	18.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	440.00
2	Tuulettumaton ilmara	20.00	0.1250	6.600000e-04	0.00	0.00
3	Ilmansulkupaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
4	Puukuitueriste	50.00	0.0400	3.780000e-04	0.00	35.00
5	Puu (mänty), Hirsiru	125.00	0.1200	1.000000e-05	0.00	480.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

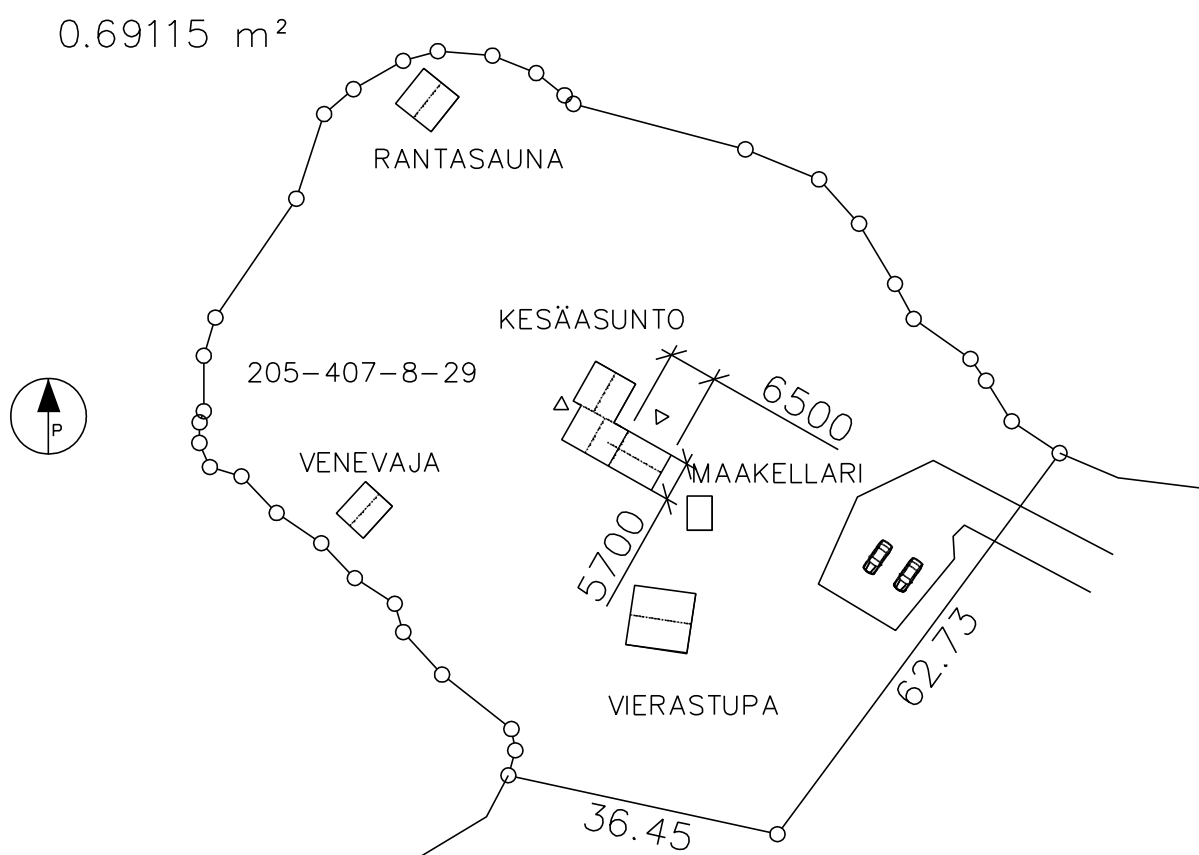
Lämpötilat ja kosteudet:**Marraskuu (720.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
S	21.00	18.31	9.16	50.0	0.00
1	20.49	17.78	9.16	51.5	0.00
2	19.89	17.18	9.08	52.9	0.00
3	19.26	16.56	9.08	54.8	0.00
4	19.23	16.53	9.04	54.7	0.00
5	14.28	12.31	9.04	73.4	0.00
6	10.16	9.55	8.51	89.1	0.00
U	10.00	9.45	8.51	90.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Lisätiedot:

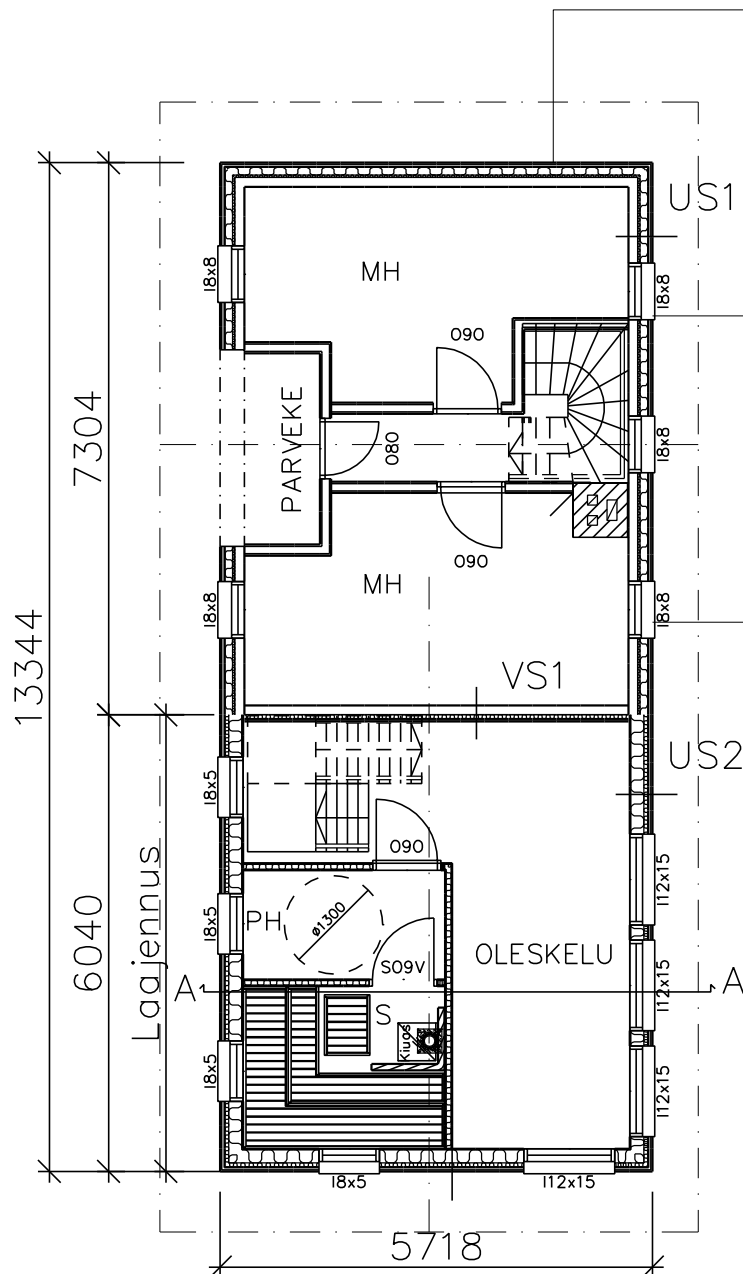
Lämpimän tilan lämpötila +21
 Puolilämpimän +10
 Tila on puolilämmin vain talvella



TON TIN PINTA-ALA N.7300 m²

TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
		205-407-8-29		
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks.no
PERUSPARANNUS / LAAJENNUS			PÄÄPIIRUSTUS	
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
KESÄASUNTO KANGAS MÄKRÖNTIE 87100 KAJAANI			ASEMAPIIRROS	1:1000
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			ARK /	
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
17.4.2013 VELI-PETRI JASKARI				

TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
Rakennustoimenpide PERUSPARANNUS / LAAJENNUS			Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Juoks.no
Rakennuskohde KESÄASUNTO KANGAS MÄKRÖNTIE 87100 KAJAANI			Piirustuksen sisältö POHJAPIIRUSTUS 1. KRS 1:100	Mittakaavat
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero ARK /	Muutos
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus 13.4.2013 VELI-PETRI JASKARI			Yhteyshenkilö	Tiedosto



US1 (vanhaosa)
 HIRSIRUNKO 125 mm
 Selluvilla 30 mm
 Puurunko 50x100 k600
 + Selluvilla 100 mm
 Puukuitulevy 12 mm
 Tuuletettu ilmarako, pystykoolaus 32x100 k600 32 mm
 HIRSIPANELI 170X20 20 mm

Kokonaispaksuus : 319 mm
 Lämmönläpäisykerroin (U): 0.21 W/(m²K)

US2 (Laajennus)
 Sisäverhouspaneli 18 mm
 Rakennuspaperi 0.2 mm
 Puurunko 48x174 k600
 + Selluvilla 174 mm
 Vaakopuurunko 48x48 k600
 + Selluvilla 48 mm
 Puukuitulevy 12 mm
 Tuuletettu ilmarako, pystykoolaus 32x100 k600 32 mm
 Hirsipaneli 170x20 20 mm

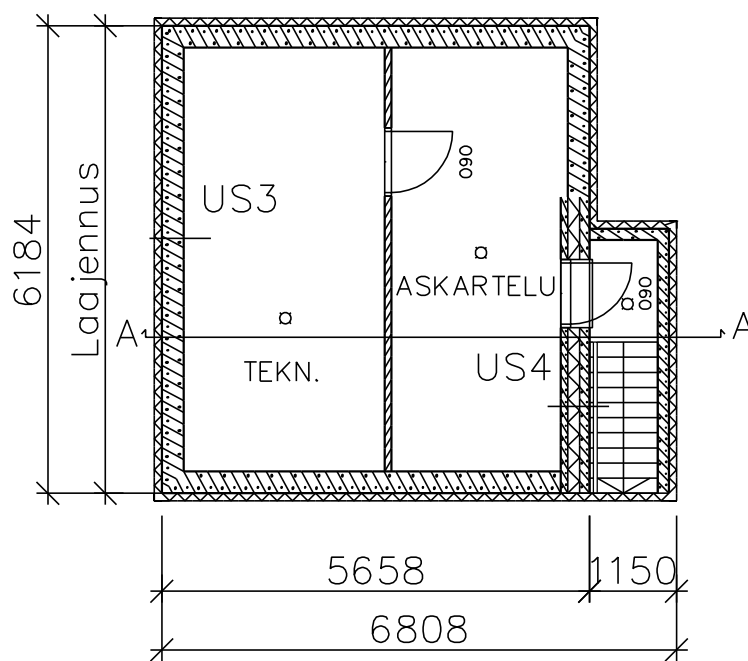
VS1
 KEVYTHIRSI 125 mm
 Puurunko 48x48 k600
 + Selluvilla 48 mm
 Rakennuspaperi 0.2 mm
 Ilmarako, pystykoolaus 20x50 k600 20 mm
 Sisäverhouspaneli 18 mm

Kokonaispaksuus : 211 mm
 Lämmönläpäisykerroin (U): 0.53 W/(m²K)

TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
Rakennustoimenpide PERUSPARANNUS / LAAJENNUS			Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Juoks.no
Rakennuskohde KESÄASUNTO KANGAS MÄKRÖNTIE 87100 KAJAANI			Piirustuksen sisältö POHJAPIIRUSTUS 2. KRS 1:100	Mittakaavat
			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero ARK /	Muutos
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus 13.4.2013 VELI-PETRI JASKARI			Yhteyshenkilö	Tiedosto

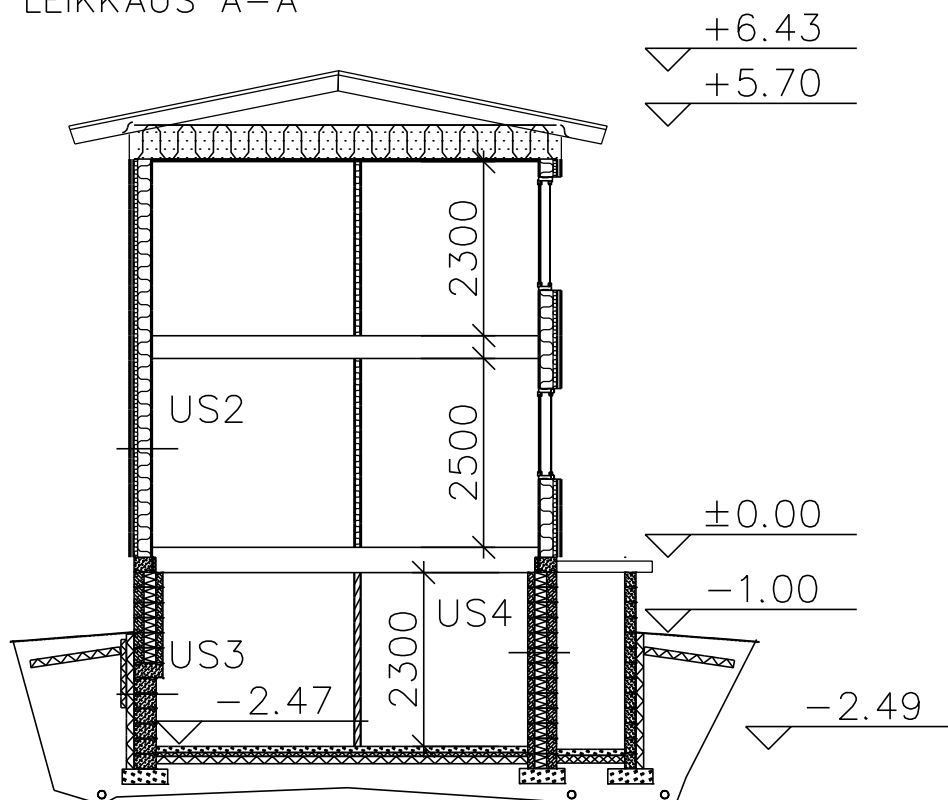
US 3:
Sementtipohjainen tasoite
Kevytsoraharkko 290 mm
Sementtipohjainen tasoite
Bitumikermi
EPS 120 (routa)
– sisäalueella 175 mm
– reuna-alueella 75 mm

US 4:
Sementtipohjainen tasoite
Kevytsoraeristeharkko 380 mm
Sementtipohjainen tasoite



TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
Rakennustoimenpide PERUSPARANNUS / LAAJENNUS			Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Juoks.no
Rakennuskohde KESÄASUNTO KANGAS MÄKRÖNTIE 87100 KAJAANI			Piirustuksen sisältö KELLARI 0. KRS	Mittakaavat 1:100
			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero ARK /	Muutos
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus 13.4.2013 VELI-PETRI JASKARI			Yhteyshenkilö	Tiedosto

LEIKKAUS A-A



TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
		205-407-8-29		
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks.no
PERUSPARANNUS / LAAJENNUS			PÄÄPIIRUSTUS	
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
KESÄASUNTO KANGAS MÄKRÖNTIE 87100 KAJAANI			PERIAATELEIKKAUS	1:100
			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			ARK /	
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
17.4.2013 VELI-PETRI JASKARI				



JULKISIVU LOUNAASEEN

1. HUOPAKATE
2. HIRSIPANEELI
3. HARKKOSOKKELI
4. LUONNONKIVISOKKELI



JULKISIVU KAAKKOON

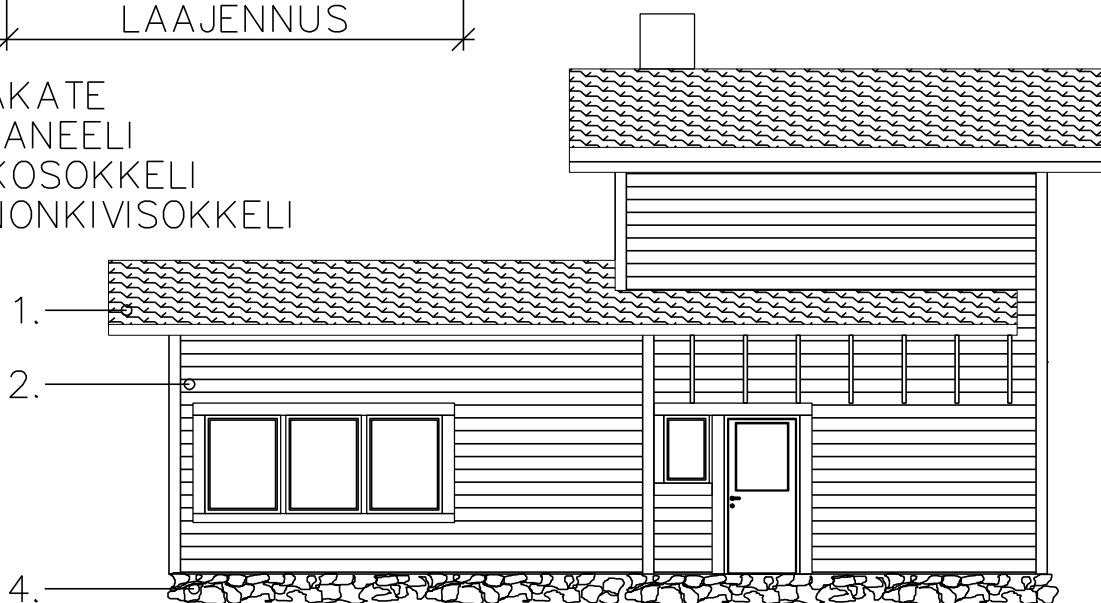
TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
		205-407-8-29		
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks.no
PERUSPARANNUS / LAAJENNUS			PÄÄPIIRUSTUS	
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
KESÄASUNTO			JULKISIVUKUVAT	
KANGAS			LOUNAASEEN	1:100
MÄKRÖNTIE			KAAKKOON	1:100
87100 KAJAANI				
			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			ARK /	
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
17.4.2013 VELI-PETRI JASKARI				



JULKISIVU KOILISEEN

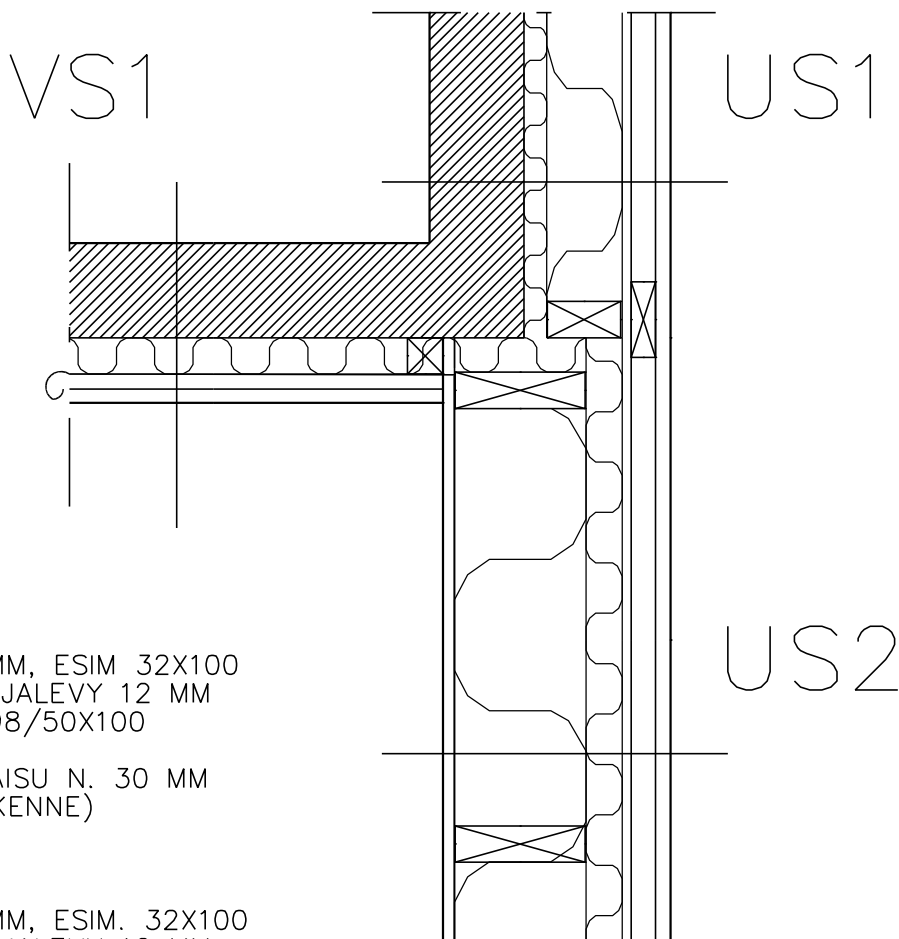
LAAJENNUS

1. HUOPAKATE
2. HIRSIPANEELI
3. HARKKOSOKKELI
4. LUONNONKIVISOKKELI



JULKISIVU LUOTEESEEN

TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
		205-407-8-29		
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks.no
PERUSPARANNUS / LAAJENNUS			PÄÄPIIRUSTUS	
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
KESÄASUNTO			JULKISIVUKUVAT	
KANGAS			KOILISEEN	1:100
MÄKRÖNTIE			LUOTEESEEN	1:100
87100 KAJAANI				
			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			ARK /	
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
17.4.2013 VELI-PETRI JASKARI				



US1:
 ULKOVERHOUS
 TUULETUSVÄLI >20 MM, ESIM 32X100
 PUUKUITUTUULENSUOJALEVY 12 MM
 PYSTYKOOLAUS 48X98/50X100
 + PUUKUITUERISTE
 KOOLAUSVÄLI / OIKAISU N. 30 MM
 HIRSI (NYKYINEN RAKENNE)

US2:
 ULKOVERHOUS
 TUULETUSVÄLI >20 MM, ESIM. 32X100
 PUUKUITUTUULENSUOJALEVY 12 MM
 VAAKAKOOLAUS 50 MM
 + PUUKUITUERISTE
 RUNKO 48X147 / 50X175
 +PUUKUITUERISTE
 ILMANSULKUPAPERI
 PINTAVERHOUS

VS1:
 HIRSI 125 MM
 LÄMMÖNERISTE JA KOOLAUS 50 MM
 ILMANSULKUPAPERI
 KOOLAUS 20 MM
 PINTAVERHOUS

TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM		
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä		
Rakennustoimenpide PERUSPARANNUS / LAAJENNUS			Piirustuslaji	Juoks.no	
Rakennuskohde KESÄASUNTO KANGAS MÄKRÖNTIE 87100 KAJAANI			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat	
			LIITOSDETALJI US 1, US 2 JA VS 1		1:10
			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero		Muutos
			ARK /		
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus			Yhteyshenkilö		Tiedosto
17.4.2013 VELI-PETRI JASKARI					

AP1:

Liite 19(19)

Lattiaponttilauta

Koolaus

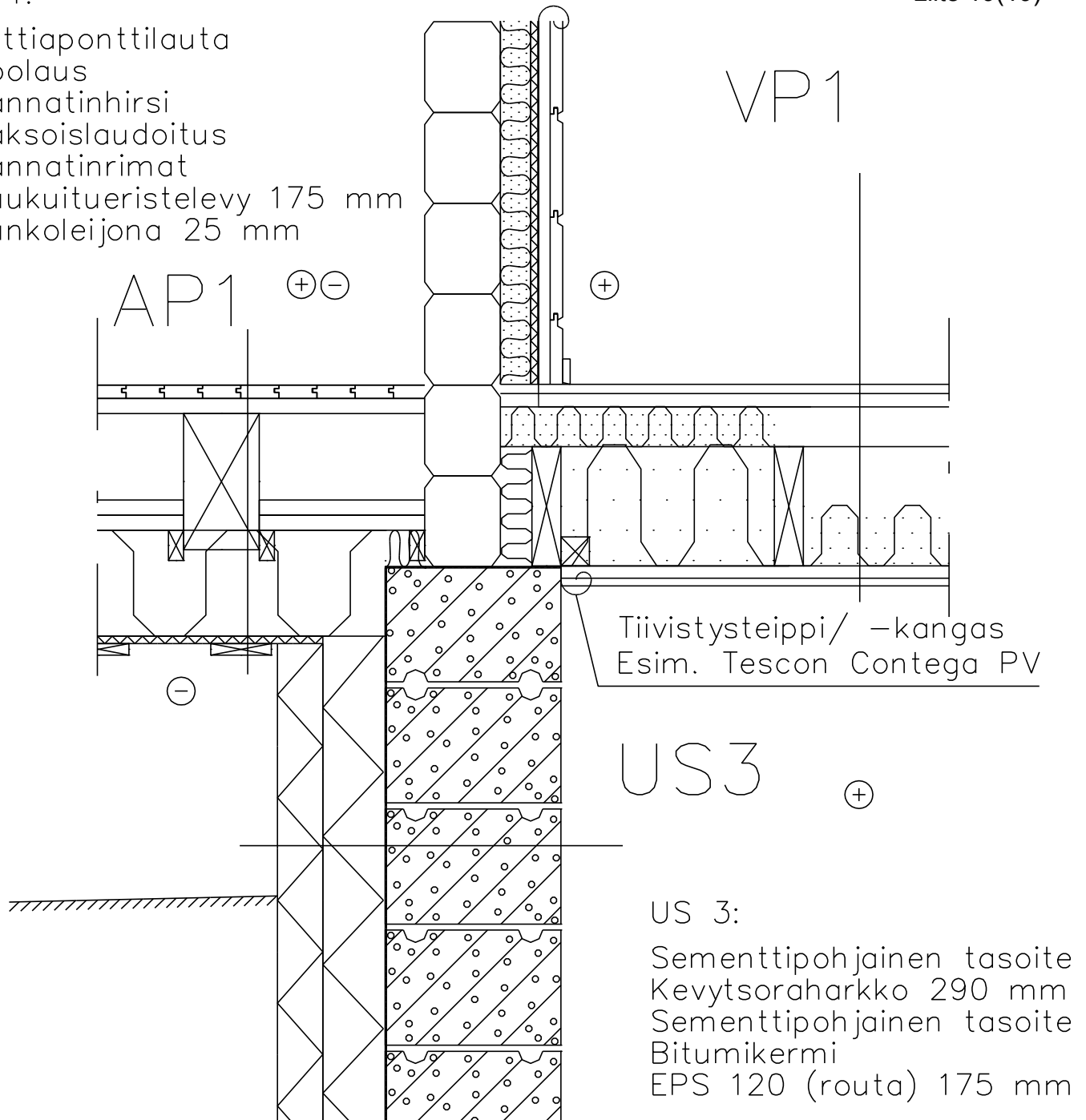
Kannatinhirsi

Kaksoislaudoitus

Kannatinrimat

Puukuitueristelevy 175 mm

Runkoleijona 25 mm



TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
Rakennustoimenpide PERUSPARANNUS / LAAJENNUS			Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennuskohde KESÄASUNTO KANGAS MÄKRÖNTIE 87100 KAJAANI			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			LIITOSDETALJI AP1, VP2, VS1 ja US3	1:10
			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			ARK	/
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
29.4.2013 VELI-PETRI JASKARI				