

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Mikko Pyöriäinen

RAKENNETUTKIMUKSET JA MUUTOSTYÖT OMAKOTITALON
LAAJENUKSESSA

Opinnäytetyö
Toukokuu 2013



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2013
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 Joensuu
p. (013) 260 6700

Tekijä
Mikko Pyöriäinen

Nimeke
Rakennetutkimukset ja muutostyöt omakotitalon laajenuksessa

Toimeksiantaja
Jaakko Mikkonen

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä tarvittavat tutkimukset ja suunnitelmat toisen kerroksen rakentamiseen vuonna 1980 valmistuneeseen omakotitaloon. Tutkimuksia tehtiin olemassa olevien rakenteiden kunnan ja niihin tarvittavien muutostöiden selvittämiseksi. Suunnittelun lähtökohtana oli tilaajan toiveet sekä vanhojen rakenteiden hyödyntäminen.

Tutkimukset perustuvat lämpökamerakuvauksiin, kosteusmittauksiin sekä rakenteen paikalliseen avaamiseen. Näiden tutkimusten perusteella rakennuksesta saatiin paljon tärkeää tietoa muuta suunnittelua varten. Muutostöiden kannattavuutta on työssä pohdittu rakenteiden läpi virtaavan lämpöenergian määrän perusteella. Piirustukset ovat työssä havainnollistamassa tulevia muutoksia, mutta ne on myös pienin täydennyksin käytettävissä rakennuslupaa haettaessa. Rakentamiselle on laskettu myös kustannusarvio KlaraNet-ohjelmiston avulla.

Olemassa olevat rakenteet ovat rakennuksessa hyvässä kunnossa ja laajentaminen onnistuikin ilman suurempia korjaustöitä. Tilaajan on helppo jatkaa projektiaan tehtyjen tutkimusten ja suunnitelmien perusteella.

Kieli
suomi

Sivuja	27
Liitteet	7
Liitesivumäärä	56

Asiasanat
rakennetutkimus, lämpöenergia, kustannusarvio



THESIS
May 2013
Degree Programme in Construction

Karjalankatu 3
80200 Joensuu
p. (013) 260 6700

Author
Mikko Pyöriäinen

Title
Structure research and modifications for Expansion of a Detached House

Commissioned by
Jaakko Mikkonen

Abstract

The aim of this thesis was to conduct the required inspections on a detached house built in 1980, and to design a second floor. The inspections were carried out in order to find out the exact condition of the house structures and, furthermore, to determine if any repair work would be necessary. The premises to be designed and the idea of utilizing the old structures were requested by the customer.

Thermographic camera photography, damp measuring, and cutting an inspection hole into the wall were used in the condition assessment. These examinations resulted in gaining valuable information which was extremely helpful in the planning phase. The cost-effectiveness of the amendment work was evaluated in relation to the change of the heat flow energy through the structures.

The blueprints of the study illustrate the prospective modifications of the house, and with a few complementing changes, it would be possible to utilize them in a construction permit process. In addition, the expenses of the construction have been estimated with the help of the KlaraNet software.

Structures of the house are in good condition and expansion of the house can be made without larger repairing. It's easy for customer to continue project with these researches and plans.

Language
Finnish

Pages	27
Appendices	7
Pages of Appendices	56

Keywords
Structure research, heat energy, cost estimate

SISÄLTÖ

1 Johdanto	5
2 Rakennetutkimus	5
2.1 Lämpökuvaus	6
2.1.1 Valmistelevat toimenpiteet	6
2.1.2 Kuvauksen suorittaminen	6
2.1.3 Kuvien käsittely	8
2.1.4 Raportoitavat poikkeamat ja korjausluokitukset.....	8
2.1.5 Kuvien tulkinta.....	10
2.2 Kosteusmittaukset	10
2.2.1 Mittausten suorittaminen	10
2.2.2 Mittausten analysointi	12
2.3 Seinärakenteiden tutkimus.....	13
3 Lähtökohdat ja muutostyöt.....	16
3.1 Perustukset ja alapohja	17
3.2 Runkorakenteet	19
3.3 Yläpohja ja vesikatto.....	20
3.4 Ikkunat ja ovet.....	22
4 Pohjaratkaisu	23
5 Talotekniikka	23
6 Piirustukset	24
7 Kustannusarvio	25
8 Pohdinta.....	26
Lähteet.....	27

Liitteet

Liite 1	Lämpökuvaus
Liite 2	Runkotolpan mitoitus
Liite 3	Seinän U-arvon määrittäminen
Liite 4	Kattoristikon tilauskaavio
Liite 5	Pohjakuvat
Liite 6	Julkisivu- ja leikkauspiirustukset
Liite 7	Kustannusarvio

1 Johdanto

Sain tilaajalta tehtäväksi suunnitella yksikerroksiseen vuonna 1980 valmistuneeseen omakotitaloon toisen kerroksen. Toisen kerroksen rakentaminen nykyisen kattorakenteen alle ei ole mahdollista, vaan se joudutaan purkamaan kokonaan. Tilaajan toiveena on toteuttaa uusi katto mansardirakenteisena. Kattorakenteeseen tilataan suunnitelmat kattoristikkovalmistajalta, joka mitoittaa ristikon suunnitellun ristikkokaavion perusteella.

Olemassa olevaan rakennukseen tehtiin rakennetutkimuksia. Tämän perusteella rakennuksen nykyisestä kunnosta saatiin realistinen käsitys. Rakennetutkimuksissa rakennukseen tehtiin lämpökuvaus, kosteusmittauksia sekä rakennetta tutkittiin paikallisesti seinärakennetta purkamalla. Tällä tavoin saatiin varmaa tietoa rakenteiden todellisesta toteutustavasta, joka oli tärkeää tietää muun muassa rakenteiden kantavuuden varmistamiseksi.

Olellaisena osana opinnäytetyötäni oli suunnitelmien tekeminen muutoksien osalta. Piirsin myös vanhat kuvat puhtaaksi tietokoneella, mikä helpotti uusien kuvien piirtämistä. Pieniä rakennusvalvonnan vaatimia lisäyksiä tekemällä uusia kuvia voidaan käyttää rakennuslupaa haettaessa. Sähkö- ja LVI-suunnitelmat tilataan puolestaan kyseisten alojen toimijoilta.

2 Rakennetutkimus

Rakennetutkimusten tavoitteena on tarkoitus saada käsitys rakenteiden nykytilasta ja niiden riittävydestä toisen kerroksen rakentamiseen. Tutkimuskohteessa tutkimusten ulkopuolelle voidaan rajata yläpohja sekä vesikattorakenteet, sillä ne uusiutuvat täysin muutostöiden takia. Rakennetutkimus perustuu kohteessa lämpökamerakuvauksiin, kosteusmittauksiin ja paikalliseen seinärakenteen tutkimiseen rakennetta purkamalla.

2.1 Lämpökuvaus

Lämpökuvauksen tarkoituksena on määrittää rakennuksen lämmöneristyskerroksen toimivuus ja rakenteellinen tiiviys sekä selvittää ilman virtausreittejä, rakenteiden fyysikaalista toimintaa sekä tietyin edellytyksin kosteusvaurioita (Rakennustieto 2012, 2). Lämpökuvaus suoritettiin tähän tehtävään tarkoitettulla lämpökameralla ja kuvien analysointi ja raportointi tapahtui tietokoneohjelmalla. Lämpökuvaus oli perusteltu toimenpide kohteen seinärakenteiden kunnan selvittämiseksi, sillä se on yksinkertainen ja nopea keino saada selville rakenteiden mahdolliset ilmapuodot. Ilmapuotojen selvittäminen oli tässä vaiheessa aiheellista, koska niiden korjaaminen on helpointa ulkoverhouksen uusimisen yhteydessä.

2.1.1 Valmistelevat toimenpiteet

Opinnäytetyön kohteena olevan asuinrakennuksen lämpökuvaus sovittiin suoritettavaksi 9.4.2013. Kuvaukseen valmistauduttiin siirtämällä tilan irtokalusteet pois ulkoseiniltä siten, että kalusteiden ja seinän väliin jäi tilaa, jossa ilma pääsee liikkumaan vapaasti. Ikkunaverhot siirrettiin ikkunoiden keskelle ikkunarakenteiden asianmukaisen kuvauksen mahdollistamiseksi. Liesituulettimia pidettiin päällä edellisestä päivästä lähtien, jotta rakennuksen alipaineisuus saatiin varmistettua ja siten mahdolliset ongelmat selkeämmin näkyviin. (Rakennustieto 2012, 3.)

2.1.2 Kuvauksen suorittaminen

Lämpökuvauksen suorittaminen aloitettiin mittaamalla lämpötilat ja ilmankosteudet, sisältä ja ulkoa, sekä paine-ero sisä- ja ulkoilman väliltä. Kuvauspäivän sää oli aurinkoinen ja ulkolämpötila oli mittauksen aloitushetkellä $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Mittauksen kannalta aurinkoinen keli ei ollut paras mahdollinen, sillä tässä vaiheessa kevättä auringon lämmitävä vaikutus on jo huomattava ja tämä saattaisi aiheuttaa vääristymiä mittaustuloksiin. Mitatut olosuhteet kirjattiin lämpökuvaajan kenttätyölomakkeeseen (liite 1).

Ennen kuvaamisen aloittamista lämpökameraan laitetaan oikeat asetukset, jotka ovat seuraavanlaiset:

- pinnan emissiivisyys, joka normaaleissa materiaaleissa on yleisesti 0,90-0,95
- kuvausetäisyys 2,5m
- tutkittavan tilan ilmanlämpötila 21 °C ja kosteus 27 %
- ulkoilman lämpötila -1 °C.

Lämpökameran oikeat asetukset ovat tärkeitä luotettavien mittaustulosten saavuttamisen kannalta. (Rakennustieto 2005, 4.)

Kuvien määrän rajoittamiseksi niitä otettiin vain paikoista, joiden minimilämpötila oli alle 15 °C. Tähän raja-arvoon päädyttiin, koska se on vallinneissa olosuhteissa alhaisin lämpötila, joka vielä mahdollistaa lämpötilaindeksiksi 70 %.

Taulukko 1. Rajalämpötiloja eri ulkoilman lämpötiloilla. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 52.)

Raportoinnin rajalämpötiloja eri ulkoilman lämpötiloilla. Sisäilman lämpötila +21 °C. Arvoja ei ole pyöristetty.

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Rajalämpötila	Lämpötilaindeksi
5	21	16,2	70
0	21	14,7	70
-5	21	13,2	70
-10	21	11,7	70
-15	21	10,2	70
-20	21	8,7	70
-25	21	7,2	70
-30	21	5,7	70

Lämpökuvaus aloitettiin rakennuksen päädyssä olevasta makuuhuoneesta ja rakennus kierrettiin myötäpäivään. Mitatut kohdat merkattiin pohjakuvaan nuolien ja numeroinnin avulla. Ensimmäisellä kierroksella kuvattiin rakennuksen nurkat sekä seinän liittymät lattiaan ja toisella kierroksella ikkunoiden ja ovien liitokset. Kiertosuunta sekä kuvauksen järjestelmällinen suorittaminen on järkevää, koska se helpottaa kuvien jatkokäsittelyä tietokoneella. Nurkat sekä ikkunoiden ja ovien liitokset ovat yleisimpiä vuoto-kohtia rakennuksissa, mutta myös muut kohdat katsottiin läpi mahdollisten ongelma-kohtien löytymiseksi. (Rakennustieto 2005, 4.) Ullakkotilat sekä rakennuksen alla oleva

kellarikerros kuvattiin myös. Tiloissa ei kuitenkaan ilmennyt mitään poikkeuksellista, joten niistä ei otettu kuvia vaan ne todettiin olevan kunnossa.

2.1.3 Kuvien käsittely

Kuvien muokkaus tapahtui ThermaCAMReporter 8-ohjelmiston avulla. Ohjelman avulla kuville asetettiin yhtenäinen ja järkevä lämpötila-asteikko sekä mahdollisimman selkeä ja havainnollinen värimaailma. Ohjelma muodostaa raportin, jossa on esillä lämpökuva ja visualikuva sekä kaikki tarvittavat tiedot kuvien analysointia varten. Kuvien kommentteille on varattu tilaa raportin alalaitaan.

2.1.4 Raportoitavat poikkeamat ja korjausluokitukset

Raportoitavia kohtia kuvauksessa ovat selkeästi havaittavat poikkeamat, jotka vaikuttavat oleellisesti lämpöviihtyvyyteen, rakennuksen tai rakenteiden toimivuuteen, pitkäaikaiskestävyyteen tai rakenteiden vaurioitumiseen (Rakennustieto 2005, 5).

”Tällaisia poikkeamia ovat mm:

- eristeiden puuttuminen, eristevirheet, ilmansulun vuodot, suuret pintalämpötilojen poikkeamat
- ilmapuodot sisätiloista rakenteisiin
- ilmapuodot sisätiloihin joista epäillään tulevan epäpuhtauksia sisäilmaan
- laajat kylmät sisäpinnat, jotka voivat aiheuttaa vetoa
- kosteusvaurioepäilyt
- muut talotekniikan viat ja puutteet.”

(Rakennustieto 2005, 5)

Tuloksista lasketaan lämpötilaindeksi ja saatujen tulosten perusteella tehdään korjausluokitusarvio. Raja-arvona korjausluokituksen määrittämiseksi pidetään lämpötilaindeksiä, joka on alle 70 %. Lämpötilaindeksin laskentaa ei tarvinnut suorittaa käsin, vaan laskenta tapahtui automaattisesti tietokoneohjelmalla. Lämpötilaindeksi määritetään seuraavasti:

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100 \text{ [%]} \quad (1)$$

TI = lämpötilaindeksi, %

T_{sp} = sisäpinnan lämpötila, °C

T_i = sisäilman lämpötila, °C

T_o = ulkoilman lämpötila, °C

(Rakennustieto 2005, 2)

Asuin- ja oleskelutiloille on annettu neljään osaan jaettu korjausluokitus, joka on seuraavanlainen:

”1. Korjattava

- Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esim. kosteusvaurio).
- $TI < 61 \text{ %}$

2. Korjaustarve selvitettävä

- Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- $TI \text{ 61-65 %}$

3. Lisätutkimuksia

- Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esim. tiiviysmittaus)
- $TI > 65 \text{ %}$

4. Hyvä

- Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.
- $TI > 70 \text{ %}$ ”

(Rakennustieto 2005, 5)

2.1.5 Kuvien tulkinta

Tärkein vaihe lämpökuvauksessa on kuvien tulkinta. Kuvia tulkitsevilla henkilöllä tulee olla riittävä ymmärrys rakentamisesta voidakseen tulkita oikein kuvissa havaittavia poikkeamia. Lämpökameralla otetuissa kuvissa saattaa värityksen puolesta olla suuria poikkeamia, ilman että ne ovat virheitä rakenteissa. Kameran asetuksista riippuen voi pienikin lämpötilaero aiheuttaa suuren poikkeaman väritykseen. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 62.) Kohteesta otetut kuvat ja niihin liittyvät analysoinnit ovat jäljempänä liitteinä.

2.2 Kosteusmittaukset

Rakenteita tutkittaessa on järkevää suorittaa myös kosteusmittaus. Kosteusmittausten avulla on mahdollista tutkia muun muassa rakenteen kosteusteknistä käyttäytymistä ja kosteusjakaumaa. Mittaustulokset antavat myös tiedon rakenteiden kosteudesta ympäristöön nähden, kosteyslukemien merkityksestä rakenteen toimintaan sekä mahdollisesta kosteusvauriosta sekä sen laajuudesta ja kuivatustarpeesta. (Merikallio 2002, 19.)

Lähes poikkeuksetta kosteusvauriotutkimukset vaativat suhteellisen kosteuspitoisuuden mittaamista (RH). Ne ovat rakennetta rikkovia mittausmenetelmiä, joten mittauspisteiden määrä on sen takia rajallinen. Mittauspisteiden valinnassa voi käyttää apuna muun muassa pintakosteusmittauksia ja aistihavaintoja. Mittausreikiä tehdessä tulee kohdat valita siten, että niiden paikkaaminen onnistuu siististi. (Merikallio 2002, 19.)

Laajennusprojektin yhteydessä kylpyhuone on tarkoitus remontoida. Tästä syystä kylpyhuoneen betonirakenteiden kosteuspitoisuus oli järkevää tarkastaa mahdollisen kuivatustarpeen selvittämiseksi.

2.2.1 Mittausten suorittaminen

Kosteusmittaukset suoritettiin kohteen kylpyhuoneeseen porareikämenetelmällä. Kylpyhuoneessa ei ole vesi- tai kosteuseristystä, vaan laatoitus on suoraan betonilaatan

päällä. Kylpyhuoneen yleisilme on siisti vaikkakin iäkäs. Laattoja ei ole irronnut ja saumat ovat pääasiassa ehjiä, joten mittauspaikkojen valinnassa päädyttiin sijoittamaan reiät suihkun alla olevan lattiakaivon läheisyyteen, jossa kosteusrasitus on suurin (kuva1). Yksi rei'istä porattiin kauemmas suihkusta, jotta saataisiin vertailuarvo pienemmälle kosteusrasitukselle joutuvasta rakenteesta. Viimeinen reikä porattiin pesuhuoneen ja saunan väliseen seinään, joka joutuu suihkussa käydessä alttiiksi roiskevedelle.

Pesuhuoneen lattiassa on vesikiertoinen lattialämmitys. Lattialämmitysputkien sijainnista ei ollut tietoa, joten reiät päädyttiin poraamaan korkeintaan 20 millimetrin syvyyteen olettaen, että putkisto kulkee tätä syvemmällä. Reiät porattiin laattojen saumojen kohdalle, jolloin niistä jää paikattuna vähäiset jäljet. Porauksen jälkeen reiät puhdistettiin ja putkitettiin. Puhdistus suoritettiin huolellisesti imuroimalla, sillä on todennäköistä että puhdistamaton reikä antaa liian korkeita suhteellisen kosteuden arvoja. (Merikallio 2002, 13.)



Kuva 1. Mittauspisteet lattiakaivon ympärillä.

Porauksen jälkeen putkien annettiin olla rei'issä kolme vuorokautta, koska reikien kosteuden pitää antaa asettua tasapainoon ympäröivän rakenteen kanssa ennen varsinaisen mittauksen suorittamista (Merikallio 2002, 13). Suhteellisen kosteuden mittaaminen suoritettiin Vaisalan mittalaitteella, joka muodostuu mittapäästä sekä näyttölaitteesta. Mittaaminen tapahtui laittamalla mittapää putkitettuun reikään, jossa sen annettiin tasaantua, kunnes lukema mittarissa ei enää muuttunut. Tähän meni aikaa noin 15 minuuttia. Tämän jälkeen näyttölaitteesta otettiin talteen sen kertomat suhteellisen kosteuden arvo sekä mittapään lämpötila (kuva 2). Tuloksia vertailemalla saatiin käsitys pesuhuoneen betonirakenteiden kosteuspitoisuudesta.



Kuva 2. Kosteuden mittaaminen betonilaatasta.

2.2.2 Mittausten analysointi

Ensimmäisenä mitattiin arvot reiästä jonka oletettiin antavan vertailuarvo muille mittauksille (taulukon piste numero 1). Ensimmäisen mittauspisteen kosteuspitoisuus olikin erittäin alhainen. Seuraavana mitattiin lattiakaivon ympäristö, joka on päivittäin koste-

usrasituksen alla (taulukon pisteet numero 2 ja 3). Näissä mittapisteissä kosteus olikin huomattavasti korkeampi suhteellisen kosteuden ollessa yli 90 %. Seinässä olleen neljän mittauspisteen suhteellinen kosteus oli ensimmäisen mittauksen tavoin matala (taulukon piste numero 4).

Taulukko 2. Tulokset kosteusmittauksesta.

Piste nro	Mit.syv. mm	Lämpötila °C	Suht.kost. RH-%	Vesih.pit g/m ³	Kastepiste °C
1	20	19,8	34,2	5,8311	2,5
2	20	20,3	93,9	16,47945	19,5
3	20	20,4	94,4	16,67104	19,5
4	30	22,3	39,4	7,7618	7,0
Sisäilma		22,2	38,6	7,5849	6,5

Lattiakaivon ympäristössä olleet korkeat suhteellisen kosteuden arvot selittyvät sillä, että pesuhuoneessa ei ole vesi- eikä kosteuseristyksiä. Varsinkaan laattojen saumat eivät ole vedenpitäviä, joten suurehkossa kosteusrasituksessa on ajan myötä kosteus päässyt siirtymään betonilaattaan. Myöskään lattialämmitys ei ole ollut toiminnassa vuosiin, mikä on osaltaan edesauttanut laatan kostumista. Laatassa oleva kosteus ei ole haitallista, sillä sen läheisyydessä ei ole kosteudelle herkkiä rakenteita. Kosteuksia olisi kuitenkin hyvä mitata uudelleen tulevan pesuhuoneremontin yhteydessä, sillä esimerkiksi vesi- ja kosteuseristeissä on valmistajasta riippuen tietyt vaatimukset betonin kosteudelle. Muilta osin kuin lattiakaivon läheisyydestä on laatan suhteellinen kosteus erittäin matala ja laatoituksen saumojen kunto hyvä, joten ei ole syytä olettaa, että rakenteissa olisi minkäänlaisia kosteusvaurioita.

2.3 Seinärakenteiden tutkimus

Seinärakenteita tutkittiin avaamalla seinää ulkoapäin. Rakennuksen päädyssä olevan makuuhuoneen ulkoseiniin rajoittuvassa nurkassa näkyikin lämpökamerakuvassa runsaasta ilmavuotoa, joten rakenne päätettiin avata kyseiseltä kohdalta (kuva 3). Seinän avaamisen tavoitteena oli saada selvyys sen todellisesta rakenteesta, sillä siitä ei ollut olemassa rakennetapaselostusta. Samalla tuli myös mahdollisuus selvittää ilmavuodon syy. Varsinkin kantavan rungon osalta oli tärkeää saada varmuus sen todellisesta mitoituksesta, sillä toisen kerroksen aiheuttama lisäkuormitus tulee vanhan rungon varaan.

Myös seinärakenteen kunto muun muassa eristeiden ja alaohjauspuun osalta oli mielenkiintoista selvittää.



Kuva 3. Rakenne avattuna ulkoseinän kohdalta.

Seinärakenteen avaaminen oli helppoa, sillä ulkoverhouksena on pystyssä oleva loma-laudoitus. Tämä mahdollisti ulkoverhouksen purkamisen vain tarvittavalta osalta ja sen kiinnityksen siististi takaisin paikoilleen.

Heti verhouksen purkamisen jälkeen oli havaittavissa ilmavuodon aiheuttaja, sillä tuulensuojalevyt ovat nurkassa liitetty naulaamalla toisiinsa ilman minkäänlaista välirimaa. Ajan saatossa ilmankosteuden vaihtelu on saanut tuulensuojalevyt elämään ja siten niiden välinen sauma on päässyt aukeamaan (kuva 4). Tuulensuojalevyjen välissä oleva rako on mahdollistanut ilmavirran kulun rakenteen läpi kuljettaen samalla mukanaan kosteutta, joka on saanut nurkassa olevien villojen pinnan muuttumaan harmahtavaksi.

Suurempia vaurioiden merkkejä ei rakenteissa tämän takia kuitenkaan ollut havaittavissa. Lämpökuvassa nurkan alalaidassa ollut voimakkaampi vuotokohta johtunee hiirien tekemästä kulkureitistä eristekerrokseen.



Kuva 4. Lämpökamerakuvauksessa havaitun ilmavuodon syy.

Itse seinärakenne oli leikkauskuvan mukainen ja rakenne sisältä ulospäin onkin seuraavanlainen:

- Kipsilevy
- Ilmansulkupaperi
- Runko 50x150 + lasivilla
- Vaakakoolaus 50x50 + lasivilla
- Tuulensuojalevy 15 mm
- Ilmarako 25 mm
- Lomalaudoitus

Rakenteet muilta kuin nurkan osalta olivat avatussa kohdassa siistit ja muun muassa alaohjauspuu oli siistissä kunnossa. Seinärakenteissa ei siis näiden tutkimusten valossa ole muuta vikaa, kuin lämpökamerakuvauksissa ilmenneiden ilmavuotojen aiheuttajat.

3 Lähtökohdat ja muutostyöt

Olemassa olevien rakenteiden kunnan selvittäminen antoi tärkeää tietoa rakenteiden todellisesta tilasta ja varmistuksen siitä, että rakenteet ovat suunnitelmien mukaiset. Vanhojen rakenteiden kunto on tutkimusten mukaan hyvä ja niissä ei ole tarvetta kuin vähäisiin korjaustöihin. Muutostöiden lähtökohtana ovat olleet pääasiassa tilaajan omat toiveet. Lisäeristämisen sekä ikkunoiden ja ovien uusimisen kannattavuutta arvioidaan rakenteiden läpi johtuvan lämpöenergian määrän perusteella. Lämmityskustannuksille on laskettu hinta keskimääräisen sähkölämmityksen hinnan mukaan, joka energiamarkkinaviraston sivuilta löytyneen taulukon mukaan on noin 8 snt/kWh. (Energiamarkkinavirasto 2013, 4.)

Puurakenteiden mitoittamiseen on käytetty Metsä Woodin omistamaa Finnwood-laskentaohjelmaa. Finnwood laskentaohjelma suorittaa mitoitukset Eurokoodi 5:n, sen täydennysosien A1:2008, näiden Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL-205-1-2009-suunnitteluohjeen mukaisesti. Ohjelmalla onnistuu useiden erilaisten puurakenteiden mitoittaminen erilaisille rakennemalleille ja kuormituksille. (MetsäWood 2012)

Rakenteiden U-arvon laskenta on suoritettu Puuinfon tarjoamalla Excel-pohjaisella ohjelmalla, joka perustuu standardin SFS EN ISO 6946 mukaiseen laskentamenetelmään. Ohjelma laskee rakenteen U-arvon kokonaislämmönvastuksen ala- ja ylälikiarvon perusteella. (Puuinfo 2012)

Jäljempänä olevissa teksteissä käytettyjä termejä:

- ”Lämmönläpäisykertoimella U (aiemmin K) tarkoitetaan lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri

puolilla olevien ilmatilojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkönä tään W/m^2K .”(RakMk C3 2010, 3.)

- ”Lämmönjohtavuus λ ilmoittaa lämpövirran tiheyden jatkuvuustilassa pituusyksikön paksuisen tasa-aineisen ainekerroksen läpi, kun lämpötilaero ainekerroksen pintojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkö $W/m K$.” (RakMk C4 2003, 3.)
- ”Lämpimällä tilalla tarkoitetaan sellaista tilaa, jonka mitoittavaksi huonelämpötilaksi lämmityskaudella oleskelu- tai muista syistä valitaan $+17\text{ °C}$ tai sitä korkeampi lämpötila.” (RakMk C3 2010, 3.)
- Rakenteiden läpi johtuvan lämpöenergian laskentakaava:

$$Q_{joht} = H_{joht}(T_s - T_u)\Delta t/1000$$

jossa

Q_{joht}	rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia, kWh
H_{joht}	rakennusosien ominaislämpöhäviö, W/K
U	rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/m^2K
A	rakennusosan pinta-ala, m^2
T_s	sisäilman lämpötila, °C
T_u	ulkoilman lämpötila, °C
Δt	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi

Laskelmissa ajanjaksona on käytetty koko vuotta ja ulkoilman lämpötilana säävyöhykkeen kolme vuoden keskimääräistä lämpötilaa, joka on $+2\text{ °C}$. (RakMk D5 2007, 18 ja 56.)

3.1 Perustukset ja alapohja

Perustusten kunnolle ei tehty tarkempia tutkimuksia, mutta seinärakennetta aukaistaessa huomattiin nurkalla olevan vain noin 15 senttimetriä paksu sokkelivalu eikä lainkaan anturaa. Syynä tähän on nurkan kohdalla erittäin pinnassa oleva kallio. Kallion pintaan on sokkelin alalaidasta noin 20 senttimetriä (kuva 5). Perustuksia tehdessä sitä ei ole lähdetty louhimaan vaan sokkelin ja kallion väliin on laitettu sorakerros estämään mah-

dolliset kallion liikkeistä aiheutuvat ongelmat. Ratkaisu ei tuota ongelmia painumisen kannalta, mutta erittäin matalan sokkelirakenteen vuoksi ulkoverhouksen alalaita jää lähelle maanpintaa. Tämä altistaa ulkoverhouksen sadeveden roiskeille ja maasta nousevalle kosteudelle, joka aiheuttaa verhouksen lahoamista.



Kuva 5. Matala perustus kallion kohdalla.

Rakennuksessa on räystäskourut, mutta ei sadevesijärjestelmää, jolla katolta tuleva vesi johdettaisiin pois rakennuksen ympäriltä. Myöskään salaojia ei ole ainakaan leikkauskuvaan piirretty, joten niitä ei oletettavasti ole. Perustuksissa onkin havaittavissa kosteuden aiheuttamaa kulumista ja kuten kuvassa 5 olevasta veden aiheuttamasta rajasta perustuksissa nähdään, on vesi ollut jossakin vaiheessa melko lähellä alaohjauspuuta. Sadevesi- sekä salaojajärjestelmien rakentaminen helpottaisi perustusten kosteusrasitusta merkittävästi ja samalla pienentäisi veden pääsyn mahdollisuutta rakenteisiin.

Alapohja muodostuu piirustusten mukaan sorakerroksen päälle asennetusta eristekerroksesta, jonka päälle on valettu betonilaatta. Alapohjan lämmönläpäisykertoimeksi on vanhojen suunnitelmien mukaan laskettu $0,18 W/m^2K$. Nykymääräysten mukaan lämpimän tilan maata vastaan olevan rakennusosan lämmönläpäisykerroimen tulisi olla korkeintaan $0,16 W/m^2K$ (RakMk C3 2010, 7). Vanha alapohjarakenne on niin lähellä nykymääräysten tasoa, että ei ole järkevää miettiä lisäeristämistä, joka olisi erittäin työläs ja kustannuksiltaan kallis toimenpide.

3.2 Runkorakenteet

Vanha runkorakenne osoittautui tarkemmissa tutkimuksissa piirustusten mukaiseksi ja kantava pystyrunko oli rakennettu 50x150 sahatavarasta 600 mm:n jaolla. Tämän todettiin laskelmien avulla antavan riittävän kantavuuden myös uudelle kattorakenteelle sekä toisen kerroksen aiheuttamalle kuormalle. (Liite 2)

Seinärakenteen lämmönläpäisykertoimeksi on aikanaan laskemalla saatu $0,20 W/m^2K$, kun nykyiset vaatimukset määrittävät minimiarvoksi $0,17 W/m^2K$ (RakMk C3 2010, 7). Vanhalle seinärakenteelle laskettu lämmönläpäisykerroin on todennäköisesti hieman todellista parempi, mutta se ei vaikuta vertailuun, sillä uusille rakenteille laskettu tulos on samassa suhteessa parempi. Seinärakennetta lisäeristämällä lämmönläpäisykerrointa saadaan pienennetyksi, mutta lisäeristämisen tuomat säästöt vuosittaisissa lämmityskustannuksissa eivät ole kovinkaan merkittävät.

Lisäeristämiseen on olemassa muutama erilainen vaihtoehto. Eristeen valinnassa on kuitenkin muistettava että sen tulee olla kosteutta läpäisevä. Tämän takia esimerkiksi SPU-eristeet eivät ole varteen otettavia vaihtoehtoja ulkopuolelta eristettäessä. Yksi mahdollisuus on tuulensuojaeriste, joka on eristelevy jossa on tuulensuojapinnoite. Tuulensuojaeriste ei ole kokonaiskustannuksiltaan kallis ja sen asentaminen on nopeaa, koska se ei vaadi useita työvaiheita. Lisäämällä 50 mm:n tuulensuojaeriste tulisi U-arvoksi $0,156 W/m^2K$ (Liite 3). Tällöin vuotuinen säästö lämmityskustannuksissa olisi noin 950 kWh eli 76 euroa. Todellisuudessa säästö ei liene kuitenkaan näinkään suuri, sillä keskuslämmityskattilalla lämmittäminen on edullisempaa kuin sähköllä.

Taulukko 3. Seinän lisäeristämisen vaikutus vuosittaisiin lämmityskustannuksiin.

Seinä		
PA	130,58	m ²
Uvanha	0,2	W/m ² K
Uusi	0,156	W/m ² K
Qjoht, van	4346,747	kWh
Qjoht, uu	3390,463	kWh
Säästö	956,2843	kWh
	76,50275	€

Tilaaajan suunnitelmissa on kuitenkin ulkoverhouksen uusiminen, jonka yhteydessä lisäeristäminen onnistuisi melko helposti ja samalla onnistuu lämpökuvissa olleiden ongelmakohtien korjaaminen. Jos tuulensuojalevytyks jouduttaisiin uusimaan, olisi se kannattavaa korvata tuulensuojaeristeellä. Tilannetta kuitenkin kannattaa arvioida uudelleen kun ulkoverhous on purettu ja tuulensuojalevytyksen kunto tiedetään varmasti. Toisaalta jos tuulensuojalevytyksen uusimiselle ei ole tarvetta, on lisäeristämisen tuoma hyöty kyseenalainen. Esimerkiksi Isover RKL-31 facade tuulensuojaeristeen avulla lisäeristämisen hinnaksi ilman töiden osuutta tulisi noin 1500-2000 euroa, riippuen tuotteen ostopaikasta, jolloin lisäeristämisen tuoma säästö ei kata kustannuksia pitkään aikaan. Lämpövihtyvyyteenkään lisäeristämällä ei ole suurta vaikutusta, sillä vedon tunnetta aiheuttavat paikalliset vuotokohdat pystytään korjaamaan lämpökamerakuvien perusteella.

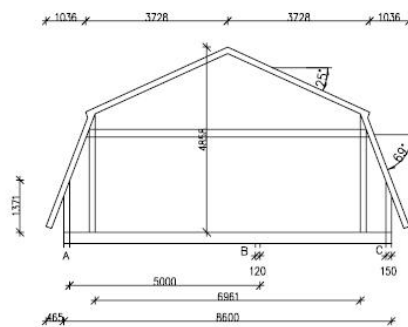
3.3 Yläpohja ja vesikatto

Yläpohjan ja vesikaton nykyisellä kunnolla ei ole oikeastaan merkitystä, sillä ne puretaan tulevan remontin yhteydessä. Kävimme kuitenkin lämpökuvauksen yhteydessä myös ullakkotilassa, josta ei lämpökameralla löytynyt ongelmakohtia. Yläpohjan eristeistä ei myöskään löytynyt merkkejä kosteudesta, joka olisi voinut johtua vesikaton vuotamisesta. Tämän takia ei ole syytä olettaa että yläpohja olisi aiheuttanut ongelmia muihin rakenteisiin.

Suurimmat muutostyöt tulevassa rakennusprojektissa ovatkin juuri kattorakenteissa. Entinen kattorakenne joudutaan purkamaan kokonaisuudessaan, koska nykyisellään toisen kerroksen rakentamiselle ei ole tilaa. Tilaaja valitsi uudeksi kattorakenteeksi mansardikattorakenteen entisen harjakaton tilalle. Mansardikaton etuna harjakattoon verrattuna on sen antamat reilut tilat yläkerrassa. Kattoristikoiden mitoittaminen ja valmistaminen tapahtuu kattoristikkovalmistajan toimesta. Kattoristikkovalmistaja suunnittelee ristikot rakennesuunnittelijan toimittamien ristikkokaavioiden, pohjakuvan ja julkisivukuvien perusteella (Rakennustieto 1993, 10).

Kattoristikon tilauskaavio

KANNATIN K1		Kosteusluokka 2			
Kannatinjako	k900	Kuormitukset	yfpaarre	lumikuorma	2,75 kN/m ²
Ruodejako	300mm			tuliikuorma	0,6 kN/m ²
Tukimateriaali	puu lappeellaan		alapaarre	rakenteet	0,6 kN/m ²
Tuenta	A-B-C			rakenteet	0,3 kN/m ²



MITTAKAAVA: 1:100

Kuva 6. Kattoristikon tilauskaavio. Tarkempi kuva liitteenä (liite 4).

Mansardikattoristikko vaatii alakertaan 1-2 kantavaa väliseinää. Nykyisellään rakennuksen keskellä on yksi kantava seinälinja läpi koko rakennuksen, mutta alakertaan tulevien muutosten myötä se osalta matkaa häviää. Seinälinja joudutaankin kyseiseltä kohdalta korvaamaan palkkirakenteen avulla. Palkin mitoitusta ei ole kuitenkaan järkevää suorittaa ennen kuin ristikkovalmistajalta saadaan tieto ristikon alapaarteen vaatimasta tuesta.

Rakennusmääräyskokoelman osa C3 määrittää nykyisellään yläpohjan lämmönläpäisykertoimelle raja-arvoksi $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ (RakMk C3 2010, 7). Tähän arvoon päästään esimerkiksi käyttämällä yläpohjan eristyksessä Isoverin rakennekirjastosta löytyvää

rakennetta, jonka eristekerros muodostuu 100 mm:n levyvillasta sekä 350 mm:n puhallusvillakerroksesta. Rakenteesta on leikkauskuva liitteenä. (Isover 2013) (Liite 6)

3.4 Ikkunat ja ovet

Vanhojen ikkunoiden osalta on lämmönläpäisykertoimeksi ilmoitettu laskelmissa $1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nykyisten vaatimusten mukaan vastaava luku tulisi ikkunoilla ja ovilla olla $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, joka on merkittävästi pienempi kuin vanhoissa ikkunoissa oleva (RakMk C3 2010, 7). Vanhojen ovien lämmönläpäisykertoimesta ei ole olemassa tietoa, mutta luultavasti se on samaa luokkaa ikkunoiden kanssa. Tulevan olohuoneen kohdalle tilaaja haluaa suuret ikkunat tuomaan valoa ja avaruutta tilaan, jolloin ainakin kaksi olemassa olevaa ikkunaa korvautuu tämän muutoksen myötä.

Lähes kaikki uudet ikkunat alittavat lämmönläpäisykerroimen $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, mutta laskelmat on tehty raja-arvon mukaan. Tästä syystä ikkunoiden vaihdosta tuleva todellinen säästö lienee jonkin verran laskelmia suurempi. Klara Net-ohjelmistolla tehdyn kustannusarvion mukaan ikkunoiden uusimiselle tulisi hintaa noin 2800 euroa (liite 7). Vuotuinen säästö puolestaan lämmityskustannusten osalta on noin 2900 kWh eli 230 euroa.

Taulukko 4. Ikkunoiden uusimisen vaikutus vuosittaisiin lämmityskustannuksiin.

Ikkunat		
PA	21,94	m ²
Uvanha	1,8	W/m ² K
Uusi	1	W/m ² K
Qjoht,van	6573,048	kWh
Qjoht,uu	3651,694	kWh
Säästö	<u>2921,355</u>	kWh
	<u>233,7084</u>	€

Mikäli vanhat ikkunat säilytettäisiin, tulisi niihin uusia tiivisteitä, joissa lämpökuvissa havaittiin ilmapuotoja. Vanhat ikkunat tulisi myös maalata, joka on työläs toimenpide. Näihin kunnostustöihin tulisi jo itse tehtynä kulumaan satoja euroja, eikä kunnostettu ikkuna ole silti uuden veroinen. Uusien ikkunoiden tuoma säästö on luultavasti laskettua suurempi, joten ikkunoiden uusimisesta aiheutuvat kustannukset maksavat itsensä takaisin noin kymmenessä vuodessa lämmityskulujen pienentyessä.

Ovien osalta ei lämmönläpäisykertoimista ole tietoa, joten niiden uusimisesta syntyvää säästöä on sen puolesta vaikea arvioida. Lämpökamerakuvien perusteella ovien tiivisteissä on jonkin verran ilmavuotoja ja varsinkin takapihalle vievässä ovesa vuodot olivat voimakkaita. Ovien yleisilme on jo kulunut ja niiden säilyttäminen vaatisi kunnostustöitä. Uusista ovista koituvat kustannukset ovat Klara Net ohjelman mukaan noin 2000 euroa (liite 7). Lämmityskustannusten puolesta säästö on ovien uusimisessa oletettavasti samaa luokkaa kuin ikkunoiden kohdalla. Ovien uusiminen vaikuttaa myös jonkin verran rakennuksen ulkonäköön ja vaipan yleiseen tiiveyteen.

4 Pohjaratkaisu

Nykyisessä pohjaratkaisussa rakennuksessa ei ole kovin suuria yhtenäisiä tiloja ja tilaaja haluaakin muuttaa ennestään melko sokkeloista pohjaratkaisua hieman avarammaksi. Alakertaan tulevien muutosten suunnittelussa pyrittiin pitämään vanhoja seinälinjoja paikallaan mahdollisimman paljon, ylimääräisten purku ja rakennustöiden välttämiseksi.

Suurimmat muutokset alakertaan suunniteltiin tulevan keittiön ja kahden keittiön vieressä olevan huoneen yhdistämiseksi. Tällä tavoin keittiöstä ja olohuoneesta saadaan suuri yhtenäinen tila. Myös muutamasta muusta kohdasta poistettiin seinä ja wc-tiloja laajennettiin. Selkeimmin muutokset näkyvät liitteenä olevista pohjakuvista. (Liite 5)

Tulevan toisen kerroksen pohjaratkaisu suunniteltiin tilaajan toiveiden mukaisesti. Toiseen kerrokseen tulee kolme makuuhuonetta, wc/kylpyhuone, suurehko aula sekä varasto. Wc sijoitettiin siten että alapuolella on lähellä viemäri sekä vesipiste. Tällä tavoin helpotetaan tarvittavan vesi- ja viemäriinjaston liittämistä.

5 Talotekniikka

Rakennuksen sekä käyttöveden lämmitys tapahtuu tällä hetkellä puulämmitteisen keskuslämmityskattilan avulla. Huoneilman lämmitys tapahtuu ilmanvaihtokoneen avulla,

jossa tuloilmaa lämmitetään keskuslämmityskattilasta tulevalla vedellä. Ilmanvaihtokoneesta lämmin ilma johdetaan huoneisiin latioissa olevia putkistoja pitkin. Ilmanvaihdossa ei kuitenkaan ole esimerkiksi lainkaan lämmöntalteenottoa, joten lämmintä ilmaa menee paljon hukkaan. Ilmanvaihtokoneissa on tapahtunut lähivuosina merkittävää kehitystä, joten sen uusimisella voi saavuttaa tuntevia säästöjä lämmityskustannuksissa. Lämmitysjärjestelmän valinnassa ja LVI-suunnitelmien hankinnassa neuvoja ja vaihtoehtoisia ratkaisuja saa asiantuntijaliikkeestä.

Sähkötyöt toteutetaan sähkösuunnitelmien mukaisesti. Muutoksia vanhoihin sähköihin tulee luonnollisesti ainakin kattovalaistuksen osalle ja kokonaan uudet sähköt tulevan toisen kerroksen osalle.

Viemärintien osalta käytetään vanhaa viemärijärjestelmää, johon liitetään toiseen kerrokseen tulevat wc-tilat. Jätevesien käsittelyä varten rakennetaan imeytyskenttä, joka on käyttökustannuksiltaan edullinen menetelmä ja melko helposti toteutettavissa reilujen tilojen ansiosta.

6 Piirustukset

Piirustukset on tehty AutoCad 2012 ohjelmistolla viivanpiirtona. Piirustuksia on tarkoitus käyttää rakennuslupaa haettaessa, mutta niihin on ennen sitä tehtävä vielä täydennyksiä joihin vaikuttavat tilaajan päätökset. Tällaisia asioita ovat muun muassa julkisivujen pintamateriaalit. Liitteenä olevien piirustusten on tarkoitus olla havainnollistamassa rakennukseen tulevia muutoksia, eivätkä ne siksi vastaa täysin rakennuslupakuvia. Kuvista näkyy selkeästi julkisivuihin ja pohjaratkaisuun tulevat muutokset. Rakenteista on myös leikkauskuvat sekä uuden että vanhan rakenteen osalta ja detalji kuvia tulevista seinä sekä ylä- ja välipohjarakenteista. Ylä- ja välipohjarakenteet ovat otettu Isoverin rakennekirjastosta, joten ne täyttävät kyseisille rakenteille määritetyt vaatimukset. Piirustukset ovat työssä liitteenä.

7 Kustannusarvio

Kustannuslaskennan apuvälineenä käytin Rakennustiedon ylläpitämää Klara Net-kustannuslaskenta ohjelmistoa. Klara Net ohjelmiston laskenta perustuu Talo 2000 -nimikkeistön tuote- ja panosrakenteisiin. Ohjelman tuoterakenteet sisältävät tarvittavat rakennustarvikkeet ja työvaiheet valmiin rakennuksen tekemiseen. Klara Net ohjelmiston menekit perustuvat todellisten kohteiden avulla testattuihin tasoihin sekä hinnat ja palkat on koottu muun muassa valmistajien, jälleenmyyjien ja Rakennusteollisuus RT ry:n viitetilastoista. Ohjelmassa on valmiita mallilaskelmia joiden pohjalta on helppo lähteä luomaan omaa laskelmaa ja joita voi muokata omien tarpeiden mukaan. (Rakennustieto 2013.)

Kustannusarvio ei kerro suoraan rakentamisen hintaa vaan pikemminkin tulevan rakennuksen hintaluokan. Onkin tärkeää muistaa että todelliset kustannukset voivat poiketa arviosta jonkin verran. Tähän vaikuttavat mm. oman työn osuus sekä rakennustarvikkeiden todelliset kustannukset.

Kustannusarvion mukaan rakentamisen lopulliseksi hinnaksi tulisi noin 140 000 euroa. Hinta koostuu kolmesta osiosta jotka ovat hankinnat, materiaalit ja työ. Eriteltynä osuudet ovat hankinnat noin 20 000 euroa, materiaalit 66 000 euroa ja työt 56 000 euroa (Liite 7). Tilaaja aikoo osallistua rakentamiseen mahdollisimman paljon itse, joten varsinkin työn osuudessa voi saavuttaa merkittäviä säästöjä. Kaikille purkutöille ei kustannusarviossa ole edes laskettu kustannuksia, koska niistä suurin osa on järkevintä suorittaa itse. Kattoristikoiden osuutta todellisista kustannuksista ei tiedetä varmaksi ennen kuin saadaan tarjous ristikkovalmistajalta, mutta kattorakenteen hinta on kustannusarviossa määritetty keskimääräisten hintojen mukaan. Myöskään sähkö ja LVI töiden osuutta on vaikea arvioida, koska olemassa olevia järjestelmiä voidaan käyttää paljon hyväksi, mutta myös uutta joudutaan rakentamaan. LVIS-töille on kuitenkin laskettu osuus johon on yritetty ottaa huomioon rakennuksessa valmiina olevia järjestelmiä. Laskelmista pois on jätetty mahdollisista ikkunoiden ja ovien uusimisesta koituvat kustannukset, koska niistä on erilliset laskelmat joiden osuus on helppoa lisätä lopullisiin kustannuksiin, mikäli ne päätetään uusia.

8 Pohdinta

Työni oli itselleni opettavainen ja se antaa hyvät pohjatiedot tilaajalle rakennusprojektia varten. Mielenkiintoista työssä oli tehdä suunnitelmia ja muutosvaihtoehtoja itse tehtyjen tutkimusten pohjalta.

Kuntoarvio ja –tutkimukset antoivat enemmän tietoa kuin alunperin oletin. Varsinkin lämpökamerakuvauksessa havaittujen puutteiden ja niiden todellisen syyn selvittäminen rakennetta purkamalla todisti kuinka hyvin lämpökuvaus todella näyttää rakenteissa piilevät virheet. Tutkimuksissa ei onneksi tullut suuria yllätyksiä vaan rakenteet ovat hyvässä kunnossa ja puutteita olikin vain muutamissa kohdissa rakenteita, sekä ikkunoiden ja ovien osalla. Esimerkiksi rakennuksen eristepaksuudet ovat yllättävän hyvät ja se helpottaakin muutostöiden määrää merkittävästi. Muutoksia kannattaa harkita lähinnä ikkunoiden ja ovien vaihtamisen suhteen, sillä ne alkavat olla jo elinkaarensa päässä.

Suunnitelmia tehdessä omat haasteensa toi sopivan ristikkomallin miettiminen toisen kerroksen toteuttamista varten. Kattoristikoita voi nykyisin valmistaa lähes millaisia vain, mutta oikeanlaisella rakenneratkaisulla voi saada aikaan merkittäviä kustannussäästöjä. Myös kustannuslaskelmia tehdessä toi omat haasteensa olemassa olevien rakenteiden huomioon ottaminen. Työn tekemiseen lisäsi motivaatiota ajatus siitä että suunnitelmat tulevat todennäköisesti myös toteutumaan.

Henkilökohtaisesti opinnäytetyön tekeminen muutti omaa käsitystäni rakenteiden tutkimusta kohtaan. Panostamalla tutkimuksiin rakennusprojektin alussa saadaan selkeä käsitys tarvittavista toimenpiteistä ja ne osataan kohdistaa oikeisiin paikkoihin. Alustavien tutkimusten avulla voi säästyä turhilta kustannuksilta rakentamisen yhteydessä ja toisaalta taas rakenteisiin ei jää niin helposti riskitekijöitä, jotka olisi helposti poistettavissa rakennustöiden yhteydessä. Suunnittelun kannalta tutkimukset ovat tällaisissa projekteissa tärkeitä, sillä vanhojen piirustusten paikkaansa pitävyyteen ei voi täysin luottaa. Työ antoi minulle selkeän käsityksen siitä kuinka vastaavanlaisia rakennusprojekteja kannattaa myös tulevaisuudessa suorittaa.

Lähteet

- C3 Rakentamismääräyskokoelma. 2010. Rakennuksen lämmöneristys. Määräykset 2010. Helsinki.
- C4 Rakentamismääräyskokoelma. Lämmöneristys. Ohjeet 2003. Helsinki.
- D5 Rakentamismääräyskokoelma. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmityksen tehon tarpeen laskenta. Ohjeet 2007. Helsinki.
- Energiamarkkinavirasto. 2013. Kalvokuvia sähkön hinnasta 1.3.2013. Energiamarkkinaviraston julkaisuja 2013. Helsinki: Energiamarkkinavirasto.
- Isover. 2013. Rakennekirjasto. <http://www.isover.fi/suunnittelu/rakennekirjasto> [luettu 20.04.2013]
- Merikallio, T. 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
- MetsäWood. 2012. Finnwood mitoitusohjelma. <http://www.metsawood.fi/AMMATTIRAKENTAMINEN/FINNWOOD/Pages/Default.aspx?z=912fc1e6-19e5-45cc-a627-255aa6ddc2f7> [luettu 03.05.2013]
- Paloniitty, S. & Kauppinen, T. 2006. Rakennusten lämpökuvaus. Helsinki: Rakennusteollisuuden kustannus RTK Oy.
- Puuinfo. 2012. Puurakenteen U-arvon määrittäminen. <http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/mitoitusohjelmat/puurakenteen-u-arvon-maarittaminen> [luettu 26.04.2013]
- Rakennustieto. 2012. Kiinteistön kuntoarvio. Rakennustieto ohjekortti RT 18-11061. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustieto. 1993. Puuristikot ja -kehät. Rakennustieto ohjekortti RT 85-10495. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustieto. 2005. Rakennuksen lämpökuvaus. Rakennustieto ohjekortti Ratu 1213-S. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustieto. 2013. Klara Net-ohjelma rakennuskustannusten laskentaan. <https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/klaranet.html> [luettu 03.05.2013]

Yritys
Osoitetiedot
Kuvaajan nimi ja puh. numero
Lämpökamera

RAKENNUKSEN LÄMPÖKUVAUS KENTTÄTYÖLOMAKE

Tilaaajan yhteystiedot

Nimi *Jaakko Mikkonen* Osoite *Hukkalanranta 185, 82600 Tohmajärvi*
Puh GSM

Laskutusosoite

Nimi Osoite
Puh GSM

Kohteen tiedot

Kohde Osoite
Uudisrakennus Rakennusvuosi
Korjausrakentaminen Peruskorjausvuosi

Kuvausolosuhteet

Päiväys
Klo (24 h ennen) Päiväys
Klo (12 h ennen) Päiväys *9.4.2013*
Klo (alussa) *10:00* Päiväys
Klo (lopussa) *11:10*

	Päiväys Klo (24 h ennen)	Päiväys Klo (12 h ennen)	Päiväys <i>9.4.2013</i> Klo (alussa) <i>10:00</i>	Päiväys Klo (lopussa) <i>11:10</i>
Ulkoilman lämpötila [°C]	<i>-1°C</i>	<i>-5°C</i>	<i>-1,0°C</i> <i>63,7%</i>	<i>+0,6°C</i> <i>53,8%</i>
Sisäilman lämpötila [°C] (tutkittavassa rakennuksessa keskimäärin)			<i>20,8°C</i>	
Auringonpaiste / pilvisuus			<i>aurinkoista</i>	
Tuulen nopeus ja suunta [m/s]				
Paine-ero [Pa] (tutkittavassa rakennuksessa keskimäärin)			<i>3,0</i>	
Sisäilman kosteus [RH %] (tutkittavassa rakennuksessa keskimäärin)			<i>26,8 %</i>	

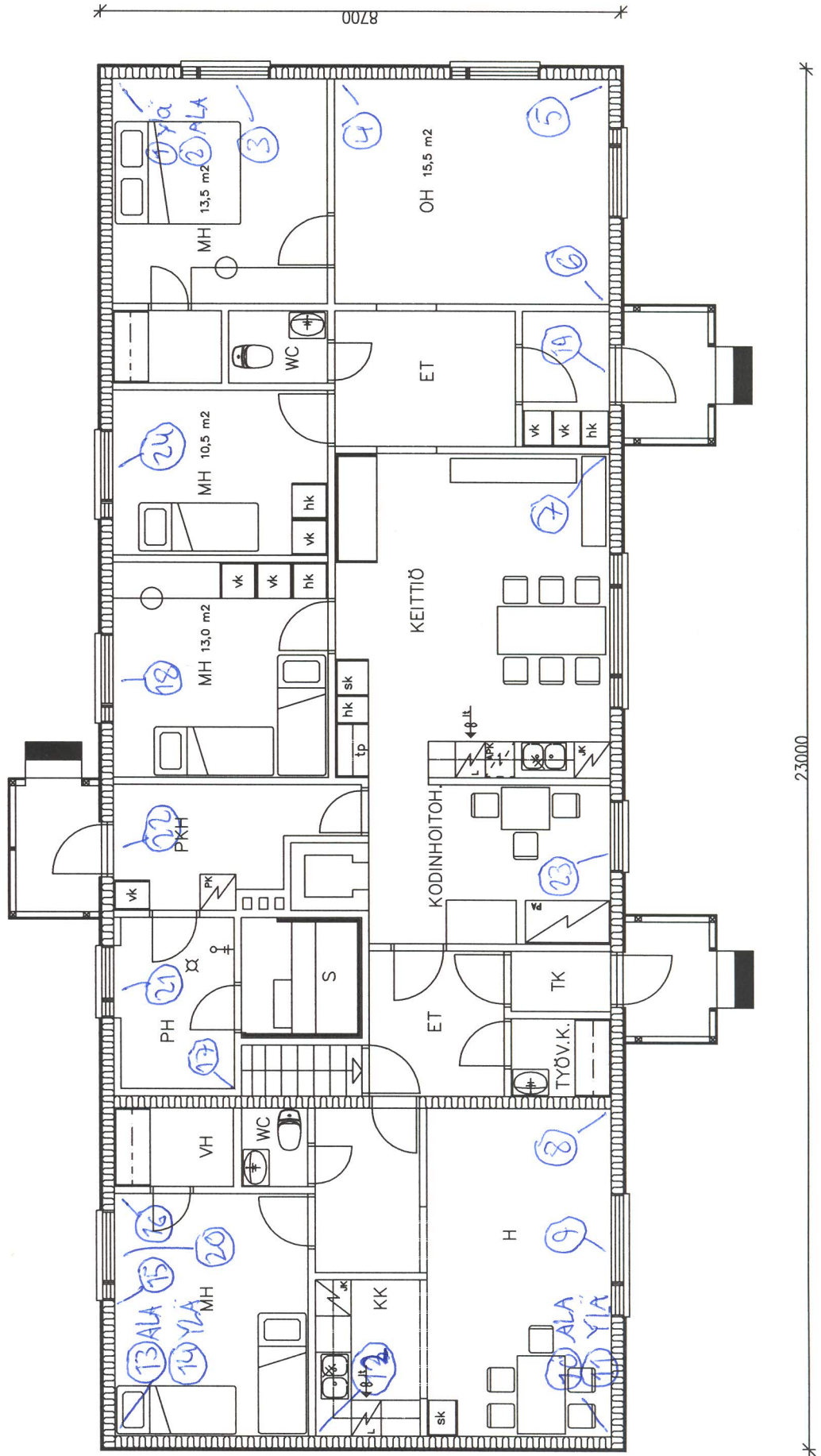
Kohdetiedot

Lämmitysjärjestelmä	
Ilmanvaihto	
Rakenteet - alapohja - ulkoseinät - yläpohja - ikkunat	

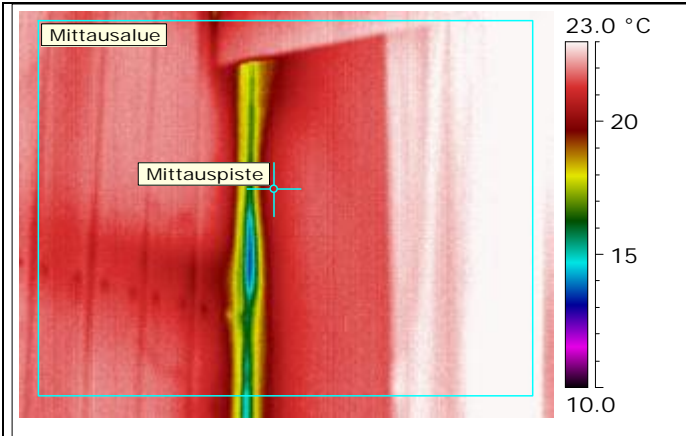
Muut huomiot

VANHA POHJAKUVA

1. Kerros



Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 1	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 1.

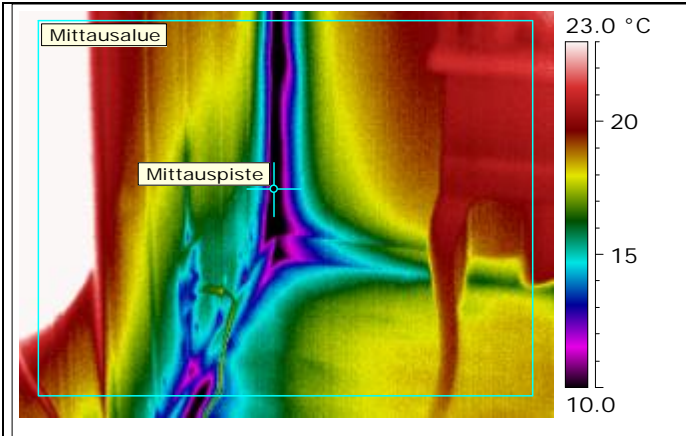
Mittauspisteen lämpötila	21.0 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	23.8 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	13.4 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	66	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	100		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Ulkoseiniin rajoittuvassa nurkassa lievää ilmavuotoa. Rakenteen tarkemmassa tutkimuksessa selvisi, että vuoto johtuu tuulensuojalevytyksessä olevasta raosta.
 Korjausluokka 2.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 2	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



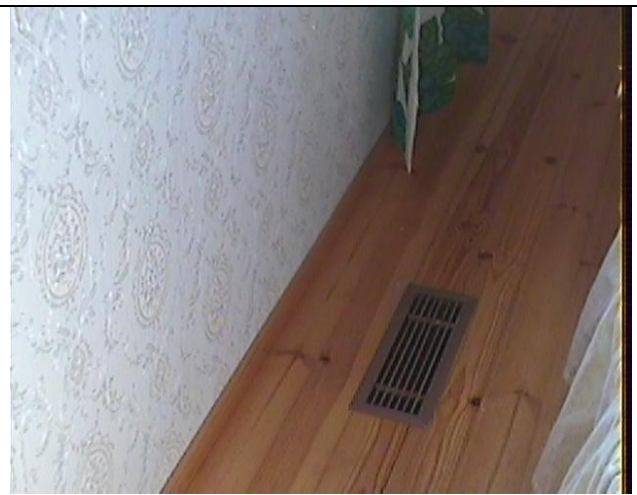
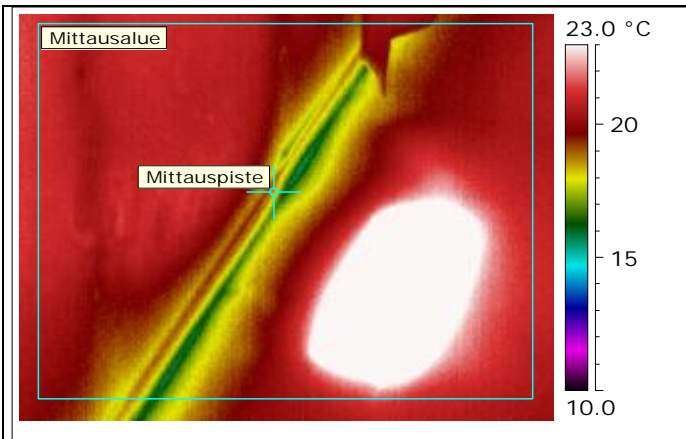
Lämpökuva 2.

Mittauspisteen lämpötila	8.5 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	29.4 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	6.3 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	33	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	43		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:
 Ulkoseiniin rajoittuvan nurkan alalaidassa runsasta ilmavuotoa. Nurkan lämpötila laskee erittäin alhaiseksi, joka aiheuttaa voimakasta vedon tunnetta ja mahdollisen kosteuden tiivistymisriskin. Vuoto johtuu tuulensuojalevytyksessä olevasta raosta ja hiirien tekemästä kulkureitistä eristekerroksessa. Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Vuodon aiheuttajan korjaus ulkoverhouksen uusimisen yhteydessä.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 3	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 3.

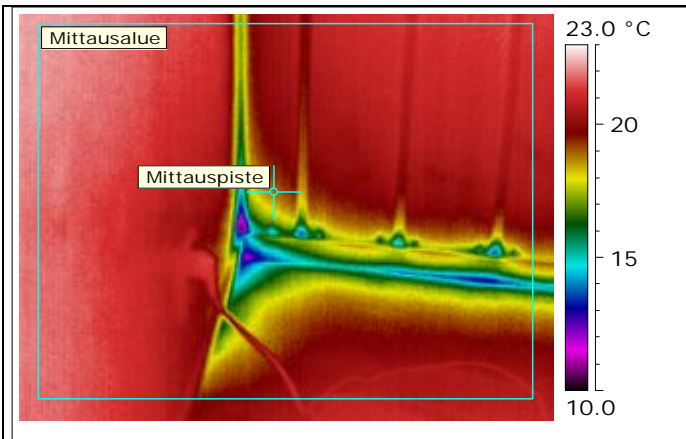
Mittauspisteen lämpötila	18.0 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	44.6 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	15.4 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	75	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	86		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Seinän ja lattian liitoksessa lievää ilmavuotoa. Tällainen vuoto on yleistä ja vaikeasti vältettävissä. Ilmavuodon vähäisyyden vuoksi ei aiheuta riskejä.
 Korjausluokka 4.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 4	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 4.

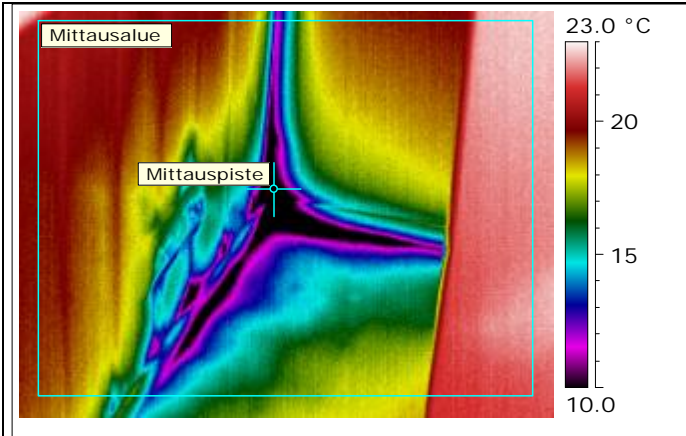
Mittauspisteen lämpötila	18.9 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	22.4 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	10.5 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	52	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	90		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Ulkoseinän ja väliseinän liitoksen alalaidassa runsasta ilmavuotoa. Nurkan lämpötila laskee melko alhaiseksi, joka aiheuttaa vedon tunnetta ja mahdollisen kosteuden tiivistymisriskin. Vuoto johtuneen nurkan puutteellisesta eristyksestä.
 Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Vuodon aiheuttajan korjaus ulkoverhouksen uusimisen yhteydessä.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 5	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 5.

Mittauspisteen lämpötila	6.8 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	22.8 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	4.9 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	27	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	36		

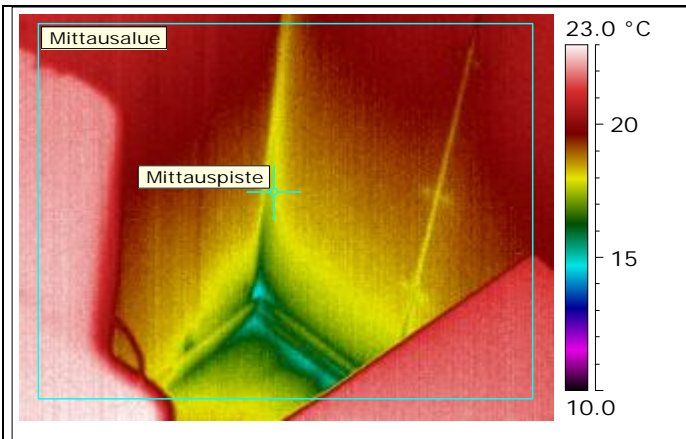
Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Ulkoseiniin rajoittuvan nurkan alalaidassa runsasta ilmavuotoa. Nurkan lämpötila laskee erittäin alhaiseksi joka aiheuttaa voimakasta vedon tunnetta ja mahdollisen kosteuden tiivistymisriskin. Vuoto johtunee nurkan puutteellisesta eristyksestä.

Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Vuodon aiheuttajan korjaus ulkoverhouksen uusimisen yhteydessä.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 6	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 6.

Mittauspisteen lämpötila	18.0 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	23.0 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	14.5 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	65	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	73		

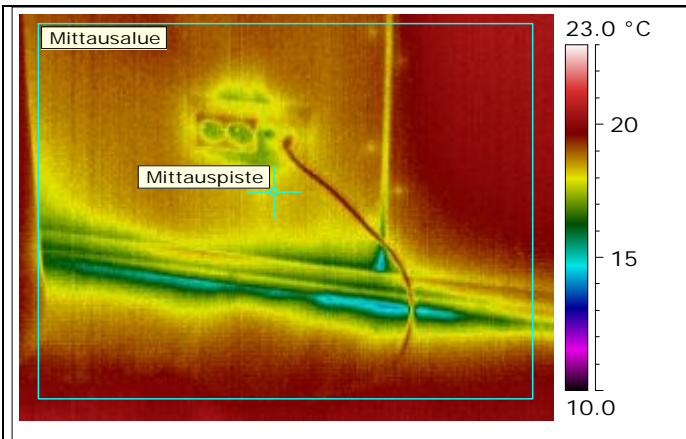
Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisuus	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Ulkoseinän ja väliseinän liitoksen alalaidassa lievää ilmavuotoa. Vuodon vähäisyyden takia se ei aiheuta riskejä.

Korjausluokka 3.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 7	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 7.

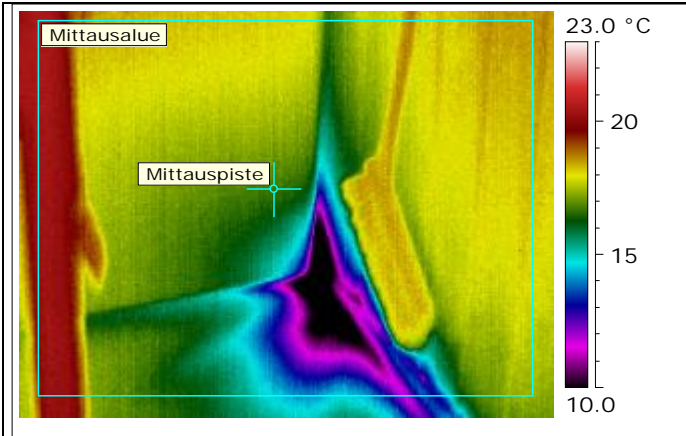
Mittauspisteen lämpötila	18.4 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	20.7 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	14.0 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	64	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	74		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Seinän ja lattian liitoksessa lievää ilmavuotoa. Tällainen vuoto on yleistä ja vaikeasti vältettävissä. Ilmavuodon vähäisyyden vuoksi ei aiheuta riskejä.
 Korjausluokka 3.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 8	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 8.

Mittauspisteen lämpötila	16.5 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	20.8 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	5.7 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	45	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	69		

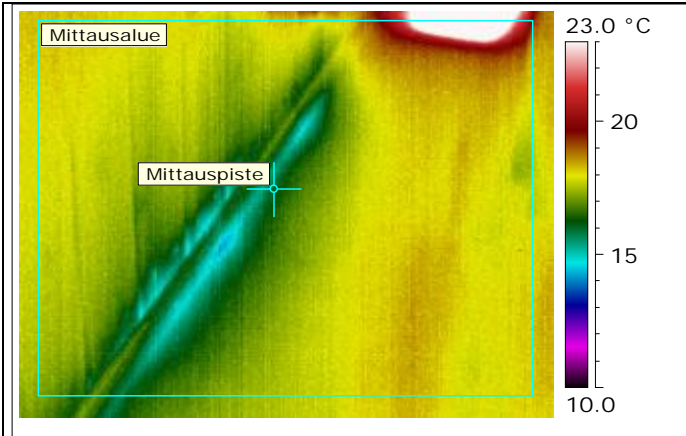
Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Ulkoseinän ja kiintokalusteiden nurkan alalaidassa runsasta ilmavuotoa. Nurkan lämpötila laskee erittäin alhaiseksi joka aiheuttaa voimakasta vedon tunnetta ja mahdollisen kosteuden tiivistymisriskin. Vuoto johtunee nurkan puutteellisesta eristyksestä.

Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Vuodon aiheuttajan korjaus ulkoverhouksen uusimisen yhteydessä.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 9	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 9.

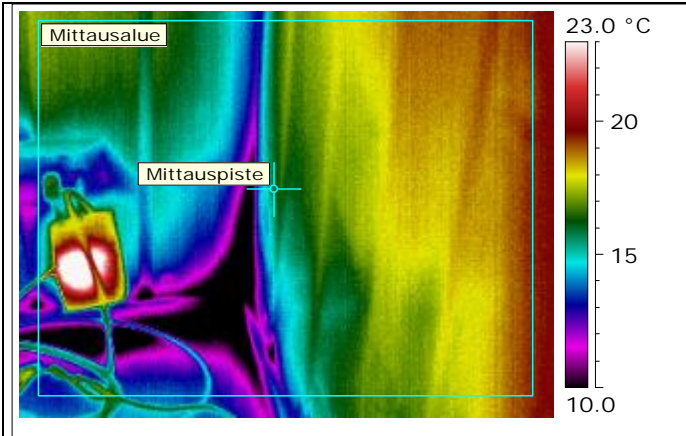
Mittauspisteen lämpötila	16.0 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	37.8 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	14.0 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	64	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	68		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

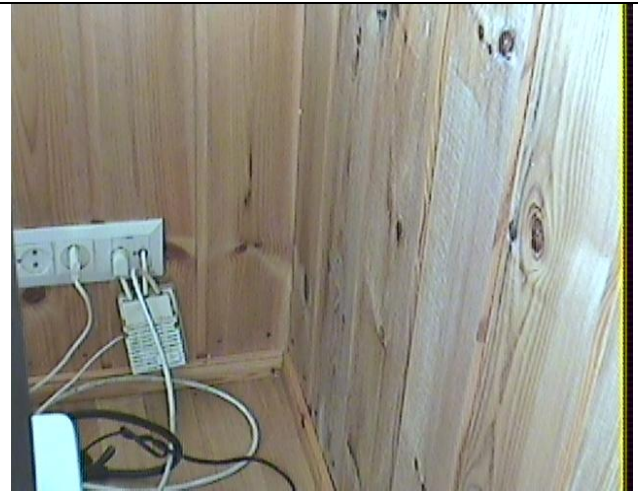
Kommentit:

Seinän ja lattian liitoksessa lievää ilmavuotoa. Tällainen vuoto on yleistä ja vaikeasti vältettävissä. Ilmavuodon vähäisyyden vuoksi ei aiheuta riskejä. Korjausluokka 3.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 10	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 10.



Mittauspisteen lämpötila	15.8 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	28.5 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	3.6 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	40	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	68		

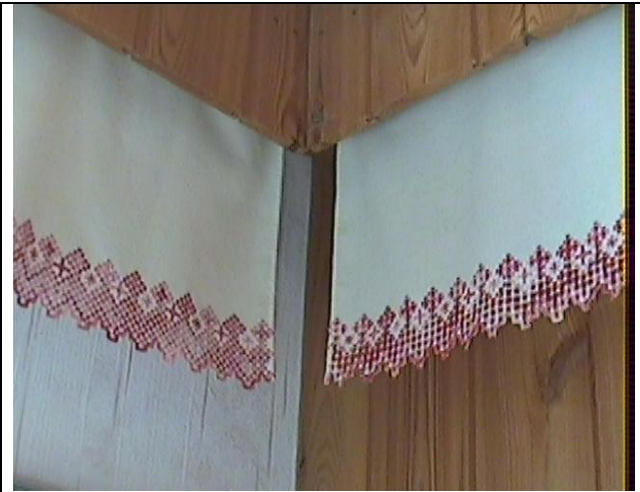
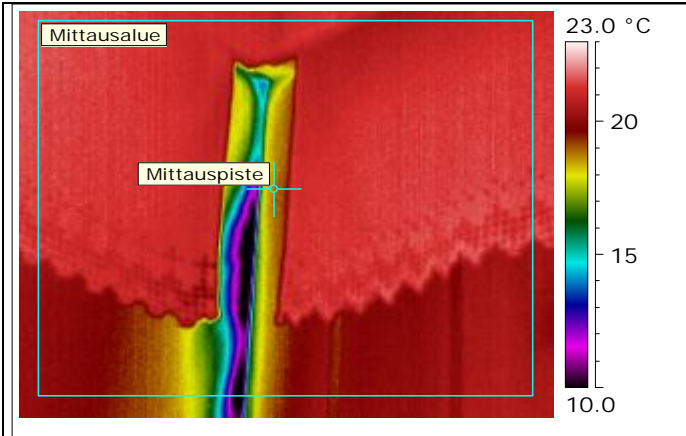
Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Ulkoseiniin rajoittuvan nurkan alalaidassa runsasta ilmavuotoa. Nurkan lämpötila laskee erittäin alhaiseksi joka aiheuttaa voimakasta vedon tunnetta ja mahdollisen kosteuden tiivistymisriskin. Vuoto johtunee nurkan puutteellisesta eristyksestä.

Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Vuodon aiheuttajan korjaus ulkoverhouksen uusimisen yhteydessä.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 11	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 11.

Mittauspisteen lämpötila	18.9 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	21.9 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	8.0 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	50	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	75		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

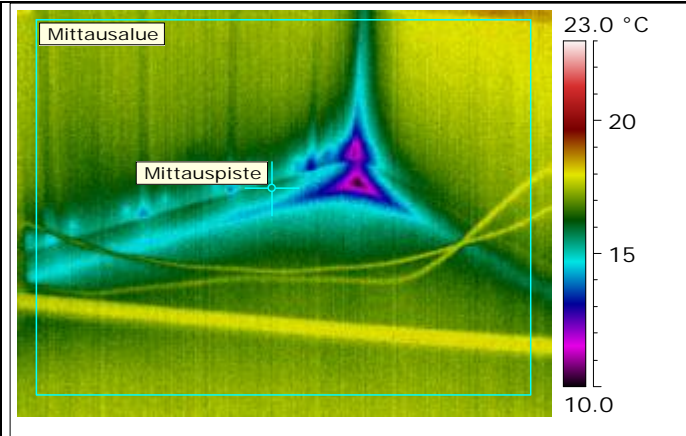
Kommentit:

Ulkoseiniin rajoittuvassa nurkassa havaittavissa ilmavuotoa. Ilmavuoto on melko suurta ja koko nurkan matkalla. Todennäköinen syy vuodolle on tuulensuojalevytyksessä oleva vuoto, kuten tutkitussa nurkassa. Nurkan minimilämpötila on sen verran alhainen että se voi aiheuttaa kosteuden tiivistymisriskin.

Korjausluokitus 1. Korjaussuositus: Vuodon aiheuttajan korjaus ulkoverhouksen uusimisen yhteydessä.

Kohde: Hukkalantie 185

Kuvauspaikka: 12 **Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013**



Lämpökuva 12.

Mittauspisteen lämpötila	15.5 °C
Mittausalue maks. lämpötila	18.6 °C
Mittausalue min. lämpötila	9.8 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	54
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	67

Emissiivisyys	0.95
Etäisyys	2.5 m
Kameratyyppi	P25 PAL
Kameran sarjanumero	23403796

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00

Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

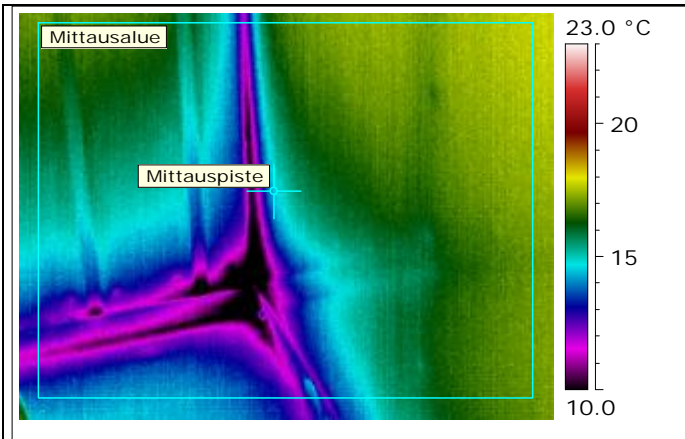
Ulkoseinän ja väliseinän liitoksen alalaidassa havaittavissa ilmavuotoa. Nurkan lämpötila laskee melko alhaiseksi, joka voi aiheuttaa vedon tunnetta ja mahdollisen kosteuden tiivistymisriskin. Vuoto johtunee nurkan puutteellisesta eristyksestä.

Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Vuodon aiheuttajan korjaus ulkoverhouksen uusimisen yhteydessä.

Kohde: Hukkalantie 185

Kuvauspaikka: 13

Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 13.

Mittauspisteen lämpötila	14.6 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	18.0 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	5.3 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	44	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	65		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Ulkoseinän ja väliseinän liitoksen alalaidassa runsasta ilmavuotoa. Nurkan lämpötila laskee melko alhaiseksi, joka aiheuttaa vedon tunnetta ja mahdollisen kosteuden tiivistymisriskin. Vuoto johtunee nurkan puutteellisesta eristyksestä.
 Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Vuodon aiheuttajan korjaus ulkoverhouksen uusimisen yhteydessä.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 14	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 14.

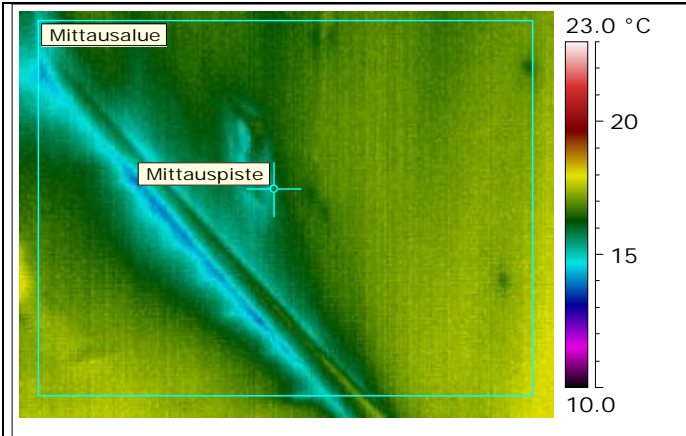
Mittauspisteen lämpötila	18.6 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	19.5 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	14.2 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	64	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	74		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Ulkoseiniin rajoittuvassa nurkassa lievää ilmavuotoa. Ilmavuoto johtunee tuulensuojalevytyksessä olevasta vuodosta, kuten tutkitussa nurkassa.
 Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Vuodon aiheuttajan korjaus ulkoverhouksen uusimisen yhteydessä.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 15	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 15.

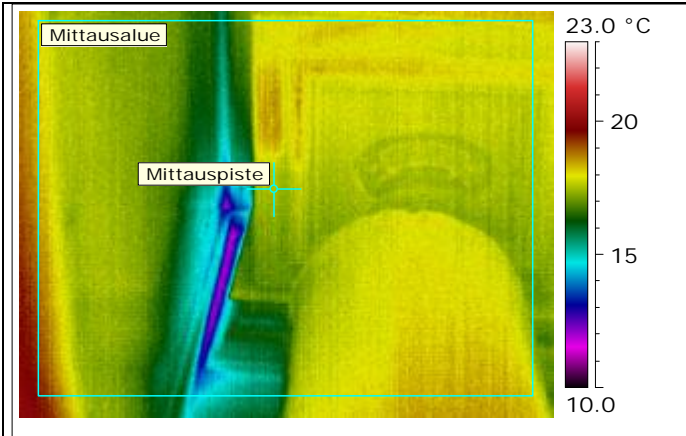
Mittauspisteen lämpötila	16.1 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	18.2 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	13.6 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	63	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	68		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Ulkoseinän ja lattian liitoksessa lievää ilmavuotoa. Vuoto on vähäistä eikä siksi aiheuta riskejä. Korjausluokka 3.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 16	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 16.

Mittauspisteen lämpötila	17.7 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	19.6 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	11.6 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	58	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	72		

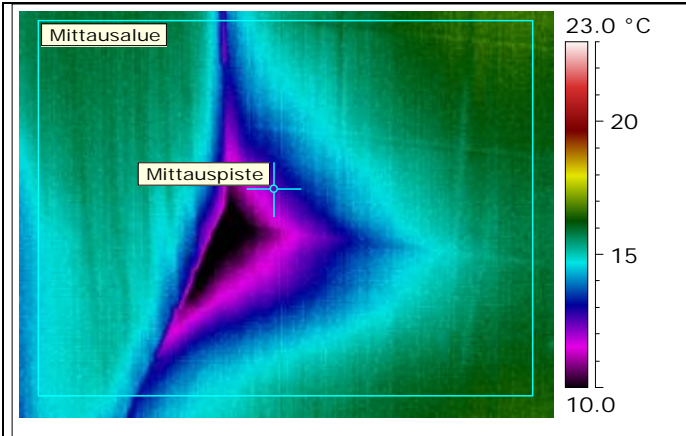
Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Ulkoseinän ja vaatekomeron välisen seinän alalaidassa on alhainen lämpötila. Seinän vieressä on kuitenkin raskas kaappikello joka voi estää ilman vapaan liikkumisen ja aiheuttaa siksi vääristyneen tuloksen.

Korjausluokka 3.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 17	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



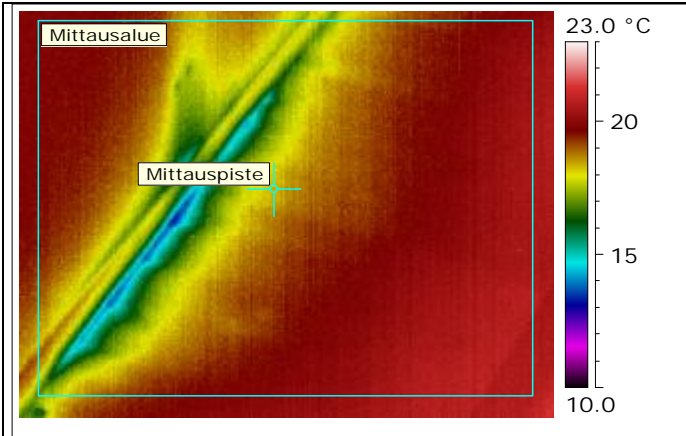
Lämpökuva 17.

Mittauspisteen lämpötila	12.4 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	17.0 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	7.4 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	49	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	60		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:
 Pesuhuoneesta ullakkotilaan johtavan oven alalaidassa on runsasta ilmavuotoa. Ovi kuitenkin häviää toisen kerroksen rakentamisen yhteydessä.
 Korjausluokitus 1. Korjaussuositus: Oven piilien tiivistäminen väliaikaisena ratkaisuna.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 18	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 18.



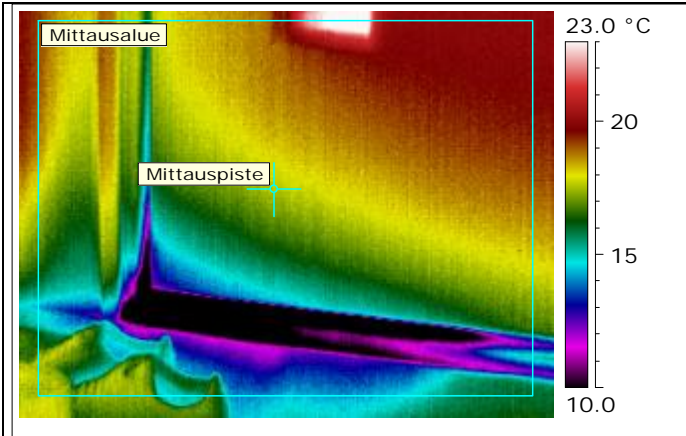
Mittauspisteen lämpötila	18.3 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	21.2 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	13.2 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	62	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	73		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Seinän ja lattian liitoksessa lievää ilmavuotoa. Tällainen vuoto on yleistä ja vaikeasti vältettävissä. Ilmavuoto on melko vähäistä ja se ei sijaitse oleskeluvyöhykkeellä, joten se ei vaadi toimenpiteitä. Korjausluokka 4.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 19	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 19.

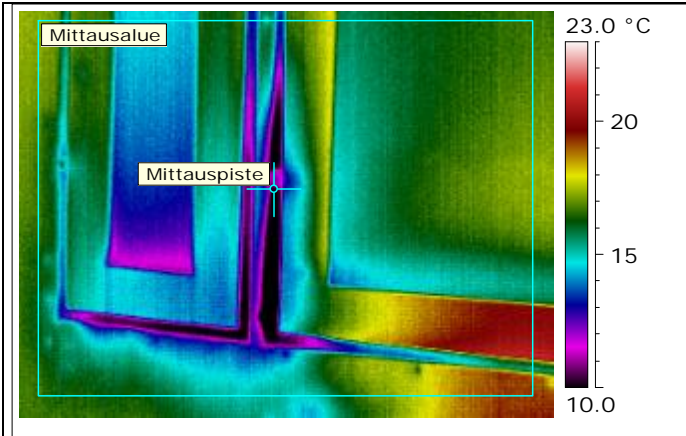
Mittauspisteen lämpötila	17.7 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	24.0 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	4.7 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	43	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	72		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Oven tiivisteessä voimakasta ilmavuotoa. Ilmavuoto aiheuttaa vedon tunnetta eteiseen.
 Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Oven tiivisteiden uusiminen.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 20	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 20.

Mittauspisteen lämpötila	9.4 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	21.1 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	6.8 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	47	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	53		

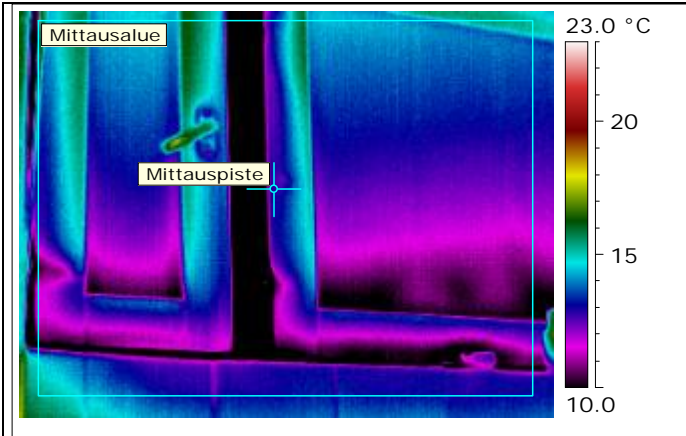
Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Ikkunan tiivisteissä havaittavissa ilmavuotoa. Tiivisteiden ilmavuodot ovat yleisiä vanhoissa ikkunoissa ja aiheuttavat vedon tunnetta.

Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Ikkunan tiivisteiden uusiminen.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 21	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 21.



Mittauspisteen lämpötila	13.1 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	17.5 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	2.5 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	38	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	62		

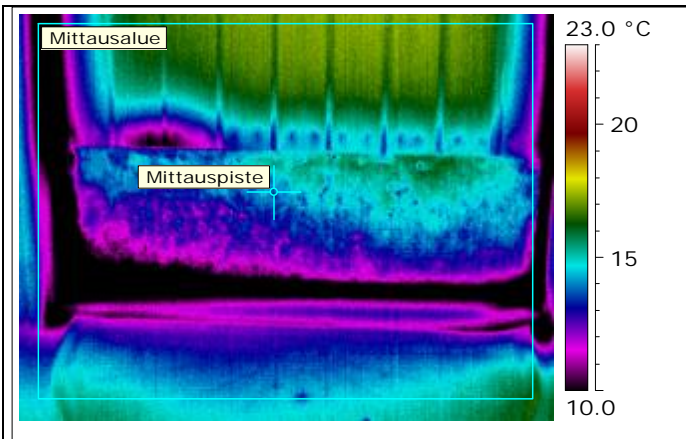
Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Ikkunan ympärillä havaittavissa voimakasta ilmavuotoa. Pesuhuoneen ikkunan voimakas ilmavuoto voi aiheuttaa kosteuden tiivistymistä ikkunarakenteiden ympäristöön aiheuttaen otollisen alustan mikrobikasvustolle.

Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Ikkunan ympäristön tarkastaminen mahdollisen mikrobikasvuston takia sekä ikkuna tiivisteiden vaihto ja ikkunan ympäristön tiivistäminen.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 22	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 22.

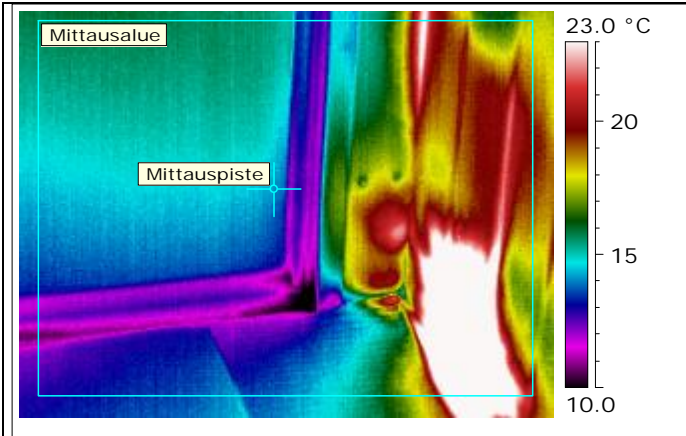
Mittauspisteen lämpötila	13.8 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	17.6 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	1.0 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	34	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	63		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Oven tiivisteissä voimakasta ilmavuotoa. Ilmavuoto aiheuttaa vedon tunnetta pukuhuoneeseen. Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Oven tiivisteiden uusiminen.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 23	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 23.

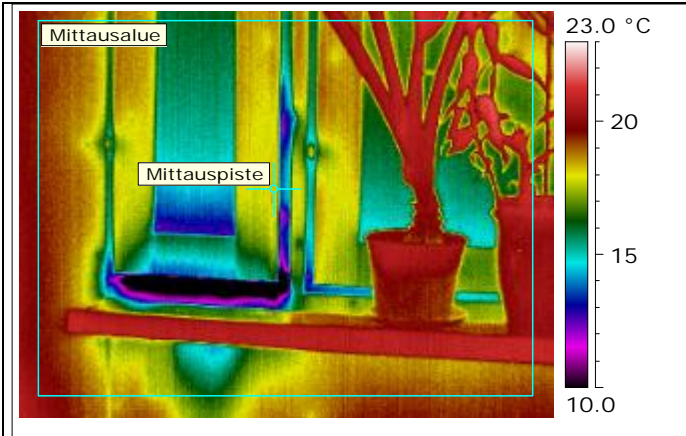
Mittauspisteen lämpötila	14.2 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	39.2 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	7.7 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	49	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	64		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

Kommentit:

Oven tiivisteissä havaittavissa ilmavuotoa.
 Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Oven tiivisteiden uusiminen.

Kohde: Hukkalantie 185	
Kuvauspaikka: 24	Kuvauspäivämäärä: 9.4.2013



Lämpökuva 24.

Mittauspisteen lämpötila	18.3 °C	Emissiivisyys	0.95
Mittausalue maks. lämpötila	21.8 °C	Etäisyys	2.5 m
Mittausalue min. lämpötila	4.7 °C	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	42	Kameran sarjanumero	23403796
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	73		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	1 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	27.0 %
Pilvisyys	Aurinkoinen	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-3,0 Pa
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-1.00	Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	21.0 °C

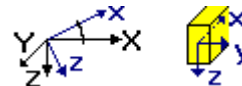
Kommentit:

Ikkunan tiivisteissä havaittavissa ilmavuotoa. Tiivisteiden ilmavuodot aiheuttavat vedon tunnetta. Korjausluokka 1. Korjaussuositus: Ikkunan tiivisteiden uusiminen.

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

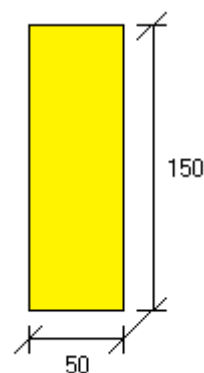
RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)

**PROJEKTITIEDOT:**

Nimi: ?

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Pileri
 Materiaali: C18
 Poikkileikkaus: 50x150
 (B=50 mm, H=150 mm, A=7500 mm², I_y=14062500 mm⁴, W_y=187500 mm³)
 Käyttöluokka: 2
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Kulma: 90.0 astetta
 Jako/kuormituslev.: 600 mm (pintakuomille)

**Uloke-/jännevälipituudet:**

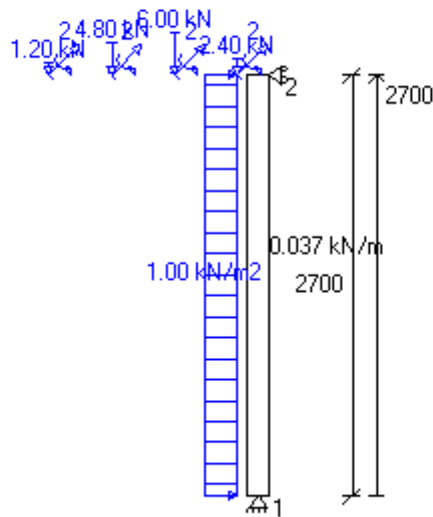
Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:
 Jänneväli 1: 2700.0
 Yhteensä: 2700.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Tyyppi:
1:	0	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	2700	Liukutuki (X)

f _{m,k} (M _y):	18.00 N/mm ²
f _{m,k} (M _z):	22.42 N/mm ²
f _{c,0,k} :	18.00 N/mm ²
f _{c,90,k} :	2.20 N/mm ²
f _{t,0,k} :	11.00 N/mm ²
f _{v,k} (V _z):	3.40 N/mm ²
f _{v,k} (V _y):	3.40 N/mm ²
E _{mean} :	9000 N/mm ²
G _{mean} :	560 N/mm ²
E 0.05:	6000 N/mm ²
G 0.05:	380 N/mm ²
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)

Osavamuusluku: 1.40
 Aikaluokka: k_{mod}:

Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
<hr/>	
kdef:	0.800

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 1.20 kN	x = 2700.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.060 kNm	x = 2700.0 mm
Rakennesosan paino:	QZ = 0.037 kN/m	x = 0 - 2700 mm

Hyötykuorma (Hyötykuorma A, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pistekuorma: 1:	FZ = 4.80 kN	x = 2700.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.240 kNm	x = 2700.0 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk < 2.75 kN/m², Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 6.00 kN	x = 2700.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.300 kNm	x = 2700.0 mm

Tuulikuorma (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pistekuorma: 1:	FZ = 2.40 kN	x = 2700.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.120 kNm	x = 2700.0 mm
Pintakuorma: 1:	Qz = 1.000 kN/m ²	x = 0 - 2700 mm

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma + 1.00*1.50*0.70*Lumikuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Hyötykuorma + 1.00*1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma + 1.00*1.50*0.70*Lumikuorma + 1.00*1.50*0.60*Tuulikuorma

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Hyötykuorma + 1.00*1.50*Lumikuorma + 1.00*1.50*0.60*Tuulikuorma

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Hyötykuorma + 1.00*1.50*0.70*Lumikuorma + 1.00*1.50*Tuulikuorma

Yhdistelmä 9 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 10 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma + 1.00*0.70*Lumikuorma

Yhdistelmä 11 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Hyötykuorma + 1.00*Lumikuorma

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Hyötykuorma + 1.00*0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009

Kokonaiskäyttöaste:

72.0 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja $W_{net,fin}$:	L/300
Korotuskerroin, vasen uloke:	2.00
Korotuskerroin, oikea uloke:	2.00
Nurjahdus z-suuntaan:	$L_c = 1.00 * L$
Nurjahdus on estetty y suuntaan	
Kiepahdus on estetty	

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	1.52 kN	13.36 kN	11.4 %	2700 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Puristus:	15.54 kN	48.18 kN	32.2 %	0 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus (M_y):	0.77 kNm	1.93 kNm	40.0 %	2700 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus+puristus:	0.72	1.00	72.0 %	2700 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
$(M_y=0.77 \text{ kNm}, M_z=0.00 \text{ kNm}, N_x=15.42 \text{ kN})$					
jänneväli 1, W_{inst} :	2.1 mm	- mm	0.0 %	1215 mm	Yhdistelmä 12/2
jänneväli 1, $W_{net,fin}$:	-2.5 mm	9.0 mm	28.0 %	1552 mm	Yhdistelmä 11/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 8/1 (Hetskellinen):

1.15*Omapaino + 1.05*Hyötykuorma + 1.05*Lumikuorma + 1.50*Tuulikuorma

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.05*Hyötykuorma + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 12/2 :

1.00*Omapaino + 0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma

Yhdistelmä 11/1 :

1.00*Omapaino + 0.70*Hyötykuorma + 1.00*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$N_{x,max}$	17.70 kN	0 mm
$V_{z,max}$	1.52 kN	2700 mm
$M_{y,max}$	0.88 kNm	2700 mm

TUKIREAKTIOT:

FX:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.29 kN	-1.01 kN	0.20 kN	-0.67 kN
2:	-0.02 kN	-1.52 kN	-0.02 kN	-1.02 kN

FZ:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	17.70 kN	1.17 kN	11.26 kN	1.30 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.02	1.30
2:	-0.02	0.00

Kuormitustapaus:	Hyötykuorma	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.09	4.80
2:	-0.09	0.00

Kuormitustapaus:	Lumikuorma	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.11	6.00
2:	-0.11	0.00

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	-0.77	2.40
2:	-0.85	0.00

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajaatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailjeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto

Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
LIITE 3	X	1 / 2
	Päiväys	
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
Hukkalantie 185	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- Kipsilevy ▼

Kerroksen paksuus [d]	13,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,250 W/mK
- Ilman- ja höyrynsulku ▼
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	150,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,037 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	p
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	50,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,037 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	v
- Kuitulevy ▼

Kerroksen paksuus [d]	50,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,031 W/mK
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako

Ilmarakojen korjaustekijä

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

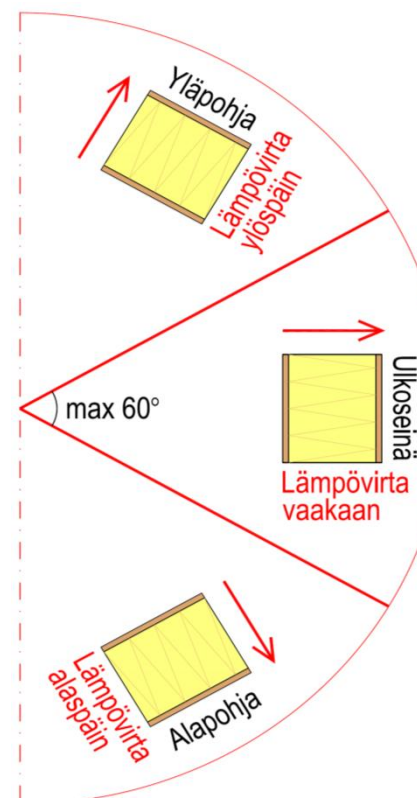
Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

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

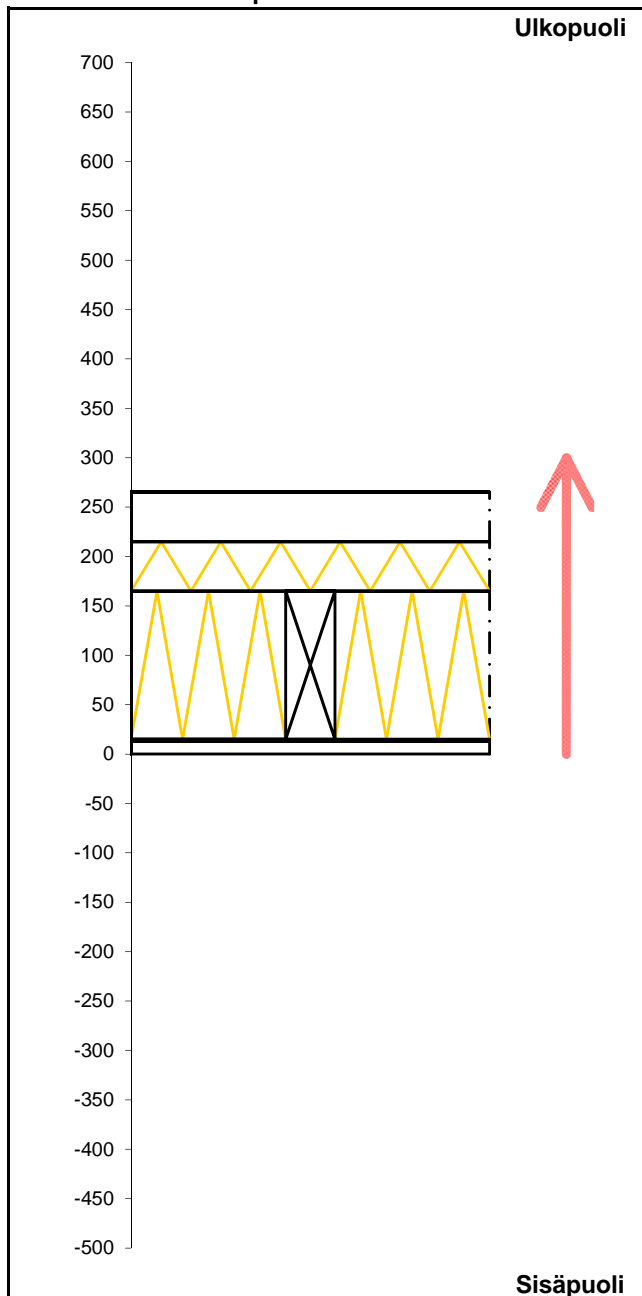


Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
LIITE 3	X	2 / 2
	Päiväys	
X	X	
Rakennuskohde	Sisältö	
Hukkalantie 185	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Kipsilevy	13	0,250	0,0520		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	150	0,037	3,4372	48	600
4 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	50	0,037	1,1457	48	600
5 Kuitulevy	50	0,031	1,6129		
Ulkopinta			0,1300		

Rakenteen kokonaispaksuus

263 mm



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

f_a	0,846	Eriste
f_b	0,074	Pystykoolaus
f_c	0,074	Vaakakoolaus
f_d	0,006	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	7,331	m ² K/W
R_b	4,527	m ² K/W
R_c	6,396	m ² K/W
R_d	3,592	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	6,896	m ² K/W
R''_T	6,508	m ² K/W
U	0,149	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,005	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

ULKOSEINÄN U-ARVO

$$U_c = 0,1546 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•

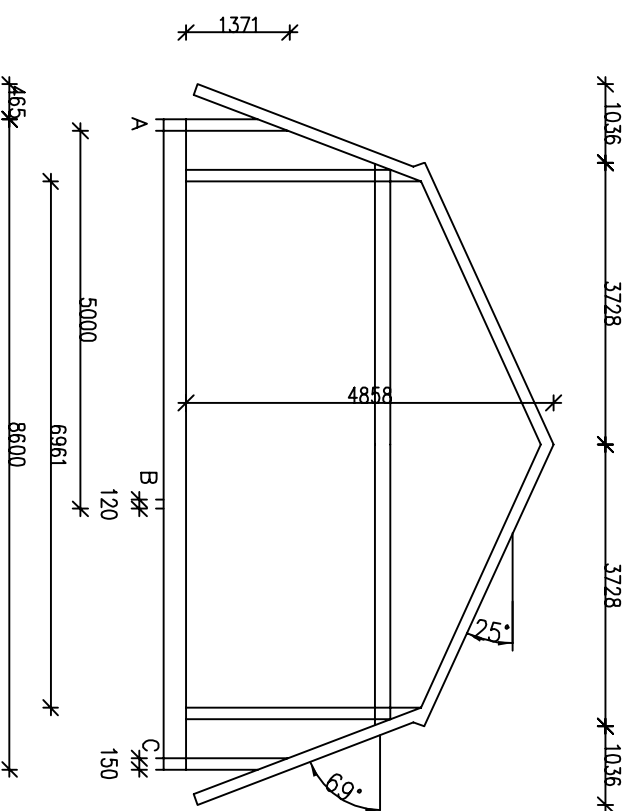
Kattoristikon tilauskaavio

KANNATTIN K1
 Kannatinjako
 Ruodejako
 Tukimateriaali
 Tuenta

K900
 300mm
 puu lappellaan
 A-B-C

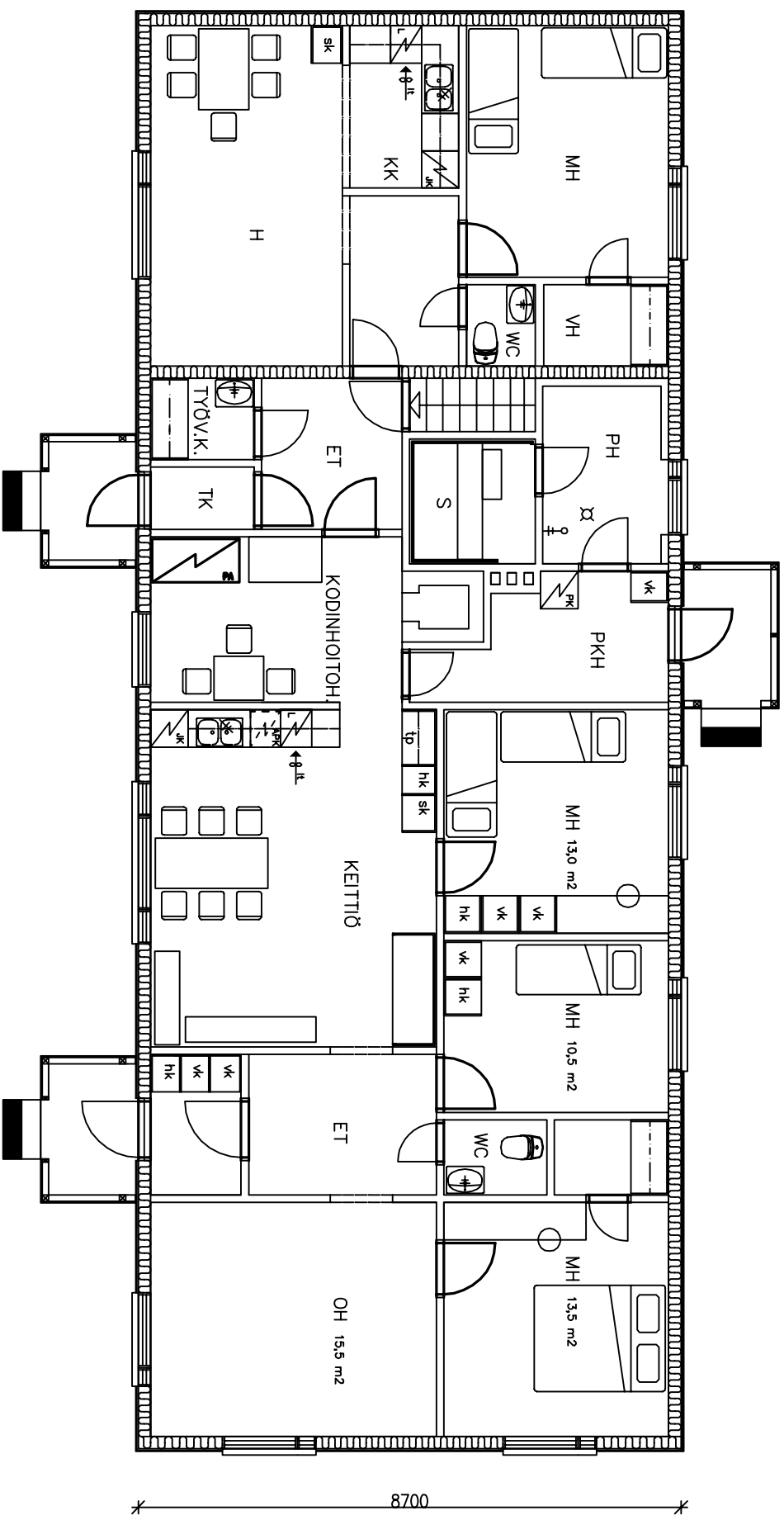
Kosteusluokka 2
 Kuormitukset

yläparre	lumikuorma	2,75 kN/m ²
alaparre	tuliikuorma	0,6 kN/m ²
	rakenheet	0,6 kN/m ²
	rakenheet	0,3 kN/m ²



VANHA POHJAKUVA

1. Kerros

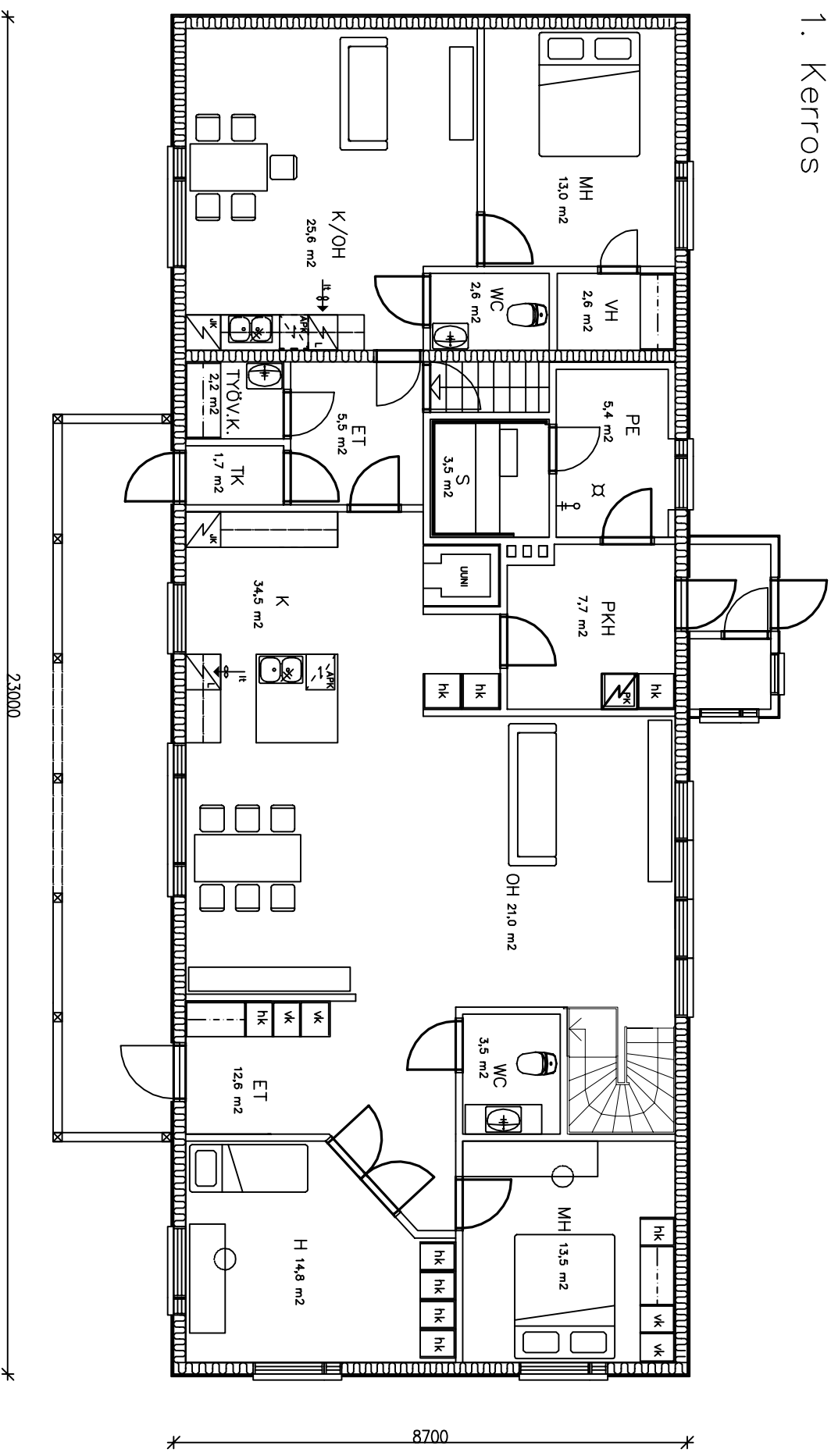


23000

8700

UUSI POHJAKUVA

1. Kerros

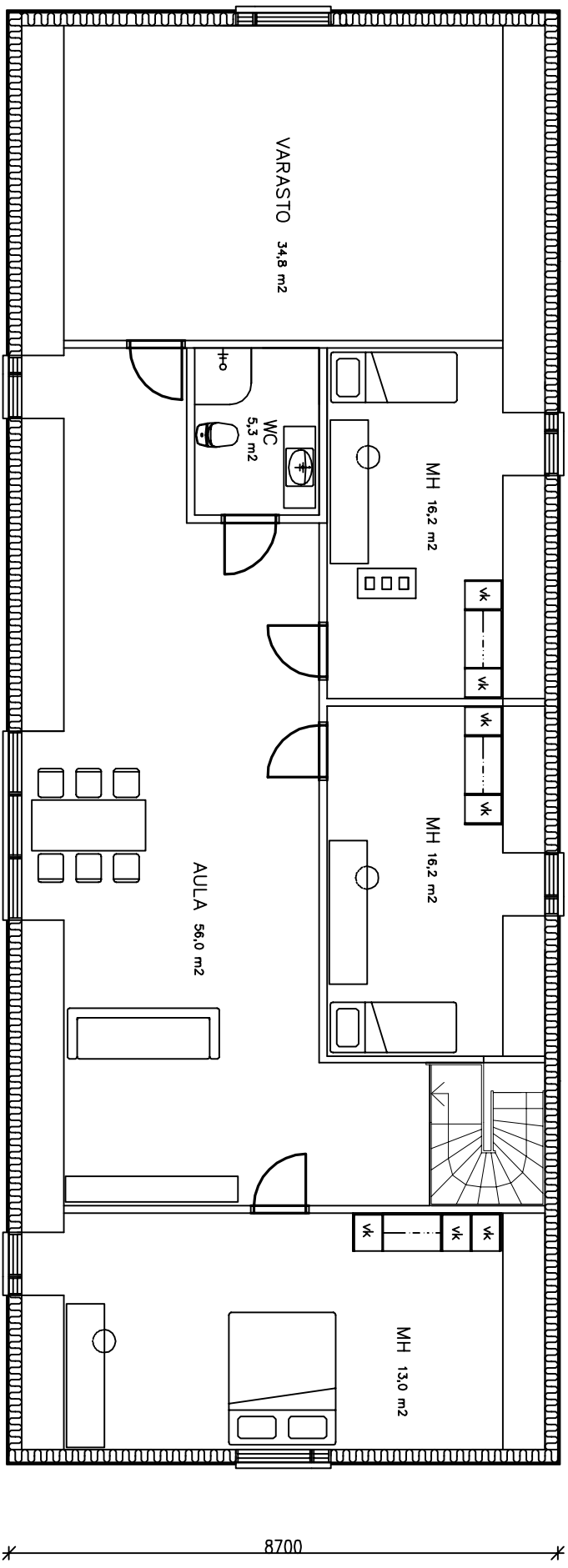


23000

8700

UUSI POHJAKUVA

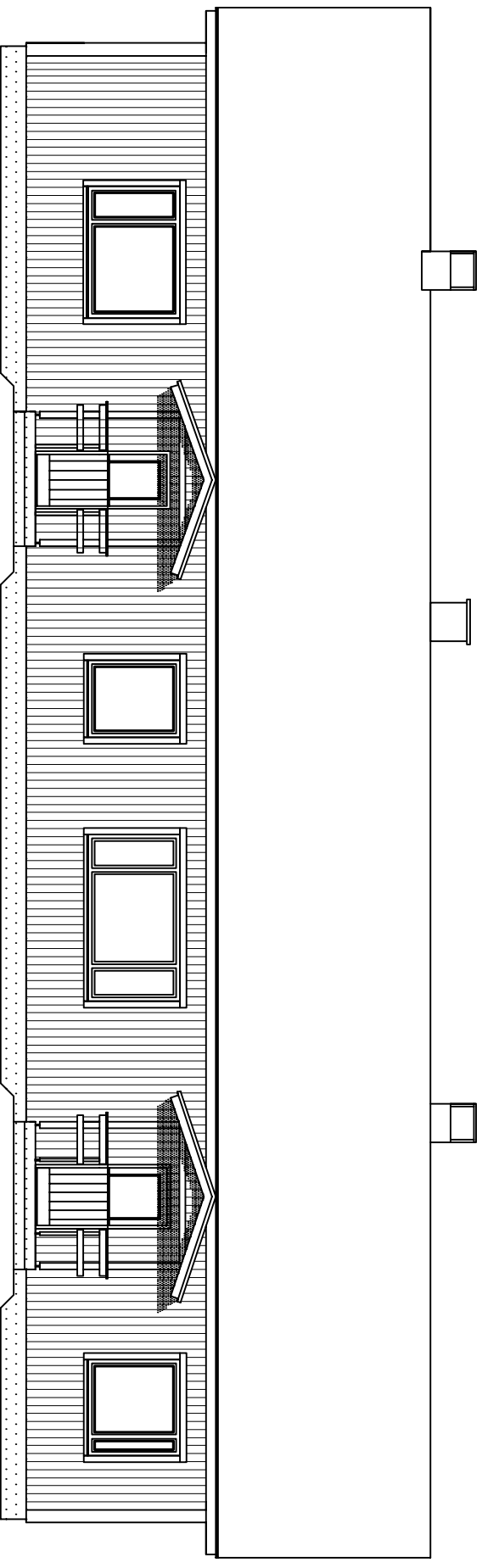
2. Kerros



23000

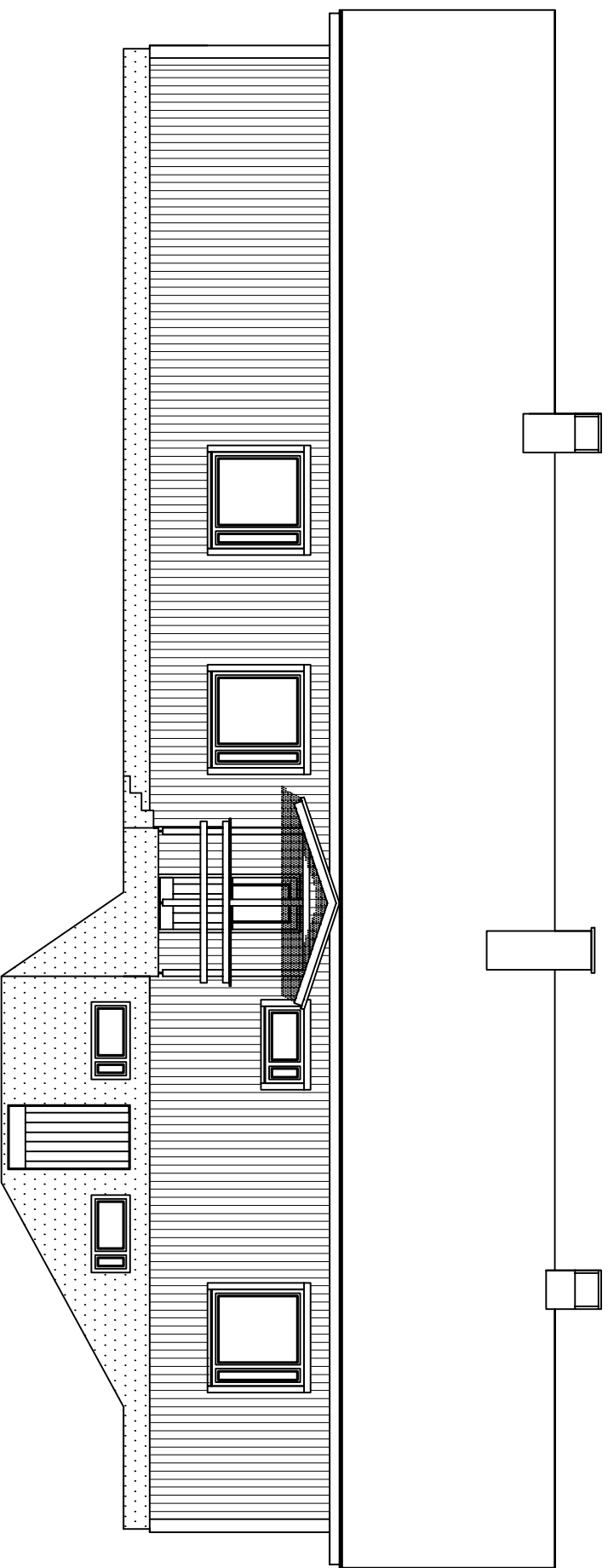
Julkisivu etelään

Vanha



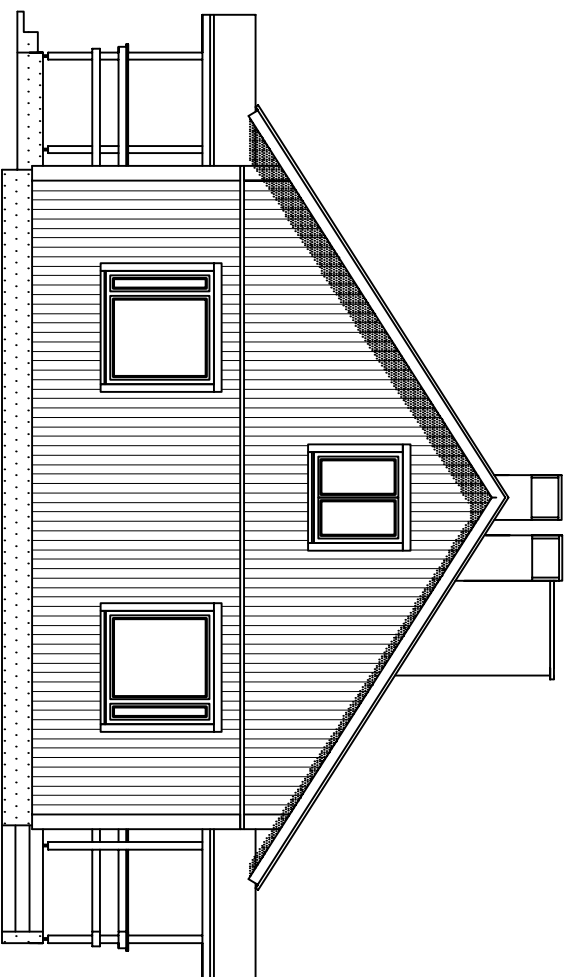
Julkisivu pohjoiseen

Vanha



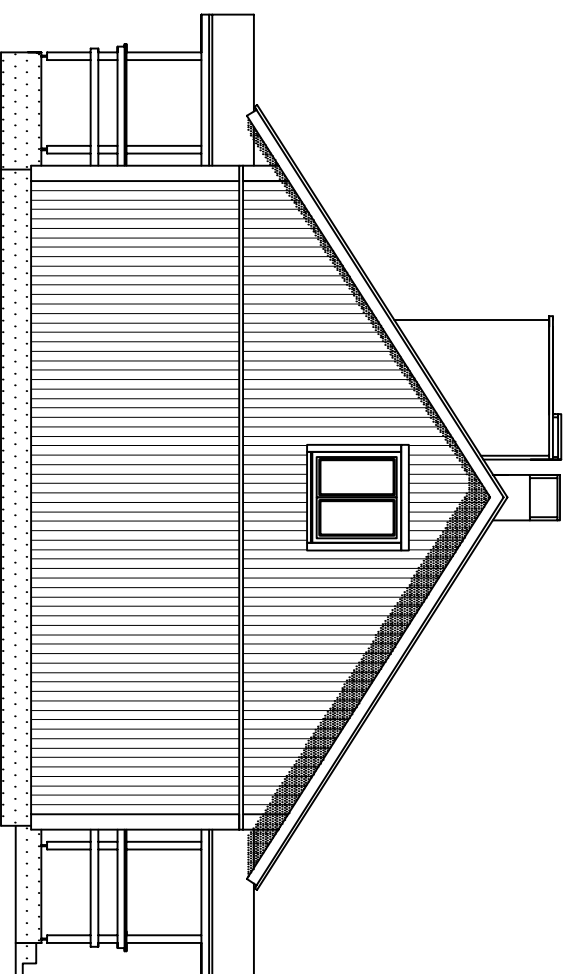
Julkisivu itään

Vanha

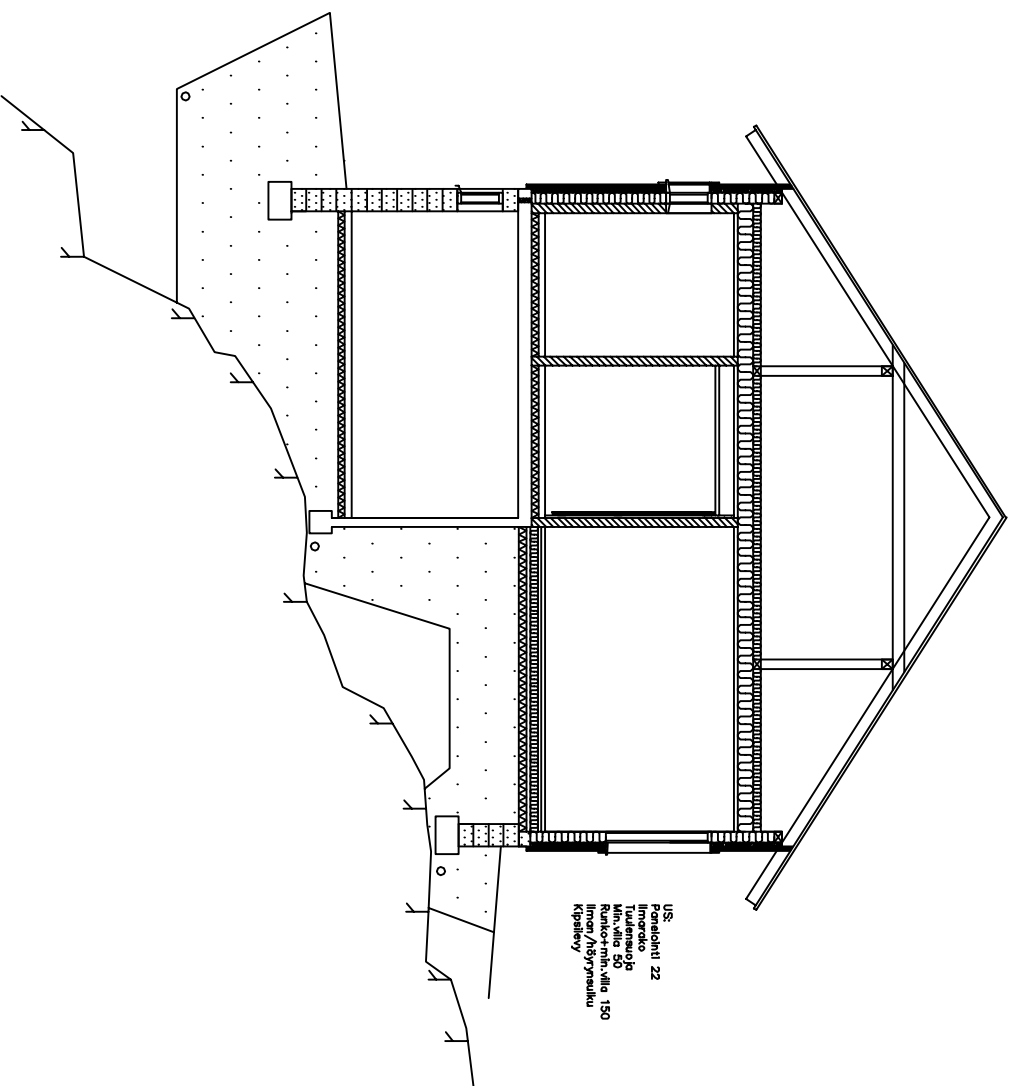


Julkisivu Jänteen

Vanha

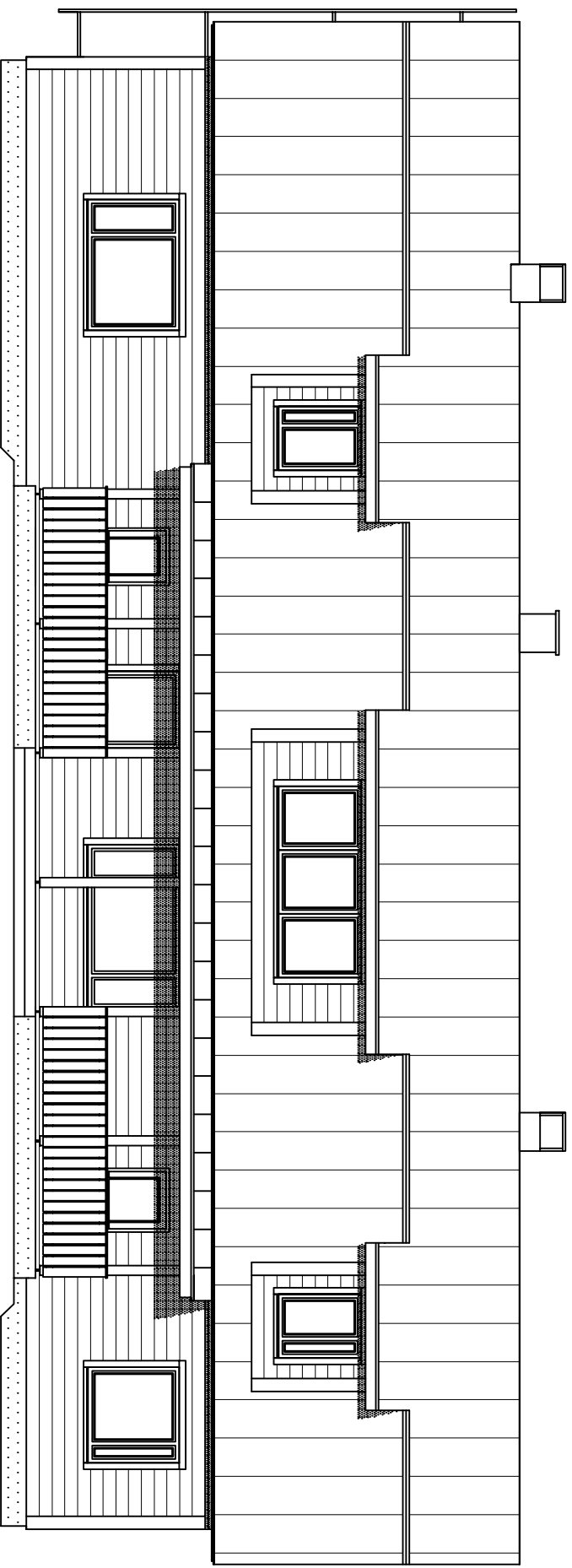


Vanha leikkaukkuva



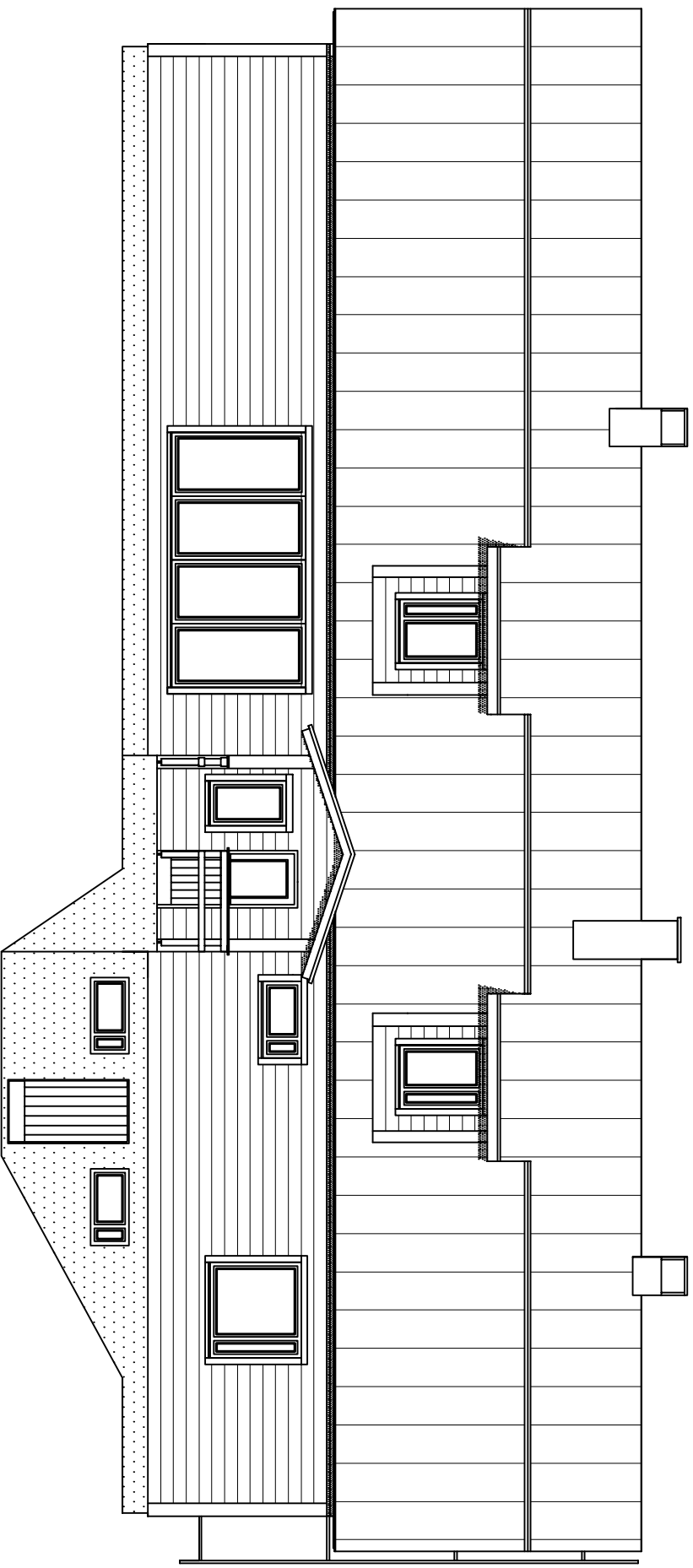
Julkisivu etelään

Uusi



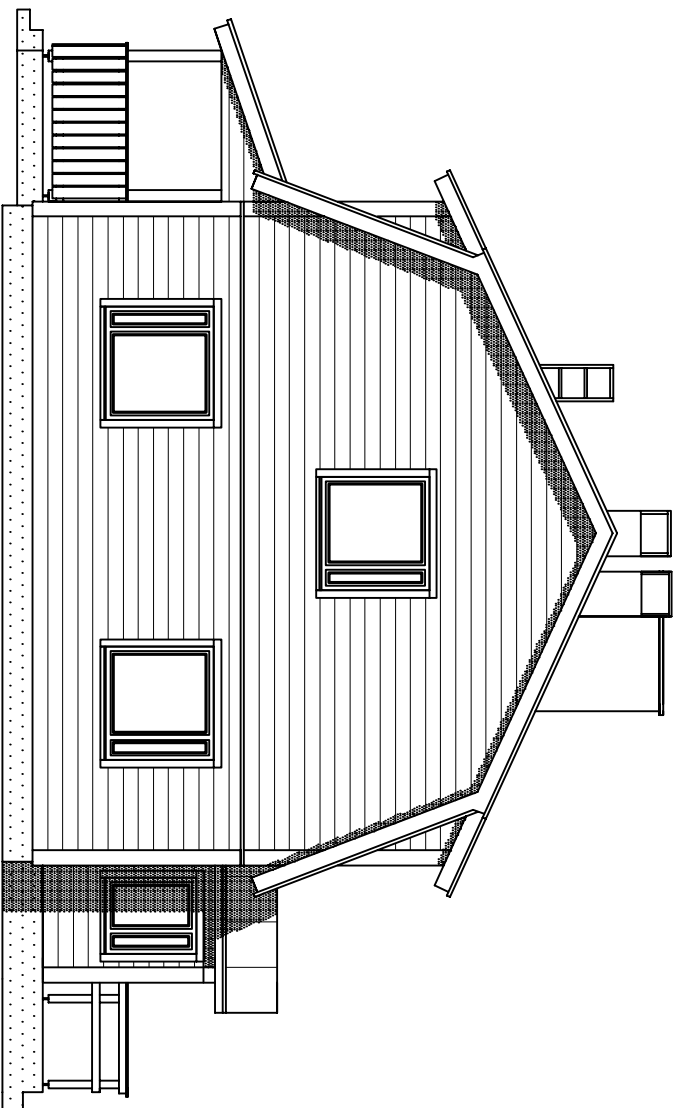
Julkisivu pohjoiseen

Uusi



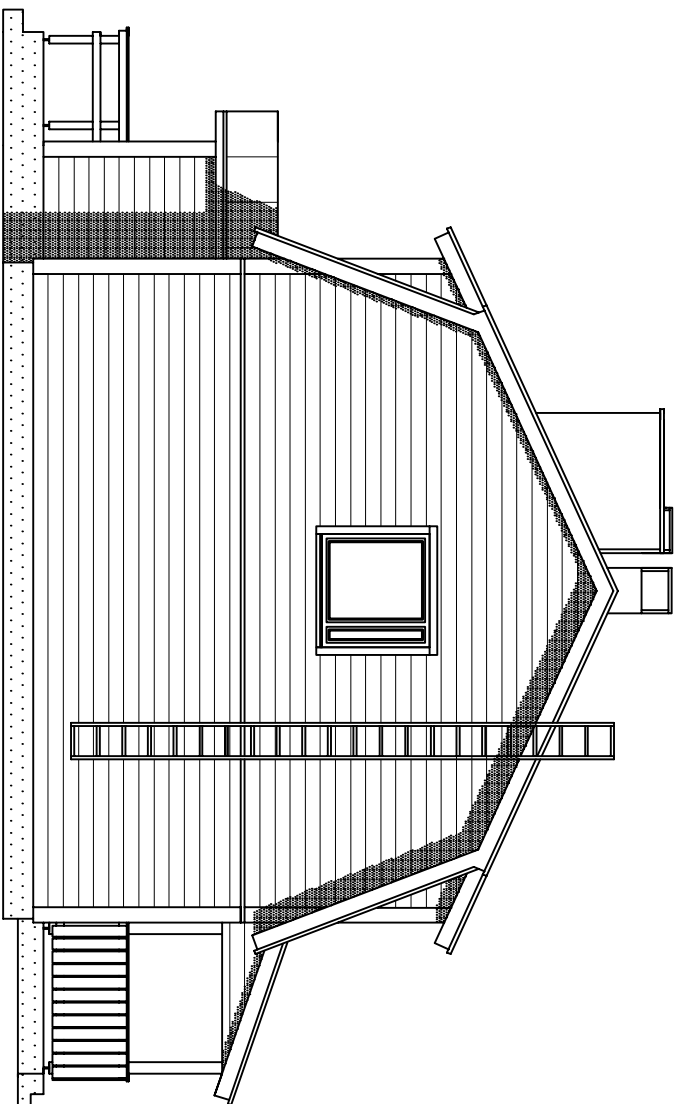
Julkisivu itään

Uusi



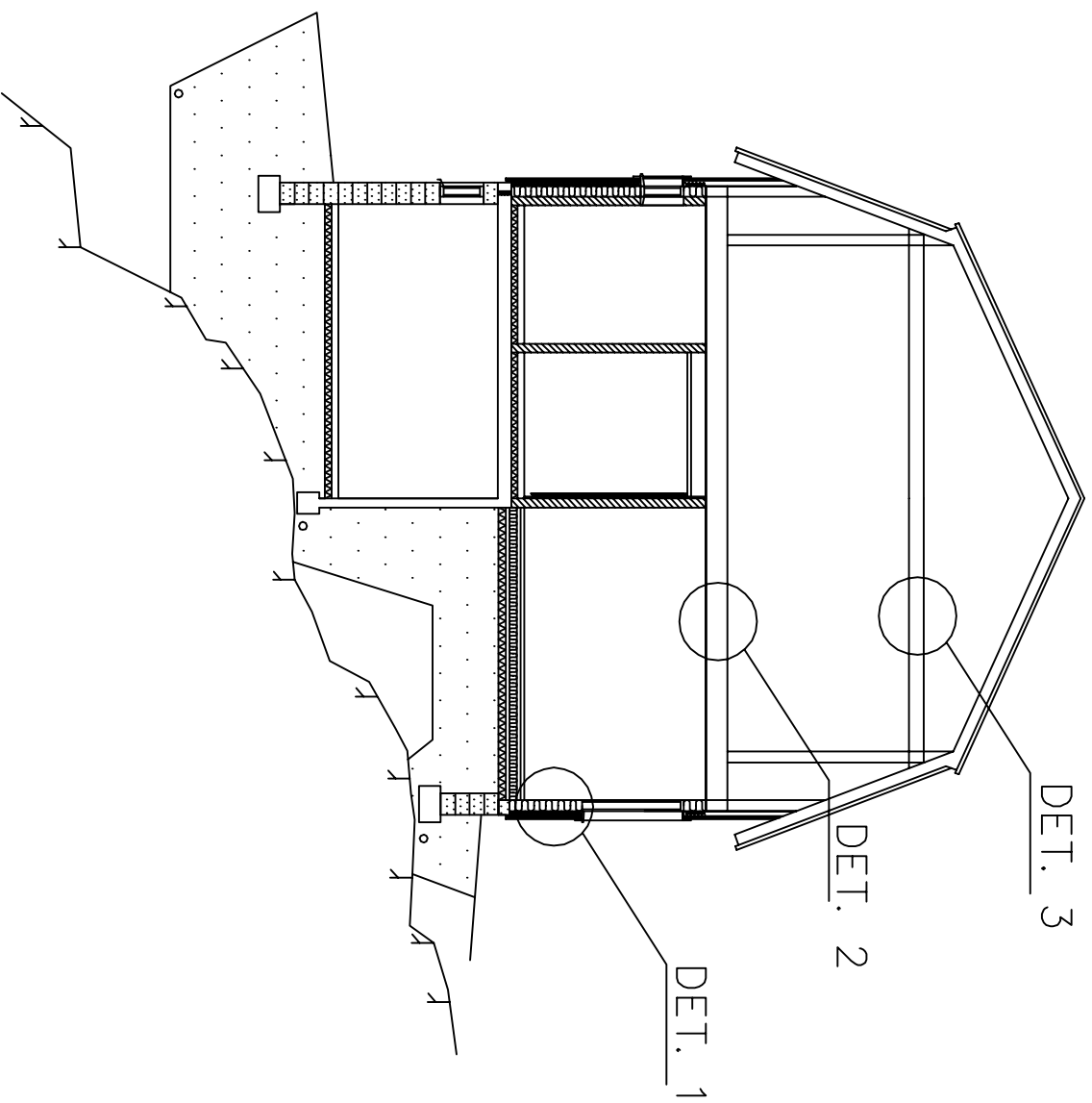
Julkisivu Janteen

Uusi

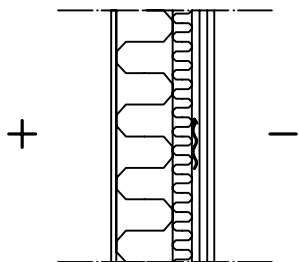


Uusi leikkaukkuva

Lite 6



DET. 1

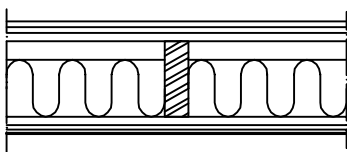


Sisältö ulospäin:

Kipsilevy 13 mm
Ilmansulkupaperi
Runko 50x150 + lasivillaeriste
Vaakakaalaus 50x50 + lasivillaeriste
Tuulensuojalevy 15 mm
Ilmarako 25 mm
Lomalaudoitus

Seinän U-arvo 0,20 W/m²K

DET. 2

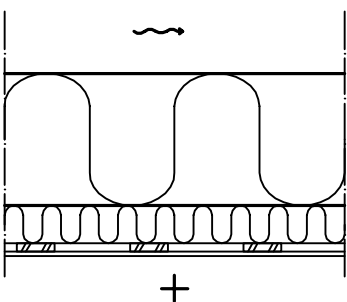


Rakenne ylhäältä alas:

Pintakäsittely huoneselosteen mukaan
2xGyproc CL15, levysaumat limitetään
Harvalaota $\geq 22 \times 100$, k300
Lattiakannattajat, korkeus > 175mm, rakennesuunnitelman mukaan
Ääneneriste ISOVER KL-ÄKÜ 150mm
Harvalaudoitus 22x100 k400
Kipsilevy Gyproc GN13, paloluokkaan REI30 Gyproc GF15
Pintakäsittely huoneselosteen mukaan

L'n,w ≤ 75 dB
R'w $\geq 40-44$ dB

DET. 3



RAKENNE YLHÄÄLTÄ ALAS:

Ruoteet ja vesikate aluskatteineen rakennesuunnitelmien mukaan
Reuna-alueilla kattokannattajien välissä tuulenohjain, noin 1,2m ulkoseinää
Tuuletettu ilmatila
350 mm Puhallusvilla ISOVER PUH KV-041
100 mm Levyvilla ISOVER KL-33
Kattokannattajat rakennesuunnitelmien mukaan, tässä k900
Höyrynsulku ISOVER VARIO
22 mm Harvalaudoitus 22x100 k300
13 mm Kipsilevy GYPROC GN 13
Pintakäsittely huoneselosteen mukaan

Paloluokka: REI 30 luokkaan 2xGN 13 tai GF 15 Gyprocin ohjeiden mukaan
Ääneneristävyydet:
R'w ≥ 30 dB, yksinkertainen levytytys
R'w $\geq 30-35$ dB, kaksinkertainen levytytys
Lämmönläpäisykerroin (laskennassa käytetty lämmönjohtavuus λ_d)
U-arvo 0,09 W/m²K

LIITE 7

Raporttityyppi: Tiivis kustannuslaskelma
 Hanke: **0801360_ikkunat**
 Laskelma: **Ikkunoiden uusiminen, pientalo**
 Rakennuslupa:
 Osoite: Hukkalantie 185
 Osoite2:
 Postinumero: 82600
 Postitmp: Tohmajärvi
 Maa: Suomi

Tulospäivä: 25.04.2013
 Muokkauspäivä: 24.04.2013
 Laskelman laajuus: 0
 Hankepalvelukerroin: 0,00
 Sotukerroin: 1,73
 Aluekerroin: 1,00
 Vaikeuskerroin: 1,00
 ALV-%: 24%
 Kustannus/laajuus ALV 0%: 2 307 €/m2
 Kustannus/laajuus ALV 24%: 2 860 €/m2
 Laskelma yht. ALV 0%: **2 307 €**
 Laskelma yht. ALV 24%: **2 860 €**

Selite:

Kustannusarvio ikkunoiden uusimisesta

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä					0 €	1 894 €	413 €	14	2 307 €
1	1242	Purku, ikkunan purku (puuikkuna 15 x 15 M)	8,00	kpl	0,00	0,00	155,19	6,39	155,19
2	1242	MSE/AL puualumiini-ikkuna 6 x 6 M	1,00	kpl	0,00	160,37	29,87	0,92	190,24
3	1242	MSE puuikkuna 12 x 12 M	6,00	kpl	0,00	1 348,05	179,20	5,52	1 527,25
4	1242	MSE puuikkuna 21 x 14 M	1,00	kpl	0,00	385,74	48,37	1,49	434,11

LIITE 7

Raporttityyppi: Tiivis kustannuslaskelma
 Hanke: **0801360_ovet**
 Laskelma: **Ovien uusiminen, pientalo**
 Rakennuslupa:
 Osoite:
 Osoite2:
 Postinumero:
 Postitmp:
 Maa:

Tulostuspäivä: 24.04.2013
 Muokkauspäivä: 24.04.2013
 Laskelman laajuus: 0
 Hankepalvelukerroin: 0,00
 Sotukerroin: 1,73
 Aluekerroin: 1,00
 Vaikeuskerroin: 1,00
 ALV-%: 24%
 Kustannus/laajuus ALV 0%: 1 562 €/m2
 Kustannus/laajuus ALV 24%: 1 937 €/m2
 Laskelma yht. ALV 0%: **1 562 €**
 Laskelma yht. ALV 24%: **1 937 €**

Selite:

Kustannusarvio ovie uusimisesta

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä					0 €	1 374 €	188 €	6	1 562 €
1	1243	Purku, ulko-oven purku (puuovi)	3,00	kpl	0,00	0,00	51,08	2,10	51,08
2	1243	Ulko-ovi, ulko-ovi 10 x 21, teak	3,00	kpl	0,00	1 373,81	136,92	4,22	1 510,73

LIITE 7

Raporttityyppi: Tiivis kustannuslaskelma
 Hanke: **0801360**
 Laskelma: **Runko ja rakennuttaminen**
 Rakennuslupa:
 Osoite: Hukkalantie 185
 Osoite2:
 Postinumero: 82600
 Postitmp: Tohmajärvi
 Maa: Suomi

Tulostuspäivä: 29.04.2013
 Muokkauspäivä: 29.04.2013
 Laskelman laajuus: 375,00 hum2
 Hankepalvelukerroin: 0,00
 Sotukerroin: 1,73
 Aluekerroin: 1,00
 Vaikeuskerroin: 1,10
 ALV-%: 24%
 Kustannus/laajuus ALV 0%: 227 €/hum2
 Kustannus/laajuus ALV 24%: 281 €/hum2
 Laskelma yht. ALV 0%: **83 883 €**
 Laskelma yht. ALV 24%: **104 015 €**

Selite:

Puurunkoinen puuverhottu kaksi kerroksinen omakotitalo. Huoneistoala 375 m², bruttoala 415 brm². Talo on nelinurkkainen, sisämitoiltaan 22,6 x 8,3 m. Ulkoseinän paksuus noin 250 mm.

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä					17 727 €	28 795 €	37 360 €	844	83 883 €
1	1232	Puurunkoinen kipsilevyseinä 97 mm, eristetty, kantava seinä	20,00	m ²	0,00	401,73	657,13	14,47	1 058,87
2	1236	Puurakenteinen yläpohja, kattotuolit, mineraalivilla puhallettuna 550 mm, teräspoimulevykate (sis. pinnat)	187,00	m ²	5 617,67	12 550,26	14 115,06	307,43	32 282,98
3	1237	Puuportaatt, ulkoportaatt	4,00	m ²	0,00	178,97	425,04	9,11	604,02
4	1241	Ulkoverhouslaudoitus, vaakaponttilaudoitus 28 mm	243,00	m ²	0,00	3 650,95	6 527,36	138,33	10 178,31
5	1241	Ulkomaalaus 2 kertaa, öljymaali, sahatut puupinnat	243,00	m ²	0,00	924,98	1 326,99	33,81	2 251,97
6	1244	Julkisivun täydennysosat, pientalo	1,00	erä	0,00	660,00	0,00	0,00	660,00
7	1251	Terassilaatta, puu	25,00	m ²	0,00	563,75	1 371,08	29,13	1 934,83
8	1262	Avoräystä, vino yläpohja, pääty	17,00	jm	0,00	154,38	444,91	9,25	599,29
9	1263	Purku, katteen ja aluslaudoituksen purku (bitumikermikate)	187,00	m ²	0,00	0,00	1 665,08	47,31	1 665,08
10	1264	Yläpohjavarusteet, pientalo	1,00	erä	0,00	1 727,49	279,28	6,60	2 006,77
11	1323	Purku, alakaton purku: säleet, levyt	187,00	m ²	0,00	0,00	2 497,61	70,97	2 497,61
12	1237	Puuportaatt	1,00	kpl	0,00	2 000,00	608,63	12,65	2 608,63
13	1311	Puurunkoinen kipsilevyseinä 66 mm, eristämätön	110,00	m ²	0,00	1 462,58	3 285,84	71,24	4 748,43

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä					17 727 €	28 795 €	37 360 €	844	83 883 €
14	1242	Purku, ikkunan purku (puuikkuna 15 x 15 M)	2,00	kpl	0,00	0,00	61,88	1,76	61,88
15	1322	Tasotuskäsittely, lattia, kylpyhuoneen lattia	5,50	m2	0,00	31,86	103,75	2,09	135,61
16	1242	MSE puuikkuna 20 x 18 M	2,00	kpl	0,00	861,35	153,63	3,26	1 014,98
17	1323	Kattolevytys, kipsilevy 13 mm, 1-kertainen levytys	187,00	m2	0,00	899,47	2 219,16	48,68	3 118,63
18	1342	Hormi, tiilihormi, 2-reikäinen	3,00	jm	0,00	640,06	723,99	16,49	1 364,05
19	31	Rakennuttaminen, pientalo (suppea, pienehkö kohde, oman työn osuus suuri)	1,00	erä	4 900,00	0,00	0,00	0,00	4 900,00
20	34	Suojaukset, lattian suojaus	187,00	m2	0,00	65,41	465,22	11,83	530,64
21	34	Työmaatekniikka, pientalo (paikallarakennettu puutalo)	1,00	erä	6 009,50	0,00	0,00	0,00	6 009,50
22	342	Materiaalien ja kaluston rahdit / kuorma	20,00	erä	1 200,00	0,00	0,00	0,00	1 200,00
23	1242	MSE puuikkuna 12 x 12 M	9,00	kpl	0,00	2 022,08	428,73	9,11	2 450,81

LIITE 7

Raporttityyppi: Tiivis kustannuslaskelma
 Hanke: **0801360**
 Laskelma: **Sisäpuoliset työt**
 Rakennuslupa:
 Osoite: Hukkalantie 185
 Osoite2:
 Postinumero: 82600
 Postitmp: Tohmajärvi
 Maa: Suomi

Tulostuspäivä: 29.04.2013
 Muokkauspäivä: 29.04.2013
 Laskelman laajuus: 375,00 hum2
 Hankepalvelukerroin: 0,00
 Sotukerroin: 1,73
 Aluekerroin: 1,00
 Vaikeuskerroin: 1,10
 ALV-%: 24%
 Kustannus/laajuus ALV 0%: 89 €/hum2
 Kustannus/laajuus ALV 24%: 111 €/hum2
 Laskelma yht. ALV 0%: **33 006 €**
 Laskelma yht. ALV 24%: **40 927 €**

Selite:

Puurunkoinen puuverhottu kaksi kerroksinen omakotitalo. Huoneistoala 375 m2, bruttoala 415 brm2. Talo on nelinurkkainen, sisämitoiltaan 22,6 x 8,3 m. Ulkoseinän paksuus noin 250 mm.

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä					2 000 €	20 027 €	10 979 €	249	33 006 €
1	1322	Tasotuskäsittely, lattia, hienotasoitus 5 mm	50,00	m2	0,00	323,20	140,85	3,30	464,05
2	1326	Tasotuskäsittely 2,5 kertaa, seinä, märkätila	24,00	m2	0,00	42,31	83,24	2,13	125,56
3	1324	Tasotuskäsittely 2,5 kertaa, katto, kipsilevypinta	187,00	m2	0,00	271,13	806,02	20,58	1 077,15
4	1326	Tasotuskäsittely 2,5 kertaa, seinä, kipsilevy	256,00	m2	0,00	371,17	1 103,43	28,17	1 474,60
5	1324	Maalaus 2 kertaa, katto, levypinta	187,00	m2	0,00	258,43	803,23	20,51	1 061,66
6	1326	Maalaus 2 kertaa, seinä	256,00	m2	0,00	353,79	1 099,60	28,07	1 453,40
7	1322	Listoitus, jalkalista, 12 x 42 mm, naulakiinnitys	135,00	jm	0,00	139,85	427,26	8,88	567,11
8	1315	Sisäovi, peiliovi 10 x 21 M, muotopuristettu	2,00	kpl	0,00	143,10	103,24	2,19	246,34
9	1322	Parkettityö, lautaparketti 14 mm, koivu	129,00	m2	0,00	4 633,16	1 135,28	24,12	5 768,45
10	1315	Sisäovi, laakaovi	7,00	kpl	0,00	265,58	361,33	7,68	626,91
11	1315	Heloitus, sisäovi, puuovi	9,00	kpl	0,00	315,00	109,55	2,28	424,55
12	1315	Sisäovi, saunan lasiovi 8 x 19 M	1,00	kpl	0,00	138,22	51,62	1,10	189,84
13	1331	Saunan lauteet, I-malli, tervaleppä	1,00	kpl	0,00	186,60	310,54	6,60	497,14
14	1325	Panelointi, haapapaneeli 15 mm, saunan seinärakenne	18,00	m2	0,00	583,65	782,44	16,62	1 366,08

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä					2 000 €	20 027 €	10 979 €	249	33 006 €
15	1323	Panelointi, haapapaneeli, saunan kattorakenne, 50 mm villa ja koolaus	4,00	m2	0,00	156,63	202,49	4,35	359,12
16	1323	Panelointi, koolaus ja kuusipaneeli 15 x 95 mm, kylpyhuoneen katto	6,00	m2	0,00	140,21	185,39	3,95	325,60
17	1326	Maalaus, seinä, pintakäsittely kerran saunasuojalla, paneelipinta	28,00	m2	0,00	29,09	71,74	1,83	100,83
18	1331	Kalusteet, pientalo, asunto, normaali taso	1,00	erä	0,00	7 000,00	1 035,57	22,00	8 035,57
19	1334	Laitteet, pientalo, asunto, normaali taso	1,00	erä	0,00	2 435,00	184,06	4,40	2 619,06
20	1333	Varusteet, pientalo, asunto, korkea taso	1,00	erä	2 000,00	0,00	0,00	0,00	2 000,00
21	1326	Vedeneristys, seinä, märkätila	28,00	m2	0,00	453,52	467,44	9,56	920,96
22	1322	Vedeneristys, lattia, märkätila	11,00	m2	0,00	215,16	204,04	4,17	419,20
23	1322	Laatoitus, seinälaatta 300 x 300 mm	28,00	m2	0,00	1 214,95	633,47	12,96	1 848,41
24	1322	Laatoitus, lattialaatta 97 x 97 mm, märkätila	11,00	m2	0,00	356,97	677,35	13,86	1 034,32

LIITE 7

Raporttityyppi: Tiivis kustannuslaskelma
 Hanke: **0801360**
 Laskelma: **LVIS-työt**
 Rakennuslupa:
 Osoite: Hukkalantie 185
 Osoite2:
 Postinumero: 82600
 Postitmp: Tohmajärvi
 Maa: Suomi

Tulostuspäivä: 29.04.2013
 Muokkauspäivä: 29.04.2013
 Laskelman laajuus: 375,00 hum2
 Hankepalvelukerroin: 0,00
 Sotukerroin: 1,73
 Aluekerroin: 1,00
 Vaikeuskerroin: 1,10
 ALV-%: 24%
 Kustannus/laajuus ALV 0%: 69 €/hum2
 Kustannus/laajuus ALV 24%: 85 €/hum2
 Laskelma yht. ALV 0%: **25 419 €**
 Laskelma yht. ALV 24%: **31 519 €**

Selite:

Puurunkoinen puuverhottu kaksi kerroksinen omakotitalo. Huoneistoala 375 m2, bruttoala 415 brm2. Talo on nelinurkkainen, sisämitoiltaan 22,6 x 8,3 m. Ulkoseinän paksuus noin 250 mm.

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä					0 €	17 586 €	7 832 €	185	25 419 €
1	1331	Vesi- ja viemärikalusteet, pientalo	20,00	brm2	0,00	265,62	102,41	2,42	368,03
2	22	IV-järjestelmä, pientalo, tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla	187,00	brm2	0,00	6 071,89	3 101,45	73,33	9 173,34
3	23	Valaistus, pientalo	187,00	brm2	0,00	4 031,72	730,34	17,27	4 762,06
4	23	Sähköistys, pientalo	150,00	brm2	0,00	3 242,25	3 172,00	75,00	6 414,25
5	23	Sähkölämmitys pattereilla, pientalo	156,00	brm2	0,00	3 974,88	726,12	17,17	4 701,00