

Jarmo Hiltunen

Kosteusvauriokohteen korjaustyön seuranta

Kosteusvauriokohteen korjaustyön seuranta

Jarmo Hiltunen
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, tuotantoinsinööri

Tekijä: Jarmo Hiltunen

Opinnäytetyön nimi: Kosteusvauriokohteen korjaustyön seuranta

Työn ohjaaja: Seppo Perälä

Työn valmistumislukukausi ja vuosi: 6/2016 Sivumäärä: 38 + 4 liitettä

Vanhojen rakennuksien korjaustöiden edetessä tulee usein esille ennalta-arvaamattomia seikkoja, joita ei ole osattu ottaa huomioon korjaussuunnitelmia laadittaessa. Tämän vuoksi suunnittelija joutuu pohtimaan alkuperäisten korjaussuunnitelmien tilalle vaihtoehtoisia ratkaisuja, jotka ovat rakenteellisesti toimivia. Opinnäytetyössä tarkastelun kohteena on Oulussa sijaitseva, 1940-luvulla rakennettu kaksikerroksinen omakotitalo, johon on tehty laajennus vuonna 1977. Lisäksi kohteeseen on laadittu kuntoarvio ja korjaussuunnitelma keväällä 2015.

Opinnäytetyössä perehdyttiin korjausrakentamista koskeviin energiamääräyksiin sekä lupa-asioihin. Tavoitteena oli raportoida kohteen korjaustöiden edetessä esiin tulevista ongelmatilanteista ja etsiä ongelmakohtiin korvaavat rakenneratkaisut. Lisäksi tarkoituksena oli varmistaa muutettavien rakenneratkaisujen toiminta.

Opinnäytetyössä selvitettiin uusien rakenneratkaisujen soveltuvuutta alkuperäisiin suunnitelmiin ja muutostöiden vaikutusta rakenteeseen. Suurimmat muutokset ulkoseinärakenteissa tulivat esille tuulensuojaeristeen vahvuuden muuttamisessa. RKL-31 Facade -eristeen lisäämisen seurauksena ulkoseinän kokonaisvahvuus kasvoi rakennuksen vanhalla puolella 5 mm ja laajennusosalla 13 mm. Yläpohjarakenteissa alkuperäisiä suunnitelmia jouduttiin muuttamaan rakenteiden fysikaalisten toimintojen sekä riittävän lämmönläpäisykertoimien aikaansaamiseksi. Yläpohjarakenteiden korjaustöistä johtuen rakennushanke laajeni merkittävästi alkuperäisiin suunnitelmiin verrattuna.

Asiasanat: energiamääräykset, kosteudenhallinta, ilmansulkupaperi, lämmöneriste

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, Production Engineering

Author: Jarmo Hiltunen

Title of thesis: Monitoring of Repair Work for Humidity Damaged Building

Supervisor: Seppo Perälä

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2016

Pages: 38 + 4 appendices

During repair work of old buildings there are usually things that have not been taken into consideration in the creation of the repair plan. Because of that repair, the planner needs to create optional solutions to replace old repair plans and make sure that the solutions are also structurally functional. The site is a two floor detached house, built in 1990's and located in Oulu. The detached house has been extended in year 1977. A condition assessment and repair plan for site has been created in spring 2015, and are reviewed and updated when needed.

The main objective of the thesis was to report upcoming problems and to make sure the new replacing solutions are structurally functional. The things that eventually come up during repair work were also needed to take into account.

The thesis was started with familiarization in the energy regulations and permissions of the repair work. After that, repair phase problems were reviewed and optional solutions were proposed.

The thesis clarified feasibility of the new structural solutions with the original plan and modification effect on building structure. The biggest exterior wall changes in the outer wall structure were found out while changing the insulation thickness of the windbreak. After installation of RKL-31 Facade insulation, the thickness of outer wall was increased by 5 mm in the older part and 13 mm on the extension side of the building. The original plans in the attic floor needed to be changed to enable physical functionality and to gain sufficient thermal transmittance value. Because of the attic floor repairs, the original building project was extended majorly in comparison to the original repair plans.

Keywords: energy regulations, insulation, humidity control

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
1 JOHDANTO	6
2 KORJAUSRAKENTAMINEN	7
2.1 Korjausrakentamista koskevat energiamääräykset	7
2.2 Korjaus- ja muutostöiden lupa-asiat	9
2.2.1 Rakennuslupa	10
2.2.2 Toimenpidelupa	10
2.2.3 Purkamislupa	11
3 KORJAUSRAKENTAMISEN KOSTEUDEN HALLINTA	12
3.1 Vesisade	12
3.2 Rakennuskosteus	13
4 PETÄJÄKUJAN KORJAUSKOHDE	15
4.1 Ulkoseinärakenteet	17
4.1.1 Ulkoseinärakenteen suunnitelmat ja muutokset rakennuksen alkuperäisellä osalla	17
4.1.2 Ulkoseinärakenteen suunnitelmat ja muutokset 1974 rakennetussa laajennusosassa	20
4.2 Ulkoseinän ja perustuksen liittymäkohta vanhalla osalla	22
4.3 Yläpohjarakenteet	26
4.3.1 Vanhan osan yläpohjarakenne	26
4.3.2 Uudemman osan yläpohjarakenteet	30
5 POHDINTA	35
LÄHTEET	37
Liite 1 DOF-Lämpö-ohjelma raportti	
Liite 2 Selvitys korjaustoimista (liite lupahakemukseen)	
Liite 3 Uudet rakennepiirustukset	
Liite 4 Uusien rakenteiden U-arvot	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä seurataan kosteusvaurioituneen pientalon korjaustöiden toteuttamista. Työn tilaaja on yksityishenkilö, jonka omakotitalossa on esiintynyt laajoja kosteus- ja homevaurioita. Kohde on Oulussa sijaitseva, 1940-luvulla rakennettu kaksikerroksinen omakotitalo, johon on tehty laajennus vuonna 1977. Työn tilaaja on teettänyt aikaisemmin rakennuksesta kuntoarvion ja korjaussuunnitelman, josta on tehty opinnäytetyö keväällä 2015. Korjauskohteessa työn toteuttamisesta vastaa Oulun Aikuiskoulutuskeskus Oy. Rakennuksen korjausvaiheessa on tullut esille erilaisia ongelmakohtia, joihin tilaaja haluaa toimivat ratkaisumallit sekä dokumentoinnin muutoksista.

Työn keskeisenä tavoitteena on raportoida korjaustöiden edetessä tulevia ongelmatilanteita ja varmistaa muutettavien rakenneratkaisujen toiminta. Lisäksi työssä pyritään selvittämään mahdollisia muuttujia ja ennalta-arvaamattomia seikkoja, joita korjaustöiden etenemisen myötä tulee esille.

Opinnäytetyössä tutustutaan kohteen aiempiin korjaussuunnitelmiin sekä perehdytään korjausrakentamista koskeviin määräyksiin ja ohjeisiin. Tämän jälkeen pyritään esittämään muuttuneen tilanteen mukaiset toimivat ja järkevät rakenteelliset ratkaisut rakennuksen eri rakenneosille. Uudet rakenteet tarkistetaan myös niiden lämmönläpäisykertoimien osalta ja varmistetaan, että ne noudattavat nykyisiä energiamääräyksiä.

2 KORJAUSRAKENTAMINEN

Korjausrakentamisella tarkoitetaan rakennukseen tehtäviä toimenpiteitä, joiden avulla tiloja parannetaan käyttötarkoituksilleen sopivammaksi ja rakenteita paremmin nykytarpeita vastaaviksi. Lisäksi tavoitteena on myös vikojen poistaminen ja vanhoissa rakennuksissa kulttuurihistoriallinen säilyttäminen. (1, s. 30.)

Korjausrakentaminen voidaan toteuttaa kolmella eri tapaa. Kunnossapidon tavoitteena on vikojen ja kuluneisuuden poistaminen, kun taas perusparannuksella tarkoitetaan tilojen muuttamista käyttötarkoitustaan vastaavaksi. Kun korjataan vanhoja, kulttuurihistoriallisesti arvokkaita rakennuksia, joissa halutaan säilyttää rakennus mahdollisimman alkuperäisenä, käytetään nimitystä restaurointi eli entisöinti. (1, s. 30.)

Yleisimpiä syitä pientalojen korjausrakentamiseen ryhtymiseksi ovat laatu- ja varustetason parantaminen, kuluneiden rakennusosien uusiminen sekä energiatehokkuuden parantaminen. Lisäksi rakennesuunnittelussa sekä käyttöaikana tehdyt virheet nopeuttavat korjaustarvetta. (1, s. 30- 33.)

2.1 Korjausrakentamista koskevat energiamääräykset

Ympäristöministeriö antoi 27.2.2013 asetuksen 4/13, jonka mukaan laajoissa rakennuksen korjaus- tai muutostöissä on huomioitava energiatehokkuuden parantaminen. Energiatehokkuudelle on määritelty vähimmäisvaatimukset, kun kyseessä on kohde, jonka korjaaminen vaatii toimenpide- tai rakennusluvan. Lisäksi energiamääräykset tulee huomioida tilojen käyttötarkoitusta muutettaessa. (2, s. 2.)

Uudet määräykset eivät koske suojeltuja tai alle 50 m²:n rakennuksia eivätkä myöskään kesäaikaiseen käyttöön tarkoitettuja loma-asuntoja. Lisäksi ne eivät koske uskonnolliseen toimintaan tai hartauden harjoittamiseen käytettäviä rakennuksia. Määräykset eivät koske myöskään kasvihuoneita sekä tietyn tyyppisiä tuotantolaitoksia, joissa esimerkiksi liiallisella lämmöneristämällä sisälämpötila nousisi haitallisen suureksi tai jäähdytysenergian tarve kasvaisi oleelli-

sesti. Lisäksi energiatehokkuuden parantamiseen on mahdollista hakea vapautusta, jos se ei ole teknisesti, taloudellisesti tai toiminnallisesti toteutettavissa. (2, s. 1.)

Käytännössä korjaushankkeeseen ryhtyvällä on mahdollisuus valita kolmesta eri vaihtoehdosta, miten hän lähtee energiatehokkuutta parantamaan säädöksiä noudattaen. Näitä vaihtoehtoja ovat energiatehokkuuden parantaminen rakennusosakohtaisesti, energiatehokkuuden parantaminen standardikäyttöön perustuvaa energiankulutusta pienentämällä ja energiatehokkuuden parantaminen E-lukua pienentämällä. (2, s. 2; 7.)

Energiatehokkuuden parantaminen rakennusosakohtaisesti

Rakennuksen energiatehokkuutta rakennusosakohtaisesti parannettaessa ulkoseinä- ja yläpohjarakenteen U-arvo tulee puolittaa alkuperäisestä, mutta enimmäisvaatimus on kuitenkin ulkoseinä- ja yläpohjarakenteella $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ja yläpohjarakenteella $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Lisäksi rakennuksen käyttötarkoitusta muutettaessa ulkoseinä- ja yläpohjarakenteen alkuperäiset U-arvot on puolitettava ja vähimmäisvaatimuksena on asetettu molemmille rakenteille $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. (2, s. 2.)

Lisäksi uusien ikkunoiden ja ulko-oven U-arvon tulee olla vähintään $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Vanhoja ikkunoita ja ulko-ovia korjattaessa on lämmönpitävyyttä parannettava mahdollisuuksien mukaan. Alapohjan energiatehokkuutta tulee parantaa myös mahdollisuuksien mukaan. (2, s. 2.)

Energiatehokkuuden parantaminen standardikäyttöön perustuvaa energiankulutusta pienentämällä

Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuvat rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa energiankulutusta pienentämällä, tulee energiankulutuksen olla pientaloissa alle 180 kWh neliötä kohden. (2, s. 3.)

Energiatehokkuuden parantaminen E-lukua pienentämällä

Kun rakennuksen energiatehokkuutta parannetaan rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa kokonaisenergiankulutusta (E-luku, kWh/m^2) pienentämällä, on

pien-, rivi- ja ketjutaloilla vaaditun E-luvun oltava vähintään 0,8 x laskettu E-luku. (2, s. 3.)

Teknisten järjestelmien vaatimukset

Lisäksi rakennuksen teknisiä järjestelmiä uusittaessa, uudistettaessa tai peruskorjattaessa määrittää asetus seuraavat vaatimukset:

- Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta tulee ottaa lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä eli lämmön talteenoton vuosihyötysuhteen on oltava vähintään 45 %.
- Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähkötehon enimmäismääräksi sallitaan korkeintaan 2,0 kW/(m³/s).
- Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähkötehon enimmäismääräksi sallitaan korkeintaan 1,0 kW/(m³/s).
- Ilmastointijärjestelmän ominaissähkötehon enimmäismääräksi sallitaan korkeintaan 2,5 kW/(m³/s).
- Lämmitysjärjestelmien hyötysuhdetta tulee parantaa mahdollisuuksien mukaan, kun uusitaan laitteita ja järjestelmiä.
- Vesi- ja/tai viemärijärjestelmien uusimiseen sovelletaan uudisrakentamista koskevia säädöksiä. (2, s. 2-3.)

2.2 Korjaus- ja muutostöiden lupa-asiat

Rakennuksen korjaus- ja muutostöihin tarvitaan yleensä rakennus- tai toimenpidelupa. Rakennuksen korjaustöiden laajuus, ohjauksen ja valvonnan tarve, sekä ympäristövaikutukset määrittelevät sen, sovelletaanko rakennustöissä rakennus- vai toimenpidelupaa. Yleensä tarvittavan luvan päättämisestä vastaa ensivaiheessa rakennusvalvontaviranomainen. Korjaus- ja muutostöissä tulee ottaa huomioon rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet sekä rakennuksen muuttamisen soveltuvuus aiottuun käyttöön. (3, s. 6.)

2.2.1 Rakennuslupa

Rakennuslupa tarvitaan sellaisiin korjaus- ja muutostöihin, jotka ovat verrattavissa rakennuksen rakentamiseen, laajentamiseen sekä kerrosalan kasvattamiseen. Energiatehokkuuteen vaikuttaviin seikkoihin puututtaessa vaaditaan myös rakennuslupa. Lisäksi rakennuslupa on hankittava, jos korjausrakentaminen vaikuttaa käyttäjien turvallisuuteen tai terveydellisiin oloihin, esimerkiksi märkätilojen rakentaminen. Myös rakennuksen tai sen osan käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä edellytetään rakennuslupaa, esimerkiksi loma-asunnon muuttamista pysyvään asumiseen. (3, s. 6; 5.)

Muutostöiden johdosta tapahtuvat rakenteelliset muutokset on päivitettävä rakennusvalvontaan ennen lopputarkastusta. (4.)

2.2.2 Toimenpidelupa

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan toimenpidelupa tarvitaan, kun rakennuksen tilajärjestelyä tai ulkoasua muutetaan. Lisäksi toimenpidelupa vaaditaan sellaisten rakennelmien tai pystytyksien, joita ei kuitenkaan pidetä varsinaisesti rakennuksina, sijoittamiseen tai pystyttämiseen. (3, s. 8; 6.)

Lisäksi toimenpidelupa tarvitaan rakennuksen julkisivua muutettaessa tai jos rakennusosa tai tekninen järjestelmä vaihdetaan siten, että sillä voidaan vaikuttaa merkittävästi rakennuksen energiaterveysvaikutukseen. Tällaisiin toimenpiteisiin laskeetaan kuuluvaksi muun muassa ikkunoiden uusiminen, ilmanvaihtokoneen uusiminen tai ilmalämpöpumpun asentaminen. Merkittävänä julkisivuun vaikuttavina toimenpiteinä voidaan pitää esimerkiksi vesikaton tai ulkoverhouksen värityksen muuttamista ja niiden materiaalien vaihtamista. (3, s. 8; 6.)

Korjaustöihin ryhtyvän tulee täyttää Selvitys korjaustoimista -liite. Siinä ilmoitetaan tapa, jolla rakennustyöt aiotaan toteuttaa annettuja energiamääräyksiä noudattaen. (7.)

2.2.3 Purkamislupa

Korjaus- ja muutostöissä tulee usein eteen tilanteita, joissa uusien rakennusten tai niiden osien tilalta joudutaan purkamaan pois vanhoja rakenteita, tai jopa kokonaisia rakennuksia. Tällöin tarvitaan usein purkamislupa. (8.)

Maankäyttö- ja rakennuslain 127§:n mukaan rakennusta tai sen osaa ei saa purkaa asemakaava- tai rakennuskieltoalueella ilman lupaa. Lisäksi lupa tarvitaan, mikäli yleiskaavassa niin määrätään. (8.)

Sen sijaan lupaa ei tarvita, jos voimassa oleva rakennusluvan toteuttaminen vaatii vanhan rakennuksen purkamista. Rakennushistoriallisesti merkityksettömän talousrakennuksen purkaminen ei edellytä myöskään purkamislupaa. (8.)

Huomioitavaa kuitenkin on, että rakennuksen tai sen osan purkamisesta on kuitenkin ilmoitettava rakennusvalvontaviranomaiselle 30 päivää ennen purkamistyöhön ryhtymistä, vaikka purkamiseen ei tarvittaisikaan lupaa. Ilmoitus tehdään erillisellä purkamisilmoituksella. (8.)

3 KORJAUSRAKENTAMISEN KOSTEUDEN HALLINTA

Korjausrakentamisen aikana rakenteisiin saattaa muodostua kosteutta useista eri lähteistä. Tyypillisimpiä kosteuden aiheuttajia ovat sääolosuhteet sekä rakennuskosteus. (9, s. 2.)

3.1 Vesisade

Sadevesi aiheuttaa usein ongelmia sellaisiin paikkoihin, joihin se pääsee tunkeutumaan, eikä poistumisesta ole huolehdittu riittävästi. Tällaisia paikkoja ovat esimerkiksi yläpohjan eristekerros sekä ulkoseinärakenne. Sadevesi saattaa päästä tunkeutumaan yläpohjaan suoraan vesikaton kautta, mikäli se on vaurioitunut, tai läpivientien tiivistykset ovat puutteelliset. Tuulisella säällä sadevesi saattaa kulkea myös vesikatetta pitkin ylöspäin, jolloin se pääsee tunkeutumaan rakenteisiin ylös nostojen kautta. Erityisesti myös viistosade sekä sen roiskevedet voivat tunkeutua ulkoseinärakenteeseen räystäiden tuuletusrakojen ja ikkunapellityksien kautta. (9, s. 2-3.)

Vesikaton korjaustöihin ryhdyttäessä tulee huolehtia riittävästä kattokaltevuudesta, jolloin vesi pääsee virtaamaan pois materiaalin pinnalta. Lisäksi tulee huolehtia pintamateriaalin ja saumojen kunnosta sekä tehdä läpivientien tiivistykset huolellisesti. Viistosateen aiheuttamilta ongelmilta voidaan välttyä asentamalla myrskypeltti tuuletusrakojen alapintaan sekä johtamalla sadevedet pois rakennuksen viereltä riittäväällä maan pinnan kallistuksella. (9, s. 2-3.)

Jotta kosteusongelmilta välttyttäisiin ulkoseinärakenteessa, tulee vanhoja rakenteita korjattaessa huolehtia riittävän suuri tuuletusrako ulkoverhouksen ja tuulensuojalevyn väliin. Lisäksi tulee panostaa ikkunoiden ja ulkoseinän liitoskoh-tien tiiveyteen, muun muassa pellityksien sekä niiden kallistuksien osalta. Seinärakenteeseen tunkeutuneen veden poisjohtaminen ikkunoiden yläpuolelta tulee huolehtia asentamalla ikkunan yläpuolelle poistopeltti. (1, s. 89.)

3.2 Rakennuskosteus

Rakennuskosteudella tarkoitetaan kosteutta, joka on tullut rakenteeseen rakennustyön tai materiaalin varastoinnin ja kuljetuksen aikana. Korjauskohteet ovat usein alttiita erilaisille säärasituksille, joten rakennusmateriaalien sekä rakennusvaiheessa olevien rakenteiden suojaaminen ovat olennainen osa rakennusaikaista kosteudenhallintaa. (10, s. 130.)

Korjausrakentamisen ajankohdalla voidaan vaikuttaa merkittävästi rakennusai- kaiseen kosteudenhallintaan. Kevättalvella ja alkukesällä ulkoilma on kuivaa, joten rakenteiden kuivattaminen on silloin edullista, koska tuulettaminen on hel- poa ja rakenteet kuivuvat nopeasti, vaikka rakennuskosteutta esiintyisikin pal- jon. Sen sijaan syyskesällä ulkoilman kosteus on usein korkea, joten silloin tuu- lettaminen ei auta paljoa rakenteiden kuivumiseen. Talvella rakennekosteuden poistamisesta huolehditaan laittamalla isot aukot umpeen väliaikaisesti, esimer- kiksi eriste-elementeillä, jolloin sisälämpötila saadaan pysymään haluttuna. Aukkoja umpeen laittaessa on kuitenkin huolehdittava, että myös ilmanvaihto toteutuu rakennuksen sisällä. Yleensä sopiva määrä on 1-2 kertaa tunnissa. Se toteutetaan jättämällä pieniä aukkoja esimerkiksi väliaikaisten ovien ja karmien väliin. (10, s. 130–131.)

Materiaalien suojaamiseen tulee kiinnittää huomiota koko projektin aikana, eikä materiaaleja saa päästää kastumaan missään vaiheessa rakennustöitä. Teh- taalla materiaalit tulee suojata riittävän hyvin ja tavaroiden kuljetuksen on tapah- duttava suojattuna. Lisäksi työmaalla on huolehdittava, että välivarastointi ta- pahtuu sääsuojissa tai muuten suojattuna. Rakennusaikana rakenteiden kui- vana pysymisestä on huolehdittava niin kauan, että vesikate ja rakennuksen vaippa ovat valmiina. (10, s. 130.)

Erilaiset työmenetelmät lisäävät myös rakennuksen sisäpuolista kosteutta. Eri- tyisesti betonirakenteista poistuva vesi lisää rakennuksen sisäpuolista kosteus- rasitusta. Betonin kuivumiseen on varattava riittävästi aikaa ennen pintojen päällystämistä, koska betonista haihtuva kosteus aiheuttaa muun muassa pin- noitteiden irtoamista sekä altistaa myös alasidepuut erilaisille kosteusvaurioille. (10, s. 132.)

Rakennuskosteuden hallitsemiseksi rakenteita ei saa laittaa umpeen liian nopeasti, vaan kosteuden on annettava poistua rauhassa. Kosteuden poistumista voidaan auttaa pitämällä rakennuksen sisälämpötila yli 15 celsiusasteen ja ilman suhteellisen kosteuden tulee olla alle 70 %, tavoitteena 50 %. Nestekaasulämmittimiä käytettäessä on hyvä huomioida myös sen aiheuttama kosteusrasitus, koska palaessaan 1 kg kaasua tuottaa 1,6 kg vettä, joten rakennuksen sisäpuolinen kosteus saattaa nousta oleellisesti. (10, s. 130.)

4 PETÄJÄKUJAN KORJAUSKOHDE

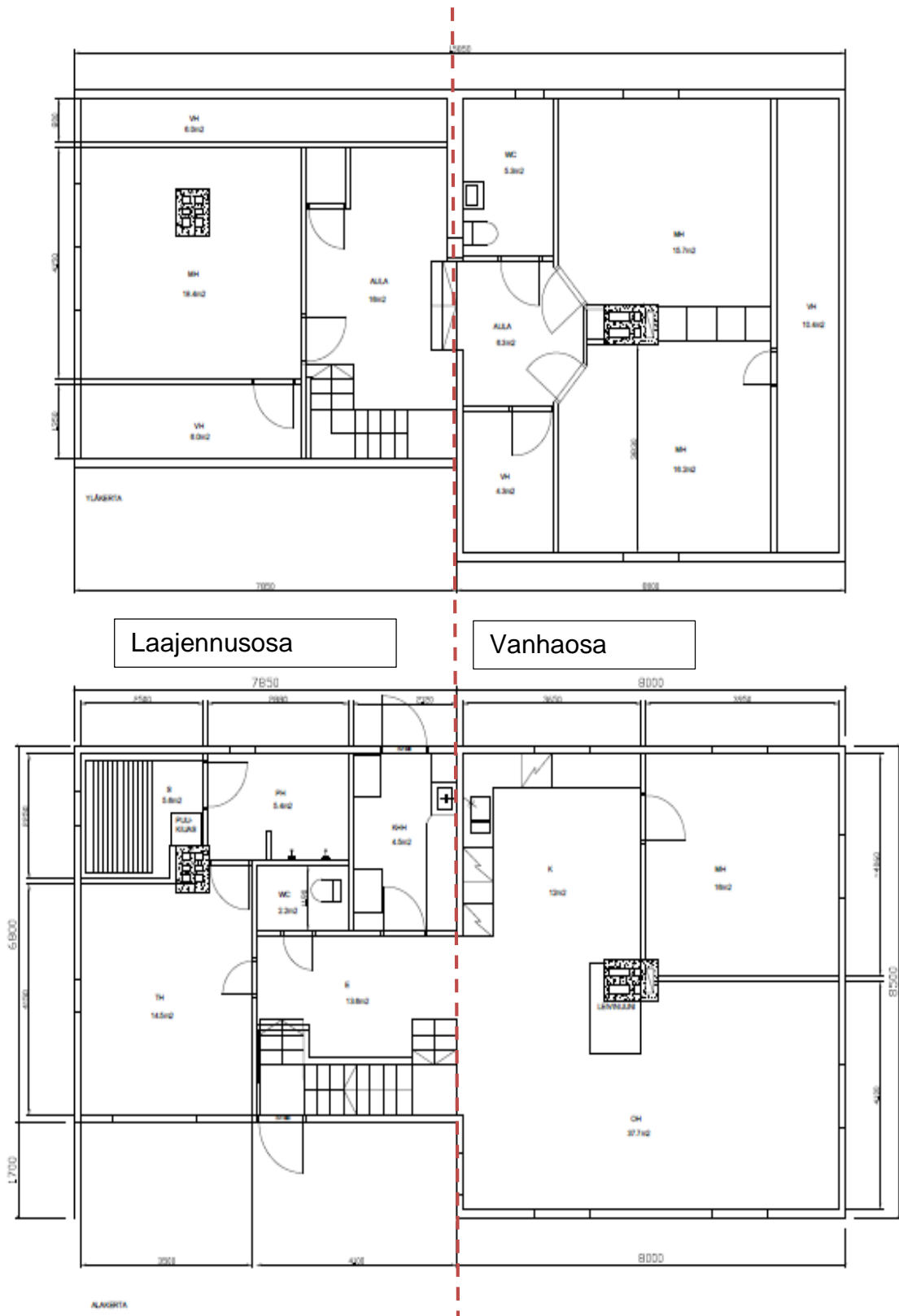
Opinnäytetyössä tarkasteltava korjauskohde on Oulussa sijaitseva 1940-luvulla rakennettu kaksikerroksinen omakotitalo, johon on tehty laajennus vuonna 1977. Asuinpinta-alaa rakennuksessa on noin 165 m². Lisäksi talon vanhalla osalla on ollut parin neliön kellaritila, joka meneillään olevassa korjauksessa on poistettu käytöstä. Rakennuksen nykyinen omistaja on ostanut talon kesällä 2013, jolloin talosta on paljastunut laajoja kosteus- ja homevaurioita. Nykyinen omistaja on halunnut, että talon vauriot korjattaisiin ja korjausmenetelminä käytettäisiin nykyaikaisia rakenneratkaisuja. (11, s.8.)

Kohteeseen on tehty päättötyönä vuonna 2015 laadittu kuntoarvio sekä korjaussuunnitelma, joka toimii myös tämän työn lähteenä. Korjaussuunnitelmia jouduttiin muuttamaan muun muassa siksi, että rakentamisvaiheessa esiintyi alkupe-
räisten rakenneratkaisujen toteuttamisessa ongelmia. (11.)

Kuvassa 2 on esitetty korjauskohde sekä kuvassa 3 pohjapiirustukset koh-
teesta. (14.)



KUVA 2. Korjauskohde (14)



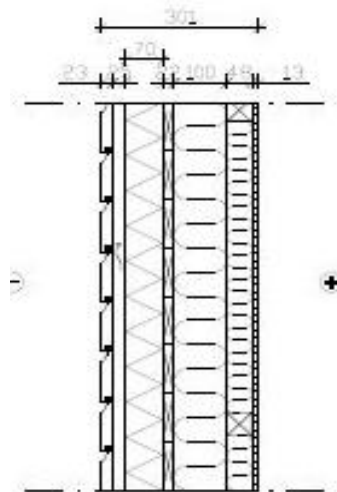
KUVA 3. Korjauskohteen pohjapiirustus

4.1 Ulkoseinärakenteet

Alkuperäisten korjaussuunnitelmien mukaan ulkoseinärakenteet tuli purkaa paljaalle pinnalle ja vanhat sahanpurut poistaa kokonaan. Vanhojen eristeiden tilalle tuli ruiskuttaa Ekovillan SE-lämmöneristettä, jotta eristekerroksesta tulisi tasalaatuinen. Lisäksi vaurioituneet osat tuli vaihtaa, tai jos kyseessä on pieni pinnallinen vaurio, riittää mekaaninen puhdistus esimerkiksi hiomalla. Ulkoseinille suunnitellut uudet rakenteet esitetään luvuissa 4.1.1 ja 4.1.2. (11, s. 59.)

4.1.1 Ulkoseinärakenteen suunnitelmat ja muutokset rakennuksen alkuperäisellä osalla

Ulkoseinärakenteeksi rakennuksen vanhalla puolen oli suunniteltu kuvassa 4 esitetty rakenne. (11, s. 60.)



- Ulkoverhouslauta min. vahvuus 23mm
- Tuuletusväli 25mm
- RKL-31 fasad 70mm, Lambda Declared 0.031 W/mK
- Vinolaudoitus 22mm
- Runko + villa 100mm Lambda Declared 0.039 W/mK
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Vaakakoolaus 48*48 + villa 50mm Lambda 0,040W/mK
- Sisäverhouslevy 13mm gyproc

KUVA 4. Alkuperäisten suunnitelmien mukainen vanhan puolen seinärakenne (11, s. 60)

Rakennusvaiheessa suunnitelmista poikettiin asentamalla seinärakenteen höyrynsulkumuovin tilalle Ekovilla X5 –ilmansulkupaperi. Lisäksi Isover RKL-31 Facade -tuulensuojaeristeen paksuudeksi vaihdettiin 75 mm. Alapohjasta tuleva höyrynsulkumuovi nostettiin 150 mm seinärakennetta pitkin ylöspäin, jossa se limitettiin ilmansulkupaperin kanssa. Tiiviin liitoskohdan varmistamiseksi ilmansulkupaperin ja höyrynsulkumuovin reunat limitettiin 150 mm, minkä jälkeen muovi ja paperi liimattiin yhteen SikaBond T2 -elastisella voimaliimalla. Jatkoskohdat tiivistettiin koolauspuihin ja runkotolpan väliin ruuvaamalla. Lopuksi paperin ja höyrynsulkumuovin saumakohdat teipattiin vielä Rakonor Sitko -höyrynsulkuteipillä.

Ekovilla X5 -ilmansulkupaperin vaihtamiseen päädyttiin, koska se on hengittävämpi rakenne kuin alkuperäisen suunnitelmien mukainen höyrynsulkumuovi. Ilmansulkupaperi mahdollistaa näin rakenteen paremman kuivumisen molempiin suuntiin. Lisäksi ilmansulkupaperi vastaa hyvin käyttötarkoitustaan, koska se soveltuu hygroskooppeiden eristeiden ilmasuluksi. Seinärakenteen eristeeksi ruiskutettiin 100 mm puhallettavaa Ekovillan SE-lämmöneriste. (12; 13, s. 3)

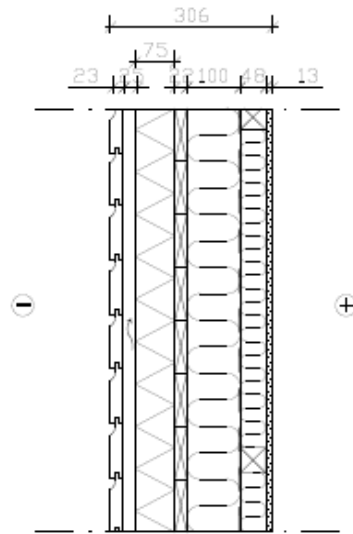
Isover RKL-31 Facade -tuulensuojaeristeen paksuuden vaihto johtui siitä, ettei tavarantoimittajalla ei ollut rakentamisen ajankohtana varastossa RKL-31 Facadea 70 mm:n paksuisena. Tämän seurauksena seinärakenteen kokonaisvahvuus kasvoi ainoastaan 5 mm ulospäin ja rakenteen U-arvo parani 0,001 W/m²K. Uuden seinärakenteen U-arvoksi tuli muutoksen vuoksi 0,169 W/m²K, joka vastaa uudisrakentamisessa käytettävää nykyaikaisten energiamääräysten mukaista rakennetta.

Seinärakenne tarkastettiin uuden rakenteen osalta myös DOF-lämpö-ohjelmalla, jonka mukaan kosteuden tiivistymistä haitallisille alueille ei tapahtuisi Oulun leveyspiirillä. Lisäeristyksen kanssa seinärakenteessa on kondenssivaara vain ääriolosuhteissa, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että ulkolämpötilan ja sisälämpötilan eron tulisi olla 52 °C ja sisäpuolinen RH 50 %. Käytännössä tämä tilanne ei ole mahdollinen, jos ilmanvaihto on kunnossa. (Liite 1.)

Uusi seinärakenne täyttää energiatehokkuuden rakennusosakohtaisesti parantaen määräykset, koska alkuperäisen seinärakenteen U-arvo oli 0,42W/m²K ja

se täytyi puolittaa. Huomioitava kuitenkin on, että enimmäismääräksi on määrätty 0,17W/m²K. 0,21W/m²K tulee siis vaatimukseksi tässä rakenteessa. Uusien suunnitelmien mukaisen seinärakenteen U-arvoksi tuli rakennuksen alkuperäisellä osalla muutoksen johdosta 0,169 W/m²K.

Kuvassa 5 on esitetty muutostöiden mukainen uusi seinärakenne rakennuksen vanhalla puolella.



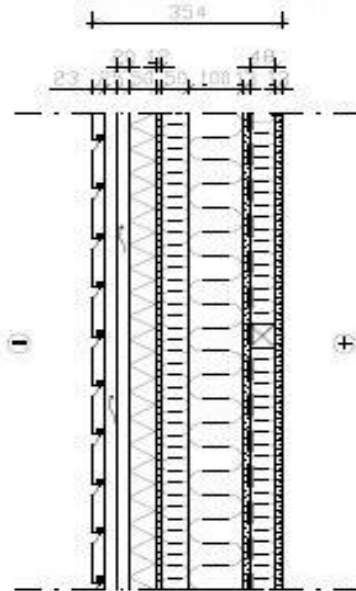
- Ulkoverhouslauta min. vahvuus 23mm
- Tuuletusväli 25mm
- RKL-31 fasad 75mm, Lambda Declared 0.031 W/mK
- Vinolaudoitus 22mm
- Runko + villa 100mm Lambda Declared 0.04 W/mK
- Ilmansulkupaperi 0,2mm
- Vaakakoolaus 48*48 + villa 50mm Lambda 0.04 W/mK
- Sisäverhouslevy 13mm gyproc

U-arvo 0,169 W/m²K

KUVA 5. Muutostöiden mukainen, vanhan puolen uusi seinärakenne

4.1.2 Ulkoseinärakenteen suunnitelmat ja muutokset 1974 rakennetussa laajennusosassa

Alkuperäisen suunnitelmien mukaan uudeksi ulkoseinärakenteeksi rakennuksen laajennuspuolella oli suunniteltu kuvassa 6 esitetty rakenne. (11, s. 63.)



- Ulkoverhouslauta min. vahvuus 23mm
- Tuuletusväli 25mm
- RKL-31 fasad 50mm, Lambda Declared 0.031 W/mK
- Vanha tuulensuojalevy 12mm, Lambda 0,055 W/mK
- Vaakakoolaus + villa 50mm, Lambda 0.039 W/mK
- Runko + villa 100mm Lambda 0.039 W/mK
- Kipsilevy 13mm rungon jäykistykseksi
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Vaakakoolaus 48*48 + villa,50mm Lambda 0.040 W/mK
- Sisäverhouslevy 13mm gyproc

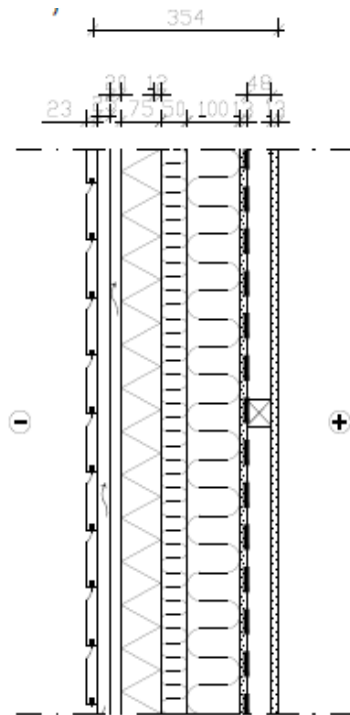
- U-arvo 0,167 W/m2K

KUVA 6. Alkuperäisten suunnitelmien mukainen laajennusosan seinärakenne (11, s. 63)

Rakennusvaiheessa laajennusosan 50 mm:n RKL-31 Facade -tuulensuojaeriste vaihdettiin 75 mm:n paksuiseksi ja vanha tuulensuojalevy purettiin pois. Lisäksi höyrynsulkumuovi vaihdettiin myös uudemmalla osalla Ekovilla X5 -ilmansulkupaperiksi. Kustannussyistä tilaaja halusi jättää alkuperäisten suunnitelmien mu-

kaisen sisäpuolisen 50 mm:n eristeen asentamatta paikoilleen. Tuulensuojaeristeen vaihtamisen seurauksena seinärakenteen vahvuus kasvoi alkuperäisiin suunnitelmiin verrattuna vielä 13 mm ja lämmönläpäisykerroin, eli U-arvo parani aikaisempiin suunnitelmiin verrattuna 0,03 W/m²K.

Uusi seinärakenne täyttää energiatehokkuuden rakennusosakohtaisesti parantaen määräykset, koska alkuperäisen seinärakenteen U-arvo 0,33 W/m²K täytyi puolittaa. Huomioitava kuitenkin on, että enimmäismääräksi on määrätty 0,17 W/m²K. Uusien suunnitelmien mukaisen seinärakenteen U-arvoksi tuli muutoksen johdosta 0,164 W/m²K. Kuvassa 7 on esitetty uusi ulkoseinärakenne laajennusosalla.



- Ulkoverhouslauta min. vahvuus 23mm
- Tuuletusväli 25mm
- RKL-31 fasad 75mm, Lambda Declared 0.031 W/mK
- Vaakakoolaus + villa 50mm, Lambda 0.04 W/mK
- Runko + villa 100mm Lambda 0.04 W/mK
- Kipsilevy 13mm rungon jäykistykseksi
- Ilmansulkupaperi 0,2mm
- Vaakakoolaus 48*48
- Sisäverhouslevy 13mm gyproc

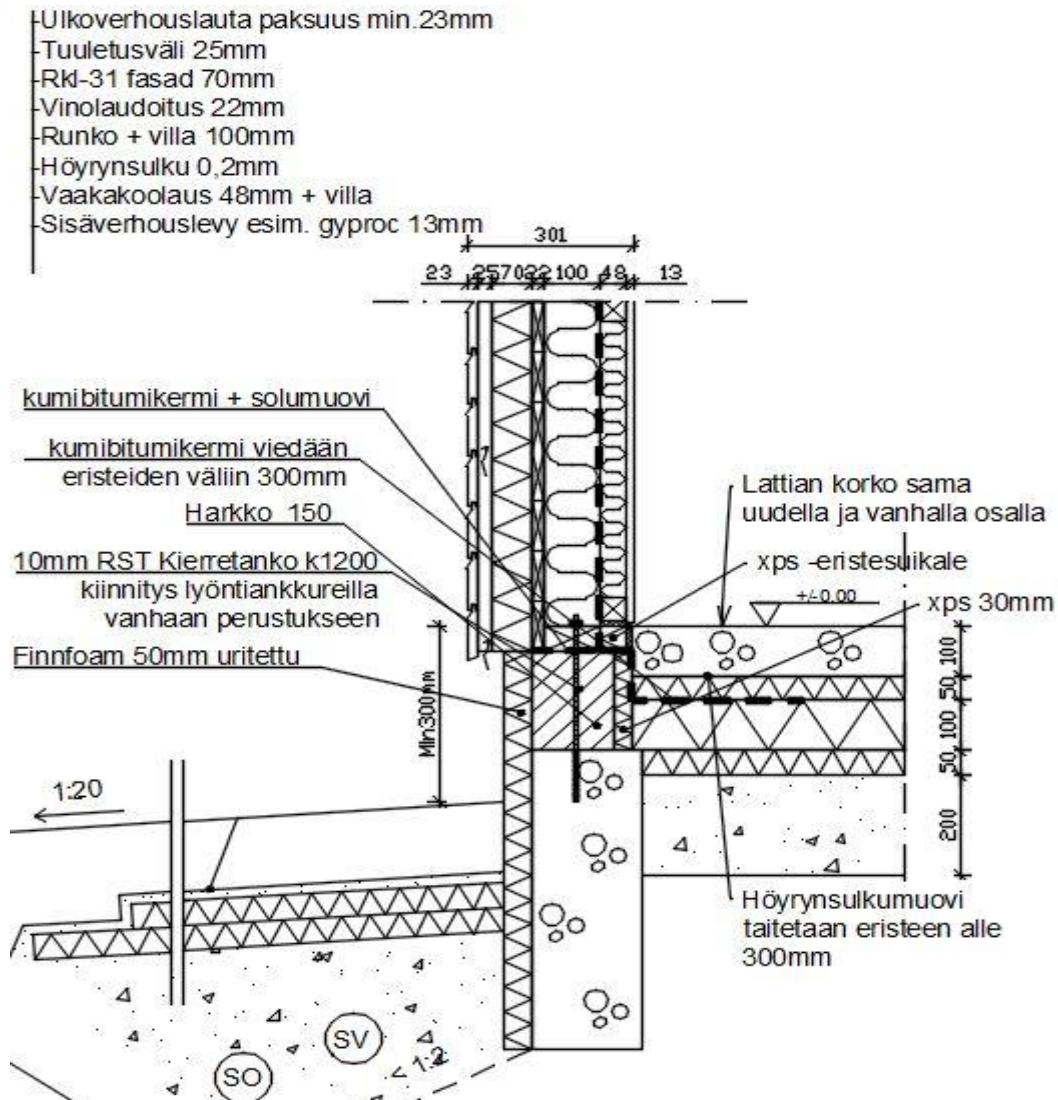
- U-arvo 0,164 W/m²K

KUVA 7. Muutostöiden mukainen, laajennuspuolen uusi seinärakenne

4.2 Ulkoseinän ja perustuksen liittymäkohta vanhalla osalla

Alkuperäisten suunnitelmien mukaan talon perustuksia tuli korottaa uusien alapohjien ja kivijalan mataluudesta johtuvien sisätilojen korkeuserojen vuoksi. Korottaminen tapahtui ns. kengittämällä talo, eli vanhan sokkelin päälle muurattiin 200 mm kevytsoraharkkorakenne. Tämän perustuksen yläpuolelle asennettiin bitumikermi ehkäisemään kosteuden nousu seinärakenteeseen. Alasidepuun

kiinnitys vanhaan betonisokkeliin tapahtui asentamalla 1200 mm:n välein si-
säkierteisiä lyöntiankkureita. Kuvassa 8 on esitetty alkuperäisten suunnitelmien
mukainen perustusleikkaus rakennuksen vanhalla osalla. (11, s. 56-58.)



KUVA 8. Alkuperäisten suunnitelmien mukainen perustusleikkaus (11, s. 58)

Rakentamisvaiheessa marraskuussa 2015 tilaaja huomasi epämiellyttävää ha-
jua, jonka hän paikallisti tulevaksi XPS-eristesuikaleen ja höyrynsulkumuovin
välistä. Asiaa ryhdyttiin tutkimaan. Tutkimisen seurauksena havaittiin, että XPS-
lämmöneristesuikaleen alapinnan ja höyrynsulkumuovin väliin sisäpuolella sekä
alasidepuun ja XPS-lämmöneristesuikaleen välissä kulkevan höyrynsulku-

muovin ulkopintaan muodostui marraskuussa kosteutta, joka esiintyi rakenteessa helmeilevinä vesipisaroina ja tammikuun alussa ulkopinnassa kuurana. Kuuran havaitsemisajankohta oli tammikuun alkupuoli 2016, jolloin Oulussa oli lähes 20 °C pakkasta ja rakennuksen sisälämpötila oli n. 14 °C, joten muovin ulkopinnassa oleva kosteus muuttui kuuraksi.

Kosteuden tiivistyminen höyrynsulkumuovin sisä- ja ulkopintaan johtui kahdesta eri syystä. Todennäköisesti kosteuden tiivistyminen höyrynsulkumuovin sisäpintaan johtui betonivalujen seurauksena haihtuvasta kosteudesta. Lisäksi muu rakennusaikana tuotettu kosteus lisäsi sisäilman kosteutta, joka tiivistyi muovin pintaan ja valui alaspäin alasidepuulle asti. Ekovillan märkäpuhalluksena toteutettu seinärakenteiden eristäminen toi todennäköisesti seinärakenteeseen lisäkosteutta, joka haihtumisen seurauksena tiivistyi höyrynsulkumuovin ulkopintaan.

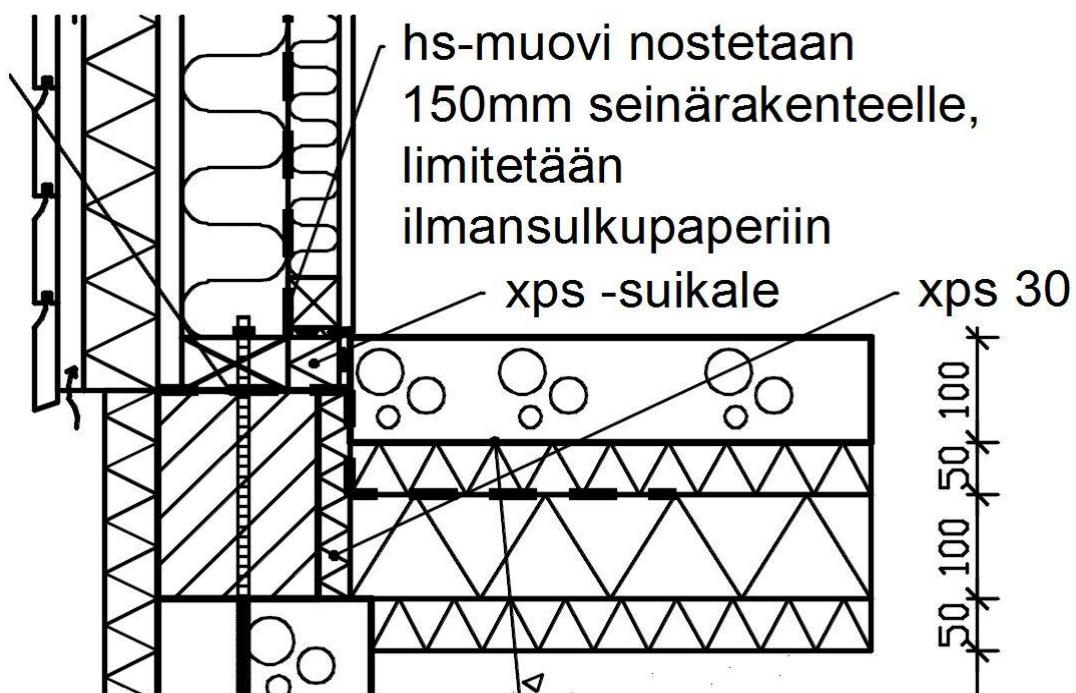
Kosteuden tiivistymiin on todennäköisesti vaikuttanut se, että seinärakenne on laitettu märkäpuhalluksen jälkeen liian nopeasti umpeen, jolloin kosteus on jäänyt muovin ulkopintaan ja aiheuttanut täten kosteuden tiivistymistä rakenteessa. Lisäksi rakennuksen sisäpuolisesta kosteudenhallinnasta ei ole huolehdittu riittävästi.

Asiasta keskusteltiin asiantuntijoiden kanssa ja kosteuden poistamiseksi rakennuksen sisälle asetettiin kaksi poistoilmahuuhtoa ilmanvaihdon lisäämiseksi. Lisäksi rakennuksen sisälämpötilaa nostettiin 17 °C:seen lattialämmityksen sekä erillisen lämpöpuhaltimen avulla.

Rakennuksen sisälle asetettiin myös kosteutta ja lämpötilaa mittaavat anturit, joiden lukemiksi saatiin vuorokauden mittaamisen jälkeen suhteellinen kosteus 24 % ja lämpötila 17 °C. Tällöin huoneilmassa oli 3,6 g vettä/m³, jolloin rakennuksessa oli tavanomaisen asumisen verran kosteutta. Ulkona oli samaan aikaan lämpötila -15 °C ja ilman suhteellinen kosteus oli noin 85 % ja ilmassa olevan kosteuden määrä 1,1 g.

Kosteusongelmien korjaamiseksi rakennuksen aukot päädyttiin sulkemaan tiiviisti, jotta varmistettaisiin sisäpuolisen kosteuden määrä ennen höyrynsulkumuovin sisäpuolisten rakenteiden tekoa. Kuivattamisen ajaksi XPS-eriste poistettiin urasta. Samalla päädyttiin ratkaisuun, että höyrynsulkumuovin sijoittuminen seinä- ja lattiarakenteen liitoskohdassa muutetaan kulkemaan XPS-eristeen ja sisäverhouslevyn välistä, jolloin alasidepuun aiheuttama kylmäsilta vaikutus höyrynsulkumuovin sisäpinnassa pieneni.

Höyrynsulkumuovi aukaistiin vaakasuunnassa koko ulkoseinien pituudelta, jotta toteutus olisi ollut mahdollista. Höyrynsulkumuovi liitettiin seinällä olevaan ilmansulkupaperiin liimaamalla sekä teippaamalla. Lisäksi saumakohtat tiivistettiin runkotolpan ja sisäpuolisen koolaustuun väliin. Kuvassa 9 on esitetty suunnitelmien muutoksesta johtuva uusi rakenne, jossa höyrynsulku muovi kulkee XPS-eristeen lämpimämmällä puolella.



KUVA 9. Muutostöiden jälkeinen perustusleikkaus

Toteuttamisen kannalta uusi rakenneratkaisu oli haastava, koska höyrynsulkumuovi tuli huomioida asennusvaiheessa riittävän löysälle, jotta sisäverhouskip-silevy voitiin myöhemmin kiinnittää paikoilleen sujuvasti. Lisäksi nurkkakohdissa höyrynsulkumuovi oli pingottuneena, jolloin XPS-eristeen asentaminen tiiviisti sokkelin sisäpuolisen eristeen (kuvassa 30 mm XPS-eristekaista) kanssa oli haasteellista. Sokkelin sisäpuolisen eristeen ja XPS-eristeen liitos varmistettiin liimaamalla XPS-eriste SikaBond-T2:lla kiinni alapuoliseen eristeeseen. XPS-kaista ympäröitiin polyuretaanivaahdolla, jolla varmistettiin sen tiivistyminen ympärillä oleviin rakenteisiin. Tämän jälkeen höyrynsulkumuovin ja alapohjalaatan liitoskohta tiivistettiin Sikaflex Chrystal Clearilla. Höyrynsulkumuovin ja seinän ilmansulkupaperin liitos liimattiin ensin SikaBond-T2:lla, minkä jälkeen liitos teipattiin vielä Rakonor Sitko -höyrynsulkuteipillä.

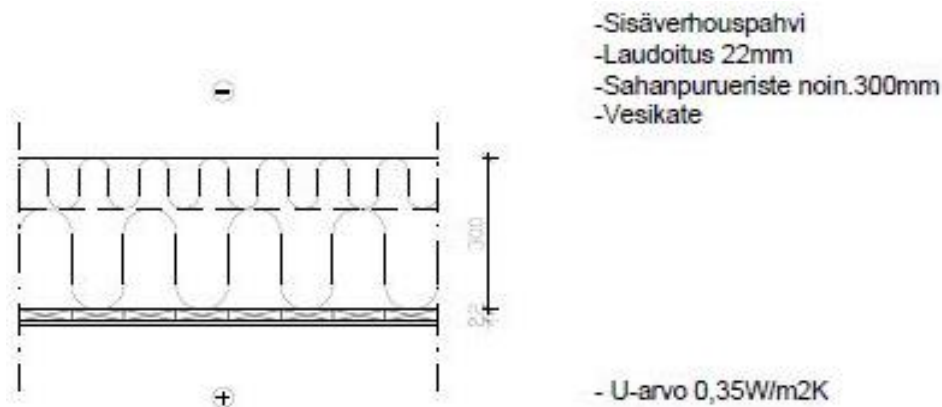
4.3 Yläpohjarakenteet

Yläpohjarakenteita ei ole päästy aikaisemmassa kuntoarviossa tutkimaan kunnolla, koska rakenteet olivat ummessa. Vasta vanhojen rakenteiden purkamisen yhteydessä päästiin näkemään rakenteet ja niiden toiminta paremmin. Tämän takia alkuperäiset suunnitelmat yläpohjarakenteiden osalta ovat suuntaa antavia.

Rakentamisvaiheessa yläpohjarakenteiden purkamisen yhteydessä paljastui laajoja rakennusteknisiä ongelmia koko rakennuksen osalta. Yläpohjan eristerrokset olivat vähäiset eikä vesikaton jäykisteiden rakentamisesta ollut huolehdittu riittävästi. Rakennuksen vanhalla osalla kattokannattajat olivat osittain pahoin lahonneet sekä laajennusosalla esiintyi myös yläpohjan tuulettamisen kannalta ongelmallisia rakenteita. Tämän seurauksena alkuperäisten suunnitelmien mukainen korjaustyön laajuus kasvoi huomattavasti.

4.3.1 Vanhan osan yläpohjarakenne

Kuvassa 10 on esitetty rakennuksen vanhan osan alkuperäinen yläpohjarakenne. (11.)



KUVA 10. Vanhan puolen alkuperäinen yläpohjarakenne (11)

Rakennuksen vanhemman osan yläpohjarakenteita purkaessa 22 mm:n laudoitus purettiin ja vanhat sahanpurueristeet poistettiin. Purkamisen yhteydessä havaittiin, että kattokannattajat olivat pahoin lahonneet ja katon vinojäykisteet puuttuivat. Tämän seurauksena rakennuksen vesikatto oli painunut osittain ja oli vaarassa sortua.

Korjaustöihin ryhdyttäessä rakennuksen yläkertaan rakennettiin yläpohjaa tukemaan pilari-palkki-rakenne alakerran kantavien seinien päälle. Pilarina käytettiin 98x98 liimapuuta ja palkkina 98x198 liimapuuta. Uuden jäykistävän rakenteen rakentamisen yhteydessä vesikattoa oikaistiin nostamalla sitä varovasti ylöspäin ja samalla rakennusta jouduttiin tukemaan. Vaurioituneet kattokannattajat poistettiin ja tilalle asennettiin uudet kattokannattajat 48x148 sahatavasta. Hyväkuntoisten, alkuperäisten kattokannattajien kylkeen ruuvattiin varmuudenvuoksi uudet kattokannattajat.

Tämän jälkeen rakennuksen vesikattoa alettiin purkaa ulkoapäin. Ensimmäiseksi kattopellit poistettiin, minkä jälkeen vanhat ruodelaudat purettiin pois. Alkuperäiseltä vesikatolta puuttui kokonaan aluskate, joten se lisättiin, minkä jälkeen uudet ruodelaudat ja pellit asennettiin paikoilleen.

Kun vesikatto oli uusittu, yläpohjapalkkien alapintaan asennettiin höyrynsulku-muovi ja yläpohjan suoralle osuudelle puhallettiin Ekovillan puhallusvillaa 600 mm:n vahvuisesti. Uuden yläpohjarakenteen U-arvoksi tuli 0,064 W/m²K, joten

se on huomattavasti vaadittua 0,09 W/m²K parempi. Hyvä lämmönläpäisykerroin selitty 600 mm:ä paksulla eristekerrokselle.

Kuvassa 11 on esitetty katon suoran osuuden uusi rakenne.



KUVA 11. Vanhan puolen uusi yläpohjarakenne katon suoralla osuudella

Vanhan osan päädyssä sijaitsevan vaatehuoneen yläpohjarakenteen eristämiseen käytettiin Kingspan Therma -eristeitä (entinen SPU), koska yläpohjarakenne oli vino eikä puhallusvillalla olisi saavutettu riittävää eristekerrosta ja tuuletusta.

Vaatehuoneen yläpohjan eristäminen toteutettiin asentamalla kattokannattajien väliin 150 mm:n vahvuinen Kingspan Therma TP10 -eriste. Tiivistys tapahtui polyuretaanivaahdolla. Tämän jälkeen Kingspan Therma TP10 -eristeen alapuolelle asennettiin 70 mm:n vahvuinen, ympäriontattu Kingspan Therma TP10 Vintti-lita. Vintti-litan saumat tiivistettiin polyuretaanivaahdolla, minkä jälkeen saumat teipattiin alumiiniteipillä. Vintti-litan alapintaan ruuvattiin 22*100 k400:n koolaus, johon kiinnitettiin lopuksi 13 mm:n Gyproc -sisäverhouslevy. Uudella eristeratkaisulla rakenteen U-arvoksi saatiin 0,11W/m²K.

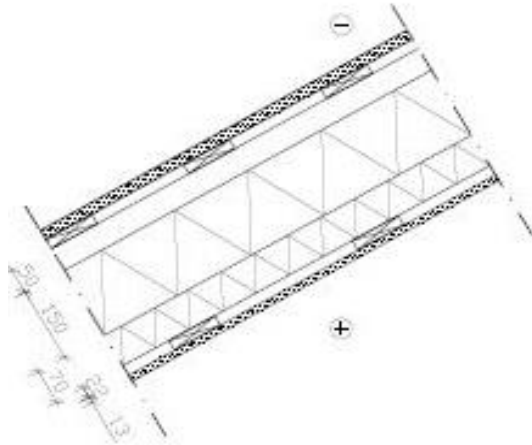
Kingspan-eristeet ovat polyuretaania, jolloin etuna on parempi lämmöneristävyys muihin lämmöneristeisiin verrattuna. Tämä mahdollisti sen, ettei yläpohjarakenteita ollut tarve kasvattaa paljoa huonetilaan päin riittävän eristekerroksen

saavuttamiseksi. Lisäksi kovia polyuretaanilevyjä käytettäessä yläpohjarakenteiden tuuletusraoksi riittää 50 mm:ä, kun taas muita eristeitä käytettäessä tuuletusraon minimivaatimus on 100 mm:ä.

Kuvassa 12 on esitetty vaatehuoneen yläpohjan eristäminen Kingspan-eristeitä käyttäen sekä kuvassa 13 sen rakennekerrokset.



KUVA 12. Valmiiksi asennetut Kingspan-eristeet vaatehuoneessa



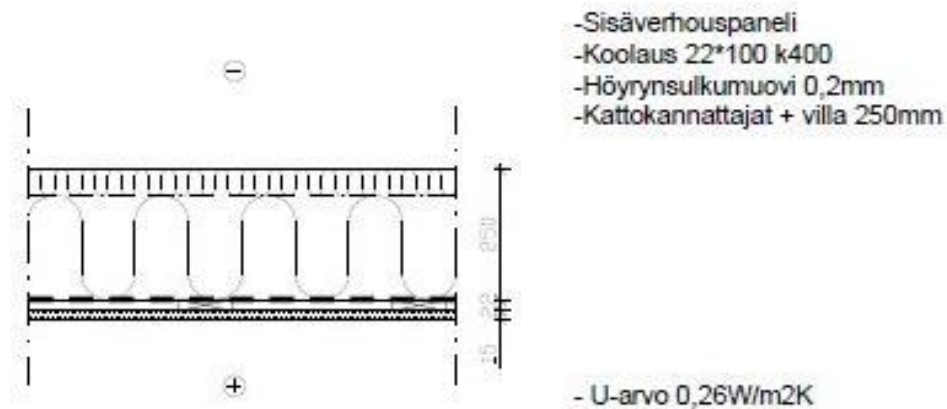
- Sisäverhous esim kipsilevy 13mm
- Koolaus 22*100 k400
- Kingspan Therma TP10 Vintti-lita 70mm ympäriontattu, saumat vaahdotetaan polyuretaanilla ja teipataan
- Kingspan Therma TP10 150mm runkolevy tiivistetään polyuretaanilla kattokannattajiin
- Kingspan Therma eristeitä käytettäessä tuuletusväli min. 50mm.
- Vesikate

- U-arvo 0,11W/m2K

KUVA 13. Vanhan puolen vaatehuoneen uusi rakenne

4.3.2 Uudemman osan yläpohjarakenteet

Korjauskohteen laajennuspuolella esiintyi kahta erilaista yläpohjarakennetta johon vesikaton muodosta. Kuvassa 14 on esitetty suoran osuuden yläpohjarakenne rakennuksen laajennusosalla sekä kuvassa 15 sivuilla olevat, vinot yläpohjarakenteet. (11.)



KUVA 14. Laajennusosan vanha rakenne (11)



KUVA 15. Laajennusosan sivuilla oleva vanha yläpohjarakenne

Rakennuksen laajennuspuolella havaittiin purkamisen yhteydessä osittaisia kosteusvauroita vain vanhanosan ja laajennusosan liitoskohdan jiirissä. Todennäköinen syy kattokannattajien lahoamiseen katon jiirissä oli tuuletuksen puute, jota ei ollut alkuperäisessä rakennusvaiheessa vuonna 1974 huomioitu ollenkaan. Lisäksi eristepaksuus jiirin kohdissa oli ainoastaan 100 mm, joten yläpohjan lämmöneristävyys oli niiltä osin puutteellinen.

Jotta tuuletus jiiirissä olisi saatu toteutettua järkevästi, täytyi vesikattoa nostaa ainakin 600 mm, koska yläpohjarakenteen kasvattaminen alaspäin olisi vienyt tilaa jo ennestään matalasta huonetilasta. Yli 600 mm nosto olisi vaatinut jo uuden rakennusluvan hankkimisen, koska rakennusvalvonnan kanta oli että rakennuksen vesikatteen ulkonäkö olisi muuttunut oleellisesti sekä vanhoja savupiippuja olisi jouduttu korottamaan. Aikataulun kiireellisyys ja korjaushankkeen budjetti rajoittivat vesikaton nostamista korkeammaksi.

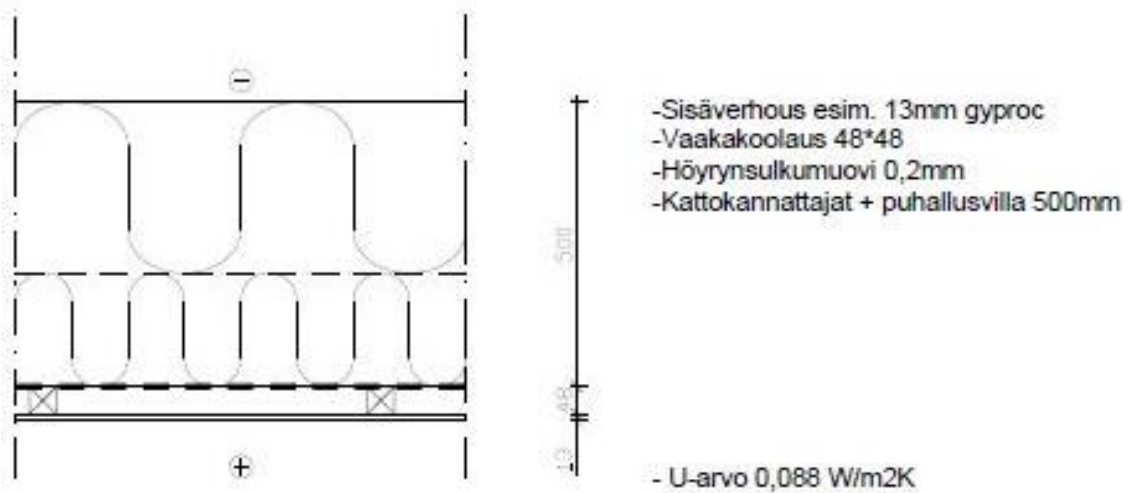
Ennen vesikaton korjaustöihin ryhtymistä, koko laajennusosan päälle rakennettiin sääsuoja. Rakennuksen vesikaton nostaminen toteutettiin purkamalla ensin vanha yläpohjan alaosien rakenteet, minkä jälkeen yläpohjan sahanpurueristeet tiputettiin huonetilaan. Tämän jälkeen vesikattorakenne purettiin kauttaaltaan pois, lukuun ottamatta alkuperäisiä kattokannattajia, minkä jälkeen yläpohjaan päästiin rakentamaan kantava pilari-palkki-järjestelmä. Kuvassa 16 on esitetty laajennusosan yläpohjan uusi kantava rakenne.



KUVA 16. Laajennusosan yläpohjan pilari-palkki-rakenne

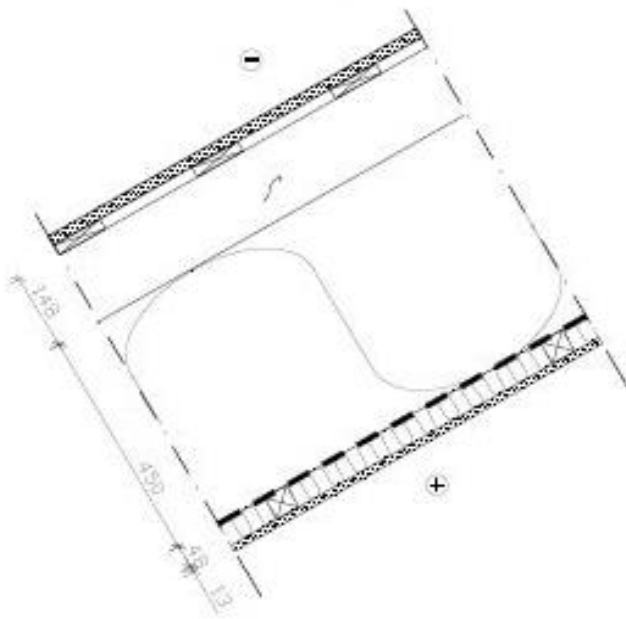
Kun yläpohjan kantava rakenne oli saatu valmiiksi, asennettiin sen päälle uudet 48*148 kattokannattajat. Tämän jälkeen vesikatolle asennettiin uudet ruodelaudat, aluskate ja viimeisenä vesikatepellitys. Vesikatepellitykseksi asennettiin tumma Ässä -tiilikuviopelti.

Laajennuspuolen yläpohjan korottaminen mahdollisti eristekerroksen kasvattamisen katon suoralla sekä vinoilla osilla. Yläpohjan eristäminen katon suoralla osalla toteutettiin levittämällä Ekovillan puhallusvillaa tasaisesti 500 mm:n paksuudella koko yläpohjarakenteelle. Uuden yläpohjan U-arvoksi saatiin 0,088 W/m²K, joka täyttää yläpohjarakenteelle asetetut energiavaatimukset. Kuvassa 17 on esitetty laajennusosan katon suoran osuuden uusi yläpohjarakenne.



KUVA 17. Laajennusosan katon suoran osan uusi yläpohjarakenne

Laajennusosan sivuilla oleville vinoille yläpohjille rakennettiin valmistajan ohjeen mukaan kotelorakenteet, jotka täytettiin 450 mm:n paksuisesti Ekovilla puhallusvillalla. Tämän jälkeen yläpohjan alapintaan asennettiin höyrinsulkumuovi. Kun höyrinsulkumuovi oli saatu asennettua tiiviisti ja saumat teipattua, naulattiin 48*48 koolauspuut oikeille paikoilleen 600 mm:n jaolla. Lopuksi koolauspuiden väliin aseteltiin vielä 48 mm:n paksuinen Ekovillalevy. Uudella rakenneratkaisulla yläpohjan uudeksi U-arvoksi katon vinoilla osilla saatiin 0,08 W/m²K, joka on parempi kuin uusien energiamääräyksien asettamat minimirajat nykyaikaisille yläpohjarakenteille. Kuvassa 18 on esitetty laajennuspuolen katon vino-osien uusi yläpohjarakenne. (15, s.11.)



- Sisäverhous esim kipsilevy 13mm
- Koolaus 48*48 K600 + Ekovillalevy
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Puhallusvilla 450mm
- Kattokannattajat 48*148
- Vesikate

- U-arvo 0,08W/m²K

KUVA 18. Laajennusosan katon vino-osan uusi yläpohjarakenne

5 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheena oli seurata ja dokumentoida kosteusvauriokohteen toteuttamisen yhteydessä tarvittavia suunnitelma- ja toteutusmuutoksia. Työn keskeisenä tavoitteena oli etsiä sopivampia ratkaisumalleja ongelmakohtien ratkaisemiseen siten, että ne eivät huononna alkuperäisiä suunnitelmia.

Työ aloitettiin tutustumalla yleisesti ympäristöministeriön määäämiin energiamääräyksiin sekä Oulun rakennusvalvonnan asettamiin ehtoihin, joita on noudatettava pientalon korjausrakentamisessa. Tämän jälkeen tarkasteltiin kohteen alkuperäisiä korjaussuunnitelmia niiltä osin, joissa projektin etenemisen myötä tuli muutoksia erilaisten ongelmien ilmennyttyä ja esitettiin uudet ratkaisut alkuperäisten suunnitelmien tiloille.

Eniten työssä joutui pohtimaan yläkerran vinojen osien yläpohjien uusia rakennusratkaisuja, koska tilat olivat ahtaita eikä toteutus alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti olisi ollut mahdollista. Lisäksi se olisi vaatinut aivan liian paljon jo ennestään ahtaan huonetilan korkeudesta, jotta yläpohjan tuuletus olisi saatu toimivaksi. Tämän seurauksena rakennuksen yläpohjarakenteiden korjaustöiden laajuus kasvoi todella paljon, koska vesikattoa jouduttiin korottamaan uudemmalla osalla. Tästä johtuen valmistuminen viivästyi ja kustannukset nousivat merkittävästi alkuperäisiin verrattuna.

Kokonaisuutena työn eteneminen sujui lähes ongelmitta, alkuperäisten suunnitelmien mukaan. Ainoastaan yläpohjarakenteiden rakentamisessa ei voitu hyödyntää juuri ollenkaan alkuperäisiä suunnitelmia. Rakennuksen aikaisemmassa korjaussuunnitelmassa ei nimittäin ollut mahdollista huomioida yläpohjan huonosta tuuletuksesta johtuvia rakenteellisia ongelmia, sillä rakenteita päästiin tutkimaan vasta purkamisen yhteydessä.

Kingspan-eristettä käytettiin yläkerran vaatehuoneen yläpohjassa, koska yläpohjarakenne oli vino eikä puhallusvillalla olisi saavutettu riittävää eristekerrosta. Lisäksi tuuletusraon korkeudeksi riittää vain 50 mm:ä, kun se muita eristeitä käyttämällä tulee olla vähintään 100 mm:ä. Lisäksi eristeen pinnassa oleva

alumiinipinnoite toimi höyrynsulkuna, joten erillistä höyrynsulkumuovia ei tarvinnut asentaa enää eristekerroksen alapintaan.

LÄHTEET

1. RIL 174-4. 1988. Korjausrakentaminen IV, Runkorakenteet. Suunnitteluohjeet. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.
2. 4/13 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Saatavissa: <http://www.ymp.fi/download/noname/%7B924394EF-BED0-42F2-9AD2-5BE3036A6EAD%7D/31396>. Hakupäivä 25.1.2016.
3. RT 11-10781. 2002. Luvan hakeminen rakentamiseen. Rakennustieto Oy. Saatavissa: https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/RT_8571.html.stx (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 25.1.2016.
4. Holma, Antti 2016. Tarkastusmestari, Oulun kaupunki, rakennusvalvonta. Puhelinhaastattelu 25.4.2016.
5. Rakennuslupa. 2015. Oulun kaupunki, rakennusvalvonta. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/korjausrakentaminen1>. Hakupäivä 25.1.2016.
6. Toimenpidelupa. 2015. Oulun kaupunki rakennusvalvonta. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/toimenpidelupa>. Hakupäivä 27.1.2016.
7. Selvitys korjaustoimista-liite lupahakemukseen. 2014. Oulun kaupunki rakennusvalvonta. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/korjausrakentaminen1>. Hakupäivä 25.1.2016.
8. Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Verkkodokumentti. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L18P127>. Hakupäivä 20.4.2016.
9. Venäläinen, Sami 2014. Rakennusaikainen kosteudenhallinta. Insinöörityö. Helsinki: Metropolia ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma.

10. Teriö, Olli – Koskenvesa, Antti – Palolahti, Tuomas 2011. Rakennustuotannon kosteudenhallinta ja kuiva rakentaminen. Saatavissa: <http://docplayer.fi/11013786-Rakennustuotannon-kosteudenhallinta-ja-kuiva-rakentaminen.html>. Hakupäivä 25.4.2016.
11. Routaniemi, Janne 2015. Kosteus- ja homevaurioituneen omakotitalon korjaussuunnitelma. Opinnäytetyö. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma.
12. Ilmatiiyystuotteet. Ekovilla X5 ilmansulkupaperi. Saatavissa: http://www.ekovilla.com/fileadmin/user_upload/dokumentit/Ilmatiiyystuotteet_2016.pdf. Hakupäivä 12.4.2016.
13. RT 38504.2014. Ekovilla -lämmöneristeet. Saatavissa: http://www.ekovilla.com/fileadmin/user_upload/dokumentit/RT-kortti2014.pdf. Hakupäivä 3.5.2016.
14. Tahvanainen, Jarno 2015. Re: Yhteiskäyttökutsu. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Jarmo Hiltunen. 23.11.2015.
15. Valmistajan ohje. Ekovilla. Saatavissa: http://www.ekovilla.com/fileadmin/user_upload/dokumentit/Rakopas2012.pdf. Hakupäivä 13.5.2016.

DOF-LÄMPÖ 3.0

Rakennuskohde:	Petäjäkuja 3, Oulu
Suunnittelija:	Suunnittelija
Yritys:	Yritys
Rakenneosan nimi/tunnus:	Vanhan puolen uusi ulkoseinärakenne
Rakennusluokka:	1 Pientalo (tai paritalo)

Lisätiedot:

Lisätietoja

Suunnittelija:

Suunnittelija

Paivays:

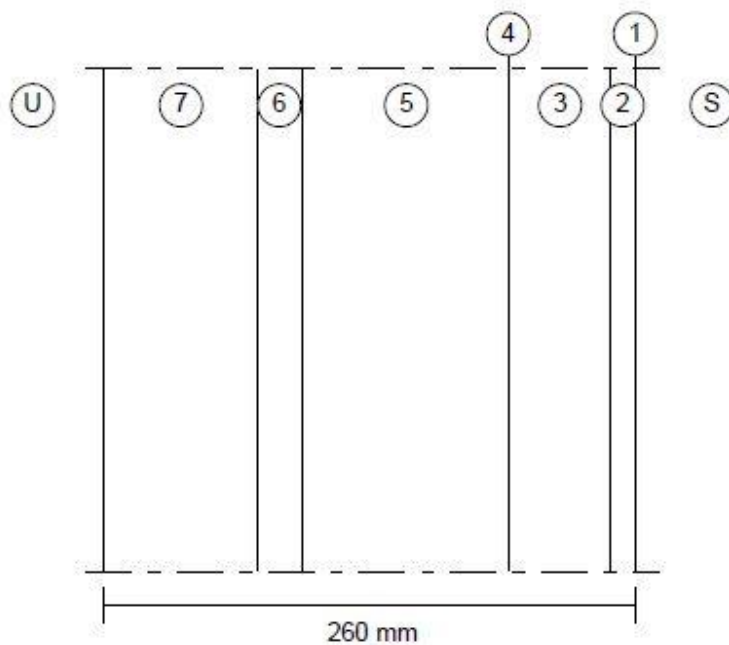
?

PERUSTIEDOT	
Rakenne:	Seinä (tuuletetulla ilmaraolla)
Rakenneosan kok. pinta-ala (m ²):	1.00
Ulkopinnan pintavastus (m ² K/W):	0.13
Sisäpinnan pintavastus (m ² K/W):	0.13
Korjaustermi deltaU (W/m ² K):	0.01
Korjaustermien selite:	Ilmaraon korjaustermi
Kylmäsiltojen päällekkäisyys:	Mahdollisimman kohdakkain
U-arvon laskentatulokset	
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiiarvo:	6.416 m ² K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alakiiarvo:	6.209 m ² K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastus:	6.312 m ² K/W
U-arvo (ilman korjaustermiä)	0.158 W/m ² K
Laskettu/annettu korjaustermi:	0.010 W/m ² K
U-arvo (korjaustermi huomioiden):	0.168 W/m ² K
U-arvo (pyöristetty arvo):	0.17 W/m ² K
Uudiskohteen vertailuarvo:	0.17 W/m ² K
www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 05.10.2015	

TARKASTELUHETKET/-JAKSOT					
Tarkastelujakson nimi:	T,ulko (C):	T,sisä (C):	RH,ulko (%):	RH,sisä (%):	Kesto (h):
Vyöhyke 3, Mitoitustilanne	-32.00	21	90.0	50.0	24.0
Vyöhyke 3, Tammikuu	-8.00	21	88	50	744
Vyöhyke 3, Helmikuu	-7.10	21	87	50	672
Vyöhyke 3, Maaliskuu	-3.53	21	81	50	744
Vyöhyke 3, Huhtikuu	2.42	21	73	50	720
Vyöhyke 3, Toukokuu	8.84	21	65	50	744
Vyöhyke 3, Kesäkuu	13.39	21	65	50	720
Vyöhyke 3, Heinäkuu	15.76	21	72	50	744
Vyöhyke 3, Elokuu	13.76	21	80	50	744
Vyöhyke 3, Syyskuu	9.18	21	85	50	720
Vyöhyke 3, Lokakuu	4.07	21	87	50	744
Vyöhyke 3, Marraskuu	-1.76	21	91	50	720
Vyöhyke 3, Joulukuu	-5.92	21	89	50	744
Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (1.00 m ² kohden)					
Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:				
Vyöhyke 3, Tammikuu	3.668 kWh				
Vyöhyke 3, Helmikuu	3.210 kWh				
Vyöhyke 3, Maaliskuu	3.103 kWh				
Vyöhyke 3, Huhtikuu	2.274 kWh				
Vyöhyke 3, Toukokuu	1.538 kWh				
Vyöhyke 3, Kesäkuu	0.931 kWh				
Vyöhyke 3, Heinäkuu	0.663 kWh				
Vyöhyke 3, Elokuu	0.916 kWh				
Vyöhyke 3, Syyskuu	1.447 kWh				
Vyöhyke 3, Lokakuu	2.141 kWh				
Vyöhyke 3, Marraskuu	2.786 kWh				
Vyöhyke 3, Joulukuu	3.405 kWh				
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	26.081 kWh				
www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 05.10.2015					

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	0.10	Maali - kiilto	10.000	6.667e-15
2	13.00	Gyproc GEK 13	0.210	2.000e-11
3	50.00	Puukuitueriste	0.039	1.050e-10
Kylmäsilta (7.50%):		Runkotolppa 48 mm k600	0.12	
4	0.30	Ilmansulkupaperi	0.330	9.400e-14
5	100.00	Puhallusvilla	0.040	1.050e-10
Kylmäsilta (7.50%):		Runkotolppa 48 mm k600	0.12	
6	22.00	Vinolaudoitus	0.120	4.000e-12
7	75.00	ISOVER RKL-31 FACADE	0.031	8.417e-11



LÄMPÖTILAT ERI KERROKSISSA

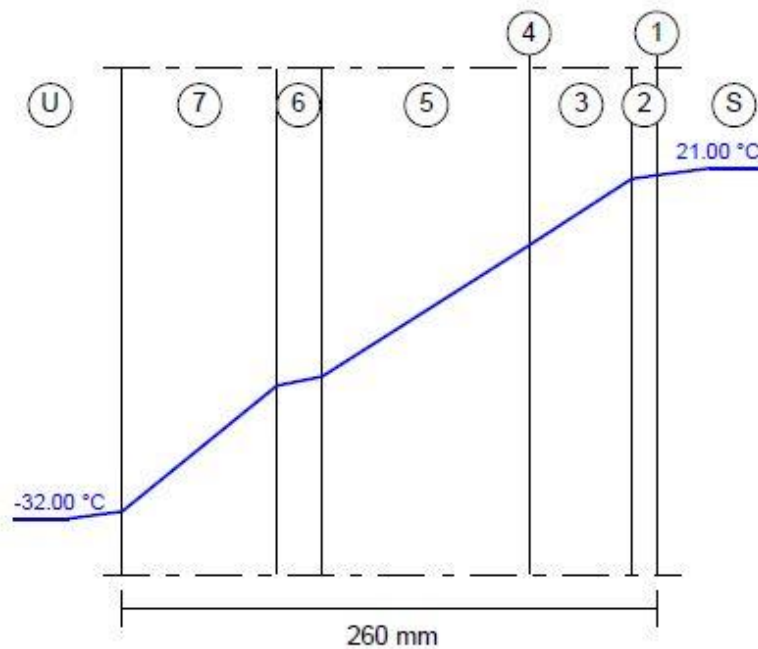
Tarkasteluhetki/jakso:

Vyöhyke 3, Mitoitustilanne

Tarkastelupiste:

Lämpötila (Celsius):

Sisätila:	21.00
Sisäpinta:	19.97
1-2:	19.97
2-3:	19.48
3-4:	9.35
4-5:	9.35
5-6:	-10.41
6-7:	-11.86
Ulkopinta:	-30.97
Ulkotila:	-32.00



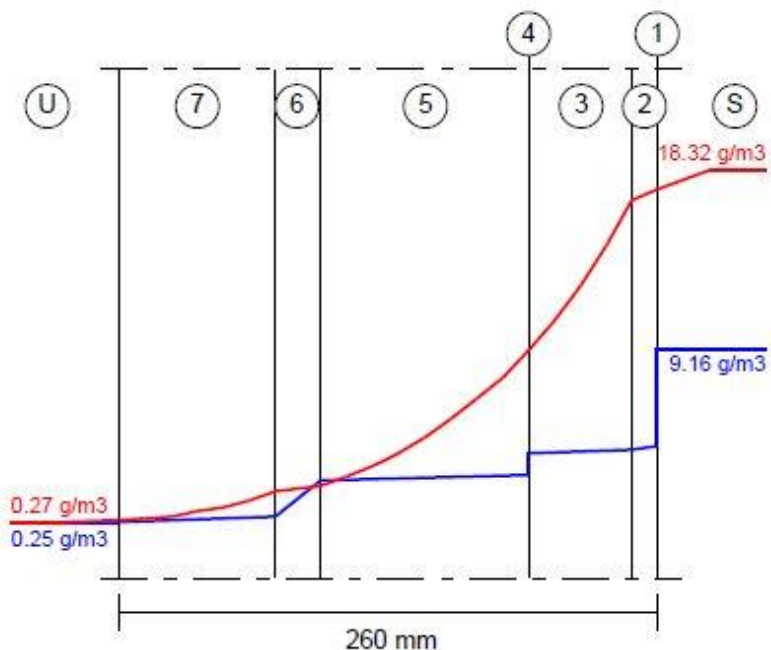
KOSTEUS ERI KERROKSISSA

Tarkasteluhetki/jakso:

Vyöhyke 3, Mitoitustilanne

Tarkastelupiste:	KK (g/m ³):	KM (g/m ³):	Kond. (g/m ²):
Sisätila:	18.32	9.16 (RH=50.00%)	-
Sisäpinta:	17.26	9.16 (RH=53.08%)	0.00
1-2:	17.26	4.15 (RH=24.02%)	0.00
2-3:	16.77	3.93 (RH=23.42%)	0.00
3-4:	9.02	3.77 (RH=41.79%)	0.00
4-5:	9.02	2.70 (RH=29.97%)	0.00
5-6:	2.06	2.38->2.06 (RH=100%)	1.22
6-7:	1.82	0.54 (RH=29.88%)	0.00
Ulkopinta:	0.30	0.25 (RH=81.05%)	0.00
Ulkotila:	0.27	0.25 (RH=90.00%)	-

(KK = Kyllästymiskosteus, KM = kosteusmäärä, Kond. = kondensaatio)



Selvitys korjaustoimista - liite lupahakemukseen

OULU | Rakennusvalvonta
21.3.2014

Lupnumero:	Hakija:	Rakennuspaikan osoite:
Ohjaus. Korjaushankkeesta on keskusteltu rakennusvalvonnan edustajan kanssa. <input type="checkbox"/>		Ohjaaja:
Pvm:	Hakijan / pääsuunnittelijan nimi ja allekirjoitus:	

Valitse korjausrakentamisen energiatehokkuuden parantamisvaihtoehto (1, 2 tai 3)

1	Rakennusosakohtaiset energiatehokkuusvaatimukset:
<input type="checkbox"/>	Alkuperäiset ja korjattavat/ uusittavat rakennusosat U-arvoineen: vaatimus:
<input type="checkbox"/>	Ulkoseinä, alkuperäinen U-arvo: _____ W/(m ² K) Korjattu ulkoseinä, U-arvo: _____ W/(m ² K) ≤ 0,6 alkup. tai ≤ 0,17 W/(m ² K)
<input type="checkbox"/>	Yläpohja, alkuperäinen U-arvo: _____ W/(m ² K) Korjattu yläpohja, U-arvo: _____ W/(m ² K) ≤ 0,6 alkup. tai ≤ 0,09 W/(m ² K)
<input type="checkbox"/>	Alapohja, alkuperäinen U-arvo: _____ W/(m ² K) Korjattu alapohja, U-arvo: _____ W/(m ² K) mahdollisuuksien mukaan
<input type="checkbox"/>	Ikkunat, alkuperäinen U-arvo: _____ W/(m ² K) Uudet ikkunat, U-arvo: _____ W/(m ² K) ≤ 1,0 W/(m ² K)
<input type="checkbox"/>	Ulko-ovet, alkuperäinen U-arvo: _____ W/(m ² K) Uudet ulko-ovet, U-arvo: _____ W/(m ² K) ≤ 1,0 W/(m ² K)
2	Rakennuksen standardikäyttöön perustuva energiankulutus *
<input type="checkbox"/>	Laskettu standardikäytön kulutus: _____ kWh/m ²
3	Rakennuksen standardikäyttöön perustuva kokonaisenergiankulutus – E-luku *
<input type="checkbox"/>	Alkuperäinen E-luku: _____ kWh/m ² E-luku esitettyjen korjausten jälkeen: _____ kWh/m ²
* Rakennuksen käyttötarkoituksiluokka ja sitä vastaavat kohtien 2 ja 3 energiatehokkuusvaatimukset:	
<input type="checkbox"/>	pien-, keiju- tai rivitalo ≤ 180 kWh/m ² ≤ 0,8 x alkup. E-luku
<input type="checkbox"/>	asuinkeuhastoalo ≤ 130 kWh/m ² ≤ 0,85 x alkup. E-luku
<input type="checkbox"/>	toimistorakennus ≤ 145 kWh/m ² ≤ 0,7 x alkup. E-luku
<input type="checkbox"/>	liike- tai majoitusliikerakennus ≤ 180 kWh/m ² ≤ 0,7 x alkup. E-luku
<input type="checkbox"/>	opetusrakennus tai päiväkotito ≤ 150 kWh/m ² ≤ 0,8 x alkup. E-luku
<input type="checkbox"/>	liikuntarakennus, pl. uima- ja jäähallit ≤ 170 kWh/m ² ≤ 0,8 x alkup. E-luku
<input type="checkbox"/>	sairaala ≤ 370 kWh/m ² ≤ 0,8 x alkup. E-luku
<input type="checkbox"/>	muu rakennus käytetään rakennusosakohtaista menetelmää 1
T	Teknisten järjestelmien vaatimukset:
<input type="checkbox"/>	Täytetään vaihtoehtojen 1, 2 ja 3 yhteydessä tai energiatehokkuuden parantamisen rajoituksessa kohtaan T
	LTO:n laskettu/estattu vuosiyhteyssuhde: _____ % (vaatimus ≥ 45%)
	Koneellisen tulo- ja poistojärjestelmän arvioitu ominaissähköteho (SFP-luku): _____ kW/m ² (vaatimus ≤ 2,0 kW/m ²)
	Koneellisen poistojärjestelmän arvioitu ominaissähköteho (SFP-luku): _____ kW/m ² (vaatimus ≤ 1,0 kW/m ²)
	Ilmastointijärjestelmän arvioitu ominaissähköteho (SFP-luku): _____ kW/m ² (vaatimus ≤ 2,5 kW/m ²)

Energiatehokkuuden parantamisvelvollisuudesta haetaan vapautusta, koska:

<input type="checkbox"/>	Energiatehokkuuden parantaminen ei ole teknisesti, taloudellisesta tai toiminnallisesti toteutettavissa
<input type="checkbox"/>	Rakennus on suojeltu. Miltä osin: _____
<input type="checkbox"/>	Rakennuksen huoneistoala / lämmitetty nettoala on alle 50 m ² . Rakennuksen huoneistoala: _____ m ²
<input type="checkbox"/>	Rakennus on loma-asunto, jossa ei ole kokovuotiseen käyttöön suunniteltua kiinteää lämmitysjärjestelmää
<input type="checkbox"/>	Muu ympäristöministeriön asetuksen 4/13 1§:n mukainen peruste:

Liitteet ja selvitykset:

<input type="checkbox"/>	Rakennetyypit sekä alkuperäisistä että korjatuista rakenteista U-arvoineen (1)
<input type="checkbox"/>	Selvitys rakennuksen kunnosta (1, 2, 3, T)
<input type="checkbox"/>	Tasauslaskelma (D3 2012 mukaan) rakennusosakohtaisten (1) tai teknisten järjestelmien (T) vaatimusten osittaisten alitusten kompensoimiseksi
<input type="checkbox"/>	Selvitys aiemmin toteutetuista energiatehokkuutta parantavista toimenpiteistä, jotka halutaan ottaa huomioon laskennassa
<input type="checkbox"/>	Suunnitelma tulevasta korjaushankkeista (2 tai 3), joiden yhteisvaikutuksena rakennuksen energiatehokkuus täyttää vaatimukset
<input type="checkbox"/>	Selvitys siitä, miksi energiatehokkuuden parantaminen ei ole teknisesti, taloudellisesta tai toiminnallisesti toteutettavissa
<input type="checkbox"/>	Arviointi uuden tai uusittavan lämmitysjärjestelmän teknisestä, ympäristöön liittyvästä ja taloudellisesta toteutettavuudesta (ei koske uusiutuvalla energialla, kaukolämmöllä tai lämpöpumpputekniikalla toteutettua lämmitysjärjestelmää)
<input type="checkbox"/>	Selvitys ilmanvaihdon oikeasta toiminnasta ja korvausilman saannin varmistamisesta
<input type="checkbox"/>	Muu selvitys (esim. rakennuksen tiiveysmittaus): _____

Loppukatselmuksessa esitetään:

<input type="checkbox"/>	Selvitys rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen päivittämisestä tai laatimisesta (rakennuslupaa vaativa korjaus)
<input type="checkbox"/>	Selvitys vanhojen ikkunoiden ja ulko-ovien lämmönpitävyyttä parantavista toimenpiteistä korjauksen yhteydessä
<input type="checkbox"/>	Selvitys lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien oikeasta ja energiatehokkaasta toiminnasta, tasapainotuksesta ja säädöstä

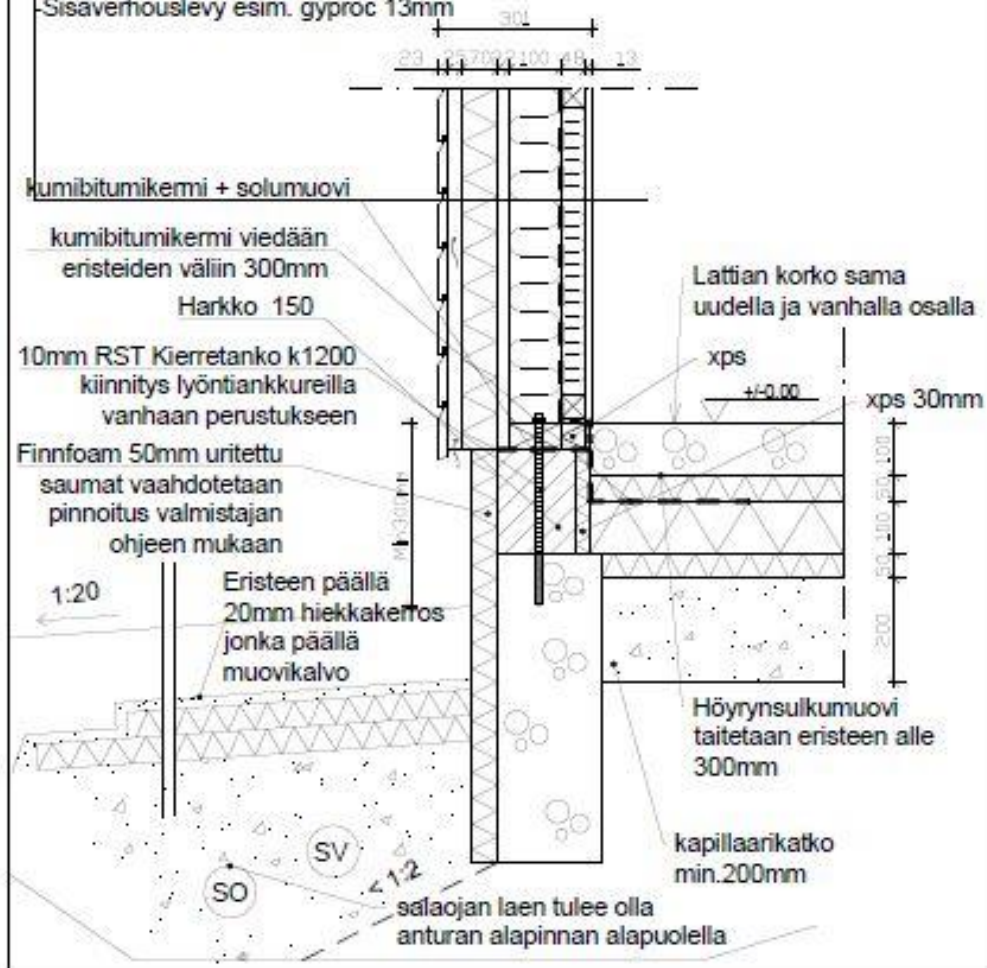
Rakennusvalvonta

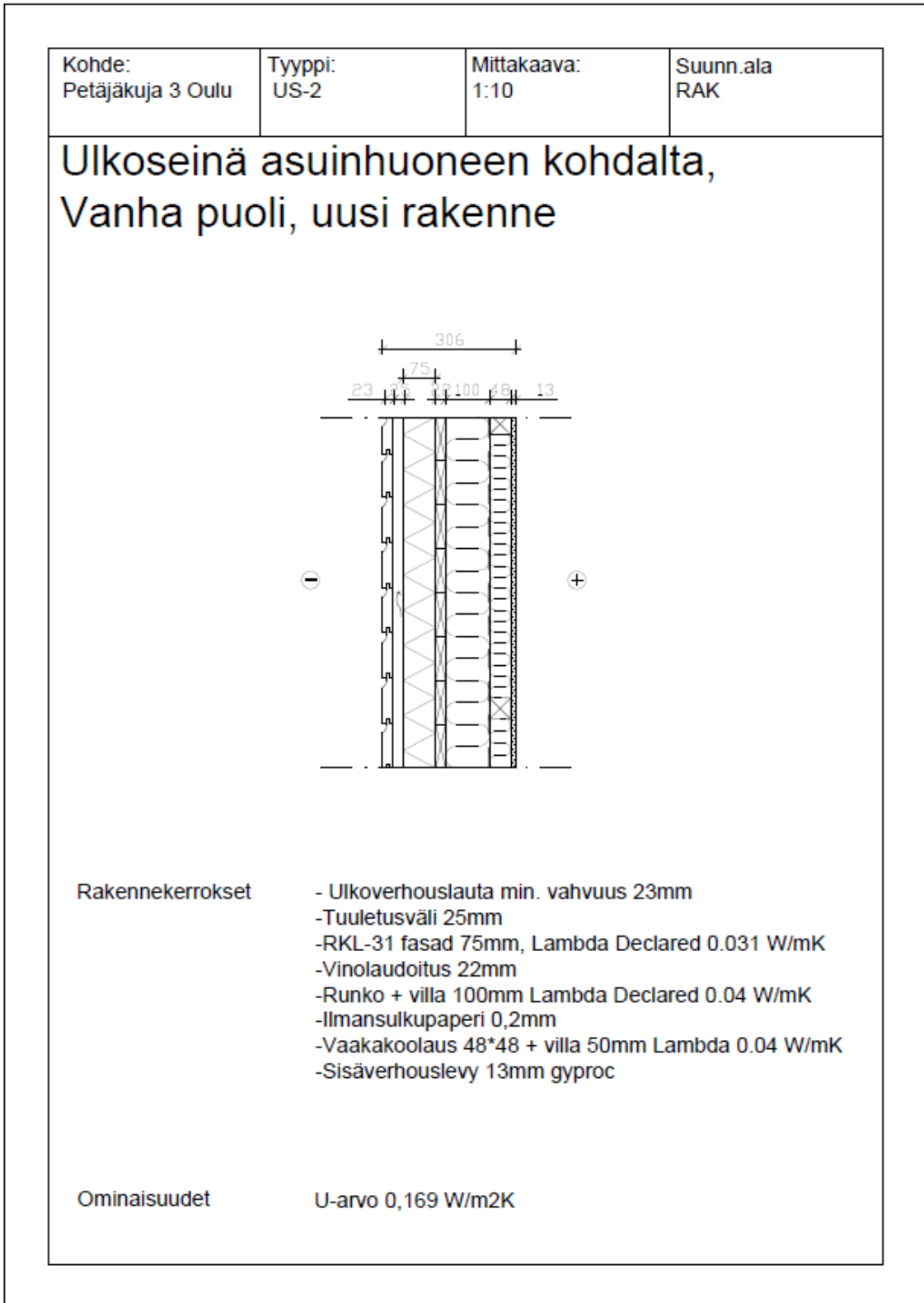
Postiosoite: PL 38, 90015 Oulun kaupunki | Käyntiosoite: Solistinkatu 2 | Puhelin: 08 558 410 | Faksi 08 557 2499
Y-tunnus: 0187690-1 | www.ouka.fi

Kohde: Petäjäkuja 3 Oulu	Tyyppi: Perustusleikkaus	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
-----------------------------	-----------------------------	---------------------	------------------

Perustusleikkaus asuinhuoneen kohdalta, Vanha osa

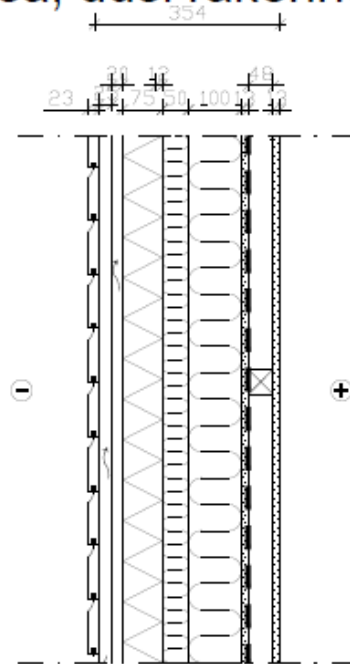
- Ulkoverhouslauta paksuus min.23mm
- Tuuletusväli 25mm
- Rkl-31 fasad 70mm
- Vinolaudoitus 22mm
- Runko + villa 100mm
- Höyrinsulku 0,2mm
- Vaakakoolaus 48mm + villa
- Sisäverhouslevy esim. gyproc 13mm





Kohde: Petäjäkuja 3 Oulu	Tyyppi: US-1	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
-----------------------------	-----------------	---------------------	------------------

Ulkoseinä asuinhuoneen kohdalta, Laajennusosa, uusi rakenne

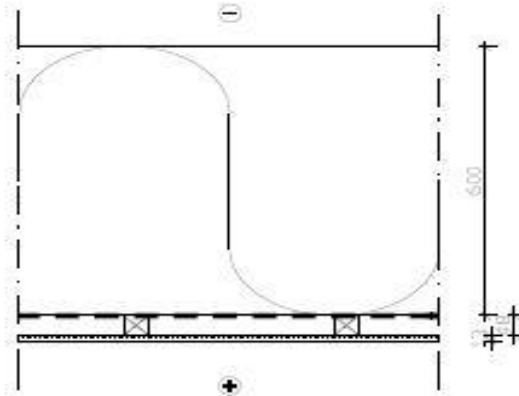


- Rakennekerrokset:
- Ulkoverhouslauta min. vahvuus 23mm
 - Tuuletusväli 25mm
 - RKL-31 fasad 75mm, Lambda Declared 0.031 W/mK
 - Vaakakoolaus + villa 50mm, Lambda 0.04 W/mK
 - Runko + villa 100mm Lambda 0.04 W/mK
 - Kipsilevy 13mm rungon jäykistykseksi
 - Ilmansulkupaperi 0,2mm
 - Vaakakoolaus 48*48
 - Sisäverhouslevy 13mm gyproc

- Ominaisuudet
- U-arvo 0,164 W/m²K

Kohde: Petäjätie 3 Oulu	Tyyppi: YP-1	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
----------------------------	-----------------	---------------------	------------------

Yläpohja, katon suoraosuus, uusi rakenne

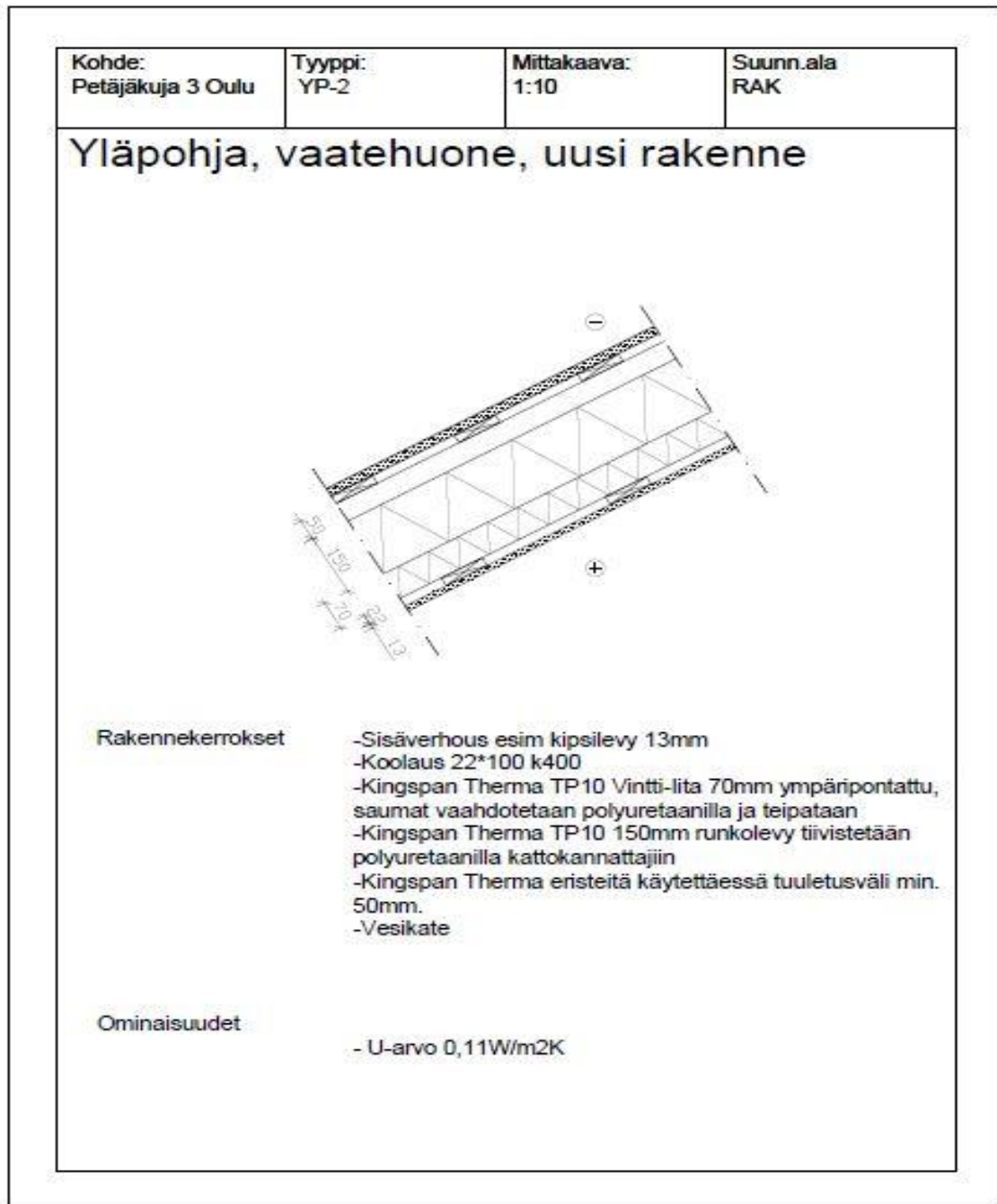


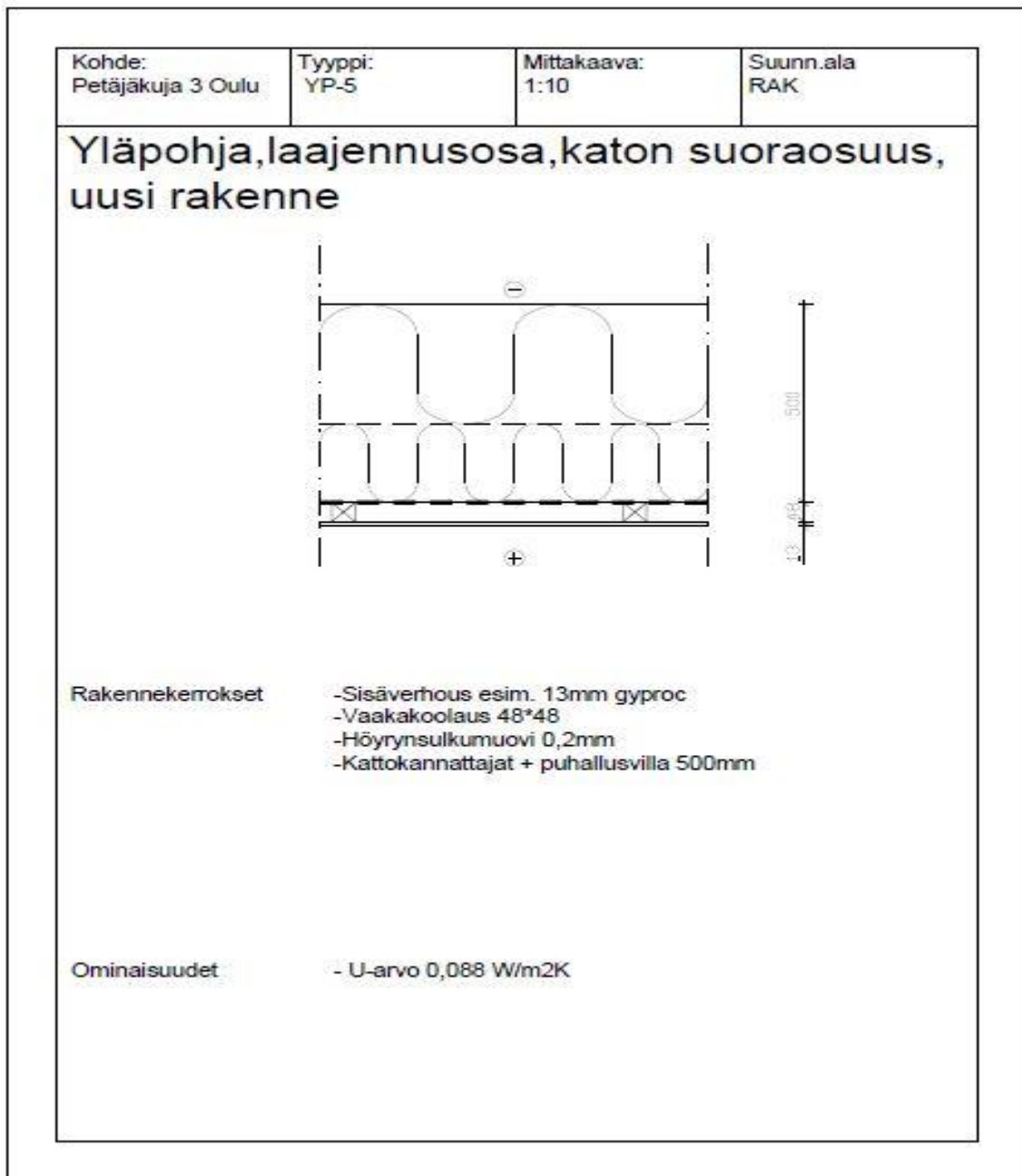
Rakennekерrokset

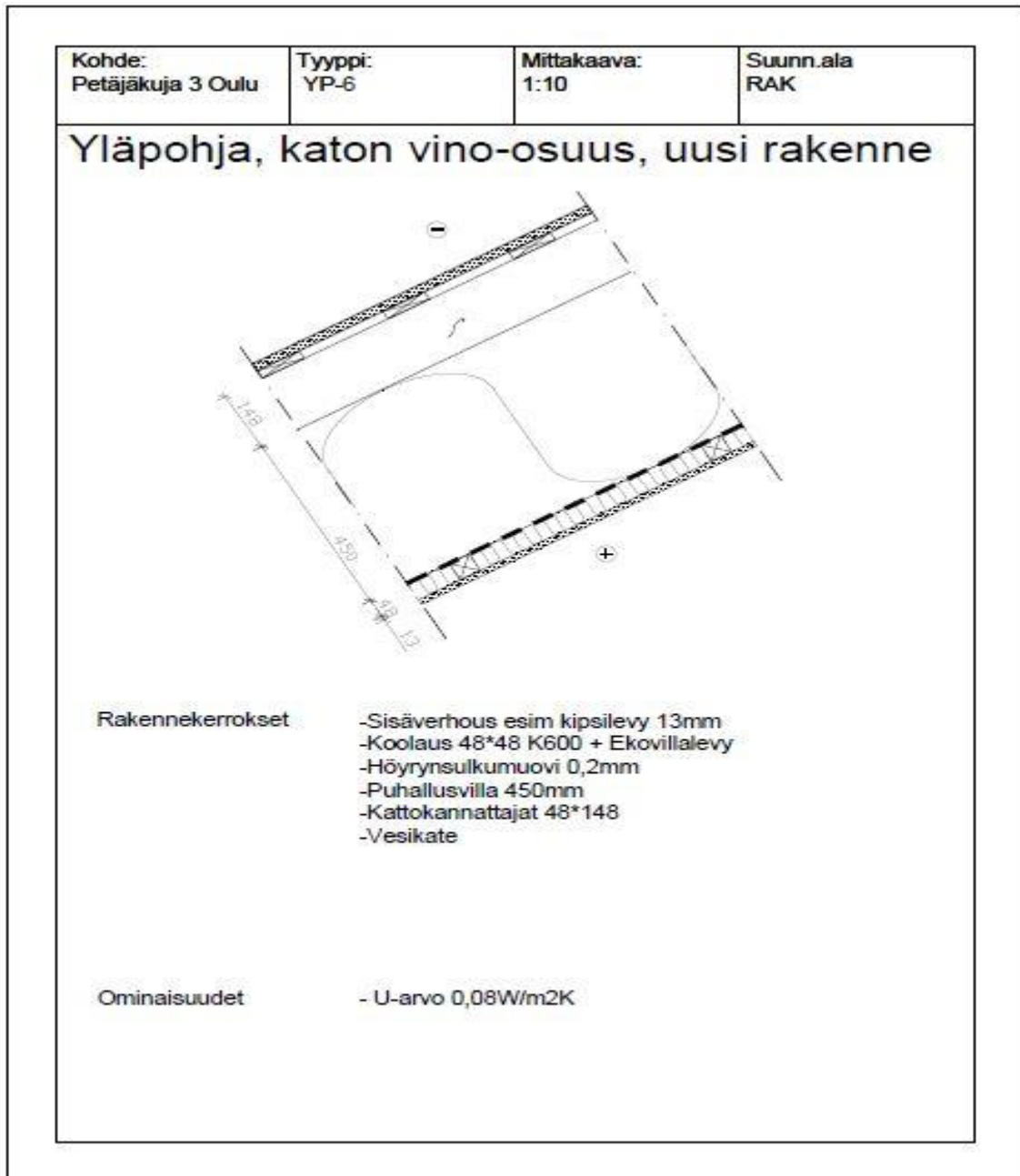
- Sisäverhous esim. 13mm Gyproc
- Vaakakoolaus 48x48 k400
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Kattokannattajat +Puhallusvilla 600mm.

Ominaisuudet

- U-arvo 0,064 W/m²K







Ohjelmaversio 1.03	
Suunnittelutoimisto	Työn nro
US-1 Laajennusosa, uusi rakenne	X
	Päiväys
X	Tekijä
X	X
Rakennuskohde	Sisältö
x	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)

RAKENTEEN TIEDOT Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

1 Kipsilevy ▼
 Kerroksen paksuus [d] 13,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,210 W/mK

2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼
 Kerroksen paksuus [d] 50,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,329 W/mK
 Koolausuunta (p / v) v

3 Ilman- ja höyrynsulku ▼

4 Kipsilevy ▼
 Kerroksen paksuus [d] 13,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,210 W/mK

5 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼
 Kerroksen paksuus [d] 100,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,040 W/mK
 Koolausuunta (p / v) p

6 Lämmöneriste ▼
 Kerroksen paksuus [d] 50,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,040 W/mK

7 Lämmöneriste ▼
 Kerroksen paksuus [d] 75,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,031 W/mK

8 Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1 ▼

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼
 Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK
 Pystykoolauksen k-jako [s] 600 mm
 Vaakakoolauksen k-jako [s] 600 mm

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA

Ohjelmaversio 1.03				
Suunnittelutoimisto	Työn nro			
US-1 Laajennusosa, uusi rakenne	X			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Päiväys</td> <td style="width: 50%;">Tekijä</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> </table>	Päiväys	Tekijä	X
Päiväys	Tekijä			
X	X			
Sivu 2 / 2				
Rakennuskohde	Sisältö			
x	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)			

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Kipsilevy	13	0,210	0,0619		
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	50	0,329	0,1601	48	600
3 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
4 Kipsilevy	13	0,210	0,0619		
5 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	100	0,040	2,1552	48	600
6 Lämmöneriste	50	0,040	1,2500		
7 Lämmöneriste	75	0,031	2,4194		
Ulkopinta			0,1300		

Rakenteen kokonaispaksuus 301 mm

Ulkopuoli

Sisäpuoli

MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUED

f_a	0,846	<i>Eriste</i>
f_b	0,074	<i>Pystykoolaus</i>
f_c	0,074	<i>Vaakakoolaus</i>
f_d	0,006	<i>Koolauristeys</i>

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	6,706	m ² K/W
R_b	5,039	m ² K/W
R_c	6,970	m ² K/W
R_d	5,304	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	6,553	m ² K/W
R''_T	6,369	m ² K/W
U	0,155	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,009	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

ULKOSEINÄN U-ARVO

U_c = 0,1637 W/m²K

VIRHEILMOITUKSET

Ohjelmaversio 1.03		
Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
US2. Vanha puoli, uusi rakenne	X	1 / 2
	Päiväys	
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

1 Kipsilevy ▼
 Kerroksen paksuus [d] 13,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,210 W/mK

2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼
 Kerroksen paksuus [d] 50,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,040 W/mK
 Koolaussuunta (p / v) v

3 Ilman- ja höyrynsulku ▼

4 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼
 Kerroksen paksuus [d] 100,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,040 W/mK
 Koolaussuunta (p / v) p

5 Hirsi ▼
 Kerroksen paksuus [d] 22,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK

6 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼
 Kerroksen paksuus [d] 75,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,031 W/mK
 Koolaussuunta (p / v) v

7 Ei rakennekerrosta ▼

8 Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 0 ▼

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼
 Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK
 Pystykoolauksen k-jako [s] 600 mm
 Vaakakoolauksen k-jako [s] 600 mm

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA

Ohjelmaversio 1.03				
Suunnittelutoimisto	Työn nro			
US2. Vanha puoli, uusi rakenne	X			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Päiväys</td> <td style="width: 50%;">Tekijä</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> </table>	Päiväys	Tekijä	X
Päiväys	Tekijä			
X	X			
2 / 2				
Rakennuskohde	Sisältö			
x	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)			

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Kipsilevy	13	0,210	0,0619		
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	50	0,040	1,0776	48	600
3 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
4 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	100	0,040	2,1552	48	600
5 Hirsi	22	0,120	0,1833		
6 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	75	0,031	1,9675	48	600
Ulkopinta			0,1300		

<p>Rakenteen kokonaispaksuus 260 mm</p> <p style="text-align: right;">Ulkopuoli</p>	<p>MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI</p> <p>Ei muuraussiteitä</p> <p>OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUED</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>f_a</td> <td>0,846</td> <td><i>Eriste</i></td> </tr> <tr> <td>f_b</td> <td>0,074</td> <td><i>Pystykoolaus</i></td> </tr> <tr> <td>f_c</td> <td>0,074</td> <td><i>Vaakakoolaus</i></td> </tr> <tr> <td>f_d</td> <td>0,006</td> <td><i>Koolauristeys</i></td> </tr> </table> <p>OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>R_a</td> <td>6,675</td> <td>m²K/W</td> </tr> <tr> <td>R_b</td> <td>5,009</td> <td>m²K/W</td> </tr> <tr> <td>R_c</td> <td>4,048</td> <td>m²K/W</td> </tr> <tr> <td>R_d</td> <td>2,381</td> <td>m²K/W</td> </tr> </table> <p>U-ARVO</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>R'_T</td> <td>6,159</td> <td>m²K/W</td> </tr> <tr> <td>R''_T</td> <td>5,706</td> <td>m²K/W</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>0,169</td> <td>W/m²K</td> </tr> <tr> <td>$\Delta U''$</td> <td>0,000</td> <td>W/m²K</td> </tr> <tr> <td>ΔU_g</td> <td>0,000</td> <td>W/m²K</td> </tr> <tr> <td>ΔU_f</td> <td>0,000</td> <td>W/m²K</td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;"> <p>ULKOSEINÄN U-ARVO</p> <p>U_c = 0,1686 W/m²K</p> </div> <p>VIRHEILMOITUKSET</p> <div style="border: 1px solid black; height: 50px;"></div>	f_a	0,846	<i>Eriste</i>	f_b	0,074	<i>Pystykoolaus</i>	f_c	0,074	<i>Vaakakoolaus</i>	f_d	0,006	<i>Koolauristeys</i>	R_a	6,675	m ² K/W	R_b	5,009	m ² K/W	R_c	4,048	m ² K/W	R_d	2,381	m ² K/W	R'_T	6,159	m ² K/W	R''_T	5,706	m ² K/W	U	0,169	W/m ² K	$\Delta U''$	0,000	W/m ² K	ΔU_g	0,000	W/m ² K	ΔU_f	0,000	W/m ² K
f_a	0,846	<i>Eriste</i>																																									
f_b	0,074	<i>Pystykoolaus</i>																																									
f_c	0,074	<i>Vaakakoolaus</i>																																									
f_d	0,006	<i>Koolauristeys</i>																																									
R_a	6,675	m ² K/W																																									
R_b	5,009	m ² K/W																																									
R_c	4,048	m ² K/W																																									
R_d	2,381	m ² K/W																																									
R'_T	6,159	m ² K/W																																									
R''_T	5,706	m ² K/W																																									
U	0,169	W/m ² K																																									
$\Delta U''$	0,000	W/m ² K																																									
ΔU_g	0,000	W/m ² K																																									
ΔU_f	0,000	W/m ² K																																									

Ohjelmaversio 1.03	
Suunnittelutoimisto YP-2, Vanha osa, vaatehuone, uusi rakenne	Työn nro X Päiväys X Tekijä X
Sivu 1 / 2	
Rakennuskohde X	Sisältö U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin)

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

1 Lämmöneriste

Kerroksen paksuus [d]	70,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,023 W/mK

2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)

Kerroksen paksuus [d]	150,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,023 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	p

3 Ei rakennekerrosta

4 Ei rakennekerrosta

5 Ei rakennekerrosta

6 Ei rakennekerrosta

7 Ei rakennekerrosta

8 Ei rakennekerrosta

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 0

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä

KOO LAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm

Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK

Pystykoolauksen k-jako [s] 900 mm

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA

Ohjelmaversio 1.03	
Suunnittelutoimisto X	Työn nro X Sivu 2 / 2
Rakennuskohde X	Päiväys X Tekijä X Sisältö U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Lämmöneriste	70	0,023	3,0435		
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	150	0,023	5,3242	48	900
Ulkopinta			0,1000		

Rakenteen kokonaispaksuus 220 mm

MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUED

f_a	0,947	<i>Eriste</i>
f_b	0,053	<i>Pystykoolaus</i>
f_c	0,000	<i>Vaakakoolaus</i>
f_d	0,000	<i>Koolauristeys</i>

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	9,765	m ² K/W
R_b	4,493	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	9,190	m ² K/W
R''_T	8,568	m ² K/W
U	0,113	W/m ² K
$\Delta U''$	0,000	W/m ² K
ΔU_g	0,000	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

YLÄPOHJAN U-ARVO

$U_c = 0,1126 \text{ W/m}^2\text{K}$

VIRHEILMOITUKSET

Ohjelmaversio 1.03	
Suunnittelutoimisto YP-5, laajennusosa, suora osuus,uusi rakenne	Työn nro X Päiväys X Tekijä X
Sivu 1 / 2	
Rakennuskohde X	Sisältö U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)

RAKENTEEN TIEDOT
Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin)

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

1 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	148,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,039 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	p

2 Lämmöneriste ▼

Kerroksen paksuus [d]	352,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,039 W/mK

3 Ei rakennekerrosta ▼

4 Ei rakennekerrosta ▼

5 Ei rakennekerrosta ▼

6 Ei rakennekerrosta ▼

7 Ei rakennekerrosta ▼

8 Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1 ▼

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼

Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ]	0,120 W/mK
Pystykoolauksen k-jako [s]	900 mm

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA

Ohjelmaversio 1.03	
Suunnitteluisto YP-5, laajennusosa, suora osuus,uusi rakenne	Työn nro X Päiväys X Tekijä X
2 / 2	
Rakennuskohde X	Sisältö U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	148	0,039	3,4164	48	900
2 Lämmöneriste	352	0,039	9,0256		
Ulkopinta			0,1000		

Rakenteen kokonaispaksuus 500 mm

MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUEDET

f_a	0,947	<i>Eriste</i>
f_b	0,053	<i>Pystykoolaus</i>
f_c	0,000	<i>Vaakakoolaus</i>
f_d	0,000	<i>Koolausristeys</i>

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	13,021	m ² K/W
R_b	10,459	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	12,853	m ² K/W
R''_T	12,642	m ² K/W
U	0,078	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,010	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

YLÄPOHJAN U-ARVO

$U_c = 0,0881 \text{ W/m}^2\text{K}$

VIRHEILMOITUKSET

*
*
*
*
*

Ohjelmaversio 1.03	
Suunnittelutoimisto YP-6_Laajennus osa,katon vino-osuus, uusi rakenne	Työn nro X Päiväys X Tekijä X
Rakennuskohde X	Sivut 1 / 2 Sisältö U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)

RAKENTEEN TIEDOT
Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin)

RAKENNEKERROKSET
Sisäpinta

1 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼
 Kerroksen paksuus [d] 48,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,039 W/mK
 Koolaussuunta (p / v) v

2 Ilman- ja höyrönsulku ▼

3 Lämmöneriste ▼
 Kerroksen paksuus [d] 450,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,040 W/mK

4 Ei rakennekerrosta ▼

5 Ei rakennekerrosta ▼

6 Ei rakennekerrosta ▼

7 Ei rakennekerrosta ▼

8 Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼
 Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 0 ▼

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼
 Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK
 Vaakakoolauksen k-jako [s] 600 mm

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA

Ohjelmaversio 1.03	
Suunnittelutoimisto YP-6, Laajennus osa, katon vino-osuus, uusi rakenne	Työn nro X
Rakennuskohde x	Sivut 2 / 2
Päiväys x	
Tekijä x	
Sisältö U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	48	0,039	1,0554	48	600
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste	450	0,040	11,2500		
Ulkopinta			0,1000		

Rakenteen kokonaispaksuus 498 mm

MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUED

f_a	0,920	<i>Eriste</i>
f_b	0,000	<i>Pystykoolaus</i>
f_c	0,080	<i>Vaakakoolaus</i>
f_d	0,000	<i>Koolauristeys</i>

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	12,681	m ² K/W
R_b	0,000	m ² K/W
R_c	11,851	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	12,611	m ² K/W
R''_T	12,506	m ² K/W
U	0,080	W/m ² K
$\Delta U''$	0,000	W/m ² K
ΔU_g	0,000	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

YLÄPOHJAN U-ARVO

$U_c = 0,0796 \text{ W/m}^2\text{K}$

VIRHEILMOITUKSET