

Janne Routaniemi

**KOSTEUS- JA HOMEVAURIOITUNEEN OMAKOTITALON KOR-
JAUSSUUNNITELMA**

KOSTEUS- JA HOMEVAURIOITUNEEN OMAKOTITALON KOR- JAUSSUUNNITELMA

Janne Routaniemi
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka

Tekijä: Janne Routaniemi

Opinnäytetyön nimi: Kosteus- ja homevaurioituneen omakotitalon korjaussuunnitelma

Työn ohjaajat: Seppo Perälä, Hannu Kääriäinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015 Sivumäärä: 70 + 1 liitettä

Kosteus- ja homevauriot ovat valitettavan yleisiä suomalaisessa rakennuskannassa. Kansanterveyslaitoksen tekemän tutkimuksen mukaan jopa 55 % pientaloista on korjaamisen tai tarkastamisen tarpeessa. Tutkimuksessa selvisi myös, että yli puolet pientalojen vaurioiden syistä oli aiheutunut jo rakennusvaiheessa. Yleisimmät vaurioon johtaneet syyt rakennusvaiheessa olivat puutteellinen suunnittelu, virheelliset ja huolimattomat työsuoritukset tai väärät materiaalivalinnat.

Opinnäytetyön aiheena on kosteus- ja homevaurioituneen omakotitalon korjaussuunnitelma. Kohteena olevassa omakotitalossa esiintyi laajoja pitkäaikaisen kosteusvaurioiden aiheuttamia vaurioita. Kosteusvaurioiden laajuudesta johtuen opinnäytetyö rajattiin koskemaan kohteen alapohja- ja ulkoseinärakenteiden korjaussuunnitelmaa. Keskeisenä tavoitteena opinnäytetyössä oli esittää korjaussuunnitelman avulla sellaiset korjausratkaisut, joilla saadaan syntyneet vauriot korjattua ja estetään uusien vaurioiden syntyminen.

Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin tutustumalla rakennuksen piirustuksiin ja kohteeseen aiemmin tehtyjen tutkimusten tuloksiin. Rakennuksen tutkimuksia jatkettiin tekemällä kohteessa useita rakennekatselmuksia ja -avauksia. Näiden tutkimusten perusteella kohteeseen suunniteltiin uudet alapohja- ja seinärakenteet.

Opinnäytetyössä selvitettiin kohteessa olevien kosteus- ja homevaurioiden syitä. Suurimmat syyt kohteen vaurioitumiseen olivat tuuletuksen puute ylä- ja alapohjissa, kattovuodot ja seinien väärät rakenneratkaisut. Kaikille vaurioille ei pystytä sanomaan yksittäistä syytä vaan ne johtuvat usein monien asioiden yhteisvaikutuksesta. Korjaussuunnitelman mukaan huolellisesti korjattuna rakennuksen elinikää saadaan jatkettua pitkälle tulevaisuuteen ja samalla rakennuksen energiatehokkuus nousee tämän päivän vaatimusten tasolle.

Asiasanat:

Homevaurio, Kosteusvaurio, Mikrobi, Korjaussuunnittelu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, Structural Engineering

Author: Janne Routaniemi

Title of thesis:

Supervisors: Seppo Perälä, Hannu Kääriäinen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2015 Pages: 70 + 1
appendices

Prevalence of moisture damages and mould damages in Finnish buildings is worryingly high. According to the study made by the National Public Health Institute, even 55% of the one family houses are in need of repair or inspection. It could also be found in the studies that more than half of the damages in one family houses are arised from construction work. Most common causes are poor planning, flawed and careless working or incorrect material choices.

The content of this final thesis is repair plan of detached building which has moisture damages and mould damages. The wide damages that were found in the detached building are caused by long-term moisture stress. Due to the scope of the moisture damage, the final thesis is delimited to apply base floor and the outer wall structure of the target. In this final thesis the key objective is, on the base of the repair plan, find and present the repair solutions that correct the damages and prevent new ones.

The process was started by studying the design drawings of the building and the information of former inspections concerning the building. New inspections were made by several reviews and structural openings. On the basis of these inspections, the new base floor structures and wall structures were designed for the building.

The reasons for moisture damages and mould damages were solved in this study. The biggest reasons were lack of the airing in the roofs and base floors, the roof leaks and the wrong structural solutions of walls. It is not possible to name an individual cause of every damage because they are often a result of many matters. The repair work made by accuracy and followed by the repair plan prolongs the life of the building effectively and the energy efficiency rises to the level of today's demands.

Keywords: Mould damage, Moisture damage, Microbe, Correction planning

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
1 JOHDANTO	7
2 KOTIKATU 3:N LÄHTÖTILANNE	8
2.1 Lähtötilanne	8
2.2 Rakennukseen tehdyt tutkimukset	8
2.3 Kuntotarkastus asuntokauppaa varten, kuntoarvio ja kuntotutkimus	9
2.3.1 Kuntotarkastus asuntokauppaa varten	9
2.3.2 Kuntoarvio	9
2.3.3 Kuntotutkimus	10
2.4 Kotikatu 3:een tehtyjen tutkimusten tulokset	11
2.4.1 Kuntotarkastus asuntokauppaa varten	11
2.4.2 Kuntotutkimus	12
2.5 Tarvittavat lisätutkimukset	16
3 RAKENNUSTEN KOSTEUS- JA HOMEVAURIOT	17
3.1 Kosteus	17
3.1.1 Kosteuden siirtyminen	18
3.1.2 kosteuden sitoutuminen rakennusmateriaaleihin	19
3.1.3 kosteuslähteet	21
3.1.4 Kosteusvaurioiden syyt ja yleisyys	25
3.2 Home	26
3.3 Mikrobilajikkeista	27
3.4 Mikrobin aiheuttamat terveyshaitat	28
3.4.1 Mykotoksiini	29
3.4.2 Mikrobin tuottamat haihtuvat orgaaniset yhdisteet (MVOC)	29
3.5 Mikrobivaurion löytäminen ja tunnistaminen	30
3.6 Tutkimusmenetelmät	30
4 RAKENNUKSEN KORJAUSSUUNNITTELU	32
4.1 Korjaussuunnittelun tavoitteet	32
4.2 Korjaustöiden laajuus	32
4.3 Korjausperiaatteet	33

4.4 Korjausmenetelmät	33
4.4.1 Kuivatus	34
4.4.2 Vaurioituneiden osien uusiminen	34
4.4.3 Kapselointi	35
4.4.4 Puhdistus	36
4.4.5 Kemiallinen puhdistus	36
4.5 Kosteusvauriokorjausten erityispiirteitä	36
4.6 Kosteus- ja homevauriokorjausten erityistoimia	38
4.6.1 Suojaus-, purku-, ja puhdistustyöt	38
4.6.2 Homeettomaksi siivous	39
4.7 Korjausrakentamista koskevat energiamääräykset	40
5 KOTIKATU 3:EEN TUTUSTUMINEN	43
5.1 Rakennuspaikka, maaston korkeusasema ja piha-alueen kuivatus	43
5.2 Kattovesien poistojärjestelyt	44
5.3 Rakennuspohjan kuivatus ja salaojat	44
5.4 Perustukset ja alapohja	44
5.5 Ulkoseinät	46
5.6 Ikkunat ja ulko-ovet	51
5.7 Yläpohja ja vesikatto	51
5.8 Sähkö ja LVI	52
5.9 Rakennuksessa havaitut ongelmat ja riskirakenteet	52
6 KOTIKATU 3:N KORJAUSSUUNNITELMA	53
6.1 Alapohja	53
6.2 Perustukset	55
6.3 Ulkoseinät	59
6.4 Yläpohja	64
6.5 Rakennuksen muut korjaustyöt	65
7 POHDINTA	66
LÄHTEET	68
LIITE 1 Korjaustyöselostus	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on kosteus- ja homevaurioituneen omakotitalon korjaussuunnitelman laatiminen. Kyseessä on todellinen korjauskohde, jossa on esiintynyt laajoja pitkäaikaisen kosteusrasituksen aiheuttamia rakenteiden ja materiaalien vaurioita. Kohteen korjaussuunnittelu käynnistettiin toimeksiannosta syksyllä 2014.

Opinnäytetyön keskeisenä tavoitteena on laatia korjaussuunnitelma, jossa esitettyjen korjaustoimenpiteiden avulla saadaan syntyneet kosteus- ja homevauriot poistetuksi ja uusien syntyminen estetyksi. Lisäksi työn tavoitteena on pohdita, arvioida ja ymmärtää kosteus- ja homevaurioiden syitä sekä etsiä tähän kohteeseen parhaat korjausratkaisut.

Opinnäytetyön alkuosassa tutustutaan kohteeseen tehtyihin tutkimuksiin ja käydään läpi yleisimpiä kiinteistöihin tehtäviä kuntotarkastuksia. Tämän jälkeen perehdytään rakennusten kosteus- ja homevaurioihin, rakenteiden rakennusfysikaaliseen toimintaan ja korjaussuunnittelun tavoitteisiin. Lopuksi tutustutaan kohteen rakenteisiin tarkemmin ja tehdään niihin korjaussuunnitelma.

Tämän kohteen korjaustyöstä tulee niin laaja, että luultavasti vain harvat rupeaisivat kyseiseen korjaustyöhön. Tehtävän laajuus huomioiden tässä opinnäytetyössä perehdytään syvällisemmin ainoastaan kohteen alapohjien-, perustuksien- ja ulkoseinärakenteiden korjaamiseen. Opinnäytetyön liitteenä olevassa korjaustyöselostuksessa annetaan lisäksi muuta korjaussuunnittelua tukevaa ohjausta muista tarvittavista korjauksista.

2 KOTIKATU 3:N LÄHTÖTILANNE

Kohderakennus on rintamamiestalo-tyyppinen omakotitalo, joka sijaitsee Oulussa Kastellin kaupunginosassa. Talon alkuperäinen osa on rakennettu 1940-luvulla ja taloon on tehty laajennus vuonna 1977. Talo on kaksi kerroksinen ja lisäksi alkuperäisellä osalla on muutaman neliön kokoinen kellaritila. Kohteen asuinpinta-ala on noin 165 m². (1.)

2.1 Lähtötilanne

Asunnon nykyinen omistaja on ostanut talon kesällä 2013. Taloon oli teetetty kesällä 2013 kuntotarkastus asuntokauppaa varten. Talossa oli tarkastus hetkellä tuntunut hieman tunkkaista hajua ja raporttiin oli kirjattu hajun viittaavan puutteelliseen ilmanvaihtoon tai tulevan alapohjan tuuletustilasta. Syksyllä asukkaiden purkaessa olohuoneesta pätkän väliseinää oli lattiaan jääneestä aukosta alkanut tulla huoneilmaan voimakasta ja pistävää hajua. Asunnon omistaja oli ottanut yhteyttä hengitysliittoon ja pyytänyt heiltä konsultointia asiaan. Hengitysliiton korjausneuvojan mukaan haju viittasi kosteusvaurioon ja huoneilma oli kauttaaltaan huonoa eikä rajoittunut ainoastaan olohuoneeseen. Lisäksi talossa todettiin runsaasti riskirakenteita, joiden kunto vaati kartoitusta. Hengitysliiton korjausneuvojan mukaan talo vaati laajan kuntokartoituksen ja hän kehotti omistajia varautumaan mittaviin remontteihin tai pyrkimään kaupan purkamiseen. (2.)

2.2 Rakennukseen tehdyt tutkimukset

Rakennukseen on tehty vuosien 2013–2014 aikana kuntotarkastus asuntokauppaa varten sekä hengitysliiton tekemä laajempi kuntotutkimus. Kuntotutkimuksessa tutkimusmenetelminä olivat olleet aistienvarainen arviointi, kosteusmittaukset, mikrobinäytteiden ottaminen sekä lämpökamerakuvaus. Lisäksi rakenteita on tutkittu tekemällä rakenneavauksia. (1; 2.)

2.3 Kuntotarkastus asuntokauppaa varten, kuntoarvio ja kuntotutkimus

Rakennus- ja kiinteistöalalla tehdään monia erilaisia rakennuksen tai kiinteistön kuntoa arvioivia tutkimuksia. Yleisimpiä ovat kuntoarvio, kuntotutkimus ja kuntotarkastus asuntokauppaa varten. Alalla on paljon samantyyppisillä nimikkeillä olevia tutkimuksia, jotka varmaan hämmentävät asiaan perehtymättömiä. Luvuissa 2.3.1–2.3.3 selvitetään, mitä eroa kyseisillä tutkimuksilla on. (3)

2.3.1 Kuntotarkastus asuntokauppaa varten

Kuntotarkastus asuntokaupan yhteydessä on samantyyppinen tutkimus kuin asunnon kuntoarvio. Kohteeseen tehdään tutkimus aistienvaraisesti rakenteita rikkomatta ja sen tavoitteena on tuottaa puolueetonta tietoa asuntokaupan osapuolille rakennuksen rakennusteknisestä kunnosta, korjaustarpeista, terveysriskeistä ja vaurioista sekä toimenpide-ehdotuksista. Kuntotarkastuksen asuntokaupan yhteydessä tekee yleensä vain rakennustekninen asiantuntija. (4.)

Kuntotarkastus on tekninen arvio, josta selviävät kohteen kunto, korjaustarpeet ja riskirakenteet tarkastushetkellä. Se perustuu kuntotarkastajan tekemiin havaintoihin, asiantuntemukseen ja kiinteistön käyttäjien haastatteluihin sekä asiakirjoista ja piirustuksista saataviin tietoihin. Kuntotarkastus koskee tilannetta vain tarkastusajankohtana. Tilanne kohteessa saattaa oleellisesti muuttua hyvinkin lyhyen ajan kuluessa tarkastuksen tekemisestä. Kohteen vaurioiden syihin otetaan yleensä kantaa vain syy-yhteyden ollessa yksiselitteinen ja selvästi osoitettavissa, muissa tapauksissa tulee suositella lisäselvityksiä ja tutkimuksia. (5.)

2.3.2 Kuntoarvio

Kiinteistön kuntoarviolla tarkoitetaan tilojen, rakennusosien, järjestelmien, laitteiden ja ulkoalueiden kunnan selvittämistä. Kuntoarvio tehdään pääasiassa aistienvaraisesti ja kokemusperäisesti sekä rakennetta ja materiaaleja rikkomattomin menetelmin. Kuntoarvio voidaan kohdistaa koko kiinteistöön tai myös yksittäiseen rakennusosaan, rakenteeseen, järjestelmään tai koneeseen. (4; 6.)

Kuntoarvio antaa kokonaiskuvan kiinteistön tai jonkin yksittäisen koneen tai rakennusosan kunnosta, tulevista korjaustarpeista, niiden ajankohdista ja kustannuksista. Kuntoarviot laaditaan julkaistujen ohjeiden ja KH- sekä RT-korttien mukaisesti. Kuntoarviossa tarkastellaan näiden ohjeiden määrittelemässä laajuudessa kiinteistön energiataloudellista kuntoa, sisäolosuhteita, terveellisyyttä ja turvallisuutta sekä ehdotetaan tarvittaessa niihin liittyviä korjaustoimenpiteitä. Kuntoarvion laadintaan osallistuu yleensä rakennus-, LVI- ja sähkötekniikan asiantuntijat. (4; 6.)

2.3.3 Kuntotutkimus

Kuntotutkimus on kuntoarviota tarkempi tutkimus. Kuntotutkimus on yleensä yksittäisen rakenteen, rakenneosan, järjestelmän tai laitteen tarkempi tutkiminen. Kuntotutkimuksen tavoitteena on saada selville mahdollisen vaurion tai ongelman syy ja laajuus sekä antaa sen jälkeen tarvittavat toimenpideehdotukset korjauksen ja suunnittelun tai uusimisen lähtötiedoiksi. Kuntotutkimusta voidaan tarvita kuntoarvion jatkotoimenpiteenä silloin, kun kuntoarvion silmämääräisillä menetelmillä ei ole pystytty tekemään luotettavia päätelmiä jonkin osa-alueen kunnosta ja kuntoarvioraportti on jäämässä tältä osin keskeneräiseksi tai puutteelliseksi. (7.)

Kuntotutkimuksessa käytettävät menetelmät ja toimintatavat vaihtelevat huomattavasti riippuen siitä, mitä kohdetta ollaan tutkimassa. Esimerkiksi julkisivujen ja putkistojen kuntotutkimusmenetelmät poikkeavat toisistaan merkittävästi.

Kuntotutkimukseen voi kuulua mm. seuraavia toimenpiteitä:

- piirustuksiin yms. asiakirjoihin tutustuminen
- kohteen aistinvarainen tutkiminen
- ainetta rikkovien menetelmien käyttö
- paikalla tehtävät mittaukset ja koestukset
- rakenteiden ja putkistojen kuvaukset ja tähystykset
- näytepalojen ja näytteiden otto ja niiden laboratoriotutkimukset.

(7.)

2.4 Kotikatu 3:een tehtyjen tutkimusten tulokset

2.4.1 Kuntotarkastus asuntokauppaa varten

Kohteeseen on 11.6.2013 tehty kuntotarkastus asuntokauppaa varten. Tarkastuksen on tilannut ostajien valtuuttamana kohteen kiinteistövälittäjä ja sen on suorittanut Oululainen insinööritoimisto. (1.)

Seuraavassa on lueteltu kuntotarkastusraportista huomioon otettavia asioita:

- Edellisen omistajan mukaan poikkeavia hajuja tai kylmempiä kohtia ei ole havaittu.
- Yläkolmioon ei ollut kulkuluukkaa, joten yläpohjaa ei pystytty tarkastamaan.
- Kaikkiin sivu-ullakkoihin ei ollut kulkuluukkaa, eikä niitä pystytty tarkastamaan.
- Rossipohja on tarkistettu vain kuvaamalla, ei kulkuluukkaa.
- Ikkunoissa ei ole esiintynyt huurtumista.
- Kellarin läpiviennit ovat avonaisia alapohjaan nähden.
- Ullakoista ja yläkolmiosta puuttuvat tuuletusaukot.
- Ryömintätila oli matala ja tilassa on orgaanista jätettä.
- Ryömintätilan tuuletus on puutteellinen.
- Sadevesiä ei ole johdettu pois perustusten viereltä.
- Maanpinnan kallistukset ovat paikoin puutteelliset
- Rakennuksessa ei ole salaojia.
- Ulkoverhous on paikoin lähellä maan pintaa.
- Istutuksia seinän on vierustoilla.
- Yläpohjan vinoilla osilla tuuletus on puutteellinen, eriste/tuulensuoja kiinni vesikatossa.
- Pesuhuoneen tekninen käyttöikä on ylitetty.
- Levyrakenteinen pesuhuone on rakennettu vuonna 1982, ei luultavasti kosteuseristyksiä.
- Pintakosteusmittarilla mitattaessa pesuhuoneessa ei ole tarkastushetkellä kohonneita kosteusarvoja.

- tuuletusventtiilien- ja savupiipun vierellä on näkyvissä vuotojälkiä
- Tuuletusventtiilejä on tukittu villalla.
- Alakerrassa portaiden alla puurakenteessa on tummumaa.
- Sisälle, erityisesti vanhalle puolelle tultaessa, on aistittavissa tunkkaista hajua, hajun epäillään johtuvan puutteellisesta ilmanvaihdosta tai tulevan rossipohjan tuuletustilasta ilmavirtauksien mukana.
- uudelle puolelle on tehty yksi rakenneavaus sisäpuolelta alasidepuun tasolle, alasidepuussa ei kohonneita kosteusarvoja eikä silminnähtäviä vaurioita, kosteus mitattu piikkimittarilla.
- Ikkunapeltien kallistukset loivahkoja ja reunojen tiivistykset puutteellisia.

(1.)

Kuntotarkastuksen raportista voi kokonaiskuvan muodostaminen olla maallikolle haastava, koska yllä olevat tiedot olivat hajallaan raportin sisällä. Toisaalta myöskään johtopäätöksien tekeminen kyseisten tietojen perusteella ei ole maalikon tehtävä. (1.)

Edellä olevasta listasta voisi huomioida esimerkiksi seuraavat asiat: tuuletuksen ja ilmanvaihdon puutteellisuus kauttaaltaan, ryömintätilan mataluus ja tuuletus, poikkeavat hajut, maanpinnan muotoilut ja sadevesien poisjohtamisen puutteet sekä salaojien puuttuminen. Kaikki nämä ylimääräistä kosteusrasitusta aiheuttavat viat ovat rasittaneet rakennuksen vanhaa osaa noin 75 vuoden ajan ja laajennusosaa noin 40 vuoden ajan. Näiden tietojen valossa voisi pitää pienenä ihmeenä, jos rakennuksesta ei löytyisi home- tai kosteusvaurioita.

2.4.2 Kuntotutkimus

Hengityслиiton toimesta rakennukseen suoritettiin tarkempi kuntotutkimus. Tutkimus sisälsi aistienvaraisten tutkimuksen lisäksi lämpökamerakuvaus, rakenneavauksia sekä rakennusmateriaalinäytteiden- ja pintanäytteiden ottoa mahdollisen mikrobivaurion löytämiseksi. (2.)

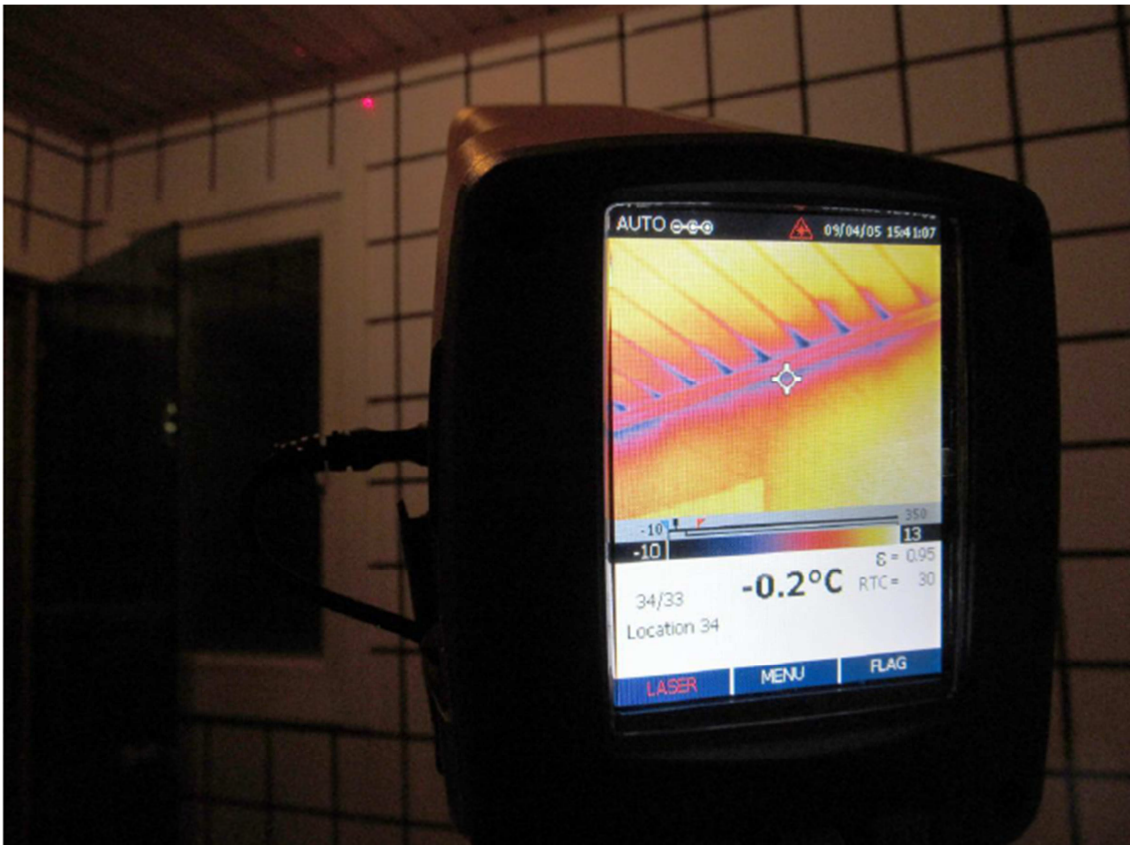
Lämpökamerakuvaus

Lämpökamerakuvaus suoritettiin 18.–19.1.2014 Hengityслиiton Fluke Ti20 -lämpökameralla. Ulkolämpötila mittausten aikaan oli -24 °C ja pakkasjakso oli

kestänyt useita päiviä. Lämpökamerakuvauksessa seinien ylä- ja alaosista löytyi huomattavan paljon kylmiä kohtia, jotka viittasivat ilmapuotoihin, puutteelliseen eristykseen tai kostuneiden lämmöneristeiden heikentyneeseen eristävyyskykyyn. (2.)

Lämpökamerakuvauksen perusteella kuntotukijat olivat myös valinneet muutamia paikkoja rakenneavauksia varten. Mittauksissa seinien, katon ja lattian liittymäkohdissa oli kylmimmillään pakkasta -15 °C ja vaihteluväli oli yleisesti muutamasta pakkasasteesta noin kymmeneen pakkasasteeseen. (2.)

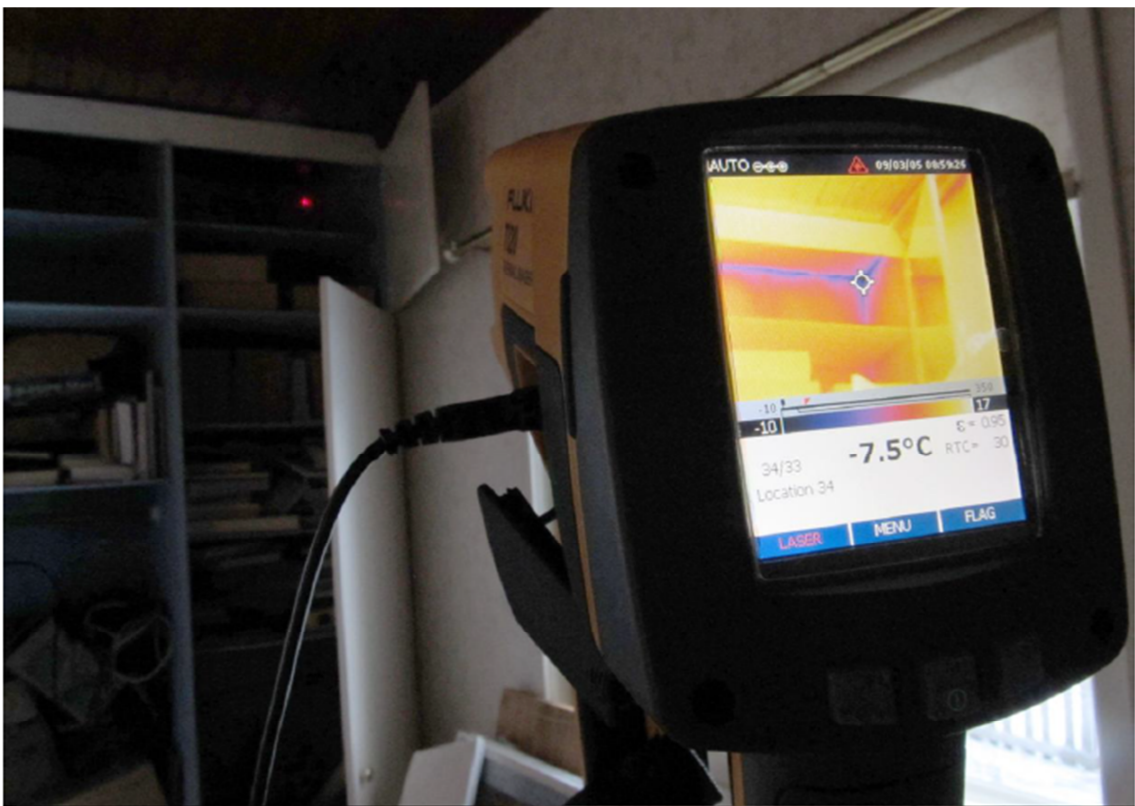
Lämpökamerakuvausraporttiin tuli kaikkiaan 42 kuvaa ympäri taloa. Näistä vain viidessä kuvassa lämpötila oli plussan puolella. Kuvassa 1 on juuri remontoitun pesuhuoneen katonrajassa pakkasta -10 °C . Kuvassa 2 lämpövuoto välipohjan ja ulkoseinän liittymässä. Kuvan 3 osoittamaan kohtaan tehtiin rakenneavaus, josta paljastui kosteusvaurio. (2.)



KUVA 1. Asunnon oston jälkeen asukkaat teettivät kylpyhuoneremontin. Remontoidun kylpyhuoneen katonrajassa pakkasta -10 °C (2)



KUVA 2. Yläkerran vessan ovenpieli, pakkasta -15 °C (2)



KUVA 3. Tästä löytyi kosteusvaurio, pakkasta -10 °C (2)

Rakennusmateriaali- ja pintanäytteet

Rakennukseen tehdyistä rakenneavauksista ja yläpohjan eristetiloista oli otettu yhteensä 16 rakennusmateriaalinäytettä, jotka toimitettiin analysoitavaksi Oulun työterveyslaitokselle. Lisäksi oli otettu kaksi pintapyyhintänäytettä kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä. (2.)

Vahvimmat viitteet vaurioista oli saatu kolmesta rossipohjasta otetuista näytteistä. Näytteissä valtalajina olivat *Aspergillus penicillioides* ja *Paecilomyces variotii*, joista ainakin jälkimmäisen tiedetään tuottavan mykotoksiineja. Lisäksi alapohjan näytteistä tunnistettiin pieniä määriä *Streptomyces*-sädesientä. (2.)

Muita kosteusvaurioon viittaavia mikrobilöydöksiä tehtiin mm. ulkoseinien-, välipohjan- ja yläpohjan purueristeistä sekä laajennusosalla välipohjan mineraalivillaläpölyistä. (2.)

Rakennuksen molemmista kerroksista otettiin yksi pintapyyhintänäyte. Näytteet otettiin kahden viikon aikana 100 cm²:n alueelle laskeutuneesta pölystä. Yläkerrosta otetussa näytteessä löytyi vain yhtä kosteusvauriota indikoivaa mikrobilajia ja sitäkin vain pieniä määriä. Alakerran näytteestä löytyi kahta erilaista kosteusvauriota indikoivaa mikrobilajia, mikä työterveyslaitoksen tulkintaohjeen mukaan viittaa kosteusvaurioon. Voitiin siis olettaa, että vaurioituneista paikoista on ilmavirtauksen mukana mahdollista tulla sisäilmaan mikrobeja, itiötä ja niiden osia sekä niiden hajoamis- ja aineenvaihduntatuotteita. (2.)

Hengitysliiton raportin yhteenveto

Hengitysliiton raportin perusteella voitiin todeta, että rakennuksessa on kosteus- ja homevaurioita laajalla alueella. Kosteus- ja homevaurioiden paikantaminen ja rajaaminen on vaikeaa, koska niitä oli laajasti rakennuksen eri osissa. Niiden poistaminen ja korjaaminen edellyttää laajoja korjaustoimenpiteitä, joiden kustannukset lähentelevät uudisrakentamista. Lisäksi mittavan korjausprojektin laajuus tulee ilmi vasta siinä vaiheessa, kun rakennuksen puurunko-osat ovat kauttaaltaan esillä. (2.)

Havaittujen vaurioiden laajuuden, vaadittavien korjausten laajuuden ja mahdollisesti korjauksen jälkeen jäävät riskit huomioiden tässä kohteessa tulee kriittisesti arvioida korjausten järkevyyttä. Vanhaa rakennusta korjattaessa rakennuksen arvo ei luultavimmin tule edes nousemaan sijoitettua rahasummaa vastaavalla määrällä. (2.)

2.5 Tarvittavat lisätutkimukset

Kiinteistön korjauspäätöksen tekeminen on aina kiinteistön omistajan vastuulla. Tässä tapauksessa kaikista esille tulleista seikoista huolimatta kiinteistön omistaja halusi remontoida talon.

Omistajan ja hengitysliiton edustajien kanssa käytyjen keskustelujen perusteella päätettiin, ettei rakennuksen mikrobivaurioiden paikallistamiseksi oteta enempää näytteitä. Vaurioiden todettiin olevan niin laajalla alalla, että mahdollisuus vauriokohtien rajaamiseen on pieni.

Rakennuksen korjaussuunnittelua varten tulee tehdä rakenneavauksia seinärakenteisiin, alapohjarakenteisiin, perustusliittymiin ja yläpohjarakenteisiin. Rakenneavaukset tarvitaan, jotta saadaan selvitettyä nykyiset rakennekerrokset ja niiden tietojen perusteella suunniteltua uudet rakenteet.

3 RAKENNUSTEN KOSTEUS- JA HOMEVAURIOT

Kaikki rakenteet ja huokoiset materiaalit sekä meitä ympäröivä ilma sisältävät normaaliolosuhteissa jonkin verran kosteutta. Rakennusosien jatkuva kosteus tai kuivumisen pitkittyminen voi aiheuttaa rakenteissa kosteusvaurioita. Jos rakennusosa on vain hetkellisesti kostea ja pääsee sen jälkeen kuivumaan, ei kosteus aiheuta mikrobien kasvun alkamista. Pitkään kosteina pysyvissä rakennusosissa voi alkaa kasvamaan home- ja lahosieniä, hiivoja ja bakteereita, joita yhteisesti nimitetään mikrobeiksi. (8, s. 65; 9.)

Rakennusten tulee toimia siten, että sisäilmassa vallitsee käyttäjien kannalta terveellinen ja miellyttävä tasapaino lämpötilan, ilmanvaihdon ja ilman laadun välillä. Rakennuksen ulkokuoren eli vaipan tulee antaa rakennuksen sisällä tapahtuvalle toiminnalle sää-, lämpö-, melu- ja näkösuoja. (10, s. 151.)

3.1 Kosteus

Kosteudella tarkoitetaan kemiallisesti sitoutumatonta vettä ja sitä voi esiintyä useissa eri olomuodoissa, joko kaasumaisessa olomuodossa (vesihöyry), nestemäisessä tai kiinteässä olomuodossa (jäätynäänä). Kosteus ilmoitetaan painoprosentteina, mikä kuvaa aineeseen sitoutuneen kosteuden massan suhdetta kuivan aineen massaan. Ilman kosteuspitoisuus voidaan ilmoittaa vesihöyryn määränä (g/m^3), vesihöyryn osapaineena (Pa) tai suhteellisena kosteutena (RH %). (9.)

Rakenne voi vaurioitua, kun ulko- tai sisäpuolinen kosteusrasitus on suunniteltua suurempi tai rakenne on puutteellisesti toteutettu. Kosteusrasitus voi myös poiketa suunnitellusta, jos rakennuksen tai sen osan käyttötarkoitusta on muutettu. (9.)

Rakennusosan tai rakenteen kosteusrasitus aiheutuu kosteuden erilaisista siirtymistavoista ja niiden yhdistelmistä. Kosteuden siirtymistavat ja kosteuslähteet pitää ymmärtää, jotta pystyy arvioimaan kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimuksen laajuuden ja sisällön sekä arvioimaan tutkimuksesta saatuja tuloksia. (11, s. 45.)

3.1.1 Kosteuden siirtyminen

Kosteuden siirtyminen tapahtuu pääasiassa seuraavien ilmiöiden avulla:

Konvektio

Konvektio eli kosteuden siirtyminen ilmavirran mukana. Konvektiota syntyy rakenteen yli vallitsevan ilman kokonaispaine-eron vaikutuksesta. Ilma virtaa suuremmasta paineesta kohti pienempää painetta, rakenteissa olevien rakojen ja huokoisten materiaalien läpi. Rakennuksissa paine-erot syntyvät ilmanvaihdon, tuulen, ilman lämpötilaerojen tai niiden yhteisvaikutuksesta. (11, s. 56.)

Konvektion estämiseksi rakenne on pyrittävä rakentamaan mahdollisimman ilmatiiviiksi. Rakennuksessa vallitsevien painesuhteiden on oltava sellaiset, että lämmintä ilmaa ei virtaa kylmiin rakennusosiin. Usein kuitenkin rakennusten vaipan ilmanpitävyydessä ja painesuhteissa on virheitä ja kosteusvaurioita pääsee syntymään. (11, s. 56.)

Diffuusio

Diffuusio tarkoittaa vesihöyryn kulkeutumista pienemmästä osapaineesta suurempaan. Diffuusiossa ilmassa olevat vesimolekyylit törmäilevät keskenään, jonka vaikutuksesta vesihöyryn osapaineet pyrkivät tasoittumaan. Vesihöyryn osapaine riippuu ilmassa olevan kosteuden absoluuttisesta määrästä (g/m^3), ei ilman suhteellisesta kosteudesta (RH). (12, s. 21; 11, s. 54–55.)

Sisäilmassa vesihöyryn osapaine on yleensä suurempi kuin ulkoilmassa, joten diffuusio siirtää sisäilman kosteutta sisältä ulos. Diffuusio riippuu myös materiaalien vesihöyrynvastuksesta. Höyrynsulullisessa seinässä sisään ja ulos siirtyvän kosteuden määrä onkin suurin piirtein tasapainossa, kun taas höyrynsuluttomassa seinässä sisältä ulospäin siirtyvän kosteuden määrä on moninkertainen. (11, s. 54–55.)

Kosteuden siirtyminen kapillaarisesti

Kosteuden siirtyminen kapillaarisesti tarkoittaa kosteuden imeytymistä vapaasta vedestä huokoiseen materiaaliin. Kapillaarinen kosteuden siirtyminen johtuu kapillaaristen voimien aiheuttamasta huokosalipaineesta. Huokosalipaineen

suuruuteen vaikuttaa huokosten koko siten, että jos materiaaleissa olevat huokokset ovat pieniä, on huokosalipaine suuri. (11, s. 52–53.)

Kapillaarisella nousukorkeudella tarkoitetaan tilaa, jossa maan vetovoima ja huokosalipaine ovat tasapainotilassa. Kapillaarinen kosteustasapaino voidaan saavuttaa myös siten, että materiaali on kosketuksissa toiseen kapillaarisella alueella olevaan materiaaliin esim. maaperään. (11, s. 52–53.)

Painovoimainen siirtyminen

Vesi siirtyy rakenteissa painovoiman avulla lähinnä rakennuksen pystysuorilla ja kaltevilla pinnoilla. Ilmanpaine-ero, pintajännitys, tuuli sekä vesipisaroiden liike-energia kuljettavat vetenä olevaa kosteutta. (12, s. 21; 11, s. 54.)

Veden painovoimainen siirtyminen mahdollistaa myös vesien hallitun poistamisen rakenteiden pinnoilta ja vierustoilta. Se myös mahdollistaa rakennuksen kuivattamista salaojituksilla ja maanpinnan kallistuksilla. (12, s. 21; 11, s. 54.)

3.1.2 kosteuden sitoutuminen rakennusmateriaaleihin

Materiaalissa olevan kosteuden määrää voidaan ilmoittaa seuraavilla tavoilla:

- materiaalin huokosten suhteellisena kosteutena RH (%)
- absoluuttisena kosteuspitoisuutena w painona tilavuudesta (kg/m^3)
- vesipitoisuutena u kuivapainosta (paino %)
- painoprosentteina kokonaispainosta
- tilavuusprosentteina.

(12, s. 20.)

Huokoisilla materiaaleilla on kyky sitoa kosteutta ilmasta ja luovuttaa kosteutta ilmaan. Tätä kykyä kutsutaan hygroskooppisuudeksi. Ympäristön suhteellisesta kosteudesta ja lämpötilasta riippuu, sitooko vai luovuttaako materiaali kosteutta eli onko kyseessä adsorptio (kastuminen) vai desorptio (kuivuminen). (11, s.46–48; 12, s.20–21.)

Hygroskooppinen tasapainokosteus saavutetaan aineen kosteuspitoisuuden asettuessa tasapainoon ympäröivän ilman kosteuden kanssa. Se on riippuvai-

nen lämpötilasta, ympäristön suhteellisesta kosteudesta, materiaalista sekä siitä, onko kyseessä kuivuminen vai kastuminen. (11, s.46–48; 12, s.20–21.)

Materiaalien tasapainokosteutta kuvataan tasapainokosteuskäyrillä. Materiaalien tasapainokosteus on riippuvainen ympäröivästä lämpötilasta, joten kutakin lämpötilaa vastaa erilainen tasapainokosteuskäyrä. Materiaalien tasapainokosteuskäyrä on myös erilainen riippuen siitä, onko materiaali kuivumassa vai kastumassa. Samalla ilman suhteellisella kosteudella tasapainotilassa on kuivumisvaiheessa olevan materiaalin kosteuspitoisuus suurempi kuin materiaalin, joka on kastumisvaiheessa. (11, s.46–48; 12, s.20–21.)

Kapillaarisella kosteustasapainolla tarkoitetaan tasapainotilaa, johon materiaali asettuu ollessaan kosketuksissa vapaaseen veteen. Vesi imeytyy huokoiseen materiaaliin huokosalipaineen vaikutuksesta ja kosteus nousee sille korkeudelle, jossa painovoima ja huokosalipaine ovat tasapainossa. Materiaalien huokosjakaumasta riippuu, kuinka paljon materiaali voi imeä itseensä kosteutta kapillaarisesti. (11, s.46–48; 12, s.20–21.)

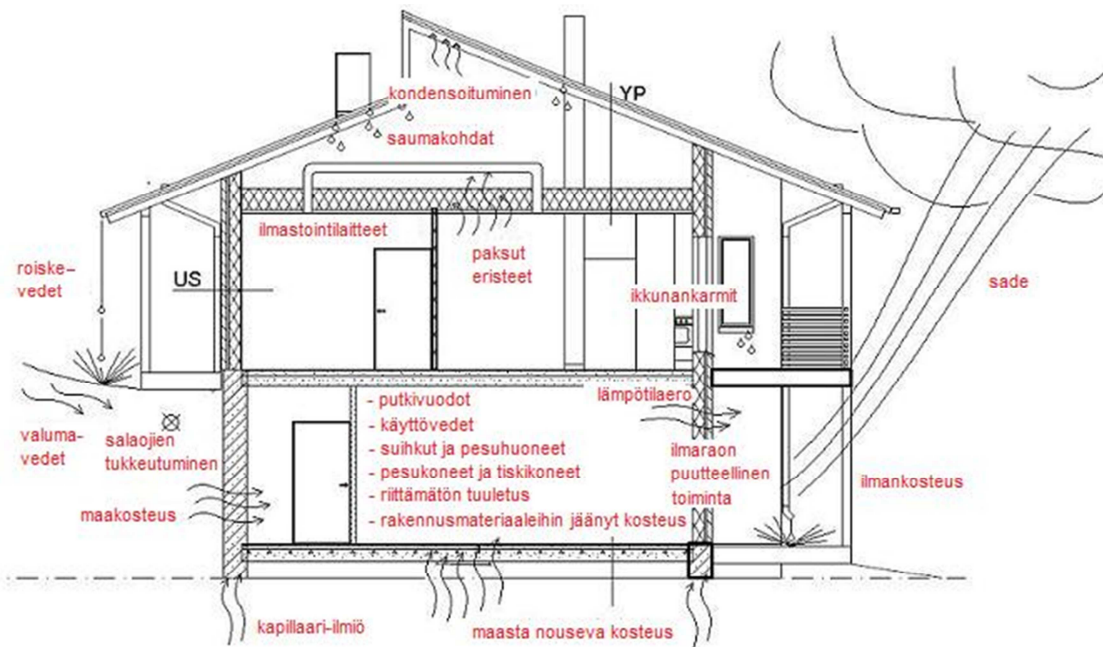
Materiaalien kastuessa esimerkiksi vesivuodosta tai kapillaarisesti niiden kapillaarihuokokset täyttyvät vedellä. Tällöin materiaalin huokosissa olevan ilman suhteellinen kosteus on välillä 98–100 % ja kosteus on sitoutunut aineen huokosiin kapillaarisesti. Tässä tilanteessa aineen kosteuspitoisuutta ei pystytä määrittämään suhteellista kosteutta mittaamalla. Huokoisen materiaalin kosteuspitoisuus voi esimerkiksi kosteusvauriotilanteessa olla huomattavasti suurempi kuin ilman 100 % suhteellista kosteutta vastaava tasapainokosteus. (11, s.46–48; 12, s.20–21.)

Rakenteiden korkeat kosteuspitoisuudet ovat yleensä merkki rakenteiden virheellisestä toiminnasta. Kapillaarisella kosteusalueella olevien materiaalien vaurioitumis- ja homehtumisriski erittäin suuri ja se edellyttää aina nopeita korjaustoimenpiteitä. Rakenteet tulee suunnitella niin, että kosteus niissä ei ole kapillaarisella alueella lukuun ottamatta niitä rakenteita, jotka ovat suunniteltu ottamaan vastaan vapaan veden rasitus, esimerkiksi vedeneristykset ja julkisivut. Rakenteita suunniteltaessa on otettava huomioon myös rakennuskosteuden kuivumismahdollisuudet rakenteita vaurioittamatta. (11, s.46–48; 12, s.20–21.)

3.1.3 kosteuslähteet

Rakenteissa ja rakennuksissa esiintyvä kosteus ilmenee näkymättömänä vesihöyrynä, näkyvänä vetenä tai rakennusmateriaaleihin sitoutuneena rakennekosteutena. Rakennusten kosteuslähteet voidaan jaotella ulko- ja sisäpuolisiksi kosteuden lähteiksi. (8, s. 66; 11, s. 48.)

Yleisimmät kosteuslähteet rakennuksen ulkopuolella ovat ulkoilman kosteus, sade, pinta- sekä sulamisvedet että maakosteus. Merkittävimpiä sisäpuolisia kosteuslähteitä ovat vuodot putkistoissa tai vedeneristeissä, käyttövesi, rakennekosteus, kasvit sekä ihmisestä ja ihmisten toiminnasta johtuvat lähteet, kuten ruuanlaitto, pyykinpesu ja -kuivaus sekä peseytyminen. (11, s. 48–50.)



KUVA 4. Kosteuslähteet (13)

Ulkoilman kosteus

Kosteuspitoisuus ulkoilmassa vaihtelee vuodenaikojen mukaan. Kesällä ilman sisältämän kosteuden määrä g/m^3 on suurempi johtuen korkeammasta ilman lämpötilasta. Lämmin ilma kykenee sitomaan enemmän kosteutta kuin kylmä ilma. Vesihöyryn pitoisuuden kasvaessa ja lämpötilan pysyessä vakiona saavut-

taa ilmankosteus kyllästystilan. Kyllästystilassa ilma on sitonut suurimman mahdollisen määrän vesihöyryä ilman, että kosteus rupeaa tiivistymään vedeksi. Ulkoilmassa olevan kosteuden määrä vaihtelee talven 1 g/m^3 :sta kesän 14 g/m^3 :aan. Mitoitukselliset ilman suhteellisen kosteuden määrät ovat talvella noin 80–90 % ja kesällä noin 60–80 %. Todellisuudessa suhteellisen kosteuden vaihtelu voi olla huomattavasti suurempaa. (11, s. 48–49.)

Sisäilman kosteus

Asuminen synnyttää sisäilmaan kosteutta. Sisäilman kosteuspitoisuuteen vaikuttavatkin pääasiassa ulkoilman kosteuspitoisuus, sisällä kehitetyn kosteuden määrä ja ilmanvaihdon suuruus. Esimerkiksi nelihenkinen perhe tuottaa sisäilmaan 10–20 litraa vettä vuorokaudessa. Vuonna 1993 tehdyn Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan sisäilman kosteuslisä onkin pientaloissa talvella keskimäärin $3,6 \text{ g/m}^3$. (14, s. 48; 11, s. 49; 15, s. 55.)

Kosteus- ja homevaurioiden ennaltaehkäisemiseksi tulee sisäilma pitää riittävän kuivana. Rakenteisiin ei saa päästää kosteaa ilmaa, koska ilmassa oleva kosteus voi tiivistyä niihin ja aiheuttaa kosteusvaurioita. Kosteusvaurioiden estämiseksi tuleekin rakenteen sisäpinnoilla olla ilmavirtausta estävä ilmansulku ja vesihöyryn diffuusion estävä höyrynsulku. (12, s. 24; 15, s. 46, 55.)

Tehokkaan ilmanvaihdon avulla voidaan pienentää sisäilmasta johtuvaa kosteusrasitusta ja edistää rakenteiden kuivumista. Nykyaikaisten määräysten mukainen ilmanvaihto oikein käytettynä ja toteutettuna riittää estämään homevaurioiden syntymisen sisäilmankosteuden vaikutuksesta. (12, s. 24; 15, s. 46, 55.)

Ihmisten viihtyvyyden takia ei sisäilma saa kuitenkaan olla liian kuivaa. Kuiva sisäilma heikentää hengitysteiden värekarvojen liikettä ja vaikeuttaa liman poistumista hengitystiehyestä. Tästä johtuen limakalvojen kyky vastustaa tulehduksia heikkenee. Sisäilman liiallista kuivumista voidaan ehkäistä käyttämällä höyrytiivitä rakenteita. Asunnon sisäilman suhteellisen kosteuden oikeana arvona voidaan pitää 20–60 %. Toisaalta ilmastollisista syistä johtuen näiden arvojen saavuttaminen ei ole aina mahdollista. Näistä arvoista poikkeamista ei voida

pitää terveyshaittana, jos asumisen muut terveydelliset edellytykset täyttyvät. (12, s. 24; 15, s. 46, 55.)

Sade

Sateen aiheuttamat rasitukset voidaan jakaa ajallisesti kahteen vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe on rakentamisen aikainen ja toinen on rakentamisen jälkeinen vaihe. Sateen aiheuttama rasitus voi olla joko vettä, lunta tai jäätä. Sateen aiheuttamat rasitukset ovat suurimmillaan syksyisin, jolloin sadejaksojen esiintyminen on tiheää ja lämpötilamuutokset pieniä sekä kuivuminen on vähäistä. (14, s. 40; 11, s. 51.)

Rakentamisen aikainen sade voi vaurioittaa rakennustarvikkeita jo rakentamisvaiheen aikana. Kosteudelle arimpia rakennustarvikkeita ovat erilaiset sisustusmateriaalit esimerkiksi tapetit, akustiikkalevyt, sisäverhouslevyt, kalusteet ja muut puupohjaiset materiaalit, kuten ovet, ikkunat, puutavara ja huokoiset levyt. Pääasiassa kaikki rakennusmateriaalit pitää rakentamisen aikana suojata huolellisesti ulkopuolisilta kosteudenlähteiltä. Rakentamisen ja materiaalien valmistuksen aikana materiaaleihin sitoutunutta kosteutta kutsutaan rakennekosteudeksi. (14, s. 40.)

Rakentamisen jälkeen sade aiheuttaa rasituksia rakennuksen ulkopinnoille. Pystysuora sade rasittaa eniten kattoja ja terasseja, kun taas vaakasade rasittaa näiden lisäksi myös rakennuksen julkisivuja. Tuulen voimasta sade voi kulkeutua myös rakennuksen pintoja pitkin ylöspäin. Lisäksi sade voi aiheuttaa kosteusrasitusta roiskeveden muodossa esimerkiksi maanpinnalle satava vesi rasittaa perustuksia ja ulkoseinän alaosa. Lumi taas tunkeutuu tuulen voimasta sellaisiin paikkoihin, jonne sade ei pääse esimerkiksi yläpohjiin. (11, s. 51.)

Sadeveden aiheuttamia vaurioita voidaan estää huolehtimalla, että katon vedeneriste on ehjä, hormien ja piippujen sekä muiden läpivientien tiiveydestä huolehtimalla että riittäväällä katon kallistuksilla ja pitkillä räystäillä. Sadevedet eivät saa myöskään valua rakennuksen vierille vaan ne on johdettava pois räenneillä, toimivalla sadevesiviemäröinnillä ja riittäväällä maanpinnan kallistuksilla. (15, s. 54.)

Putkivuodot

Putkivuotoja voi esiintyä rakenteiden sisään asennetuissa putkissa ja rakenteiden pintaan asennetuissa putkissa. Putkivuotoja voi esiintyä kaikissa rakennuksen nestettä kuljettavissa putkissa, kuten vesijohdoissa, viemäreissä, lämmitysputkissa ja -laitteissa sekä pesukoneissa. Vesijohtojen vuodot ovat yleensä vakavia ja ne edellyttävät nopeita korjaus- ja kuivatustoimenpiteitä.

Putkivuotoihin liittyy yleensä suuri riski kosteus- ja homevauriolle, koska

- rakenteisiin kohdistuva kosteusrasitus on suuri
- putket sijaitsevat lämpimissä rakennus- ja rakenneosissa
- putkivuodot tapahtuvat yleensä rakennus- ja rakenneosissa, jossa ei ole vedeneristystä
- pieni, tihkuva vuoto voi vaurioittaa rakenteita kauan ennen kuin vaurio havaitaan.

(11, s. 52; 15, s. 55.)

Maakosteus

Maaperässä kosteutta esiintyy useissa eri muodoissa. Näitä on esimerkiksi pintavesi, pohjavesi, vajovesi kapillaarivesi ja maan huokosissa oleva vesihöyry. Kosteusteknisiä laskelmia suoritettaessa oletetaan maaperän huokosilman suhteellisen kosteuden olevan 100 %. Maaperästä kosteus voi nousta rakenteisiin kapillaarisesti, diffuusion avulla tai rakenteeseen suoraan kohdistuvasta vedenpaineesta. (14, s. 49; 11, s. 52; 16, s. 12.)

Rakennekosteus

Rakennusmateriaaleihin sitoutuu kosteutta rakentamisen eri vaiheissa. Osaan rakennusmateriaaleista, kuten betoniin ja kevytbetoniin, sitoutuu runsaasti kosteutta jo niiden valmistuksessa. Toisaalta esimerkiksi tiili on rakennusaine, joka on valmistuksen jälkeen lähes kuiva. Rakennekosteudella tarkoitetaan sitä kosteutta, joka rakenteesta poistuu ennen kuin rakenne on kosteustasapainossa ympäristön kanssa. Rakennusmateriaalien varastoinnin aikana kosteus voi joko vähentyä tai lisääntyä. Yleensä se vähenee niissä materiaaleissa, joihin on

tuotantovaiheessa sitoutunut paljon kosteutta, kunhan vaan huolehditaan riittävästä suojauksesta sadetta ja maakosteutta vastaan. (14, s. 51.)

3.1.4 Kosteusvaurioiden syyt ja yleisyys

Kosteus- ja homeongelmat ovat hyvin yleisiä suomalaisessa rakennuskannassa. Kansanterveyslaitoksen vuonna 1995 tekemän tutkimuksen mukaan korjauksen ja tarkastamisen tarpeessa oli 55 % pientalokannasta ja 42 % kerrostaloasunnoista. Tutkimuksessa selvisi myös, että yli puolet pientalojen vaurioista oli syntynyt jo rakentamisvaiheessa, puutteellisen suunnittelun, huolimattomien ja virheellisten työsuoritusten sekä väärin materiaalivalintojen takia. (12, s. 26–27.)

Kosteusvauriot voidaan luokitella niiden syiden perusteella seuraavasti:

1. Selvät kosteusvauriotapaukset
 - virheet suunnittelussa, rakentamisessa tai korjaamisessa
 - riskialttiit rakennusosat
 - käyttötarkoitukseen soveltumattomat materiaalit ja materiaaliyhdistelmät
 - putkivuodot
 - ilmanvaihdon puutteet käyttöiän loppuminen
 - odottamattomat tapaturmat.
2. Käytöstä johtuvat vauriot
 - käyttötottumukset ja huolimattomuus
 - tilojen muuttunut käyttö.
3. Puutteellisesta kiinteistön kunnossapidosta johtuvat vauriot
 - kattokaivojen, räystäskourujen ja salaojien tukkeentumisesta johtuvat vauriot
 - märkätiloihin, vesikattoihin ja julkisivuihin tulleiden vaurioiden pitkän korjaamisen jättäminen tekemättä, esimerkiksi puhkiruostuneet syöksytorvet tai räystäskourut.
4. Maan kosteudesta johtuvat vauriot
 - huonot täyttömaat

- salaojituksen toimimattomuus
- kellareiden vedeneristyksen puutteet. (12, s. 26.)

3.2 Home

Home on yleiskielen nimitys sienille, jotka muodostavat rihmastoja ja kasvavat tyypillisesti aineiden pinnoilla. Tyypillisesti homeet näkyvät kasvualustallaan nukkamaisena pesäkkeenä. Entsyymiensä avulla homeet voivat hajottaa monia pysyviksi luokiteltuja yhdisteitä ja valmistaa tietä varsinaisille lahottajasienille. Home- ja lahosieniä, hiivoja ja bakteereita kutsutaan yhteisesti mikrobeiksi. (12, s. 39–40; 11, s. 65.)

Mikrobien kasvuedellytykset rakenteissa

Mikrobeja ja niiden itiöitä on kaikkialla sisä- ja ulkoilmassa, sillä ne ovat osa normaalia elinympäristöä. Rakennuksessa ja rakenteissa esiintyvän mikrobikasvuston syy on yleensä kosteusvaurio. Mikrobikasvustosta voi kulkeutua ilmavirtojen mukana sisäilmaan mikrobeja, itiötä ja niiden osia sekä niiden hajomis- ja aineenvaihduntatuotteita. (17, s. 71; 11, s. 65.)

Kasvaakseen mikrobit tarvitsevat lämpöä, kosteutta ja ravinteita. Homeet ja mikrobit voivat kasvaa lähes kaikkialla. Jopa pinnoilla oleva pöly esimerkiksi teräksen tai betonin päällä, sisältää riittävästi ravinteita eräiden mikrobien ja homesienien kasvun käynnistymiseen. (11, s. 65s)

Yleensä rakennuksissa ja rakenteissa vallitsevat suotuisat lämpöolosuhteet mikrobikasvustolle. Useimmat mikrobit kasvavat lämpötilan ollessa 10–40 °C. Yleensä mikrobien kasvulle ihanteellinen lämpötila on 20–30 °C, mutta on myös lajeja, jotka kasvavat pienessä pakkasessakin. Tästä johtuen ainoa mikrobien kasvua säätelevä tekijä rakennuksessa ja rakenteissa on niiden kosteus. (18, s. 45; 11, s. 65.)

Mikrobilajista, tarjolla olevista ravinteista ja lämpötilasta riippuu, paljonko kosteutta mikrobien kasvu rakenteissa edellyttää. Yleensä mikrobikasvu voi alkaa, kun ilman suhteellinen kosteus ylittää 70 %. Lahoaminen rakenteissa voi alkaa suhteellisen kosteuden ylittäessä 75 %. Suhteellisen kosteuden ollessa jatkuvasti yli 80 % kasvavat useat mikrobilajit vaivattomasti. Rakennusmateriaalien

homehtumiseen vaikuttavat lisäksi lämpötila ja aika, jonka materiaali on homeen kasvulle otollisissa olosuhteissa. Ensimmäisenä kosteusvauriokohtaan ilmestyvät home- ja hiivasieni tai sädesienikasvustot. Myöhemmässä vaiheessa kosteuden lisääntyessä etenkin puurakenteissa voi ilmetä sinistymä- ja lahovi-koja. Lahottajasienet voivat myös siirtää kosteutta rihmastonsa avulla kosteasta puurakenteesta kuivaan puuhun. (11, s.65; 12, s. 22–23.)

Kostuneen ja vaurioituneen rakenteen väliaikainen kuivuminen ei tuhoa mikrobikasvustoa. Itiöt sietävät hyvin kuivuutta ja osa mikrobeista jatkaa kasvuaan, jos rakenteen kosteus kohoaa uudelleen. On huomioitava, että myös kuollut mikrobikasvusto voi aiheuttaa terveyshaittaa. (11, s. 65.)

3.3 Mikrobilajikkeista

Ulko- ja sisäilmassa on aina jonkin verran homeitiöitä ja terveessä rakennuksessa sisäilman itiöstö koostuu samoista lajeista kuin ulkoilman itiöstö. Yleisimmin sisäilma-, pinta- ja rakennusmateriaalinäytteissä tavataan *Penicillium*-, *Aspergillus*- ja *Cladosporium*-sienisukuja ja hiivoja. Runsaimmin esiintyvä sienisuku sisäilmassa on *Penicillium*. Muiden kuin *Penicillium*-sienten esiintymistä sisäilmanäytteiden valtalajina voidaan pitää epätavanomaisena. Ulkoilmassa yleisin sienisuku on *Cladosporium*, minkä vuoksi *Cladosporium*-lajeja tavataan yleisesti myös sisäilmassa, etenkin keväisin ja syksyisin. Toisaalta talvella havaittava korkea *Cladosporiumin* määrä sisäilmassa viittaa yleensä rakennuksessa olevaan mikrobikasvustoon. (17, s. 77–78; 19, s. 8.)

Sisäilman tavanomaisena pidetyt mikrobipitoisuudet ja -lajistot vaihtelevat tilan käyttötarkoituksen mukaan. Tietyt toiminnot esimerkiksi kotitaloustyöt, polttopuiden tuominen sisälle tai juuresten käsittely voivat hetkellisesti muuttaa sisäilman tyypillisiä mikrobipitoisuuksia ja -lajistoa. (17, s. 77–78; 19, s. 8.)

Eri mikrobiryhmillä on erilaiset kosteusvaatimukset. Kosteusvaurion kehittyessä vauriokohtaan ilmestyvät yleensä ensimmäisenä primäärivaiheen mikrobisto esim. *Aspergillus verisicolor*, joka vähitellen korvautuu kosteammissa olosuhteissa viihtyvillä sekundäärivaiheen lajeilla esimerkiksi *Aspergillus fumigatus*. Viimeisessä vaiheessa vauriokohtaan ilmestyvät tertiaarisen vaiheen lajikkeet

kuten *Stachybotrys chartarum* (aiemmin *Stachybotrys atra*). Huomioitavaa on myös, että korkeassa kosteudessa viihtyvät tertiaarivaiheen lajikkeet voivat olla valtalajina kosteusvaurion alkuvaiheessa, jos kosteutta on riittävästi esimerkiksi putkistovuodon yhteydessä. Mikrobilajiston muuttumista olosuhteiden mukaan kutsutaan mikrobisuknessioksi. (18, s. 49–50.)

Mikrobien tunnistaminen näytteistä on tärkeää siksi, että tietyt mikrobit esiintyvät tyypillisesti kosteusvauriutilanteessa. Näitä indikaattorimikrobeiksi kutsuttavia lajeja ei yleensä tavata terveessä, vaurioitumattomassa rakennuksessa. Tietoisuus kosteusvauriota indikoivista mikrobeista lisääntyy jatkuvasti ja eri tahot päivittävät listojaan sitä mukaan. Pohjana indikaattorimikrobilistoille pidetään yleensä vuonna 1992 Baarnissa, Hollannissa päädyttyyn kosteusvaurioita indikoivien mikrobien listaan (kuva 5):

- *Aspergillus fumigatus*
- *Trichoderma*
- *Exophiala*
- *Stachybotrys*
- *Phialophora*
- *Fusarium*
- *Ulocladium*
- hiivat
- sädesienet
- Gram-negatiiviset bakteerit
- *Aspergillus versicolor*
- *Eurotium*
- *Wallemia*
- *Penicillium*-suvun lajit

KUVA 5. Baarnin lista (18, s. 51)

Tätä luetteloa ei tule pitää ehdottomana, koska tieto ja kokemus lisääntyvät sitä mukaa kuin mikrobeja tutkitaan. (18, s. 50–52.)

3.4 Mikrobien aiheuttamat terveyshaitat

Kosteusvaurioituneesta rakenteesta voi siirtyä sisäilmaan hiukkasia, kuten mikrobeja, itiöitä ja rihmaston kappaleita tai mikrobien aineenvaihduntatuotteita, joita ovat VOC:it ja toksiinit. Mikrobeille tai mikrobien aineenvaihduntatuotteille altistuneilla henkilöillä havaittuja tyypillisiä oireita ovat ihon, silmien ja hengitysteiden limakalvojen ärsytysoireet. Oireina voivat olla nenän tukkoisuus, nuha, toistuvat nenäverenvuodot, äänenkäheys, yskä ja limannousu keuhkoista sekä hengenahdistus että hengitysvaikeudet. Myös erilaisia yleisoireita voi esiintyä

kuten, päänsärkyä, pahoinvointia, väsymystä ja selittämätöntä lämmön nousua. Yleensä oireilu lievenee tai häviää, kun oleskelu vaurioituneessa tilassa keskeytyy tai lakkaa. Homeiden altistukseen voi liittyä myös toistuvat infektiot, poskiontelon- ja keuhkoputkentulehdukset sekä lapsilla keskikorvantulehdukset. Poikkeuksellisen mikrobialtistuksen seurauksena voi kehittyä myös pitkäaikaissairauksia, esimerkiksi krooninen keuhkoputkentulehdus, allerginen nuha, astma, ihottuma tai allerginen alveoliitti eli ns. homepölykeuhko. (11, s. 66; 17, s. 71.)

3.4.1 Mykotoksiini

Mykotoksiinit ovat homeiden tuottamia myrkyllisiä yhdisteitä. Toksiinien tuotantoon vaikuttavat monet eri tekijät, kuten esimerkiksi, sienilaji, lämpötila, kosteus, happi, hiilidioksidi, ja kasvualusta. Vain osa sienilajeista pystyy tuottamaan mykotoksiineja. Kosteusvaurioiden yhteydessä puhutaan yleisemmin *Stachybotrys chartaum*-lajista, vaikka muutkin yleisesti esiintyvät homeet voivat niitä muodostaa, kuten esimerkiksi useat *Aspergillus*-, *Penicillium*- ja *Cladosporium*-sukujen lajit sekä *Trichoderma viride*. Muita sisäilmassa yleisesti esiintyviä toksisia lajeja ovat *Acremonium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Paecilomyces* ja *Chartomium*. Toksinen *Stachybotrys chartaum*-laji on yleinen ja viihtyy hyvin selluloosaa sisältävillä materiaaleilla. Koska laji kasvaa usein limaisena pesäkkeenä, itiöt pääsevät harvoin sisäilmaan. Siksi pienetkin pitoisuudet sisäilmassa katsotaan haitallisiksi. (18, s. 52; 20.)

3.4.2 Mikrobien tuottamat haihtuvat orgaaniset yhdisteet (MVOC)

Kasvaessaan mikrobit tuottavat monenlaisia aineenvaihduntatuotteita, joista osa on haihtuvia. Näitä kutsutaan termillä MVOC (Microbial volatile organic compound). Useimmat ihmiset luonnehtivat näiden hajujen yhdistelmää homeenhajuksi. Mikrobien tuottamat haihtuvat orgaaniset yhdisteet kuten alkoholi, ketoni ja aldehydi ovat itse asiassa samoja kuin kemikaaliperäiset haihtuvat orgaaniset yhdisteet eli VOC:it (Volatile organic compound). Muutamat VOC:it näyttävät kuitenkin olevan mikrobikasvustolle tyypillisiä. Tällaisia yhdisteitä ovat esimerkiksi geosmiini, 2-metyyli-isoborneoli, 1-okten-3-oli ja 3-oktanoli. Näistä geosmiini haisee ”maakellarille”. Tyypillisiä VOC-päästöihin liittyviä oireita ovat erilaiset ärsytysoireet, kuten silmä-, nenä-, kurkku- ja iho-oireet. (18, s. 53; 21.)

MVOC-mittaustulosten tulkintaa vaikeuttaa se, että myös täysin virheettömistä tai kostuneista, mutta ei-mikrobivaurioituneista materiaaleista haihtuu myös MVOC-yhdisteitä. Tällä hetkellä ei pystytä luotettavasti arvioimaan MVOC-mittaustulosten perusteella, onko jokin rakennus tai rakennusmateriaali mikrobivaurioitunut. (18, s. 53; 21.)

3.5 Mikrobivaurion löytäminen ja tunnistaminen

Mikrobivauriot ovat yleensä hankalia löydettäviä, koska ne kasvavat tyypillisesti rakennuksen ulkovaipan sisäosissa. Suomalaisissa rakennuksissa on vain harvoin vakavia homekasvuja rakenteiden sisäpinnoilla. Kosteusvaurioon viittaavia merkkejä rakennuksessa ovat esimerkiksi:

- sisäpinnoitteissa näkyy kosteusläikkiä
- tapetti, kaakeli, muovimatto tai maali irtoaa
- parketti tummuu
- sokkelin maali irtoaa
- ikkunat ovat jatkuvasti huurussa tai vesihöyry huurustuu muille pinnoille
- kylpyhuone pysyy pitkään kosteana suihkun jälkeen
- vesimittari pyörii, vaikka kaikki hanat ovat kiinni
- säännöllinen tarve lisätä vettä lämmitysjärjestelmään.

Mikrobikasvusto voidaan havaita esimerkiksi materiaalipintojen värimuutoksina. Kasvustoa voi esiintyä myös puuteri-, pöly- tai pistemäisinä kasvustoina. Homekasvusto on kuitenkin yleensä vaikeasti havaittava ja ainoa merkki siitä voi olla tunkkainen sisäilma, homeen- tai maakellarin haju. Kaikissa tapauksissa ei välttämättä ole havaittavissa ylimääräisiä hajuja sisäilmasta ja ainoa epäilyksen herättäjä on rakennuksessa oleskelevien oireilu. (10, s. 138; 11, s. 66; 22, s. 63–64.)

3.6 Tutkimusmenetelmät

Epäiltäessä kosteus- tai homevauriota rakennuksessa sekä niitä etsittäessä tehdään jatkoselvityksiä kuntotutkimuksen keinoin. Yleensä suurikaan määrä

yksipuolisia tutkimuksia ei johda tulokseen vaan tutkimuksen tekemiseen tulee käyttää luovasti useita menetelmiä. (10, s. 137–138.)

Kuntotutkimuksen suunnittelu alkaa yleensä tutkimusohjelman laatimisella. Tutkimusohjelma sisältää mm. asiakirjoihin tutustumisen, asukas- ja käyttäjähaastattelut, rakentajien ja suunnittelijoiden haastattelut sekä riskiarvion asiakirjojen että rakennuksen aistinvaraisen tutkimuksen avulla. Tutkimusohjelmaa joudutaan yleensä laajentamaan tai muuttamaan välituloksien ohjaamaan suuntaan. Mikrobivaurioita etsittäessä joudutaan yleensä käyttämään rakenteita rikkovia menetelmiä, koska mikrobivauriot ovat vai harvoin nähtävillä rakennuksen sisäpinnoilla. (11.)

Kosteus ja homevaurioituneessa rakennuksessa käytetään yleensä kahdentyyppisiä mittaamenetelmiä. Mikrobiologisia näytteenottomenetelmiä ovat pinta- ja materiaalinäytteet sekä ilmanäytteet. Rakennusfysikaalisia mittaamenetelmiä ovat lämpötilan- ja kosteuden mittaukset, virtaus- ja painejakaumamittaukset sekä materiaaliominaisuuksien mittaukset. (11.)

Pinta- ja rakennusmateriaalinäytteiden avulla voidaan varmistaa epäillyn vauriokohdan mikrobikasvu ja mikrobilajisto. Ilmanäytteiden avulla voidaan todeta rakennuksessa mahdollisesti esiintyvä epätavanomainen mikrobilähde. Ilmanäytteenottoa voidaan harkita jos tavanomaisia mikrobikasvuston tunnusmerkkejä, kuten näkyvää kasvustoa rakenteiden pinnoilla, kosteusvaurioita tai niiden jälkiä, homeen tai maakellarin hajua ei esiinny, mutta rakennuksessa oleskelevilla on kuitenkin mikrobilähteeseen viittaavia oireita. (11.)

Kaikkien tutkimusohjelman sisältämien tutkimusten ja mittausten jälkeen laaditaan tutkimusselostus, jossa tutkimustulokset esitetään ja analysoidaan. Näiden tuloksien pohjalta voidaan aloittaa rakennuksen korjaussuunnittelu. (11.)

4 RAKENNUKSEN KORJAUSSUUNNITTELU

4.1 Korjaussuunnittelun tavoitteet

Kosteus- ja homevaurioiden korjausten perusteena tulee aina olla vaurion aiheuttaneen tekijän korjaaminen. Korjaus tulee suunnitella niin, että vaurioon johtanut liiallinen kosteus saadaan pysyvästi poistettua. Vasta vaurion aiheuttaneen syyn poistamisen jälkeen on mahdollista onnistuneesti korjata vaurioitunut rakenne. (11, s. 101; 23, s. 20.)

Kosteus- ja homevaurion aiheuttaneita tekijöitä voi olla useita, eikä mahdollisten päällekkäisten vauriosyiden aiheuttajia voida aina erottaa. Korjaustyön suunnittelussa tulee varautua siihen, että suunnitelmia joudutaan täydentämään korjaustyön aikana tehtävien lisähavaintojen mukaisesti. Kaikissa tapauksissa ei ole mahdollista päätellä, mitkä tekijät ovat vaikuttaneet ensisijaisesti vaurion syntymiseen ja ovatko kaikki mahdolliset tekijät edes olleet vaikuttamassa niihin. (11, s. 101; 23, s. 20.)

Kosteus- ja homevauriokorjausta suunniteltaessa tulee rakennusta tarkastella kokonaisuutena, koska näiden vaurioiden lisäksi rakennuksessa voi olla myös muita korjaustarpeita. Kosteusvaurioiden korjausta ei useimmiten voida terveystyönä ja muiden syiden vuoksi siirtää, minkä vuoksi tulee tapauskohtaisesti arvioida peruskorjaus- ja muiden korjaustöiden samanaikaistamista. Tällaisessa tapauksessa kosteusvaurioiden korjaussuunnittelu tehdään rinnan muun korjaussuunnittelun kanssa. (11, s. 101.)

4.2 Korjaustöiden laajuus

Korjaussuunnittelun yhtenä tavoitteena on määrittää korjaustöiden oikea laajuus. Korjaus tulee suunnitella tarpeen mukaisessa laajuudessa niin, että kosteusvauriosta aiheutuvat terveyshaitat poistuvat ja rakennusta voidaan turvallisesti käyttää, mutta myös siten että korjauskustannukset pysyvät kohtuullisena. (11, s. 101; 23, s. 60.)

Vähimmillään korjauksesta voidaan selvittää korjaamalla tarkoin rajattu vauriokohta, mutta ääritapauksessa vauriot voivat olla niin laajoja, että vaurioiden korjaaminen kohtuullisin kustannuksin ei ole mahdollista, vaan joudutaan harkitsemaan koko rakennuksen purkamista. Erityisen tärkeää on määrittää korjauksen laajuus ja tapa siten, että vaurion uusiutuminen estetään. Tämä edellyttää sitä, että vaurioon johtaneet syyt selvitetään riittävän kattavasti. (11, s. 101; 23, s. 60.)

Korjaustöiden laajuus ja korjattavat kohdat määritellään aina kohdekohtaisesti. Yleisohjeena laajuutta suunniteltaessa voidaan ajatella, että sisäilmaan yhteydessä olevat vaurioituneet materiaalit vaihdetaan tai kunnostetaan. Ulkopuolisisissa tuuletustiloissa olevaa homehtunutta materiaalia ei välttämättä tarvitse uusida tai puhdistaa, mikäli homepölyn ym. muiden aineiden kulkeutuminen sisäilmaan voidaan estää luotettavasti. (11, s. 101; 23, s. 60.)

4.3 Korjausperiaatteet

Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaussuunnittelussa ja -työssä voidaan noudattaa seuraavia korjausperiaatteita:

1. Kosteusvaurioon johtaneet syyt selvitetään ja mahdollisuuksien mukaan poistetaan.
2. Näkyvästi vaurioituneet rakenteet ja materiaalit uusitaan mahdollisuuksien mukaan.
3. Home poistetaan joko rakenteiden pinnoilta tai purkamalla rakenteet, toissijaisesti estetään homeen leviäminen sisäilmaan rakenteiden tiivistämisellä ja kapseloinnilla.
4. Kostuneet rakennusosat kuivataan.
5. Puretut rakennusosat uusitaan vastaavilla tai rakenteen kosteusteknistä toimintaa parantavilla materiaaleilla ja tavoilla. (12, s. 82.)

4.4 Korjausmenetelmät

Kosteus- ja homevauriokorjauksissa tyypillisiä menetelmiä ovat kuivatus, vaurioituneiden osien uusiminen, kapselointi ja puhdistus (23, s. 61–62).

4.4.1 Kuivatus

Kuivatusmenetelmät toimivat parhaiten äkillisissä kosteusvauriotilanteissa. Homeet voivat lähteä kasvamaan jo muutaman viikon sisällä ja puurakenteissa lahoaminen voi käynnistyä muutamassa kuukaudessa. Nopealla ja tehokkaalla kuivattamisella sekä välittömästi aloitetuilla korjaustoimenpiteillä voidaan vaurioituminen pysäyttää ja pitkäaikaisessa kosteusvauriossa rajoittaa vaurioalueen laajeneminen. Kuivatustoimenpiteitä tehtäessä tulee varmistua, että rakenteista poistuu kaikki haitallinen kosteus ennen uusien materiaalien asennusta. (12, s. 83; 23, s. 61–62.)

Pienissä vaurioissa, joissa rakenne on kastunut vain hetkellisesti esimerkiksi vähäisen putkivuodon yhteydessä ja se on huomattu välittömästi, voidaan kuivattaminen suorittaa luonnollisella ilmankierrolla. Tällöin rakenteita tulee avata ja purkaa siten, että ilma pääsee vapaasti kiertämään vaurioituneessa kohdassa. (12, s. 83; 23, s. 61–62.)

Koneellisia kuivatusmenetelmiä vaativat yleensä esimerkiksi betonilattiat, joiden luonnollinen kuivuminen on hidasta. Koneellisessa kuivatuksessa ilmaa puhalletaan kastuneeseen rakenteeseen, joko sen pintaa pitkin tai rakenteen sisään. Kuivatusta voidaan tehostaa lämmittämällä puhallusilmaa. Tehokas menetelmä on kuivatun ilman ohjaaminen rakenteen sisään. Kuivattu ilma kykenee tehokkaasti sitomaan ja kuljettamaan kosteutta pois rakenteesta. (12, s. 83; 23, s. 61–62.)

Kastuneiden rakenteiden kuivattamistapa tulee valita tapauskohtaisesti asiantuntijan antamien ohjeiden mukaan. Lisäksi kuivattamisen lopputulos tulee aina varmistaa asianmukaisella kosteuden mittauksella. (12, s. 83; 23, s. 61–62.)

4.4.2 Vaurioituneiden osien uusiminen

Kosteus- ja homevauriota korjattaessa rakennuksen kaikki sisäilman kanssa kosketuksissa olevat ja kohtuudella uusittavissa olevat selvästi turmeltuneet materiaalit uusitaan kaikilta vaurioalueilta. Tästä korjaustavasta poiketaan ainoastaan silloin, jos vaurioiden korjaaminen muodostuu tekniseltä toteutukseltaan tai kustannuksiltaan kohtuuttomaksi. Tällöin tulee varmistua, että muilla korjaus-

tavoilla saavutettu korjaustulos on terveydellisesti turvallinen rakennuksen käyttäjille. (23, s. 62; 12, s. 82–83.)

Helposti uusittavissa olevia rakenteita ovat esimerkiksi kevyet kylpyhuoneiden seinät, alapohjien koolaukset, kevyet lämmöneristeet ja seinien levyverhoukset. Sen sijaan kantavien rakenteiden uusiminen esimerkiksi betoni- ja tiilirakenteet, puurakennuksissa rossilattian kannattajat, pystyrunko ja vesikaton kantavat rakenteet ovat huomattavasti vaikeammin uusittavia ja usein korjauskustannuksiltaan kohtuuttomia. Näiden rakenteiden korjaamiseen voidaan harkita mekaanista puhdistamista tai kapselointia. (23, s. 62; 12, s. 82–83.)

Vaurioituneita materiaaleja uusittaessa tulee korjaus ulottaa 0,2–0,5 m:n etäisyydelle vaurioituneen kohdan yli terveeseen materiaaliin. Valitsemalla korjattava alue järkevästi ja käyttämällä uusimisen rajakohtina rakennuksen luonnollisia saumakohtia varmistetaan lopputuloksen asiallisuus. Usein rakenteiden uusimisen yhteydessä joudutaan vanhoja rakenneratkaisuja muuttamaan paremmin toimiviksi, jotta vaurioitumisen syyt poistuvat ja rakenteet pysyvät jatkossa toimintakuntoisina. (23, s. 62; 12, s. 82–83.)

4.4.3 Kapselointi

Rakenteiden kapseloinnilla tarkoitetaan rakenteiden tiivistämistä siten, että ilmavirtojen mukana kulkevien homeitiöiden pääsy sisäilmaan estyy. Kapselointia voidaan harkita jos rakenteet ovat vaurioituneet vain vähän ja ne ovat kuivattavissa pysyvästi. Korjaustapaa valittaessa on aina pidettävä mielessä, että valittavalla korjausmenetelmällä poistetaan terveyshaitat ja -riskit mutta toisaalta korjauskustannukset pidetään kohtuullisina. Kapselointia käytetään yleensä silloin, jos muita korjauskeinoja ei ole tai ne ovat liian kalliita ja hankalia.

Rakenteiden kapselointi ei ole nykytietämyksen mukaan pitkäaikainen ja luotettava ratkaisu. Päädyttyäessä kapselointiin on korjaustyö tehtävä erityistä huolellisuutta käyttäen ja korjauksen onnistumista on seurattava sopivin väliajoin esimerkiksi home- ja kosteusmittauksilla, jotta mahdollinen vaurion ja terveyshaitan uudelleen syntyminen havaitaan. (23, s. 62; 12, s. 82–83.)

4.4.4 Puhdistus

Puhdistustoimenpiteitä voidaan harkita, kun kyseessä on materiaali, jonka vaihtaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa tai on muuten hankalaa. Puhdistusta voidaan käyttää korjausta tukevana menetelmänä, kunhan ensin on varmistettu vaurioon johtaneen syyn korjaus. (23, s. 62; 12, s. 82–83.)

Puhdistuskelpoisten materiaalien, kuten betonin ja puun, pinnat, voidaan puhdistaa homeesta hiomalla, käyttämällä teräsharjausta tai kaapimalla metallilastalla. Puhdistus tulisi ulottaa terveeseen materiaaliin saakka siten, että kaikki homekasvusto saadaan poistettua. (23, s. 62; 12, s. 82–83.)

Puhdistuksen jälkeen on tärkeää huolehtia pintojen imuroimisesta ja puhdistusharjauksesta. Imuroinnissa on käytettävä erikoissuodattimella varustettua imuria tai poistoilma on johdettava suoraan ulos. Puhdistustyötä tehtäessä puhdistusalue joudutaan yleensä osastoimaan ja alipaineistamaan, jotta voidaan varmistua, ettei homepöly leviä muihin tiloihin. (23, s. 62; 12, s. 82–83.)

4.4.5 Kemiallinen puhdistus

Homeentorjunta-aineiden käyttöä ei nykytietämykseen mukaan tule suosia asuntojen, päiväkotien, koulujen tai muiden vastaavien sisätilojen homeongelman ratkaisuksi. Joissakin tapauksissa on ilmennyt, että homeentorjunta-aineen käyttö on vain pahentanut ongelmaa. Lisäksi homeentorjunta-aineiden aiheuttamista terveyshaitoista ei ole saatavilla riittävästi puolueetonta tutkimustietoa. (24.)

4.5 Kosteusvauriokorjausten erityispiirteitä

Kosteusvauriokorjauksissa ilmenee usein työnaikaisia yllätyksiä ja muutostarpeita. Usein syynä yllätyksiin ovat puutteelliseksi jääneet kuntotutkimukset ja muut alkuselvitykset, minkä vuoksi rakentamisvaiheessa joudutaan tekemään lisätutkimuksia ja suunnitelmia. Näistä rakentamisvaiheen yllätyksistä tulee suunnittelijan aina suunnitella tulevat ratkaisut, jotta ne tulevat koko rakennuksen kannalta harkituiksi. (12, s. 11.)

Kosteusvaurioiden korjaustyöt vaativat yleensä laajuuteensa nähden paljon valvontaa sekä työnjohtoa, joihin ei pienissä kohteissa usein ole resursseja. Lopputuloksen kannalta onkin merkityksellistä, että työntekijät ovat ammattitaitoisia ja motivoituneita. (12, s. 11.)

Kosteusvauriokorjauksen erityispiirteenä on myös se että, korjauksen onnistumista ei voida välittömästi varmuudella todeta, koska korjaustavat voivat olla uusia ja ainutkertaisia sekä vaurion aiheuttaneita syitä voi olla useita. Rakenteen kuntoa tuleekin seurata systemaattisesti korjaustyön jälkeen, jotta voidaan ajoissa havaita tarve lisäkorjauksiin. (12, s. 11.)

Kosteusvaurioiden korjaamiseen liittyy muista korjaushankkeista poikkeavia ongelmia, joita ovat esimerkiksi

- ennakoitua suurempi korjaustarve dokumenttien puuttumisen, erilailla kuin suunnitelmissa tehtyjen rakenteiden ja puutteellisten alkuselvitysten takia
- muun muassa em. syistä korjauksille on usein vaikea laatia pitäviä kustannusarvioita ja aikatauluja. Tämä hankaloittaa päätöksentekoa, budjetointia ja tarjouskilpailun järjestämistä
- suunnittelemattomat hätäkorjaukset, jotka eivät poista ongelman syytä ja joihin saatetaan päätyä esimerkiksi kustannus- tai aikataulupaineiden takia
- korjaustarpeen äkkinäisyys esimerkiksi terveysvaaran takia, jolloin korjauksiin ei ehditä varautua taloudellisesti tai teknisesti
- terveysviranomaisten antamien korjausmääräysten tulkinta tai korjaustavan liian yksityiskohtainen määrittäminen
- hometutkimusten luotettavuus ja tulkinta
- ihmisten terveydentilan selvittämiseen ja terveysvaaroihin liittyvät avoimet kysymykset
- suhtautuminen kosteus- ja homevaurioihin, vaurioita joko vähätellään tai liioitellaan niiden merkitystä. (12, s. 11.)

4.6 Kosteus- ja homevauriokorjausten erityistoimia

Mikrobit ja homemyrkyt muodostavat aina terveystarpeen niin vauriorakennuksessa asuville kuin myös kohteita tutkiville ja korjaaville henkilöille. Kosteusvauriokohteessa korjaustyöhön ryhdyttäessä on normaaliin korjaushankkeeseen verrattuna kiinnitettävä erityistä huomiota seuraaviin seikkoihin:

- suojaustyöt
- purku- ja puhdistustyöt
- homeettomaksi siivous. (12, s. 92.)

4.6.1 Suojaus-, purku-, ja puhdistustyöt

Homevaurioita korjattaessa erityisesti purku- ja puhdistusvaiheessa tulee huolehtia käyttäjien ja työntekijöiden suojaamisesta homepölyaltistukselta. Suojautumistarvetta tulee arvioida homevaurioituneen materiaalin määrän sekä mikrobiologisessa analyysissä löytyneiden mykotosiineja eli homemyrkyjä tuottavien homesukujen esiintymisen perusteella. (12, s. 93.)

Mikrobialtistuksen vähentämiseksi kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen purku- ja puhdistustyön aikana voidaan käyttää seuraavia suojaustoimenpiteitä:

- huonosti puhdistettavien, pölyä keräävien materiaalien ja kalusteiden siirto pois korjattavasta tilasta tai suojaus muoveilla
- tilaa käyttävien altistuneiden, erityisesti oireilevien, henkilöiden siirto muualle työn ajaksi
- työtilan ja muiden tilojen välisen liikkumisen välttäminen
- kohdepoisto, kun homevaurio on pieni, paikallinen ja näkyvä tai käyttö laajemmissa vaurioissa pölyn työnaikaiseen keräämiseen
- purkutyöalueen eristäminen ympäröivistä tiloista, kun on tapahtunut kosteusvaurio tai tilan käyttäjillä on ollut homealtistukselle tyypillisiä hengitystieoireita
- purku- ja korjausalueen osastointi: eristäminen, alipaineistus ja sulkukammio, kun on todettu tai epäillä mykotoksiineja erittäviä sienisukuja tai, kun vaurio on laaja

- purettujen materiaalien kerääminen säkkeihin ja poistaminen työmaalta purkutyön jälkeen
- työtilan imurointi HEPA-suodattimella varustetulla imurilla
- hengityssuojaimet: P2- tai P3-luokan suodattimella varustettuja puoli- tai kokonaamareita, kohteissa, joissa on mykotoksiineja tuottavia sienikantoja, on käytettävä P3-luokan suodattimella varustettua kokonaamaria tai koko kasvojen ihon suojaavaa moottoroitua hengityssuojainta
- suojapukujen, esimerkiksi kertakäyttöhaalareiden sekä suojakäsineiden, joiksi yleensä riittävät normaalit työkäsineet, käyttäminen aina purkutöissä. (12, s. 93.)

Homehtuneiden materiaalien puhdistus ja purku ovat usein oleellinen osa korjausta. Mikrobeja sekä muita haitallisia aineita sisältävien rakenteiden purkuun ja suojaustöihin on annettu ohjeita seuraavissa RATU-ohjekorteissa:

- Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. Ratu 82–0383. Rakennustieto Oy. Helsinki 2011.
- Tavanomaiset purkutyöt. Vaaralliset aineet - käsittely ja suojaus. Ratu 82–0384. Rakennustieto Oy. Helsinki 2011.
- Asbestia sisältävien rakenteiden purku. Ratu 82-0347. Rakennustieto Oy. Helsinki 2009.
- Kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purku. Ratu 82-0381. Rakennustieto Oy. Helsinki 2009.
- PCB:tä ja lyijyä sisältävien saumausmassojen purku. Ratu 82-0382. Rakennustieto Oy. Helsinki 2011.
- Suojaus. Ratu 84-0386. Rakennustieto Oy. Helsinki 2011.

(12, s. 93; 24.)

4.6.2 Homeettomaksi siivous

Homeettomaksi siivouksella on tavoitteena päästä eroon homeen hajusta ja homepölystä. Kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen rakennuksessa esiintyy usein kohonneita ilman mikrobipitoisuuksia, koska korjauksen aikana pinnoille kerääntynyt pöly lähtee liikkeelle rakennusta käytettäessä.

Homeettomaksi siivouksessa käytetään samoja menetelmiä kuin muissakin perusteellisissa siivouksissa. Erona normaaliin perusteelliseen siivoukseen on siivoojan suojaaminen hengityssuojaimella ja HEPA -suodattimilla varustettujen pölyimureiden käyttö.

Tarkat ohjeet homeettomaksi siivouksesta löytyvät Työterveyslaitoksen julkaisemasta ohjeesta: Homeettomaksi siivous ja irtaimiston puhdistus kosteus- ja homevaurioiden korjausten jälkeen. (25.)

4.7 Korjausrakentamista koskevat energiamääräykset

Ympäristöministeriön asetuksessa *4/13 rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen korjaus- ja muutostöissä* annetaan ohjeet ja rajoitukset korjauskohteen energiatehokkuuden parantamiselle. Käytännössä korjaushankkeeseen ryhtyvällä on kolme eri laskutapaa, joilla voidaan esittää korjauksessa tapahtuva energiatehokkuuden parantaminen. (26.)

Energiatehokkuuden parantaminen rakennusosakohtaisesti (Tapa 1)

Kun rakennuksen energiatehokkuuden suunnittelu ja toteutus tapahtuvat rakennusosakohtaisesti, on noudatettava seuraavia vaatimuksia:

- 1) Ulkoseinä: Alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin enintään $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ tai parempi.
- 2) Yläpohja: Alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin enintään $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ tai parempi.
- 3) Alapohja: Energiatehokkuutta parannetaan mahdollisuuksien mukaan.
- 4) Uusien ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvon on oltava $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ tai parempi. Vanhoja ikkunoita ja ulko-ovia korjattaessa on lämmönpitävyyttä parannettava mahdollisuuksien mukaan. (26.)

Energiatehokkuuden parantaminen standardikäyttöön perustuvaa energi- ankulutusta pienentämällä (Tapa 2)

Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa energiankulutusta pienentämällä, on pientalossa noudatettava seuraavia energiankulutuksen vaatimuksia: Pientalo ≤ 180 kWh/m². (26.)

Energiatehokkuuden parantaminen E-lukua pienentämällä (Tapa 3)

Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa kokonaisenergiankulutusta (E-luku, kWh/m²) pienentämällä, on laskettava rakennukselle ominainen rakennusluokan mukainen kulutus seuraavan kaavan mukaisesti: Pientalo: E-vaadittu $\leq 0,8 \times E$ -laskettu. (26.)

Teknisten järjestelmien vaatimukset

Lisäksi, jos korjataan rakennuksen teknisiä järjestelmiä, on asetuksessa säädetty seuraavalla tavalla:

Kun rakennuksen teknisiä järjestelmiä peruskorjataan, uudistetaan tai uusitaan, on noudatettava seuraavia vaatimuksia;

1) Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä eli lämmön talteenoton vuosihyötysuhteen on oltava vähintään 45 %.

2) Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,0 kW/(m³/s).

3) Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 1,0 kW/(m³/s).

4) Ilmastointijärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,5 kW/(m³/s).

5) Lämmitysjärjestelmien hyötysuhdetta parannetaan laitteiden ja järjestelmien uusimisen yhteydessä mahdollisuuksien mukaan.

6) Vesi- ja/tai viemärijärjestelmien uusimiseen sovelletaan, mitä uudisrakentamisesta säädetään. (26.)

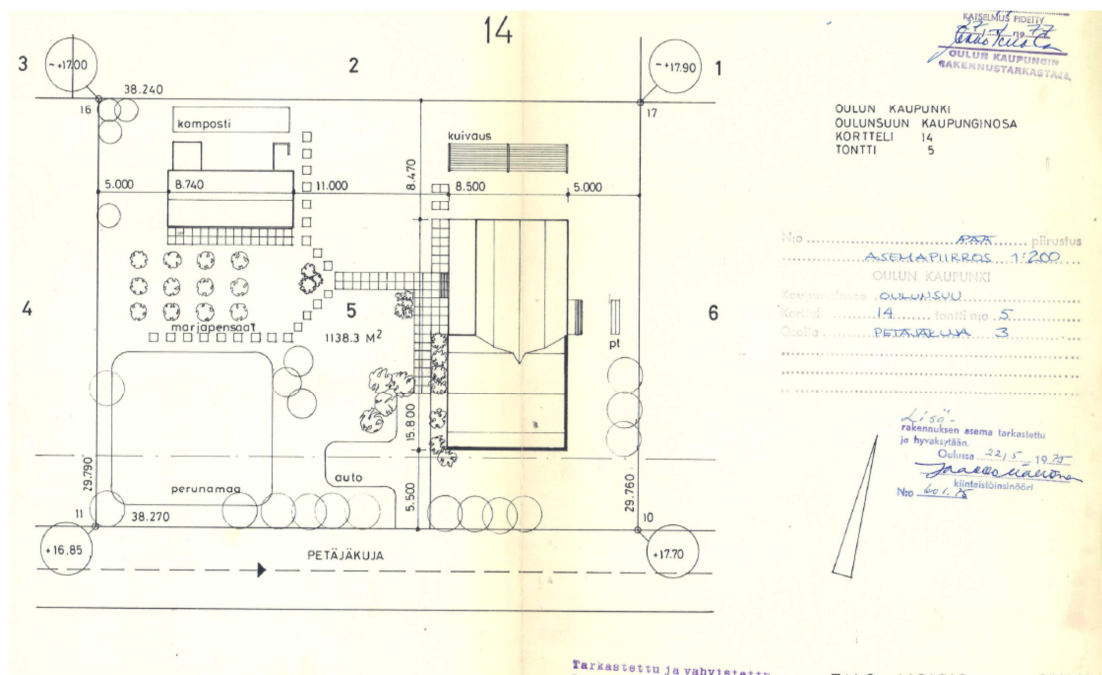
Tässä kohteessa energiatehokkuuden parantamiseksi käytettiin rakennusosa-kohtaisesti tapahtuvaa menetelmää. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi seinien osalta sitä, että alkuperäinen U-arvo on puolitettava, mutta kuitenkin enintään arvoon $0,17 \text{ W(m}^2 \text{ K)}$. (26.)

Energiatehokkuuden parantaminen toi oman lisähaasteen kotikatu 3:n suunnitelulle. Toisaalta tässä kohteessa korjaustyöt ovat niin suuria myös lämmöneristeiden kohdalla, että ainoa ongelma vaatimuksien tavoittamiseen oli vanhojen runkorakenteiden hoikkuus.

5 KOTIKATU 3: EEN TUTUSTUMINEN

5.1 Rakennuspaikka, maaston korkeusasema ja piha-alueen kuivatus

Kohteen rakennuspaikka on muodoltaan lievästi rinteeseen omaisen laskeutuen pohjoisnurkasta kaakon ja etelän suuntaan. Tontti on suorakaiteen muotoinen ja sen pidemmät sivut ovat kaakon ja luoteen suuntaisia. Talo on rakennettu tontin koillisen ja kaakon puoleiseen nurkkaan noin viiden metrin etäisyydelle rajoista. Katualue ja tontin liittymä ovat kaakon puoleisella sivulla. Tontille ei ole tehty sade- ja sulamisvesien poisjohtamista varten ojituksia tai viemäröintiä. Kuvassa 5 esitetään rakennuksen sijoitus tontille.



KUVA 5. Kotikatu 3:n asemapiirustus

Maanpinnan korkeus on kohtuullinen talon alkuperäisellä osalla kaakon ja lounaan puoleisilla sivuilla, joissa sokkeliä on näkyvissä noin 300 mm. Myös kallistukset ovat silmämääräisesti kohtuulliset näillä sivuilla. Talon laajennusosalla koillisen ja luoteen puolella maanpinnan korkeus on liian korkea ja sokkeliä ei ole juuri näkyvissä. Maanvastaisen alapohjan korkeusasema on myös liian matala talon laajennusosalla. Lisäksi kallistukset ovat puutteelliset näillä sivuilla taloa. Kuvassa 6 näkyy, että talon koillispuolella maanpinta on liian korkealla.

Alapohjan tuuletustilan korkeus vaihtelee ja on noin 300–400 mm:n korkuinen. Tuuletustilan toimintaa heikentää uunin ja savupiipun perustus sekä kellarinliittymä alapohjaan. Lisäksi tuuletusta heikentää yhdelle sivulle rakennettu talon laajennusosa. Tuuletusluukkuja on kolmella vapaalla sivulla kaksi kappaletta sivua kohden. Niiden yhteispinta-ala on noin 600 cm². Neljän promillen vaadittu tuuletusaukkojen pinta-ala olisi noin 2 400 cm². (27, s. 9.)

Lattiassa on eristeenä sahanpuru, joka on asennettu kannatinpalkkien alaosaan olevan rimoituksen varaan ladotun laudoituksen päälle. Laudoituksen päälle on ainakin osittain asennettu sanomalehtiä tuulensuojaksi. Myöhemmässä vaiheessa on lisätty sisäpuolelle 50 mm:n koolaus, mineraalivilla ja höyrynsulkumuovi. Koolauksen päälle on asennettu lastulevy ja sen päälle lankkulattia. Lattiarakenteen kokonaisvahvuus on noin 440 mm. Kuvassa 7 on silmin havaittavaa kosteusvauriota alapohjan purueristeessä.



KUVA 7. Alapohjan purueristeen kosteusvaurio

Laajennusosa

Laajennusosan seinän vierustalle kaivettiin myös kuoppa, mistä voitiin tarkistaa perustuksien rakenne. Lisäksi sisäpuolelle tehtiin lattiaan muutamia koeavauk-

sia, joista selvitettiin alapohjan rakenne ja kantavien väliseinien alasidepuun sijainti.

Perustuksena laajennusosassa on 500 x 200 mm:n betoniantura, jonka päälle on muurattu kaksi kerrosta 285 mm leveää ja 200 mm korkeaa kevytsoraharkkoa. Harkkosokkelissa ei ole erillistä lämmöneristystä, eikä sitä ole pinnoitettu kosteuden pääsyn estämiseksi. Perustuksen kokonaiskorkeus laajennusosalla on 600 mm ja sitä on näkyvillä korkean maanpinnan vuoksi noin 100 mm.

Laajennusosan alapohjana on maanvarainen betonilaatta. Laatan vahvuus on rakenneavauksien perusteella noin 40 mm, eikä siihen ole asennettu raudoitusta. Betonilaatta on eristetty alapuolelta styroksisteellä. Reuna-alueella eristeen vahvuus on 75 mm ja muualla 50 mm. Alapohjan yläpinta on noin 200 mm vierestä maanpintaa korkeammalla, suositus on minimissään 300 mm. (27.)

Laajennusosalla on muutamia kantavia väliseiniä, joiden ympäristöä piikattiin auki, jotta rakenteet saatiin selvitettyä. Väliseinät on perustettu omille anturoille noin 150 mm lattianpinnan alapuolelle. Alasidepuu ja siitä lähtevät runkotolpat ovat osittain kosketuksissa alapuolisen hiekkatäytön kanssa. Kaikkien kantavien väliseinien rungot on rakennettu valmiiksi ennen lattioiden valua, minkä jälkeen lattiat on valettu seinien läpi, eli päältä katsottuna runkotolpat menevät lattian läpi.

5.5 Ulkoseinät

Taloon on jossain vaiheessa uusittu ulkovuori, joka on yhtenäisen näköinen vanhan- ja uuden osan välillä. Laidoitus on kohtuullisessa kunnossa, mutta maalipinta on erikoisen laikukas, joka edellisten omistajien kertoman mukaan johtuu ruiskumaalauksesta.

Vanha osa

Rakennuksen alkuperäisen osan ulkoseinärakenne on rakentamisajankohdalleen tyypillinen rankarunko purueristeellä ja ulkopuolisella vinolaidoituksella. Rungon sisäpinnassa on tervapaperi tai jonkinlainen pahvi, jonka päälle on asennettu vaakalaidoitus.

Vanhan osan seinärakennetta on lisäeristetty oletettavasti kahteen kertaan. Sisäpintaan on asennettu 50 mm:n koolaus ja mineraalivillaeriste. Höyrynsulkukerroksena sisäpinnassa on käytetty villapakettien pakkausmuovia ym. jätemuovia. Sisäpinnassa on päällimmäisenä kerroksena käytetty lastulevyä.

Ulkopuolinen lisäeristys on tehty ulkovuoren uusimisen yhteydessä. Vanha ulkokuori, joka on ollut suoraan vinolaudoituksen päällä, on korjauksen yhteydessä poistettu ja vinolaudoituksen päälle on asennettu 50 mm:n lisäkoolaus ja mineraalivillaeriste. Eristeen pintaan on asennettu tervapaperi tuulensuojaksi. Paperi on kiinnitetty aika harvasti ja eristeen tuomaa lisäarvoa voidaan vaan arvaila, kun tuuli pääsee isoista raoista puhaltamaan eristeen sisään. Koolauksen ja tuulensuojapaperin päälle on asennettu noin 18 mm:n tuuletuskoolaus. Tämän päällä on ulkovuoripaneeli, joka on myös ainoastaan 18 mm:n vahvuista höylättyä paneelia.

Vanhan seinärakenteen lisäeristäminen sisäpuolelta on rakennusfysikaalisesti arvioituna huonompi vaihtoehto, kuin ulkopuolelta eristäminen. Sisäpuolelle eristettä lisättäessä vanhan seinärakenteen kosteustekninen käyttäytyminen heikkenee. Päädyttäessä sisäpuoliseen lisäeristämiseen tulee sisäpintaan asentaa yhtenäinen ja huolellisesti tiivistetty höyrynsulkukerros, esimerkiksi höyrynsulkumuovista tai polyuretaanieristeestä. Kuvassa 8 näkyy välipohjan ja ulkoseinän liittymässä kosteusvaurioitunutta vinolaudoitusta. Kuvassa 9 näkyy vääristä materiaaleista huolimattomasti asennettu höyrynsulkukerros, joka on aiheuttanut kosteusvaurion seinärakenteen yläosaan.



KUVA 8. Sisäpuolisesta kosteudesta kosteusvaurioitunutta vinolaudoitusta ja purueristettä seinän yläosassa



KUVA 9. Vääristä materiaaleista huolimattomasti tehty höyrynsulku

Seuraavassa on kuvattu vanhan osan ulkoseinärakenne sisältäpäin lueteltuna:

- lastulevy
- höyrynsulku, jätemuoveista
- koolaus 50 mm + mineraalivilla
- vaakalaudoitus

- tervapaperi tai rakennuspahvi
- runko 100 mm + sahanpurueriste
- vinolaudoitus 22 mm
- koolaus 50 mm + mineraalivilla
- tuulensuojana rakennuspaperi
- tuuletusväli ja koolaus 18 mm
- ulkokuoripaneeli 18 mm.

Laajennusosa

Talon laajennusosa on rakennettu 1970-luvun loppupuolella. Seinärakenne on rankarunkoinen ja eristämiseen on käytetty mineraalivillaa. Myös laajennusosan ulkoseinää on yritetty lisäeristää ulkokuoren uusimisen yhteydessä. Sana ”yritetty” tulee kyseeseen, jos ajatellaan tämän talon lisäeristämistä. Lisäeristeen asentaminen ulkopuolelle on periaatteessa oikea ratkaisu, mutta tässä tapauksessa vanhan tuulensuojalevyn päälle on asennettu ensin tuuletuskoolaus ja sen päälle 50 mm:n koolaus ja lämmöneriste. Lisäksi taas lämmöneristeen päällä on uusi tuuletuskoolaus, joten lämmöneriste jää kahden tuuletusraon väliin. Tästä voidaan päätellä, ettei lisäeristämisestä ole saatu kovin suurta hyötyä.

Seuraavassa on kuvattu laajennusosan ulkoseinärakenne sisältäpäin lueteltuna:

- lastulevy
- höyrynsulkuna rakennusmuovi
- runko 100 mm + mineraalivillaeriste
- vaakakoolaus 50 mm + mineraalivillaeriste
- tuulensuojalevy 12 mm
- tuuletusväli ja koolaus 18 mm
- vaakakoolaus 50 mm + mineraalivillaeriste
- tuuletusväli ja koolaus 18 mm
- ulkokuoripaneeli 18 mm.

Laajennusosan ulkoseinärakenteen heikoimpia kohtia ovat erikoiset rakenneratkaisut ja laajennusosan kivijalan mataluus, jolloin ulkovuori käytännössä lähentelee maanpinnan tasosta.

5.6 Ikkunat ja ulko-ovet

Kohteen ikkunat on uusittu hiljattain, joten korjaustyöhön ryhdyttäessä tulee ikkunat suojata rakennustyön ajaksi. Ikkunoiden toiminta ja tiivistykset sekä huoltomaalauksen tarve kannattaa kuitenkin tarkastaa muun korjaustyön ohessa.

Ulko-ovia rakennuksessa on kaksi. Ne molemmat ovat talon laajennusosalla. Ulko-ovet ovat heikkokuntoiset ja ne kannattaa uusida korjauksen yhteydessä.

5.7 Yläpohja ja vesikatto

Rakennuksen kattomuotona on ns. mansardikatto. Katon vedeneristeenä on tiilikuvioitu profiilipeltikate. Kate on uusittu vuonna 1998 ja se on hyväkuntoinen. Katon uusimisen yhteydessä katteen alle on asennettu myös aluskate.

Rakennuksen vanhalla osalla yläpohja on eristetty sahanpurulla. Yläpohjassa ei ole ollut tuuletusaukkoja ollenkaan ennen kuin nykyinen omistaja oli ne asentanut asuntokaupan kuntotarkastajan suosituksesta. Yläpohjan vinot osat on rakennettu lähes kiinni vesikatteeseen, joten sielläkään ei ole toimivaa tuuletusväliä. Yläpohjan eristeestä otetut materiaalinäytteet ilmaisivat eristeiden olevan mikrobivaurioituneita. Kosteusvauriot yläpohjassa johtuvat vanhan vesikatteen vuodoista ja puuttuvista tuuletusaukoista sekä ahtaista tuuletusväleistä. Vanhalla osalla ei yläpohjassa ole myöskään höyrynsulkua ollenkaan, joten sisäilmasta tulee myös kosteusrasitusta yläpohjaan.

Laajennusosan yläpohjasta löytyvät kaikki samat viat kuin vanhallakin puolella. Tuuletus puuttuu, vinot osat on rakennettu kiinni vesikatteeseen ja eristeet mikrobivaurioituneita. Ainoat erot vanhaan puoleen verrattuna on, että laajennusosan yläpohjassa on käytetty rakennusmuovia höyrynsulkuna ja mineraalivillaa kattokannattajien välissä eristeenä. Mineraalivillan päällä on laajennusosallakin lisäeristeenä sahanpuru.

5.8 Sähkö ja LVI

Rakennuksessa on lämmitysmuotona pattereilla toteutettu suorasähkölämmitys ja lisäksi remontoituun pesuhuoneeseen on asennettu sähköinen lattialämmitys. Sähkökalusteita ja sähköistystä on todennäköisesti uusittu laajennuksen yhteydessä, eikä niissä silmämääräisesti ole huomautettavaa.

Kohteessa on kunnallinen vesi- ja viemäriverkosto. Vesijohdot ja kalusteet on uusittu nykyisen omistajan toimesta, eikä niissä ole silmämääräisesti tarkasteltuna huomautettavaa.

5.9 Rakennuksessa havaitut ongelmat ja riskirakenteet

Rakennuksessa on paljon ongelmia ja riskirakenteita, jotka tekevät korjaussuunnittelusta ja korjaamisesta erittäin haastavia.

Tässä opinnäytetyössä ei pystytä kohteen laajuus huomioon ottaen mitenkään tekemään täydellistä korjaussuunnitelmaa, vaan perehdytään enemmän yleisluontoiseen korjaussuunnitteluun, uusien rakenneratkaisujen löytämiseksi sekä alapohjien ongelmien ratkaisemiseksi. Korjauskohteelle on myös tyypillistä, että suunnitelmia joudutaan muuttamaan tai tarkentamaan korjaustyön edetessä. Tähän vaikuttaa se, että vanhoista rakennuksista ei yleensä ole saatavilla kaikkia tarpeellisia piirustuksia ja dokumentteja. Lisäksi on mahdollista, että alkuperäisesti suunnitellut rakenneratkaisut on omin päin muutettu työmaalla, eikä muutoksista ole tehty mitään dokumentteja.

6 KOTIKATU 3:N KORJAUSSUUNNITELMA

Luvuissa 6.1–6.5 esitettävässä korjaussuunnitelmassa tehdään detajji-tasoista suunnittelua ainoastaan kohteen alapohjarakenteiden, perustusliittymien ja ulkoseinärakenteiden osalta. Lisäksi annetaan ehdotus yläpohjarakenteiden uusista lämmöneristysratkaisuista. Opinnäytetyön liitteeksi tulevassa korjaustyöselostuksessa kerrotaan lisäksi mahdollisista muista korjaustarpeista, jotka ohjaavat kohteen muuta korjaussuunnittelua.

6.1 Alapohja

Tässä rakennuksessa on kahdentyyppisiä alapohjarakenteita. Vanhalla osalla on tuulettuva ns. rossipohjarakenne ja laajennusosalla on maanvarainen betonilattia. Lattioiden pinnat ovat myös eri tasossa maanvaraisen laatan pinnan ollessa noin 360 mm rossilattian pintaa alempana.

Alun perin tuulettuvan alapohjan korjausta mietittiin omistajan toiveiden mukaisesti siten, että rakenne saataisiin säilymään tuulettuvana alapohjana. Aika pian kuitenkin tuli ilmi, ettei alapohjasta saada tarpeeksi riskitöntä rakennetta, jos se toteutetaan tuulettuvana rakenteena. Seuraavat asiat tulivat esille riskejä mietittäessä:

- alapohjan tuuletustilan korkeus on noin 400 mm, eikä sitä juuri pysty syventämään matalien perustuksien takia, suomen rakennusmääräyskoelman mukaan tuulettuvan alapohjan tuuletustilan minimikorkeus on 800 mm
- alapohjan lämmöneristyksen parantuessa kosteuden tiivistymisriski rakenteisiin kasvaa
- koneellista tuuletustakin mietittiin, mutta riskit alapohjan toiminnasta jäivät silti liian suuriksi.

Vanhan puolen alapohjan osalta päädyttiin siihen ratkaisuun, että vanhan tuulettuvan alapohjan korjaaminen tai uuden tuulettuvan alapohjan rakentaminen on liian suuri riski. Alapohjaksi kohteeseen suunnitellaan maanvarainen betonilaatta, alapuolisella eristyksellä.

Rakennuksen laajennusosalla maanvaraisen alapohjan korjaukseen päädyttiin seuraavien asioiden perusteella:

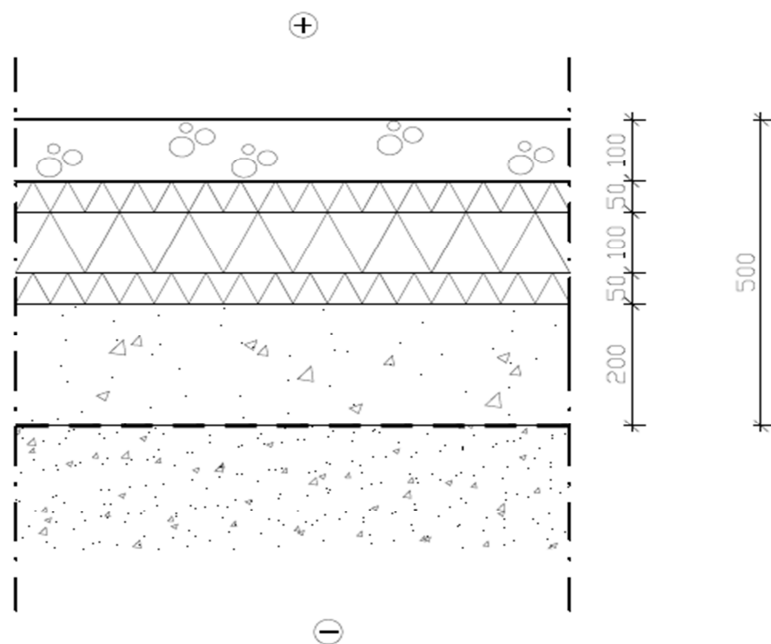
- alapohja sijaitsee liian matalalla viereiseen maanpintaan nähden, rakennusmääräyskokoelman minimi on 300 mm, tässä kohteessa ero maanpintaan alle 200 mm
- kantavien väliseinien alaohjauspuut ja runkotolppien alapäävät sijaitsevat laatan alapuolella, mikä on suuri kosteusvaurioriski
- alapohjalaatan eristys on kauttaaltaan heikko
- alapohjalaatan vahvuus on vain 40 mm, eikä siinä ole ollenkaan raudoitusta, purkutyö on helppo
- alapohjassa voi kaikki riskit huomioiden olla huomattavia vaurioita, eikä niitä haluttu jättää ryhdyttäessä näin perusteelliseen korjaukseen.

Näiden asioiden perusteella ei myöskään laajennusosan lattiaa haluttu jättää entiselleen.

Alapohjarakenteiden suunnittelu aloitettiin niiden korkeusaseman miettimisellä. Suunnitteluvaiheessa jouduttiin piirtämään rakenteista useita luonnoksia ennen kuin kaikki asiat saatiin täsmäämään. Laajennusosalla lattian pintaa jouduttiin riskien vähentämiseksi nostamaan ja vanhalla osalla lattian pintaa piti rakennusteknisistä syistä laskea. Näiden asioiden perusteella päädyttiin suunnittelemaan lattiat samaan tasoon, mikä myös selkeyttää alakerran olemusta portaiden jäädessä pois.

Laajennusosalle lattian yläpinnan korkoa suunniteltaessa esteeksi tuli lähinnä sisäkorkeus, joka tällä hetkellä on noin 2 400 mm. Laajennusosan huonekorkeuden rajoittaessa lattian pinnan nostoa päädyttiin luonnossuunnitelmien mukaan korottamaan lattiaa noin 130 mm, tällöin sisäkorkeudeksi jäi noin 2 270 mm, mikä on vielä siedettävällä tasolla. Huonekorkeuden mataloittamisen tuomaa haittaa vähentää se, että laajennusosalla sijaitsevat rakennuksen pesu- ja saunatilat, takkahuone, eteinen sekä kodinhoituhuone ja taas vanhalla puolella jossa huonekorkeus vastaavasti kasvaa, sijaitsevat keittiö sekä ruokailutila, olohuone että makuuhuoneet.

Alapohjien korjaus aloitetaan purkamalla vanhat alapohjarakenteet pois. Purkutyössä tulee huolehtia välipohjan kannatuksesta kantavien väliseinien osalta. Lisäksi purkutyö on suoritettava mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutyöstä annettujen ohjeiden mukaan, jotta vältetään työntekijöiden altistuminen mikro-
beille. Alapohjien purkutyön jälkeen tarkistetaan pohjamaan korkeus ja puhtaus. Perusmaan korkeus tulee tarkistaa, että kaikki tarvittavat rakennekerrokset saadaan mahtumaan suunnitellun lattiakoron mukaan. Lisäksi kaikki eloperäinen aines pitää poistaa ennen uusien rakennekerroksien asentamista. Kuvassa 9 on esitetty alapohjien uudet rakennekerrokset.



- Rakennekerrokset
- Teräsbetoni laatta n.100mm
 - EPS-lattia eriste 200mm
 - Kapillaarikatko min.200mm
 - Suodatinkangas
 - Täyttökerros, esim karkea hiekka
 - Perusmaa

KUVA 9. Alapohjien rakennekerrokset

6.2 Perustukset

Samaan aikaan alapohjien suunnittelun yhteydessä tulee ratkaista perustuksen ja alapohjan liittymäkohta, jotta rakenteesta saadaan toimiva. Tämän kohteen

tontti on lievästi rinteemuotoinen ja rakennus on sijoitettu siten, että laajennusosa on tontin ylärinteen puolella. Tällä osalla rakennusta kivijalkaa on korkean maanpinnan vuoksi näkyvässä ainoastaan 5–10 cm, mikä osaltaan lisää kosteusvaurioriskiä. Kivijalan mataluudesta ja uusien alapohjien korkeuden muutoksesta johtuen päädyttiin ns. kengittämään talo. Tässä tapauksessa kengittäminen tapahtuu muuraamalla vanhan sokkelin päälle 200 mm:n korotus kevytsoraharkoista.

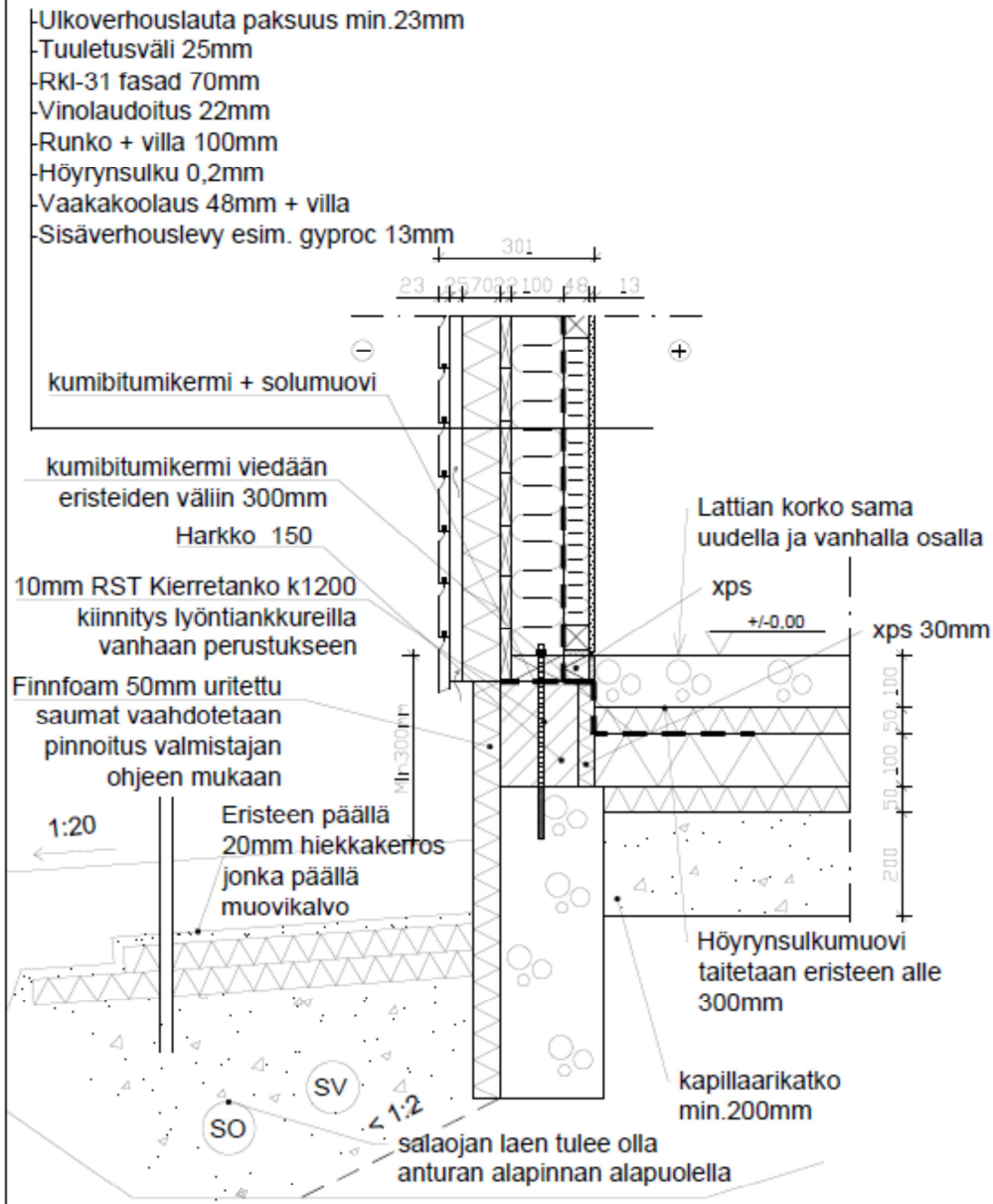
Kengitystyössä sokkelin päältä nouseva runko katkaistaan sopivalta korkeudelta ottaen huomioon muurauksen vaatima tila sekä mahdollisesti vaurioituneet rungon alaosat. Kengittäminen tapahtuu pienissä noin 1,0–1,5 m osissa, jotta rakennuksen runko pystytään tukemaan riittävän hyvin työn ajaksi. Muurauksen jälkeen asennetaan tarvittava kosteuden nousun katkaiseva kerros esimerkiksi bitumikermistä. Bitumikermin päälle asennetaan uusi alasidepuu tapauskohtaisesti valittavilla kiinnikkeillä, joilla saadaan tarpeeksi luotettava kiinnitys. Tässä kohteessa kiinnitys suunniteltiin tehtäväksi kierretangoilla, jotka laajennusosalla saadaan valettua alkuperäisessä harkkosokkelissa oleviin reikiin. Vanhan osan puolella kierretangot kiinnitetään sisäkierteisillä lyöntiankkureilla vanhaan betonisokkeliin. Kuvassa 10 sokkelin kengittäminen on aloitettu. Kuvissa 11 ja 12 esitetään rakennuksen uudet perustusleikkaukset.



KUVA 10. Sokkelin kengitys

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

Perustusleikkaus asuinhuoneen kohdalta, Vanha osa



KUVA 12. Vanhan osan uusi perustusleikkaus

6.3 Ulkoseinät

Vanha puoli

Rakennuksen vanhalla puolella ulkoseinärakenteet joudutaan korjaamaan lähes kokonaan. Ulkoseinät puretaan sisältäpäin paljaalle rungolle ja kaikki sahanpuureristeet poistetaan. Ulkopuolelta seinärakenne puretaan rakennusta jäykistävään vinolaudoitukseen saakka. Tässä vaiheessa tulee rungon ja vinolaudoituksen kunto tarkistaa huolellisesti. Kaikki selkeästi vaurioituneet osat vaihdetaan tai, jos kyseessä on vain pieni pinnallinen vaurio, voidaan harkita mekaanista puhdistusta esimerkiksi hiomalla, höyläämällä tai vuolemalla. Mikrobivaurio ei sinällään heikennä rakenteen kantokykyä, jos lahoa ei ole päässyt syntymään.

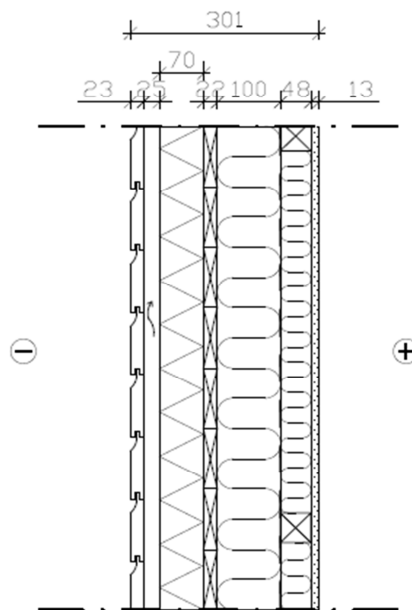
Ulkoseinän lämmöneristystä suunniteltaessa selvitettiin aluksi vanhan rakenteen rakennekerrokset ja U-arvo. U-arvojen laskentaan käytettiin Puuinfon sivulta löytyvää U-arvo laskuria. Vanhan rakenteen U-arvoksi saatiin 0,42 W/m²K. Rakennusosakohtaisesti energiatehokkuutta parannettaessa täytyy arvo puolittaa, joten tässä osassa taloa vaatimukseksi tuli 0,21 W/m²K.

Vanhan rakennuksen runko on usein toteutettu saatavissa olleilla materiaaleilla, eikä sitä ole tehty nykyisin käytössä olevalle 600 mm:n jaolle, jolle on saatavissa valmiiksi oikeaan leveyteen leikattuja eristeitä. Tästä on haittaa runkoa eristettäessä levyeristeillä. Eristystyö sisältää paljon villojen leikkauksia, eikä ole helppoa saada tasalaatuista koko eristetilän täyttävää eristekerrosta. Näistä edellä mainituista syistä rakennuksen vanhan osan runkoon valittiin Ekovillan SE- puhallettava lämmöneriste. Ruiskuttamalla asennettava Ekovilla SE kiinnittyy kuivuessaan seinään ja muodostaa saumattoman sekä painumattoman eristekerroksen. Tällä ratkaisulla päästään rungon osalta luultavasti parhaimpaan lopputulokseen.

Lämmöneristykseen suunnittelun yhtenä lähtökohtana oli tavoite, että kohteeseen saadaan yhtenäinen lämmöneristekerros ilman turhia koolauksia. Näillä periaatteilla rungon ulkopintaan valittiin yhtenäiseksi eristeeksi sekä tuulensuojaksi Isoverin RKL-31 Facade 70 mm. Kyseisellä tuotteella on hyvä lämmöneristävyys ja sen lamda-arvo on vain 0,031 W/mK.

Näillä eristyksillä ei vielä päästä asetuksessa vaadittuun arvoon, vaan rungon sisäpuolelle asennetaan lisäksi 50 mm:n koolaus eristelevyä varten. Tässä seinärakenteessa höyrynsulkumuovi asennetaan kantavan rungon sisäpinnan ja 50 mm:n lisäkoolauksen väliin Näin saadaan höyrynsulkukerros pysymään mahdollisimman ehyenä huomioiden sähkö- ym. asennukset.

Seinärakenne tarkasteltiin myös Dof-lämpö-ohjelmalla. Siinä ei tullut esille kosteuden tiivistymistä haitallisille alueille. Kuvassa 13 esitetään vanhan osan uusi seinärakenne.



Rakennekerrokset

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

Ominaisuudet

U-arvo 0,17 W/m²K

KUVA 13. Vanhan puolen uusi seinärakenne

Laajennusosa

Laajennusosan ulkoseinärakenteet olivat yleisesti paremmassa kunnossa kuin vanhalla osalla. Rakenne on eristetty mineraalivillalla ja siinä on ollut oikeaoppisesti asennettu rakennusmuovi höyrynsulkuna, joka on suojannut seinärakennetta sisältä tulevalta kosteudelta.

Laajennusosan kohdalla lähdettiin siitä liikkeelle, että kantavan rungon välissä oleva eriste, rungon ulkopuolinen lisäeristys ja tuulensuojalevy voidaan säästää. Laajennusosan seinärakenteista ei aistienvaraisesti arvioimalla ole löytynyt kosteusvaurioita, mutta lämpökamerakuvauksen perusteella rakenteissa on pahoja lämpövuotoja. Korjauksen edetessä siihen saakka, että seinärakenteet ovat avoinna, joudutaan luultavimmin myös nämä eristeet vaihtamaan.

Tämän vanhan seinärakenteen U-arvosi saatiin $0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Energiätehokkuutta rakennusosittain parannettaessa vanha U-arvo täytyy puolittaa, tai jos puolitetusta arvosta tulee vähemmän kuin $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$, silloin vaatimus on $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vanha U-arvo puolitettuna on tässä rakenteessa $0,165 \text{ W/m}^2\text{K}$, joten vaatimukseksi tulee $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Laajennusosan seinärakenteen korjaus aloitetaan purkamalla ulkopuolelta vanha ulkovoori ja kahden tuuletusraon välissä oleva ”lisäeristys”. Sisäpuolelta puretaan sisäverhouslevyt ja höyrynsulkumuovi, jotta päästään tarkastamaan eristeiden- ja rungon kunto. Tässä vaiheessa tulee kriittisesti arvioida, jätetäänkö vanhat eristeet paikoilleen vai laitetaanko uudet eristeet tilalle. Talon laajennusosan seinärakenteiden pinta-ala ei ole kovin suuri, joten kokonaiskustannuksia ajatellen eristeiden vaihdon kustannukset eivät nouse kovin merkittävästi asemaan.

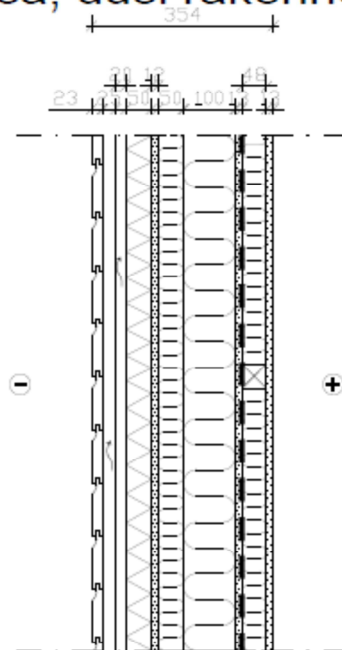
Ulkopuolelle vanhan tuulensuojalevyn päälle asennetaan RKL-31 Facade 50 mm. Tuotteita tilattaessa on huomioitava, että laajennusosan kohdalle paksuudeksi tulee 50 mm, kun se vanhalla osalla oli 70 mm. Vanhassa rakenteessa rakennuksen jäykisteenä oli rungon sisäpinnassa lastulevy. Nyt, kun rungon sisäpintaan asennetaan 50 mm:n lisäkoolaus ja eristys, täytyy rungon jäykistäminen ratkaista uudelleen. Jos rungon pintaan asennetaan vaakakoolaus ja vasta koolaukseen kiinnitetään jäykistävä rakennuslevy, heikkenee rakenteen

jäykistävä vaikutus jopa 75 %. (28.) Yhtenä vaihtoehtona rakenteen jäykistämiseksi on rungon sisäpintaan 45° kulmassa nurkasta keskelle päin olevat 48*98 mm:n soivot. Tämä on toimiva ratkaisu silloin, kun sisäpuolelle tulee 50 mm:n koolaus, jolloin jäykisteet jäävät koolaustilaan. Tässä kohteessa vinosoirojen käytön esteeksi tuli soirojen alapään kiinnitys alasidepuuhun, koska alasidepuun vieressä sisäpuolella on XPS-eriste. Rungon jäykistämiseksi päädyttiin asentamaan rungon ja vaakakoolauksen väliin ylimääräinen kipsilevy.

Laajennusosan seinärakenteen U-arvoksi saatiin sisä- ja ulkopuolen lisäeristysten avulla 0,167 W/m²K. U-arvon laskennassa käytettiin rungon ja ulkopuolisen vaakakoolauksen sisällä uuden eristeen lamda-arvoa, koska on todennäköistä että eristeet vaihdetaan uusiin. Seinän kokonaisvahvuus lisääntyi ylimääräisten koolauksien purkamisen ja parempien materiaalien ansiosta ainoastaan 72 mm ja U-arvo saatiin liki puolitettua. Kuvassa 14 esitetään laajennusosan uusi seinärakenne.

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

Ulkoseinä asuinhuoneen kohdalta, Laajennusosa, uusi rakenne



Rakennekerrokset:	<ul style="list-style-type: none"> - Ulkoverhouslauta min. vahvuus 23mm - Tuuletusväli 25mm - RKL-31 fasad 50mm, Lambda Declared 0.031 W/mK - Vanha tuulensuojalevy 12mm, Lambda 0,055 W/mK - Vaakakoolaus + villa 50mm, Lambda 0.039 W/mK - Runko + villa 100mm Lambda 0.039 W/mK - Kipsilevy 13mm rungon jäykistykseksi - Höyrynsulkumuovi 0,2mm - Vaakakoolaus 48*48 + villa,50mm Lambda 0.040 W/mK - Sisäverhouslevy 13mm gyproc
Ominaisuudet	<ul style="list-style-type: none"> - U-arvo 0,167 W/m2K

KUVA 14. Laajennusosan uusi seinärakenne

6.4 Yläpohja

Rakennuksen yläpohjan osalta ei päästy tekemään kovin tarkkoja suunnitelmia. Yläpohjien suunnittelua hankaloitti se, että kaikki yläpohja rakenteet olivat vielä ummessa. Lisäksi vinojen osien lämmöneristeet on asennettu vesikattoa vasten ja yläkolmioiden ahtaudesta johtuen ei rakenteita päässyt kunnolla tutkimaan yläpuolelta. Ainoastaan sivu-ullakoiden kohdalla olevat yläpohjarakenteet päästiin tutkimaan kunnolla.

Rakenteita mittailemalla saatiin kuitenkin jonkinlaiset arviot vanhojen yläpohjien rakenteista ja U-arvoista. Rakennuksessa on kaikkiaan kahdeksan erilaista yläpohjarakennetta ja, koska niiden suunnitteleminen tapahtui ainoastaan arvaustasolla, ei niitä käydyä sen tarkemmin läpi. Kaikista rakennuksen yläpohjan lämmöneristysten uusimisista on suunnitelmat tämän työn liitteenä. Yläpohjarakenteiden suunnittelua joudutaan jatkamaan korjaustyön edetessä.

Yläpohjarakenteiden matalasta eristetilasta johtuen joudutaan katon keski- ja vinoilla osilla käyttämään todennäköisesti kovia polyuretaanieristeitä. Polyuretaanieristeiden etuna on parempi lämmöneristävyys sekä se, että katon vinoilla osilla olevan tuuletusraon korkeudeksi riittää 50 mm, kun se muita eristeitä käytettäessä tulee olla 100 mm. Polyuretaanieristeitä käyttämällä on mahdollista, ettei eristeiden vaatimaa tilaa tarvitse kasvattaa kovin paljon matalaan huonetiilaan päin.

Ainoastaan rakennuksen sivu-ullakoiden kohdalla rakenteet saatiin tarkistettua siten, että suunnittelu oli mahdollista. Sivu-ullakoissa on eristeenä vanhalla puolella sahanpuru ja laajennusosalla mineraalivilla. Sivu-ullakoista otettujen materiaalinäytteiden perusteella eristeissä on mikrobivaurioita. Kosteusvauriot sivu-ullakoissa johtuvat pääasiassa kattovuodoista, tuuletuksen puutteesta ja alapuolen huonosta höyrynvastuksesta. Kuvassa 15 esitetään rakennuksen sivu-ullakosta löytynyttä mikrobivauriota.



KUVA 15. Mikrobivaurioituneita eristeitä sivu-ullakoissa

Korjaustyössä kaikkien sivu-ullakoiden eristeet poistetaan ja kantavat rakenteet tarkastetaan. Kantavissa rakenteissa olevat mikrobivauriot voidaan puhdistaa mekaanisesti, ellei niissä ole lahoa. Sivu-ullakoissa on hyvin tilaa eristeille, joten sinne asennetaan 500 mm:n kerros puhallusvillaa. Uuden rakenteen U-arvo on 0,0810 W/m²K ja vaatimus oli 0,09 W/m²K.

6.5 Rakennuksen muut korjaustyöt

Korjaustyön laajuuden huomioiden ei tämän opinnäytetyön puitteissa voida tehdä kohteeseen täydellistä korjaussuunnitelmaa. Opinnäytetyön liitteenä olevassa korjaustyöselostuksessa annetaan ainoastaan korjaussuunnittelua ohjaavia ehdotuksia muista tarvittavista korjaustöistä.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheena oli tehdä korjaussuunnitelma kosteus- ja homevaurioituneeseen omakotitaloon. Työn keskeisenä tavoitteena oli laatia korjaussuunnitelma, jossa esitettyjen toimenpiteiden avulla saadaan kosteus- ja homevauriot poistettua sekä estetään uusien vaurioiden syntyminen. Työn tekeminen aloitettiin tutustumalla kohteen piirustuksiin ja asiakirjoihin sekä tehtyjen tutkimuksien tuloksiin. Seuraavassa vaiheessa tehtiin rakenneavauksia ja mittauksia, jotta vanhat rakennekerrokset saatiin selvitettyä. Näiden alkutietojen perusteella suunniteltiin ja piirrettiin rakennukseen uudet alapohja- ja ulkoseinärakenteet. Viimeisessä vaiheessa tehtiin kirjallinen korjaustyöselostus.

Kokonaisuutena tarkastellen korjaussuunnitelman laatiminen oli erittäin mielenkiintoinen, mutta haastava projekti. Aika pian opinnäytetyön teon aloittamisen jälkeen selvisi, että kohde sisältää laajoja vaurioita ympäri taloa, eikä koko rakennuksen korjaussuunnitelmaa pystytä tekemään pelkästään opinnäytetyöhön varatun työmäärän puitteissa, vaan työ rajoitettiin koskemaan kohteen alapohja- ja ulkoseinärakenteita.

Työtä tehdessä selvisi, että kosteusvauriot johtuvat yleensä monien eri tekijöiden yhteisvaikutuksesta eikä kaikkia vaurioita johtaneita syitä saada aina selvitettyä. Lisäksi työssä opittiin, kuinka tärkeää on saada suunnittelun lähtökohdiksi mahdollisimman paljon tarkkoja lähtötietoja. Kohdekäynnit ja rakenteiden avaukset sekä mittaukset antoivat tässä työssä tärkeimmät tiedot suunnittelun lähtökohdiksi.

Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen suunnittelu- ja korjausprosessi sisältää paljon erityispiirteitä muuhun korjausrakentamiseen verrattuna. Esi-merkkinä voidaan mainita kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku, joka on erittäin haasteellinen siihen liittyvien työturvallisuuden- ja työsuojelun erityisvaatimuksien takia. Lisäksi kosteus- ja homevaurioituneen omakotitalon korjaussuunnittelussa ja korjaustyössä on mukana inhimillisiä tekijöitä.

Vasta tulevaisuus näyttää, kuinka hyvin tämän kohteen korjaustöiden suunnittelussa on onnistuttu. Korjaussuunnittelun luonteeseen kuuluu, että korjaussuun-

nittelua täytyy jatkaa ja täydentää koko korjausprosessin ajan, joten nämäkään korjausohjeet eivät yksin takaa onnistunutta lopputulosta. Onnistuneeseen lopputulokseen vaikuttaa kuitenkin pääosaltaan se, miten ohjeita ja suunnitelmia on työmaalla noudatettu ja kuinka hyvin muuhun korjaussuunniteluun sekä korjaustöiden laadunvalvontaan on varauduttu.

LÄHTEET

1. Asuntokaupan kuntotarkastusraportti. 2013.
2. Kuntotutkimusraportti. 2014. Hengitysliitto.
3. Kuntoarvio ja -tutkimukset. 2013. Ympäristöhallinto. Saatavissa:
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Kiinteiston_yllapito_ja_korjaaminen/Kuntoarvio_ja_tutkimukset. Hakupäivä 10.4.2015.
4. RT 18-11131. 2013. Asuinkiinteistön kuntoarvio Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/rt/fi/index/ohjeet/listaus/10120000/10120900/110807.html.stx> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 16.4.2015.
5. KH 90-00394. 2007. Kuntotarkastus asuntokaupan yhteydessä. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/kh/fi/index/ohjeet/listaus/20350100/20350101/100648.html.stx> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 16.4.2015.
6. Kuntoarvio. Talokeskus. Saatavissa:
<http://www.talokeskus.fi/yllapitopalvelut/kunnossapito/kuntoarvio/>. Hakupäivä 10.4.2015.
7. Ilveskoski, Olli 2014. Johdatus korjausrakentamiseen. Hämeen ammattikorkeakoulu e-julkaisu. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/handle/10024/72224>. Hakupäivä 16.4.2015.
8. Siikanen, Unto 2014. Rakennusfysiikka: perusteet ja sovelluksia. Helsinki: Rakennustieto Oy.
9. RT 05-10710.1999. Kosteus rakennuksissa. Rakennustieto Oy. Saatavissa:
https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/rt/fi/index/ohjeet/listaus/10110000/10110600/RT_7876.html.stx (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 16.4.2015.

10. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. 2011. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. Saarijärvi: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
11. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. 1998. Ympäristöopas 28. Tampere: Ympäristöministeriö.
12. Torikka, Kirsi – Hyypöläinen, Tarja – Mattila, Jussi – Lindberg, Ralf 1999. Kosteusvauriokorjausten laadunvarmistus. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu.
13. Mistä kosteus tulee. Saatavissa: http://www.kosteusnuuskija.fi/html/mista_kosteus_tulee.html. Hakupäivä 10.4.2014.
14. Björkholz, Dick 1997. Lämpö ja kosteus. Helsinki: Rakennustieto.
15. Asumisterveysopas. 2009. Pori: Ympäristö ja terveys-lehti.
16. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2009. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
17. Asumisterveysohje 2003. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003. Saatavissa: http://www.finlex.fi/pdf/normit/14951-asumisterveysohje_pdf.pdf. Hakupäivä 16.4.2015.
18. Opas kosteusongelmiin 2011. Tampereen teknillinen korkeakoulu, julkaisu 95. Saatavissa : https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/20783/leivo_opas_kosteusongelmiin.pdf?sequence=3. Hakupäivä 16.4.2015.
19. Väänänen, Elina 2012. Sisäilman mikrobit toimistossa ja asunnoissa. Insinööriyö YAMK. Metropolia ammattikorkeakoulu, korjausrakentaminen ylempi AMK.
20. Terveyshaitat. Saatavissa: <http://www.ositum.fi/index.php?p=Terveyshaitat>. Hakupäivä 25.3.2015.

21. Lausunto VOC-mittaustulosten tulkinnasta asuntojen terveyshaitta-asioissa. Saatavissa: http://www.valvira.fi/files/tiedostot/v/o/VOC_lausunto_ESAVI.pdf. Hakupäivä 28.3.2015.
22. Reiman, Marjut – Seuri, Markku 1996. Rakennusten kosteusvauriot, home ja terveys. Tampere: Rakennustieto Oy.
23. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. 1997. Ympäristöopas 29. Helsinki: Ympäristöministeriö.
24. Homeettomaksi siivous. 2009. Työterveyslaitos. Saatavissa: http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ ja_sisaymparisto/tyokalut/Document s/Homeettomaksi%20siivous%20ja%20irtaimiston%20puhdistus%20jne.pdf. Hakupäivä 10.4.15.
25. Komulainen, Hannu 2013. Homevaurion kemiallinen käsittely on tehotonta, jopa haitallista. Saatavissa: <https://www.thl.fi/fi/-/homevaurion-kemiallinen-kasittely-on-tehotonta-jopa-haitallista>. Hakupäivä 4.4.2015.
26. 4/13 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B924394EF-BED0-42F2-9AD2-5BE3036A6EAD%7D/31396> . Hakupäivä 10.4.2015.
27. C2 kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. C2 Suomen rakentamismääräyskoelma. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf>. Hakupäivä 16.4.2015.
28. Omakotitalojen jäykistys. Oulun kaupunki rakennusvalvonta. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/omakotitalojen-jaykistys>. Hakupäivä 10.4.2015.



KORJAUSTYÖSELOSTUS

KOTIKATU 3

ALAPOHJA- JA ULKOSEINÄRAKENTEIDEN KORJAUS

11.4.2015

SISÄLLYS

1 YLEISTÄ	4
1.1 Kohde	4
1.2 Suunnitelman tilaaja	4
1.3 Suunnittelija	4
1.4 Kohteen kuvaus	4
2 KORJAUSTYÖN KUVAUS	5
2.1 Suunnittelun lähtötiedot	5
2.2 Korjaushankkeen luonne ja laajuus	7
2.3 Ohjeet, suunnitelma-asiakirjat ja normit	8
2.4 Rakennustarvikkeet ja materiaalit	8
2.5 Korjaustyön laadunvalvonta ja laadunvarmistus	9
2.6 Työsuojelu	10
2.7 Sähkö ja vesi	10
3 ALAPOHJIEN KORJAUSTYÖT	11
3.1 Yleistä	11
3.2 Purkutyöt	11
3.3 Pohjarakenteet	11
3.4 Täyttömateriaalit	12
3.5 Eristykset	12
3.6 Teräsbetoninen alapohja	12
3.6.1 Yleistä	12
3.6.2 Raudoitus	13
3.6.3 Betoni	13
3.6.4 Betonin jälkihoito	14
4 PERUSTUKSIEN KORJAUSTYÖT	15
4.1 Yleistä	15
4.2 Kengittäminen	15
4.2.1 Purkutyöt	15
4.2.2 Sokkelin kengittäminen	15
4.2.3 Radonkermi ja alasidepuu.	16
4.3 Sokkelin lämmöneriste	16

5 ULKOSEINIEN KORJAUSTYÖT	17
5.1 Yleistä	17
5.2 Purkutyöt	17
5.2.1 Alkuperäinen osa	17
5.2.2 laajennusosa	17
5.3 Uudet seinärakenteet Alkuperäinen osa	17
5.4 Uudet seinärakenteet laajennusosa	18
5.5 Höyrynsulun tiivistykset	18

1 YLEISTÄ

1.1 Kohde

Omakotitalo

Kotikatu 3

Oulu

1.2 Suunnitelman tilaaja

XXX

1.3 Suunnittelija

Janne Routaniemi

1.4 Kohteen kuvaus

Kohde on vuonna 1940 valmistunut omakotitalo, johon on tehty laajennusosa 1970-luvun loppupuolella. Rakennus on 2-kerroksinen ja alkuperäisellä osalla on lisäksi muutaman neliön kokoinen kellaritila. Kohteen asuinpinta-ala on noin 165 m².

Kohteessa on koettu sisäilmaongelmaan viittaavaa oireilua, minkä johdosta kohteeseen on suoritettu useita rakennuksen kuntoa arvioivia tutkimuksia. Tutkimuksissa havaittiin rakennuksen olevan laajasti kosteus- ja mikrobivaurioitunut.

Tässä korjaustyöselostuksessa annetaan ohjeet kohteen alapohja- ja ulkoseinä-rakenteiden korjaukseen. Lisäksi annetaan ohjeita muista tarvittavista korjaustoimenpiteistä, jotka ohjaavat muuta korjaussuunnittelua.

2 KORJAUSTYÖN KUVAUS

2.1 Suunnittelun lähtötiedot

Suunnittelun lähtötietoina on toiminut Oululaisen insinööritoimiston tekemä kuntotarkastus asuntokauppaa varten (päivätty 14.6.2013) ja Hengitysliiton tekemä kuntotarkastus (päivätty 30.5.2014) sekä tämän korjaustyösuunnitelman tekijän omat tutkimukset.

Tehdyissä tutkimuksissa rakennuksen kunnon selvittämiseksi ja uusien rakenneratkaisujen suunnittelua varten käytettiin seuraavia menetelmiä:

- aistienvaeraiset havainnot
- kosteusmittaukset
- rakenneavaukset
- lämpökamerakuvaus
- rakennusmateriaalinäytteiden otto
- pintapyyhintä näytteiden otto
- asbesti kartoitus.

Rakennuksessa havaitut vauriot ja puutteet

- alkuperäisen osan tuulettuva alapohja, kauttaaltaan mikrobivaurioitunut
- alkuperäisen osan ulkoseinärakenteissa kosteus- ja mikrobivaurioita
- alkuperäisen osan yläpohjassa mikrobivaurioita
- laajennusosan yläpohjassa mikrobivaurioita
- laajennusosalla paljon riskirakenteita, joita ei ole vielä tutkittu
- rakennuksessa kauttaaltaan huomattavia lämpö- ja ilmapuotoja
- ylä- ja alapohjarakenteiden tuuletuksessa puutteita
- sade- ja sulamisvesien poisjohtaminen
- salaojitus
- ulkoseinissä toimimattomia rakenneratkaisuja
- kolmessa lattiamatossa/liimassa Asbestia, huomioitava purkutyössä.

Korjaussuunnittelua varten selvitettiin lisäksi alapohja- ja ulkoseinärakenteiden rakennekerrokset.

Rakennuksen alkuperäinen osa, ulkoseinärakenne sisältä ulospäin lueteltuna:

- lastulevy 11mm
- höyrynsulku, jäte- ja pakkausmuoveista
- koolaus + mineraalivilla 50 mm
- vaakalaudoitus 18 mm
- rakennuspaperi
- kantava runko 100 mm + sahanpuru
- vinolaudoitus 22 mm
- koolaus + mineraalivilla 50 mm
- tuulensuojana rakennuspaperi tai tervapaperi
- tuuletusväli 18 mm
- ulkokuoripaneeli 18 mm.

Rakennuksen alkuperäinen osa, Alapohjarakenne sisältä ulospäin lueteltuna:

- lattian pintamateriaali
- lastulevy 22 mm
- höyrynsulku
- koolaus 50 mm + mineraalivilla
- laudoitus 22 mm
- koolaukset + sahanpuru
- alapohjakannattajien välissä laudoitus 22 mm
- tuuletustila, korkeus ~400 mm
- pohjamaa.

Rakennuksen laajennusosa, ulkoseinärakenne sisältä ulospäin lueteltuna:

- lastulevy 11 mm
- rakennusmuovi
- kantava runko 100 mm + mineraalivilla
- vaakakoolaus 50 mm + mineraalivilla

- huokoinen tuulensuojalevy 12 mm
- koolaus 18 mm
- vaakakoolaus 50 mm + mineraalivilla
- tuulensuojana rakennuspaperi tai tervapaperi
- koolaus 18 mm
- ulkokuoripaneeli 18 mm.

Rakennuksen laajennusosa, Alapohjarakenne sisältä ulospäin lueteltuna:

- lattian pintamateriaali
- betonilaatta 40 mm
- styrox lämmöneriste, reuna-alueilla 75 mm, muualla 50 mm
- hiekkatäyttö
- perusmaa.

2.2 Korjaushankkeen luonne ja laajuus

Tässä korjaustyöselostuksessa esitettyjen korjaustoimenpiteiden tarkoituksena on parantaa kohteen sisäilman laatua ja rakenteiden kosteusteknistä toimintaa sekä estää uusien vaurioiden syntyminen. Korjaustyöselostus käsittää vain kohteen ulkoseinä- ja alapohjarakenteiden rakennustekniset korjaustyöt, lisäksi annetaan suosituksia muista tarvittavista korjaustöistä.

Korjaushanke koostuu seuraavista korjaustöistä:

- koko rakennuksen alapohjarakenteiden purkutyöt
- alapohjissa tarvittavat maanrakennustyöt
- uusien alapohjien rakentaminen
- perustuksien kengittäminen
- ulkoseinä- ja alapohjarakenteiden korjaustyöt.

Tämä korjaustyöselostus sisältää ohjeistuksen em. korjaustöistä. Työssä on varauduttava siihen, että rakenteet saattavat poiketa suunnitelmista. Piirustuksissa ja korjaustyöselostuksessa esitetyt purettavat ja säilytettävät rakenteet on arvioitu vanhojen piirustusten ja rakenneavauksien perusteella. Rakenneavauk-

sia on tehty rajallinen määrä ja sen vuoksi on mahdollista, että kaikki rakenteet ja vauriot eivät ole tiedossa.

Muut suositeltavat korjaustyöt:

- kaikkien muissa rakenteissa olevien kosteus- ja mikrobivaurioiden korjaustyöt (**TÄRKEÄ**)
- vesikatteen kunnan tarkistaminen ja läpivientien tiivistykset (**TÄRKEÄ**)
- vesikatteen kantavien rakenteiden tarkastaminen ja korjaus (**TÄRKEÄ**)
- yläpohjarakenteiden eristeiden vaihtaminen (**TÄRKEÄ**)
- yläkerran, kylmiä ullakoita vasten olevien seinien korjaus- ja eristystyöt (**TÄRKEÄ**)
- LVIS – järjestelmien päivittäminen (**Suosittellaan**)
- maanpinnan muotoilut rakennuksen vierustalla (**TÄRKEÄ**)
- kattovesien poisto, rännikaivot, sadevesiviemärit (**TÄRKEÄ**)
- rakennuksen salaojitus (**TÄRKEÄ**)
- koneellisen tulo/poistoilmanvaihdon rakentaminen (**Suosittellaan**)
- routasuojaus (**TÄRKEÄ**).

2.3 Ohjeet, suunnitelma-asiakirjat ja normit

Korjaustyössä on noudatettava soveltuvin osin tämän työselostuksen ja sitä seuraavien piirustuksien vaatimuksien lisäksi seuraavia asiakirjoja:

- Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeet ja määräykset
- Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Maa RYL 2010, Runko RYL 2010, Sisä RYL 2013, Maalaus RYL 2012
- Ratu 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. Menetelmät
- Ratu 82-0347 Asbestia sisältävien rakenteiden purku. Menetelmät
- Materiaalivalmistajien työhjeet.

2.4 Rakennustarvikkeet ja materiaalit

Kaikkien rakennustarvikkeiden tulee olla uusia ja ensiluokkaisia. Niiden tulee ominaisuuksiltaan täyttää normit ja määräykset. Tasoitteet, laastit, vedeneris-

teet ym. materiaalit valitaan samasta tuoteperheestä ja niiden on oltava M1-luokituksen mukaisia sekä CE-merkittyjä.

Työssä on käytettävä suunnitelmissa esitettyjä nimellä mainittuja tuotteita. Mikäli halutaan käyttää muita tuotteita, on niiden oltava ominaisuuksiltaan ja laadultaan vähintään vastaavia. Rakennustarvikkeita hankittaessa on suositeltavaa, että tuotteiden materiaalitoimittajat tutustuvat kohteeseen ja siitä laadittuihin suunnitelmiin ja varmistavat tarjoamiensa tuotteiden ja työmenetelmien sopivuuden korjaustyöhön.

Materiaalien varastoinnissa, asennuksessa, sekoituksessa ja levityksessä on noudatettava materiaalitoimittajan kirjallisia työohjeita. Kaikista käytettävistä materiaaleista tulee työmaalla olla kirjallinen suomenkielinen käyttöohje sekä käyttöturvallisuustiedote.

2.5 Korjaustyön laadunvalvonta ja laadunvarmistus

Korjaustyön aikana rakennuttajan asettaman valvojan tulee tarkastaa rakennuksen alapohja- ja ulkoseinäkorjaustöiden osalta ainakin seuraavat työvaiheet:

- tilanne purkutöiden jälkeen (mahdolliset muut purkutyöt)
- perusmaan tarkastaminen ennen täyttökerroksien asentamista (orgaaninen eloperäinen aines poistettava, mikrobivaurioitunut pintamaa poistettava, pohjamaan kantavuus)
- kapilaarikatkona käytettävä kiviaines
- täyttöjen tiivistäminen
- alapohjan ja laatanvahvennuksien raudoitukset
- alapohjan ja perustuksien välisen liitoksen tiiveys (esimerkiksi merkkiaine kokeella)
- lämmöneristyskerrokset
- höyrynsulkujen asennus
- betonilattian laatu, märkätilojen kallistukset
- kaikki valmiit pintakerrokset
- vedeneristystyöt.

2.6 Työsuojelu

Rakennuksessa purkutöitä tehtäessä tulee käyttää vähintään P2 luokan hengityssuojainta, jos on olemassa mahdollisuus altistua mikrobeille tai muille terveydelle vaarallisille aineille. Korjaus- ja purkutyössä on noudatettava soveltuvin osin ohjekorttia *Ratu 82-0383, kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku*.

Vanhojen rakennusmateriaalien ongelmajätteselvitykset on tehtävä tarvittavassa laajuudessa ennen purkutöitä:

- Asbesti: on tutkittu. Kolme eri lattiamattoa/kiinnitysliimaa sisältävä asbestia
- Lyijy: ei ole tutkittu
- PCB: ei ole tutkittu
- PAH - yhdisteet: ei ole tutkittu
- Home ja mikrobikasvustot: Vaurioita laaja-alaisesti.

Kaikki rakennuksen purkutyöt suositellaan tehtävän kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutyöstä annettuja ohjeita noudattaen.

Asbestipitoisten rakennusosien purkutyössä on noudatettava Valtioneuvoston päätöksessä (1380/1994) asbestityöstä annettuja määräyksiä sekä käytettävä Työsuojeluhallituksen päätöksessä (231/1990) esitettyjä hyväksyttäviä asbestityön työmenetelmiä. Asbestipurkutyön työsuunnitelma on toimitettava vähintään seitsemän päivää ennen työn aloittamista työpaikkaa tarkastavalle työsuojeluviranomaiselle (Aluehallintovirasto).

2.7 Sähkö ja vesi

Ennen purkutyöhön ryhtymistä on varmistettava, että kaikki purkualueella olevat sähköjohdot, lämmityskaapelit ym. on tehty jännitteettömiksi. Myös vedet on suljettava kohteen pääsulusta.

Rakennukseen suositellaan asentamaan korjaustyön ajaksi vikavirtasuojalla varustettu työmaakeskus, jotta kaikki muut sähköt voidaan poistaa käytöstä.

3 ALAPOHJIEN KORJAUSTYÖT

3.1 Yleistä

Rakennuksen laajennusosalla on alapohjana maanvarainen betonilaatta ja alkuperäisellä osalla puurakenteinen sahanpurulla eristetty rossipohja. Rakennuksen molempien osien alapohjat puretaan kauttaaltaan. Lisäksi laajennusosalla olevat kantavien väliseinien anturat puretaan.

3.2 Purkutyöt

Molempien lattioiden purkutyöt tulee suorittaa kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutyöstä annettuja ohjeita noudattaen.

Laajennusosan betonilaatan purkutyöt voidaan suorittaa sopivaa piikkauskonetta käyttäen. Ainoastaan pesuhuoneen lattiaan on asennettu raudoitus, joten purkutyö on kohtuullisen helppo.

Rossipohjan purkutyössä voidaan käyttää esimerkiksi sähkötoimista ketjusahaa tai kovapalaterällä varustettua käsisirkkeliä. Sahanpurujen poistoon on syytä käyttää imuautoa tai muuta suurtehoimuria.

Purkutyön jälkeen alapohjista on puhdistettava kaikki puretut rakennusmateriaalit. Alapohjien purkutyön ja pohjan puhdistuksen jälkeen tulee rakennustöiden valvojan tarkastaa purettu alue ja määrittää mahdolliset lisätyöt.

3.3 Pohjarakenteet

Pohjamaan pinnalta tulee poistaa vähintään 100 mm mahdollisesti mikrobivaurioitunutta maa-ainesta. Myös kaikki orgaaninen aines tulee poistaa ennen uusien rakennekerrosten asennusta. Pohjamaan kaivussyvyys on varmistettava seuraavista piirustuksista: AP-1 ja perustusleikkaukset, jotta kaikki rakennekerrokset saadaan mahtumaan ja lattian korko pysyy suunnitelmissa esitetystä tasossa.

Perusmaa ei saa jäätyä rakennusvaiheessa. Rakennustyön valvojan on tarkistettava pohjamaan kantavuus ennen täyttökerrosten asennusta. Tarvittaessa on

konsultoitava pohjarakennussuunnittelijaa, joka määrittelee lisätutkimusten tarpeen.

3.4 Täyttömateriaalit

Täyttömateriaalin alle tulee asentaa suodatinkangas, jos perusmaa on savea, silttiä tai moreenia. Täyttömateriaalina käytetään routimatonta, seka- ja karkearakeista louhetta tai mursketta. Alustäyttöjen tulee täyttää RIL 132:n mukaiset laatuluokka 1:n tiiveys- ja kantavuusarvot. Kaikki tehtävät täytöt mukaan lukien kapilaarikerros tulee tiivistää kerroksittain enintään 300 mm kerroksissa.

Kapilaarikerroksen paksuus täytön yläpinnassa tulee olla noin 300 mm, riippuen käytetystä materiaalista. Käytettäessä esimerkiksi Ruduksen KaS VS 5–16 mm vesiseulottua kapilaarikatkosepeliä 200 mm kerrosvahvuus on riittävä. Käytettäessä normaalia Ruduksen KaS 5–16 mm kapilaarikatkosepeliä on kerrosvahvuuden oltava 300 mm. Sepelin pinta tulee tasata +/- 10 mm tasaisuuteen.

3.5 Eristykset

Alapohjan eristemateriaalina voidaan käyttää EPS-100 lattiaeristeitä suunnitelman AP-1 mukaisissa vahvuuksissa. Kantavien väliseinien kohdalle tulevien laatanvahvennuksien alla tulee käyttää Finnfoam f 300-luokan eristeitä. Eristeet tulee latoa siten, että päällekkäin tulevien levyjen saumat tulevat eri kohtiin. Eristeiden asennuksen yhteydessä pitää huomioida, että kaikki läpiviennit tulee tiivistettyä ja perustusleikkauksien mukaiset sokkelikaistat ja höyrösulut tulevat reuna-alueilla eristeiden väliin.

3.6 Teräsbetoninen alapohja

3.6.1 Yleistä

Kohteeseen valetaan piirustuksen AP-1 mukainen 100 mm vahvuinen teräsbetonilaatta. Tehtäessä lattiaa kylmillä (alle +5 astetta) ilmoilla tulee huolehtia tarvittavista lisälämmittimistä. Puhaltimilla lämmitettäessä kuumaa ilmaa ei saa puhaltaa suoraan betonin pintaan vaan tilaa on lämmitettävä tasaisesti. Valmis betonilattia on suojattava jäätymiseltä vähintään siihen saakka, kunnes se on saavuttanut 5 Mpa:n lujuuden. Suositeltavinta on pitää tiloja lämpimänä jatku-

vasti lattian valun jälkeen, ettei betoni pääse jäätymään eikä lujuudenkehitys- ja kuivuminen hidastu.

Märkätiloihin tehtävät kallistukset tulee olla vähintään 1:100 ja metrin etäisyydellä kaivosta vähintään 1:50.

Ennen lattioiden valua tulee huolellisesti tarkistaa, että kaikki lattian alle jäävät viemärit, sähköputket ym. ovat paikoillaan ja kaivot oikeissa koroissa. Lattia- lämmitysputket pitää myös koeponnistaa ennen lattioiden valua.

3.6.2 Raudoitus

Lattia raudoitetaan T8 #150 verkolla. Betonipeitteen miniminimellisarvo määräytyy rasitusluokista (By50 taulukko 2.17). Rasitusluokan XC1 betonipeitteen nimellisarvo tulee olla 20 mm. Raudoitusverkot tulee limittää yhden silmävälin (150 mm) verran. Raudoitus voidaan sijoittaa lattiaan keskeisesti, huomioiden betonipeitteen minimiarvot ja mahdollisesti raudoitukseen kiinni tulevien lattia- lämmitysputkien vaatima betonipeite. Raudoitusverkko tuetaan lämmöneristeiden päältä valukorokkeilla, joita asennetaan vähintään 4 kpl/m².

Kantavien väliseinien kohdalle tulevien laatanvahvennuksien raudoitukset erillisen suunnitelman mukaan.

3.6.3 Betoni

Betonin rasitusluokka XC1 on määritelty By51: mukaan. Rasitusluokan mukaan betonin minimilujuusluokka on C25/30 mikä on tässä kohteessa riittävä. Notkeusluokka S2 ja maksimi raekoko 16 mm. Pienempiä raekokoja tulee välttää pinnan halkeamariskin lisääntymisen takia.

Kylmillä ilmoilla voidaan käyttää lämmitettyä betonia tai betonia johon on käytetty rapid-sementtiä. Nopeasti pinnoitettavissa erikoisbetoneissa on lujuudenkehitys huomattavasti normaalia nopeampaa ja ne tuottavat enemmän lämpöä kuivuuksaan.

3.6.4 Betonin jälkihoito

Jälkihoito tulee aloittaa mahdollisimman pian pinnan hierron päätyttyä. Jälkihoitomenetelmänä voidaan käyttää joko lattian päälle levitettävää muovikalvoa tai lattian pinnalle ruiskutettavaa jälkihoitoainetta. Käytettäessä ruiskutettavaa jälkihoitoainetta tulee aineen levitys ja mahdollinen poistaminen suorittaa valmistajan ohjeiden mukaan. Jälkihoitoa on jatkettava vähintään kaksi viikkoa. Lämpötila lattian pinnassa on oltava vähintään +10 °C koko jälkihoitoajan. Talvella valettaessa lattian yläpinta voidaan suojata lämmöneristeellä lujuuden kehityksen varmistamiseksi sekä pinnan ja laatan sisäosan lämpötilaeron pienentämiseksi. Ennen lattian pinnoittamista tulee betonin pinnassa oleva sementtiliima hioa pois. Lisäksi ennen lattian pinnoittamista tulee betonin suhteellinen kosteus varmistaa, ettei se ylitä materiaalivalmistajien antamia ohjearvoja.

4 PERUSTUKSIEN KORJAUSTYÖT

4.1 Yleistä

Perustuksien korjaustyö sisältää ns. kengittämisen jossa perustuksia korotetaan yhden kevytsoraharkon (200 mm) verran. Lisäksi korjaustyö sisältää perustuksen tasoitustyöt ja lämmöneristeiden asentamisen.

4.2 Kengittäminen

4.2.1 Purkutyöt

Rakennuksen ulkoseinää tulee purkaa sen verran, että mahdollaan suorittamaan harkon muuraus ja uuden alasidepuun asentaminen. Noin 1 m:n kaistan purkaminen seinän alaosaan riittää korjaustyön suorittamiseen. Purkutyössä puretaan ulkovuori, mahdolliset koolaukset ja lämmöneristeet niin, että runko on paljaallaan näkyvässä. Seinärunko katkaistaan sopivalta korkeudelta, ottaen huomioon mahdolliset rungon alaosan vauriot ja riittävä työskentelytila harkon muuraukseen. Jos rungon alaosissa on kosteuden aiheuttamia vaurioita, tulee katkaisukohta ulottaa vähintään 0,2 m vaurion rajapinnasta terveeseen puuhun.

Rungon katkaisu tehdään noin 1-1,5 m matkalle kerrallaan. Rungon tuennasta tulee huolehtia väliaikaisien tukien avulla siihen saakka, kunnes sokkeli on korotettu ja alasidepuu on paikoillaan sekä runkotolpat jatkettu oikeaan mittaan.

4.2.2 Sokkelin kengittäminen

Vanhan sokkelin päälle muurataan 150*200*600 umpiharkosta korotus perustusleikkauksien mukaan. Muuraukseen voidaan käyttää M100/500 harkkomuurauslaastia. Laastin valmistaminen tulee suorittaa valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Muurattaessa alle +5 °C ilmassa pitää muuraukseen käyttää talvi-laadun M100/500 harkkomuurauslaastia.

Vanhoihin perustuksiin tulee muurauksen edetessä kiinnittää M10 kierretangot perustusleikkauksissa esitetyn mukaan. Kierretanko pitää asentaa vähintään joka toisen harkon pystysaumaan (K1200).

Laajennusosan vanhaan harkkoperustukseen kierretanko voidaan kiinnittää valamalla se harkoissa oleviin reikiin perustusleikkauksen mukaan. Kierretangon kiinnityslaastina voidaan käyttää esimerkiksi Fescon 1000/3 juotosbetonia tai MasterFlow 928 juotosmassaa. Sekoitukset tehtävä valmistajan ohjeiden mukaan.

Alkuperäisellä osalla kierretangot pitää kiinnittää vanhaan betonisokkeliin sisäkierteisillä lyöntiankkureilla perustusleikkauksen mukaan. Kierretangon kiinnityksessä voidaan käyttää esimerkiksi KALM:N SAK 10M Eta-hyväksyttyä lyöntiankkuria.

4.2.3 Radonkermi ja alasidepuu.

Sokkelin muuratun korotuksen ja alasidepuun väliin tulee asentaa radonkermi perustusleikkauksien mukaan. Keminä voi käyttää esimerkiksi katepal radonkermiä. Tuotteen asennuksessa on noudatettava valmistajan ohjeita. Limitykset vähintään 100 mm. Sokkelin nurkkiin on saatavissa erikseen nurkkapaloja, jotka helpottavat rakenteen saamista tiiviiksi. Radonkermin ja alasidepuun välissä voidaan tarvittaessa käyttää lisäksi solumuovista sokkelikaistaa.

Alasidepuun kiinnitystä varten tulee kierretankojen paikat mitata tarkasti ja siirtää mitat alasidepuuhun, jotta kierretankojen vaatimat reiät tulevat oikeisiin paikkoihin. Alasidepuu kiristetään käyttäen tarpeeksi isoja aluslevyjä muttereiden alla. Jokainen alasidepuu tulee kiinnittää minimissään k1200 jaolla ja jokaiseen kappaleeseen vähintään 2 kpl:ta kiinnikkeitä. Alasidepuun kiinnityksen jälkeen runkotolpat jatketaan oikeaan mittaan ja kiinnitetään alasidepuuhun. Tolppien jatkoskohdissa tulee käyttää 22*100 mm lautalosseja molemmin puolin runkoa.

4.3 Sokkelin lämmöneriste

Sokkelin lämmöneriste asennetaan perustusleikkauksen mukaan. Sokkelin lämmöneristeinä tulee käyttää salaojittavia lämmöneristeitä, esimerkiksi Fuktisol, Finnfoam CW-300 tai Isodrän. Eristelevyjen kiinnityksessä tulee noudattaa valmistajan ohjeita. Maanpäällisiltä osilta eristelevyt voidaan pinnoittaa käyttämällä kivilevyä tai ne voidaan rapata.

5 ULKOSEINIEN KORJAUSTYÖT

5.1 Yleistä

Korjaustyöselostuksessa annetaan ohjeet kohteen ulkoseinien rakennekerroksien tekemiseen. Ulkovuoripaneelin maalaus sekä sisäseinien tasoitukset ja pinnoitukset eri suunnitelmien mukaan.

5.2 Purkutyöt

5.2.1 Alkuperäinen osa

Rakennuksen alkuperäiseltä osalta ulkoseinät puretaan ulkopuolelta vinolaudoitukseen saakka. Sisäpuolelta puretaan runko näkyviin ja sahanpurueristeet poistetaan rungon välistä.

Purkutyön jälkeen rungon ja vinolaudoituksen kunto tulee tarkistaa. Kaikki kosteusvaurioituneet ja lahot rakenteet tulee uusida. Pienet pintavauriot voidaan puhdistaa hiomalla tai höyläämällä.

5.2.2 laajennusosa

Laajennusosalla puretaan ulkopuolelta kaikki rakenteet vanhaan tuulensuojalevyyn saakka. Sisäpuolelta puretaan sisäverhouslevy ja vanha höyrynsulkumuovi. Purkutyön jälkeen rungon ja lämmöneristeiden kunto tulee tarkistaa. Kaikki kosteusvaurioituneet ja lahot rakenteet tulee uusida. Pienet pintavauriot voidaan puhdistaa hiomalla tai höyläämällä. Laajennusosalla tulee kriittisesti arvioida säilytetäänkö vanhat seinäeristeet vai uusitaanko kaikki.

5.3 Uudet seinärakenteet Alkuperäinen osa

Alkuperäiselle osalle rakennetaan uudet seinärakenteet piirustuksen US-2 mukaan. Kantavan rungon välit eristetään ruiskutettavalla Ekovillan SE-eristeellä. Ulkopintaan vinolaudoituksen päälle asennetaan Isover RKL-31 Facade 70 mm tuulensuojalevy. Tuulensuojalevyn kiinnityksessä ja saumojen teippauksessa tulee noudattaa valmistajan antamia ohjeita. Tuulensuojan päälle asennetaan tuuletuskoolaus ja ulkovuoripaneeli suunnitelmien mukaisesti.

Rungon sisäpintaan asennetaan 0,2 mm:n vahvuinen virallinen höyrynsulku-muovi. Kirkasta rakennusmuovia ei saa käyttää. Höyrynsulun päälle tulee vaakakoolaus 48*48 puusta 600 mm:n jaolla. Koolauksien väliin tulee 50 mm paksu pehmeä mineraalivillaeriste. Sisäverhouslevynä voidaan käyttää Gyproc Gn tai Ek 13 mm kipsilevyä. Sisäverhouslevy kiinnitetään jokaiseen koolaukseen 150 mm:n ruuvivälillä.

5.4 Uudet seinärakenteet laajennusosa

Laajennusosalle rakennetaan uudet seinärakenteet piirustuksen US-1 mukaan. Päädyttyessä vaihtamaan vanhat eristeet, suositellaan myös laajennusosalla käytettäväksi ruiskutettavaa Ekovillan SE eristettä, tasaisen lämmöneristyskerroksen saamiseksi.

Rungon sisäpintaan asennetaan suunnitelmien mukaan Gyproc Ek 13 mm kipsilevy jäykistämään runkoa. Levy kiinnitetään ruuvaamalla ja ruuvausväli levyn reuna-alueilla on 100 mm ja keskialueilla 150 mm. Kipsilevyn päälle asennetaan höyrynsulkumuovi. Höyrynsulun päälle tulee vaakakoolaus 48*48 puusta 600 mm:n jaolla. Koolauksien väliin tulee 50 mm:n vahvuinen pehmeä mineraalivillaeriste. Sisäverhouslevynä voidaan käyttää Gyproc Gn tai Ek 13 mm kipsilevyä. Sisäverhouslevy kiinnitetään jokaiseen koolaukseen 150 mm:n ruuvivälillä.

Ulkopintaan vanhan tuulensuojalevyn päälle asennetaan Isover RKL-31 Facade 70 mm tuulensuojalevy. Tuulensuojalevyn kiinnityksessä ja saumojen teippauksessa tulee noudattaa valmistajan antamia ohjeita. Tuulensuojan päälle asennetaan tuuletuskoolaus ja ulkovuoripaneeli piirustuksen US-1 mukaan.

5.5 Höyrynsulun tiivistykset

Höyrynsulku on liitettävä tiiviisti ikkunoihin ja oviin sekä ala-, väli- ja yläpohjiin. Höyrynsulun jatkuvuus on varmistettava välipohjan ja yläkerran seinärakenteiden osalla. Kaikki höyrynsulun liitokset, läpiviennit ja jatkokset tulee tiivistää huolellisesti. Tiivistämiseen voidaan käyttää esimerkiksi tiivistysmassaa, polyuretaanivaahtoa tai teippiä. Käytettävillä tuotteilla on oltava riittävä tartunta- ja muodonmuutoskyky, pitkäaikaiskestävyys ja ilmanpitävyys. Höyrynsulun liitokset tulee mahdollisuuksien mukaan toteuttaa puristusliitoksilla kahden tiiviin

pinnan väliin. Puristusliitos toteutetaan limittämällä kalvojen reunat vähintään 150 mm ja tiivistämällä jatkoskohta kahden tiiviin pinnan väliin ruuvaamalla. Ruuvien väli saa olla enintään 300 mm. Lisäksi jatkoskohta on aina teipattava.

LIITTEET

Piirustukset ja U-arvo laskelmat

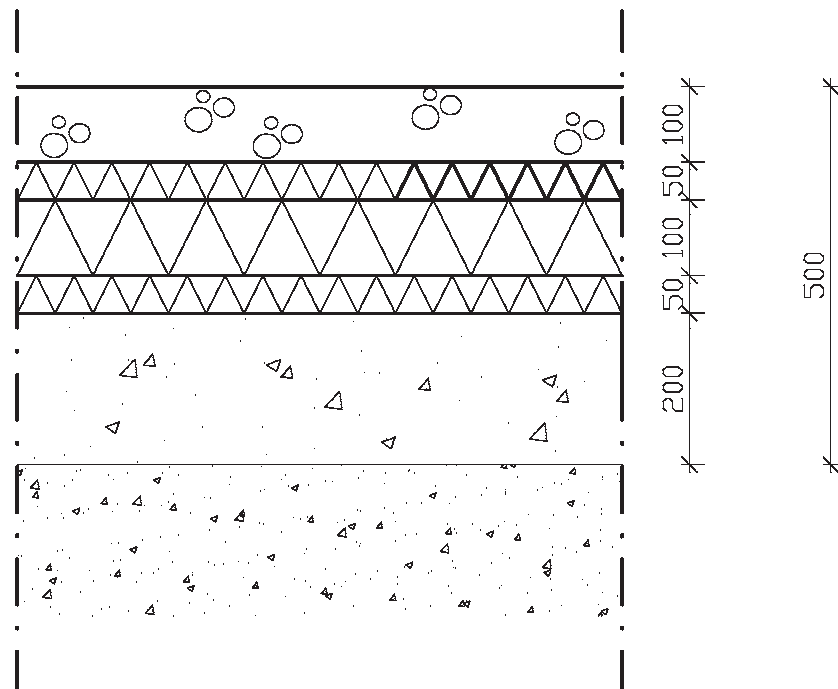
Kohde:

Tyyppi:
AP-1

Mittakaava:
1:10

Suunn.ala
RAK

Alapohja, uusi rakenne



Rakennekerrokset

- Ulkoverhouslauta min. vahvuus 23mm
- Tuuletusväli 25mm
- RKL-31 fasad 50mm, Lambda Declared 0.031 W/mK
- Vanha tuulensuojalevy 12mm
- Vaakakoolaus + villa 50mm
- Runko + villa 100mm
- Kipsilevy 13mm rungon jäykistykseksi
- Vaakakoolaus 48*48 + villa
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Tuuletusväli 25mm
- Muuraus esim. hb priima 68mm
- Vedeneriste + laatoitus

Ominaisuudet

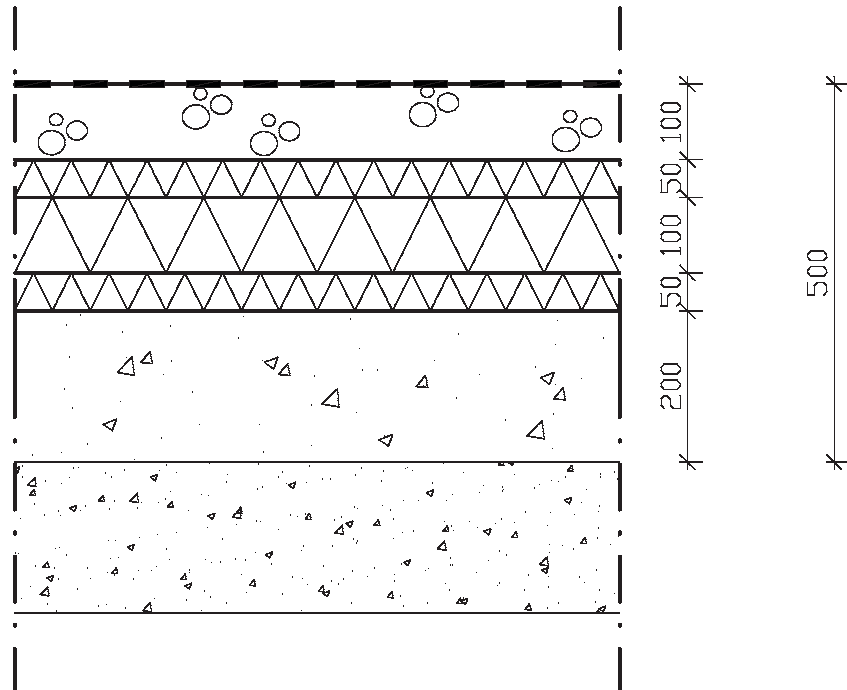
Kohde:

Tyyppi:
AP-2

Mittakaava:
1:10

Suunn.ala
RAK

Alapohja PH JA Sauna, uusi rakenne



Rakennekerrokset

- Perusmaa
- Kapillaarikatko min.200mm
- EPS-Lattia 200mm
- Teräsbetonilaatta
- Vesieristys + Laatoitus

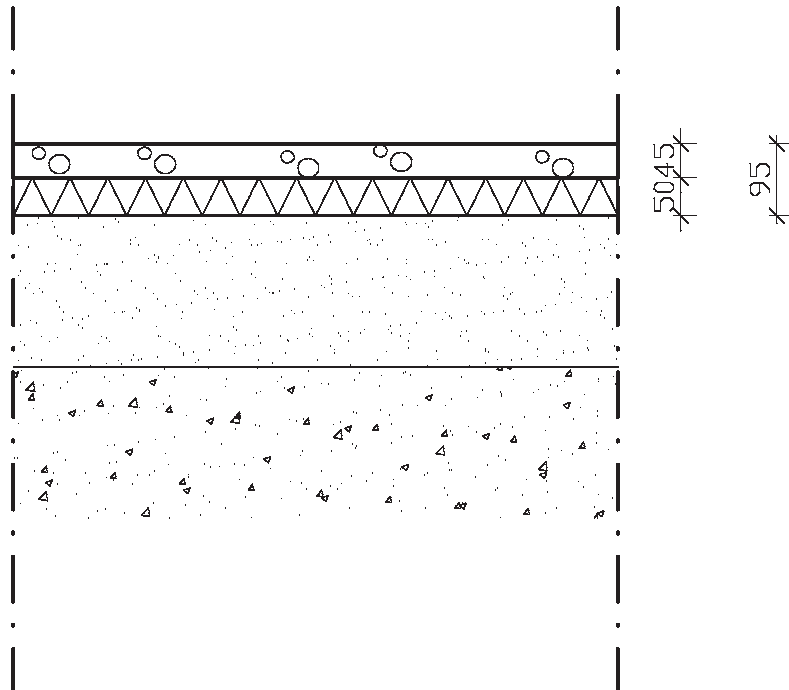
Kohde:

Tyyppi:
AP-3

Mittakaava:
1:10

Suunn.ala
RAK

Vanha alapohja, laajennusosa



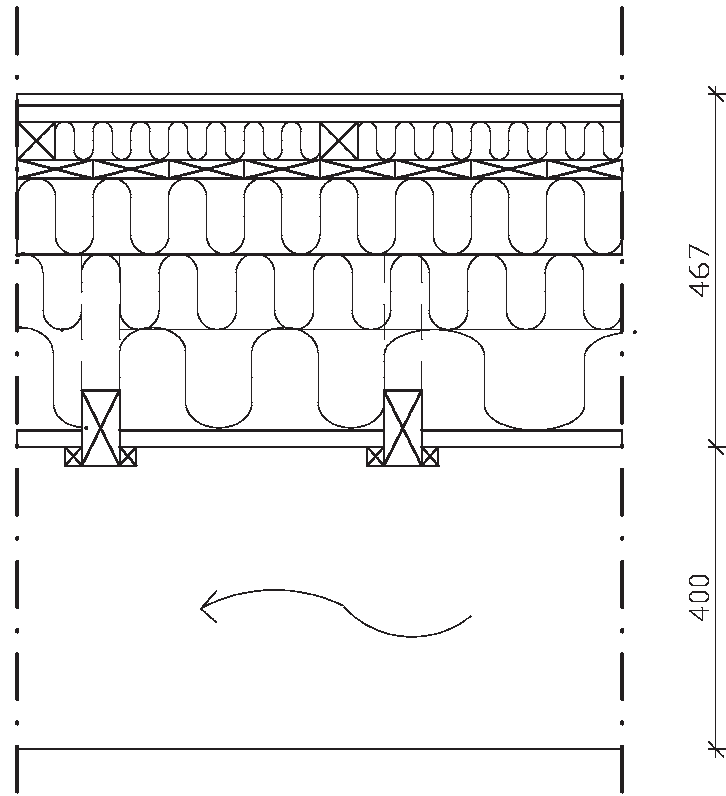
Kohde:

Tyyppi:
AP-4

Mittakaava:
1:10

Suunn.ala
RAK

Vanha alapohja, vanha osa



Kohde:
Petäjäkuja 3 Oulu

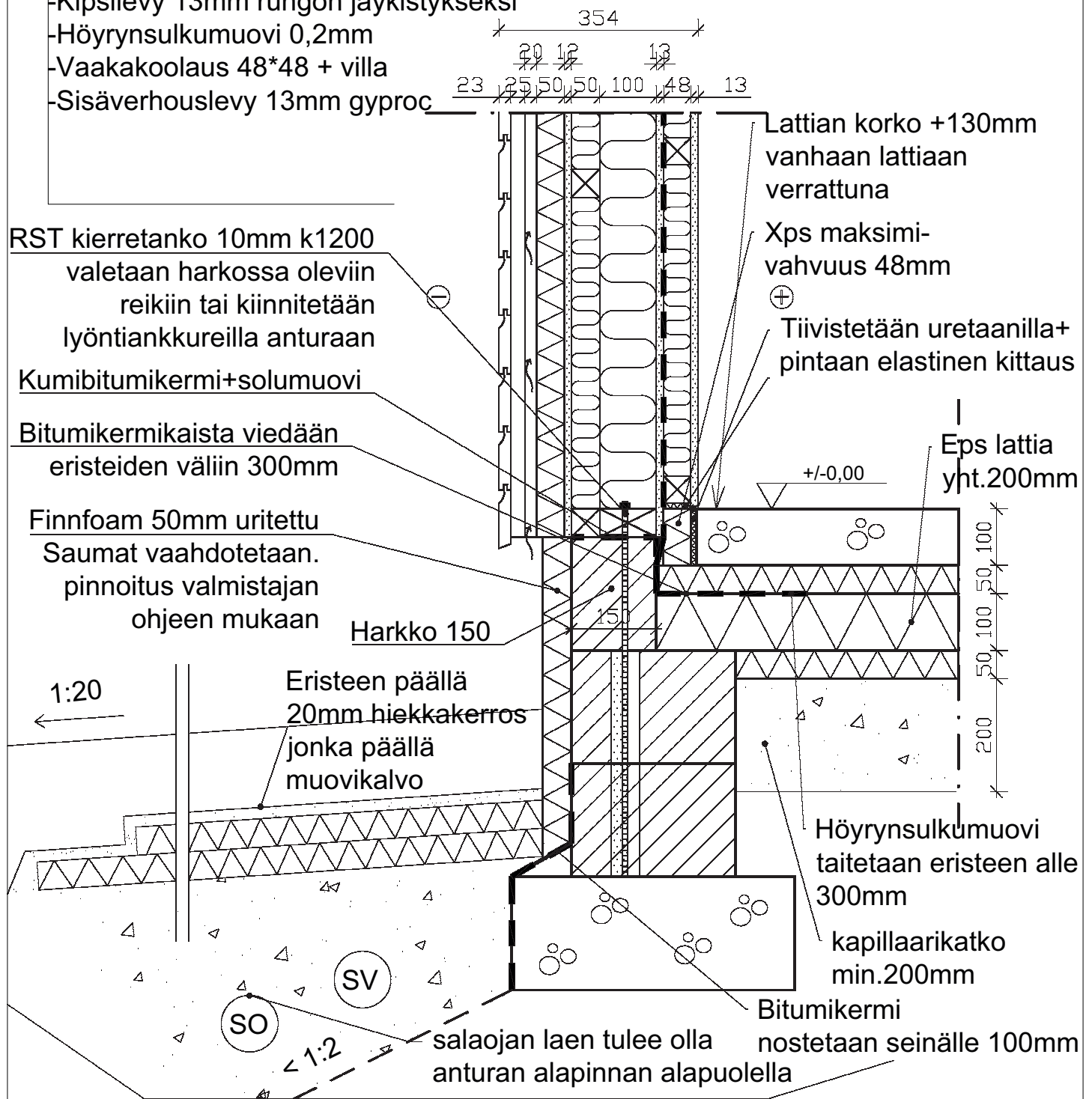
Tyyppi:
Perustusleikkaus

Mittakaava:
1:10

Suunn.ala
RAK

Perustusleikkaus asuinhuoneen kohdalta, Laajennusosa

- Ulkoverhouslauta min. 23mm
- Tuuletusväli 25mm + noin. 20mm (lisäkoolaus koillissivulla)
- RKL-fasad 50mm saumat teipattuna valmistajan ohjeen mukaan
- Vanha tuulensuojalevy 12mm
- Vaakakoolaus + villa 50mm
- Runko + villa 100mm
- Kipsilevy 13mm rungon jäykistykseksi
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Vaakakoolaus 48*48 + villa
- Sisäverhouslevy 13mm gyproc



Kohde:
Petäjäkuja 3 Oulu

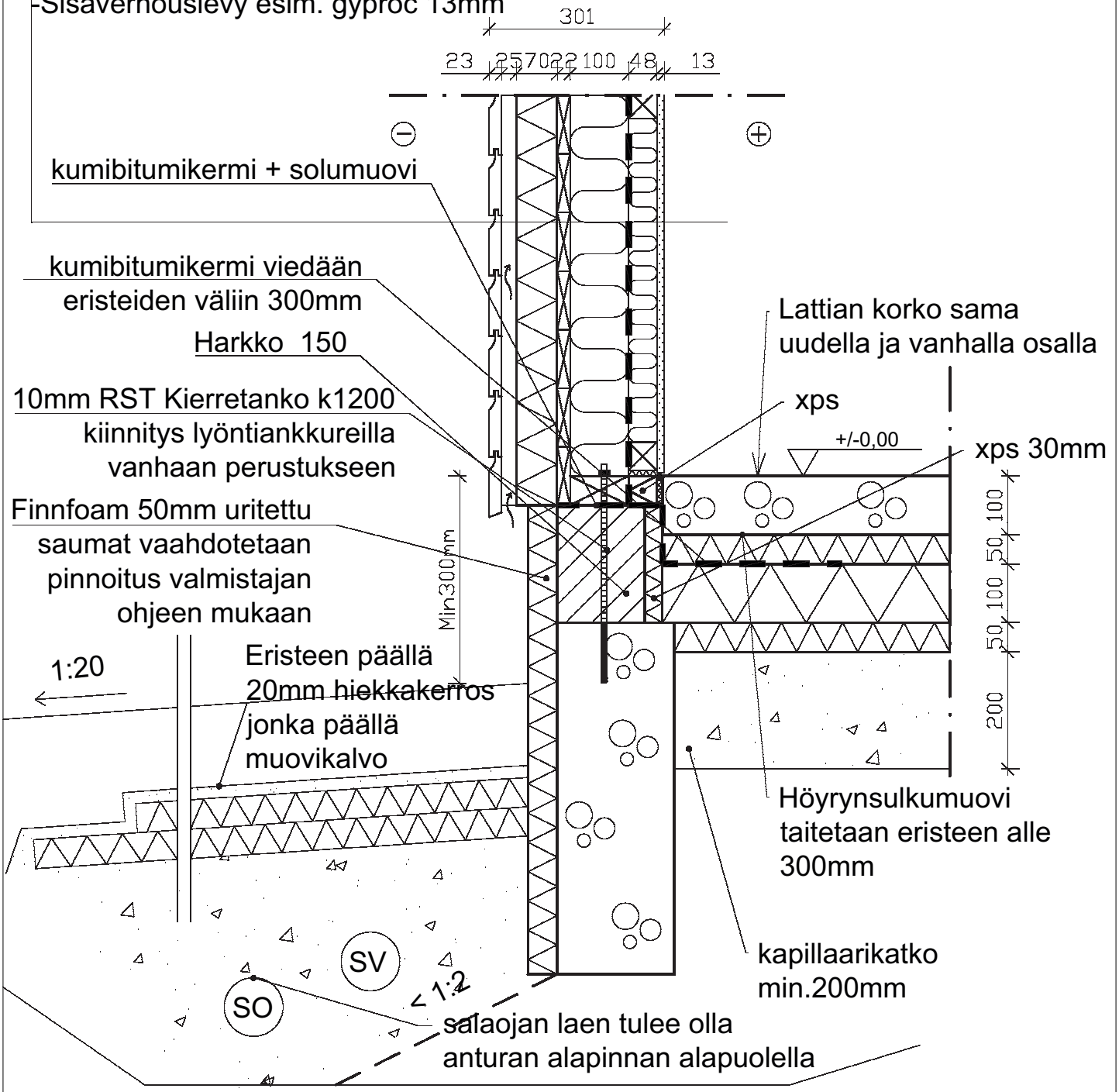
Tyyppi:
Perustusleikkaus

Mittakaava:
1:10

Suunn.ala
RAK

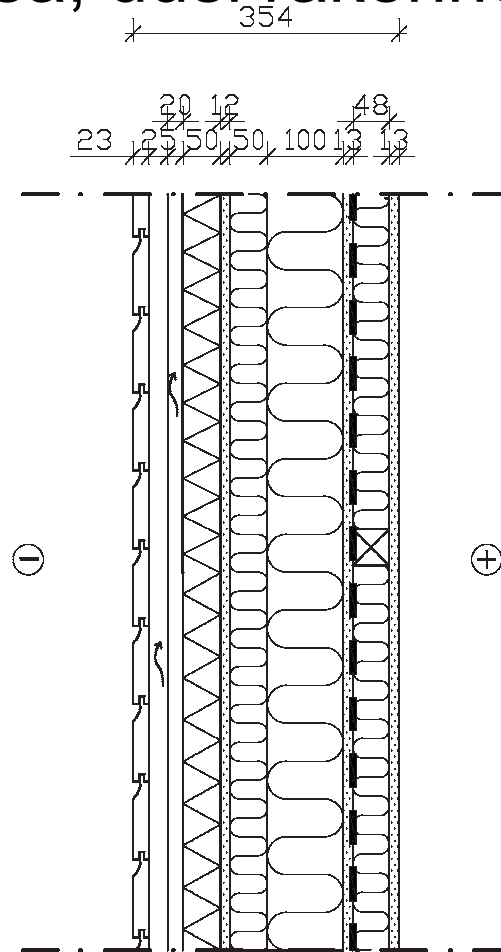
Perustusleikkaus asuinhuoneen kohdalta, Vanha osa

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



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

Ulkoseinä asuinhuoneen kohdalta, Laajennusosa, uusi rakenne

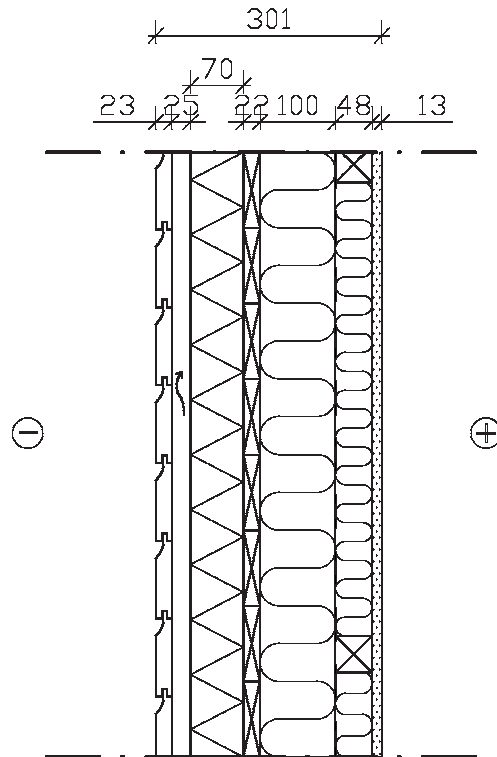


- Rakennekerrokset:
- Ulkoverhouslauta min. vahvuus 23mm
 - Tuuletusväli 25mm
 - RKL-31 fasad 50mm, Lambda Declared 0.031 W/mK
 - Vanha tuulensuojalevy 12mm, Lambda 0,055 W/mK
 - Vaakakoolaus + villa 50mm, Lambda 0.039 W/mK
 - Runko + villa 100mm Lambda 0.039 W/mK
 - Kipsilevy 13mm rungon jäykistykseksi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

- Ominaisuudet
- U-arvo 0,167 W/m²K

Kohde:	Tyyppi: US-2	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
--------	-----------------	---------------------	------------------

Ulkoseinä asuinhuoneen kohdalta, Vanha puoli, uusi rakenne



Rakennekerrokset

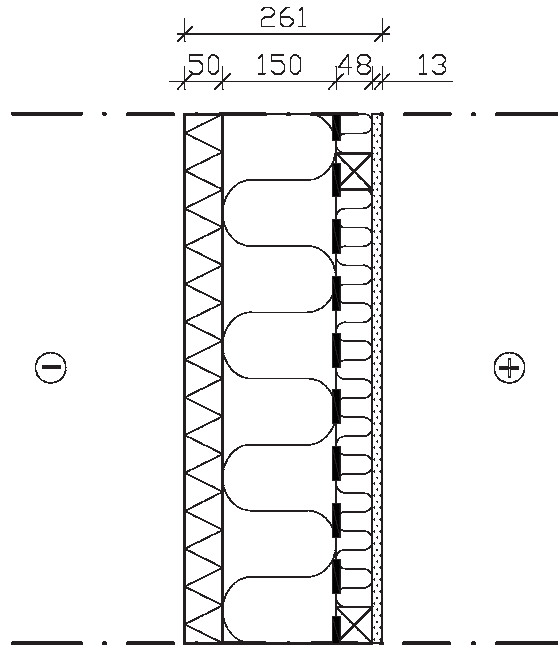
- Ulkoverhouslauta min. vahvuus 23mm
- Tuuletusväli 25mm
- RKL-31 fasad 70mm, Lambda Declared 0.031 W/mK
- Vinolaudoitus 22mm
- Runko + villa 100mm Lambda Declared 0.039 W/mK
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Vaakakoolaus 48*48 + villa 50mm Lambda 0,040W/mK
- Sisäverhouslevy 13mm gyproc

Ominaisuudet

U-arvo 0,17 W/m²K

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

Ulkoseinä, yläkerta vinttikomeroiden kohdalla, uusi rakenne



Rakennekerrokset

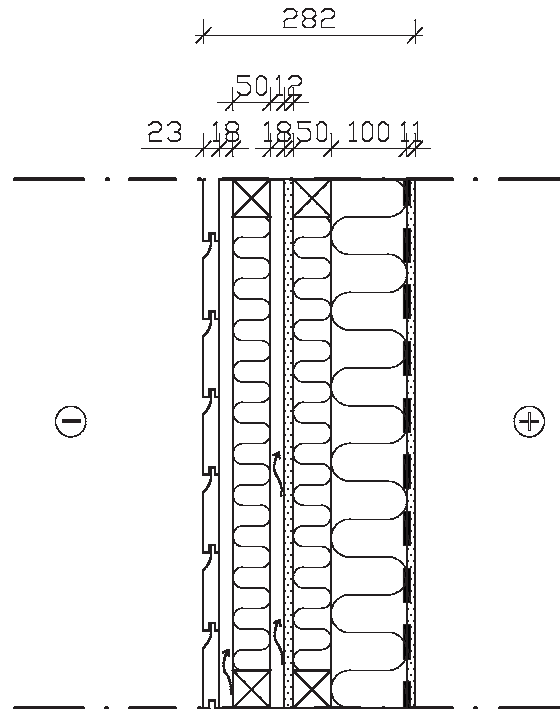
- Tuulensuojavilla RKL-31 FASAD 50mm Lambda 0,055 W/mK
- Runko + villa 150mm Lambda 0,039 W/mK
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Vaakakoolaus 48*48 + villa 50mm Lambda 0,040W/mK

Ominaisuudet

- U-arvo 0,1647W/m²K

Kohde:	Tyyppi: US-4	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
--------	-----------------	---------------------	------------------

Ulkoseinä laajennusosa, vanha rakenne

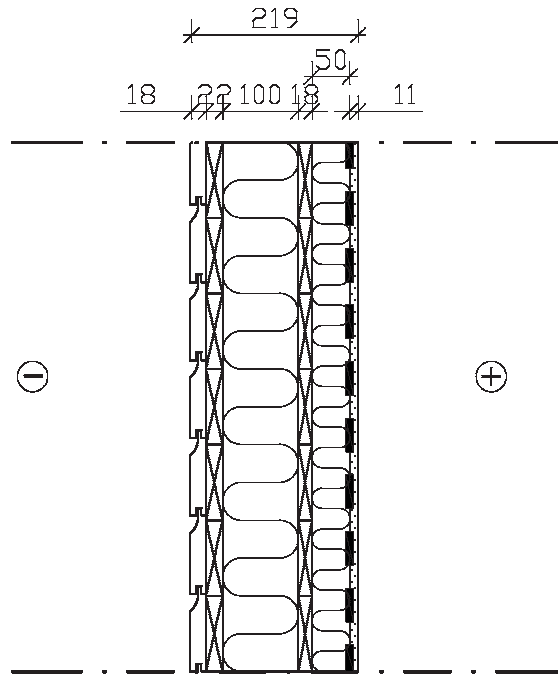


Rakennekerrokset	<ul style="list-style-type: none"> -Lastulevy 11mm Lambda 0,140 W/mK -Höyrynsulkumuovi 0,2mm -Runko + villa 100mm Lambda 0,055 W/mK -Vaakakoolaus 50*50 + villa Lambda 0,055 W/mK -Tuulensuojalevy 12mm Lambda 0,055 W/mK -Tuuletusväli 18mm -Vaakakoolaus 50*50 + villa -Tuuletusväli 18mm -Ulkovuori 18mm
------------------	--

Ominaisuudet	- U-arvo 0,33 W/m ² K
--------------	----------------------------------

Kohde:	Tyyppi: US-5	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
--------	-----------------	---------------------	------------------

Ulkoseinä vanha puoli, vanha rakenne



Rakennekerrokset

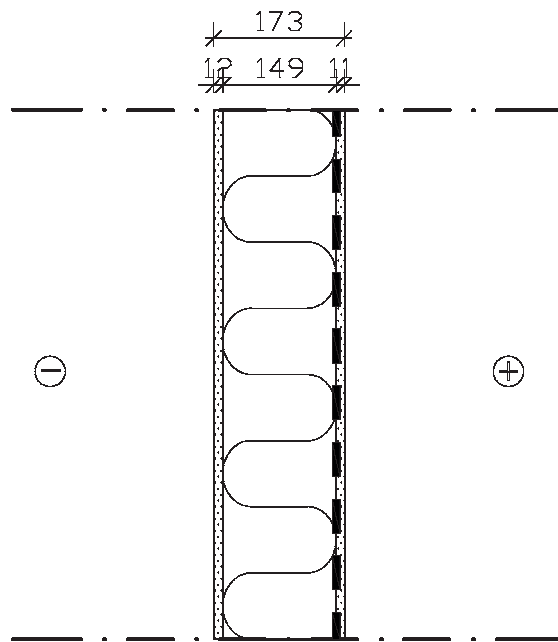
- Lastulevy 11mm Lambda 0,140 W/mK
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Vaakakoolaus 48*48 + villa Lambda 0,055 W/mK
- Laudoitus 18mm
- Runko + sahanpuru 100mm Lambda 0,120 W/mK
- Vinolaudoitus 22mm
- Ulkovuori 18mm

Ominaisuudet

- U-arvo 0,42 W/m²K

Kohde:	Tyyppi: US-6	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
--------	-----------------	---------------------	------------------

Ulkoseinä yläkerta, laajennusosa vinttikomeroita vasten vanha rakenne



Rakennekerrokset

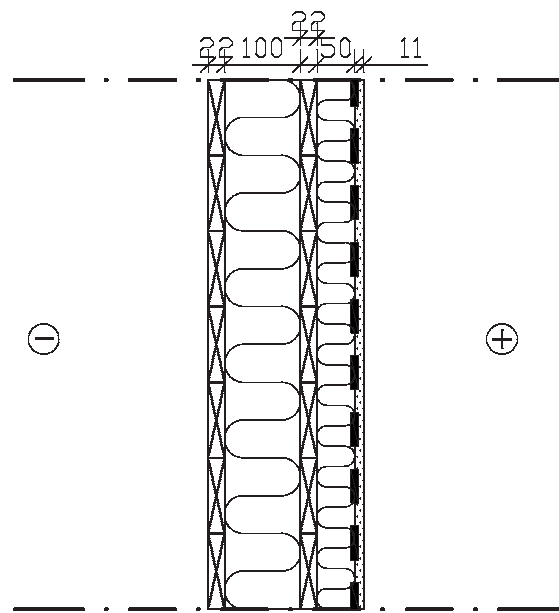
- Tuulensuojalevy 12mm Lambda 0,055 W/mK
- Runko + villa 150mm Lambda 0,055 W/mK
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Lastulevy 11mm Lambda 0,140W/mK

Ominaisuudet

- U-arvo 0,33W/m²K

Kohde:	Tyyppi: US-7	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
--------	-----------------	---------------------	------------------

Ulkoseinä, yläkerta vanha puoli vinttikomeroita vasten, vanha rakenne



Rakennekerrokset

- Lastulevy 11mm Lambda 0,140 W/mK
- Koolaus + villa 50mm Lambda 0,055 W/mK
- Laudoitus 22mm
- Runko + sahanpuru 100mm Lambda 0,120 W/mK
- Laudoitus 22mm

Ominaisuudet

- U-arvo 0,42 W/m²K

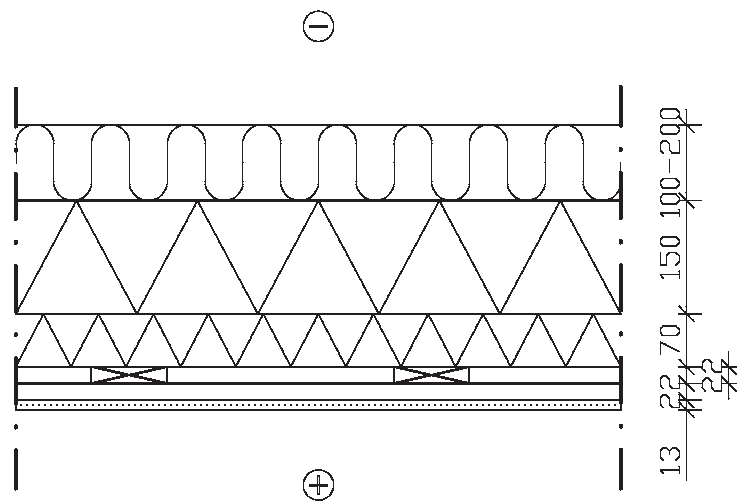
Kohde:
Petäjäkuja 3 Oulu

Tyyppi:
YP-1

Mittakaava:
1:10

Suunn.ala
RAK

Yläpohja, katon suoraosuus, uusi rakenne



Rakennekerrokset

- Sisäverhous esim. kipsilevy 13mm
- Koolaus 2*22*100 k400 ristiin
- SPU vintti-iita 70mm, ympäriontattu, saumat vaahdotetaan uretaanilla ja teipataan
- SPU AL-Runkolevy 150mm, vaahdotetaan kattokannattajien väliin.
- Puhallusvilla 100-200mm tuuletus huomioiden.

Ominaisuudet

- U-arvo 0,082-0.098 W/m²K

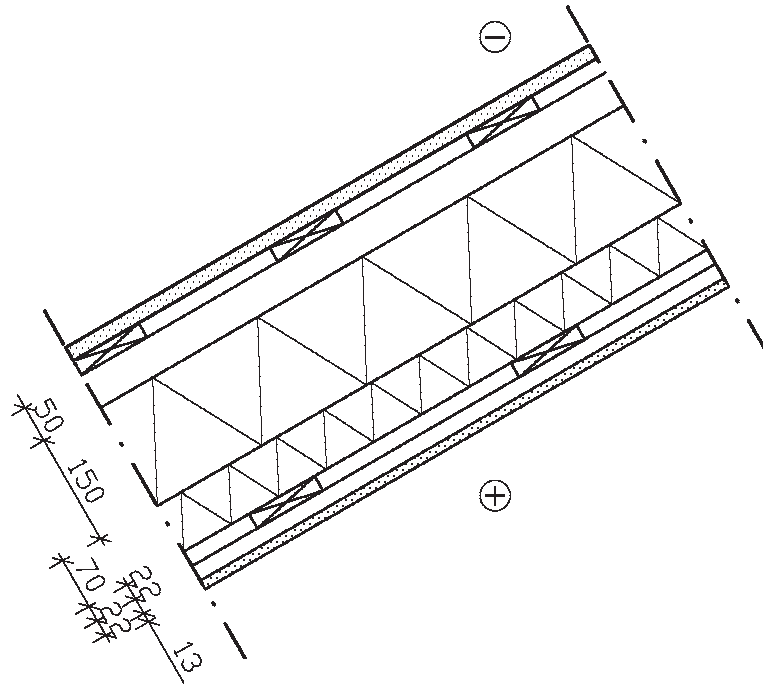
Kohde:
Petäjäkuja 3 Oulu

Tyyppi:
YP-2

Mittakaava:
1:10

Suunn.ala
RAK

Yläpohja, katon vino-osuus, uusi rakenne



Rakennekerrokset

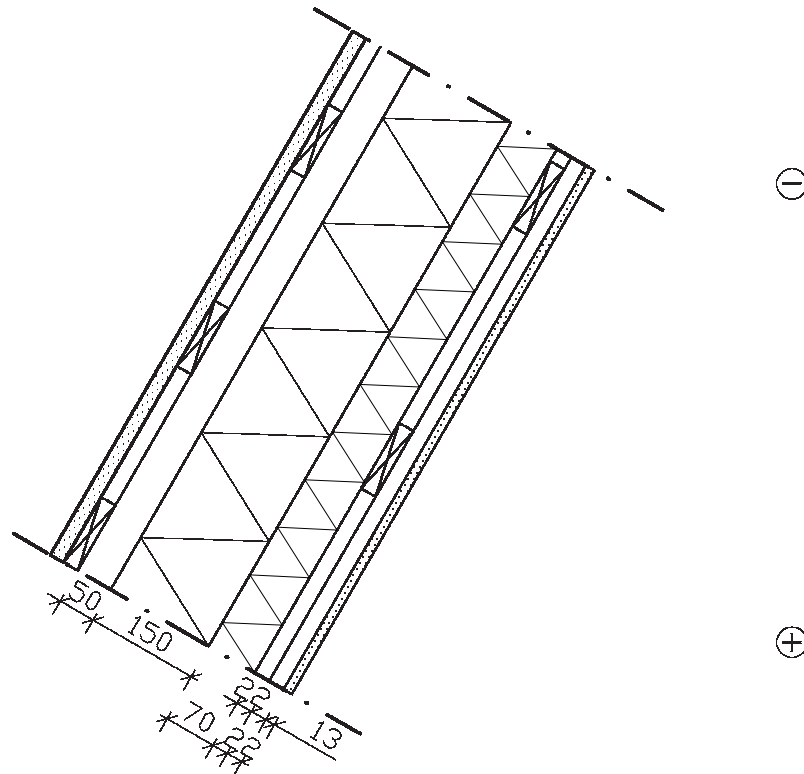
- Sisäverhous esim kipsilevy 13mm
- koolaus 2*22*100 K400 ristiin.
- SPU Vintti-iita 70mm ympäriontattu, saumat vaahdotetaan uretaanilla ja teipataan
- SPU AL runkolevy 150mm tiivistetään uretaanilla kattokannattajiin
- SPU eristeitä käytettäessä tuuletusväli min. 50mm
- Vesikate

Ominaisuudet

- U-arvo 0,11W/m²K

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

Yläpohja, porraskaukon kohdalla, uusi rakenne



Rakennekerrokset

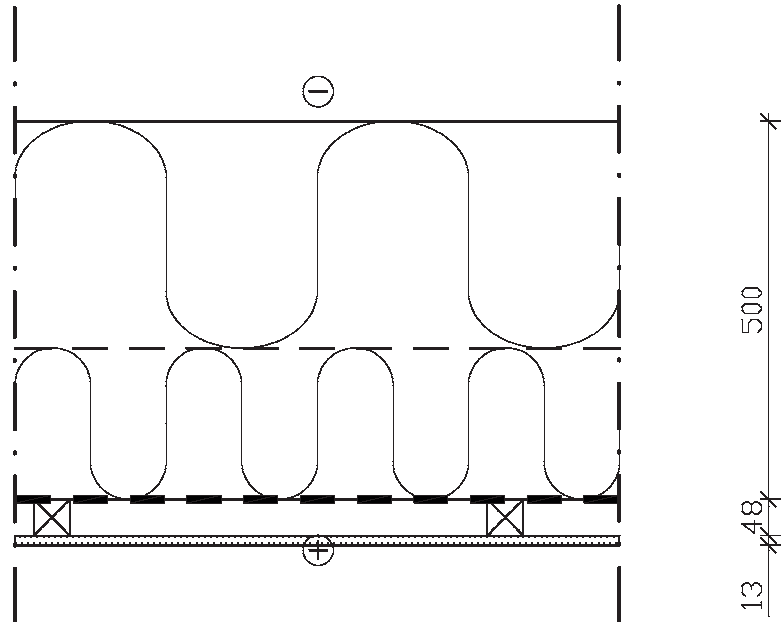
- Sisäverhous esim. kipsilevy 13mm
- Koolaus 2*22*100 K400 ristiin
- SPU Vintti-iita 70mm ympäriontattu, saumat vaahdotetaan uretaanilla ja teipataan
- SPU AL 150 Runkolevy tiivistetään uretaanilla kattokannattajiin
- SPU eristeitä käytettäessä tuuletusväli min. 50mm
- Vesikate

Ominaisuudet

- U-arvo 0,11W/m²K

Kohde:	Tyyppi: YP-4	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
--------	-----------------	---------------------	------------------

Yläpohja sivu-ullakoiden kohdalla uusi rakenne



Rakennekerrokset

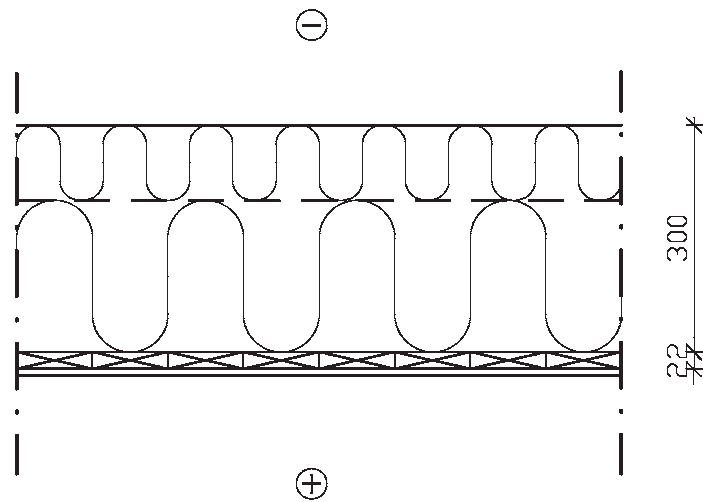
- Sisäverhous esim. 13mm gyproc
- Vaakakoolaus 48*48
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Kattokannattajat + puhallusvilla 500mm

Ominaisuudet

- U-arvo 0,0810 W/m²K

Kohde:	Tyyppi: YP-5	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
--------	-----------------	---------------------	------------------

Yläpohja vanhalla puolella, vanha rakenne



Rakennekerrokset

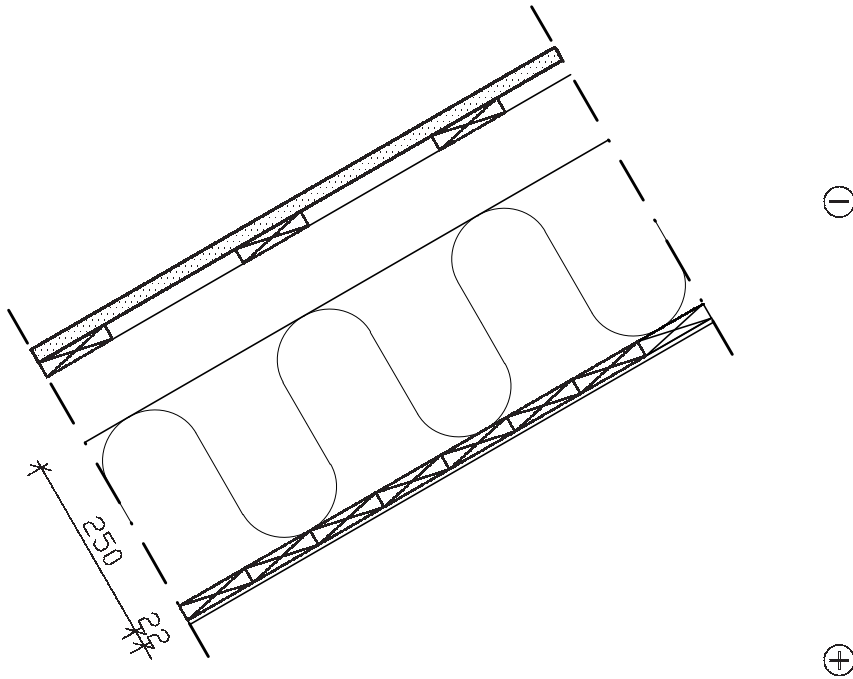
- Sisäverhouspahvi
- Laudoitus 22mm
- Sahanpurueriste noin.300mm
- Vesikate

Ominaisuudet

- U-arvo 0,35W/m²K

Kohde:	Tyyppi: YP-6	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
--------	-----------------	---------------------	------------------

Yläpohja, katon vino-osuus, vanha rakenne



Rakennekerrokset

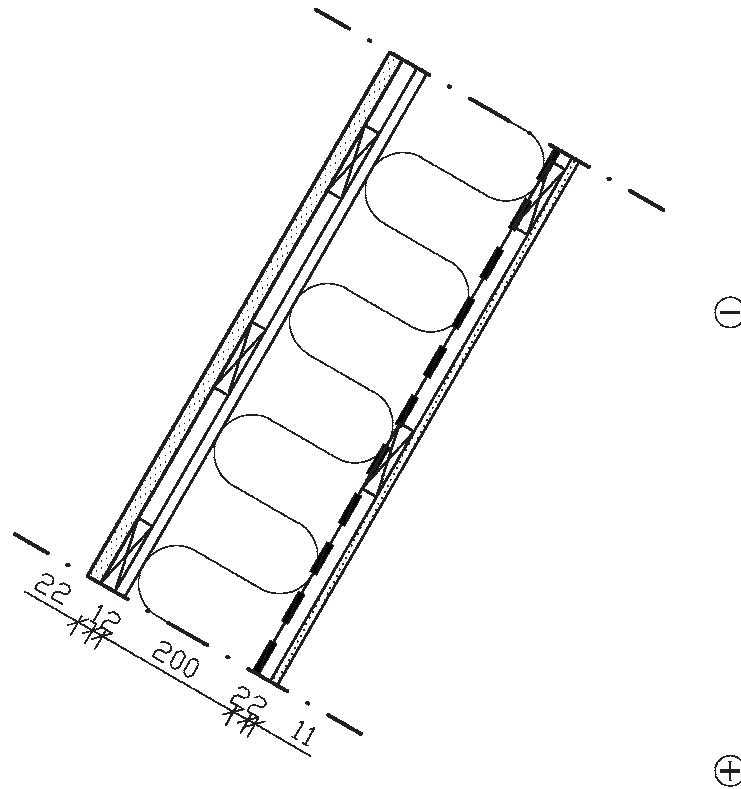
- Sisäverhouspahvi
- Laudoitus 22mm
- Kattokannattajat + sahanpuru noin.250mm
- Vesikatto

Ominaisuudet

- U-arvo 0,43W/m²K

Kohde:	Tyyppi: YP-7	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
--------	-----------------	---------------------	------------------

Yläpohja, porraskäytävän kohdalla, vanha- rakenne



Rakennekerrokset

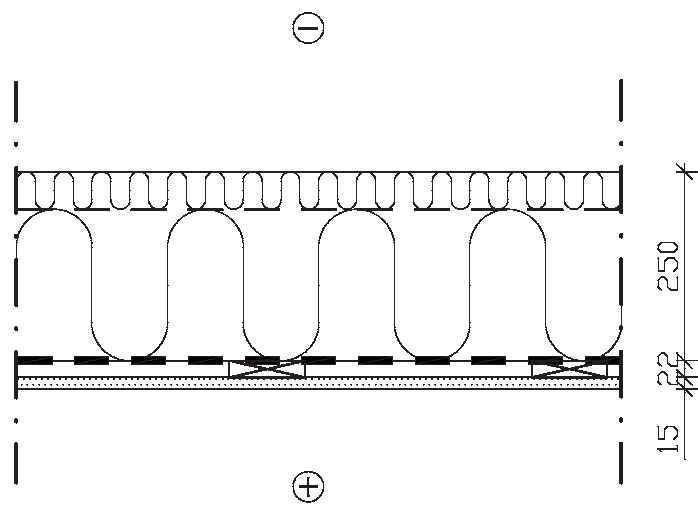
- Sisäverhouslevy
- Koolaus 22*100 K400
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Kattokannattajat + villa 200mm
- Tuulensuojalevy 12mm
- Vesikate

Ominaisuudet

- U-arvo 0,27W/m²K

Kohde:	Tyyppi: YP-8	Mittakaava: 1:10	Suunn.ala RAK
--------	-----------------	---------------------	------------------

Yläpohja laajennus osa suorat osuudet vanha rakenne



Rakennekerrokset

- Sisäverhouspaneli
- Koolaus 22*100 k400
- Höyrynsulkumuovi 0,2mm
- Kattokannattajat + villa 250mm

Ominaisuudet

- U-arvo 0,26W/m²K

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
YP-1 suora osuus, uusi rakenne +200mm puh.villa	X	1 / 2
	Päiväys	
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- Lämmöneriste ▼

Kerroksen paksuus [d]	70,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,023 W/mK
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

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

Kerroksen paksuus [d]	200,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,040 W/mK
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

- Ulkopuolen tuuletusrako ▼
- Ilmarakojen korjaustekijä ▼

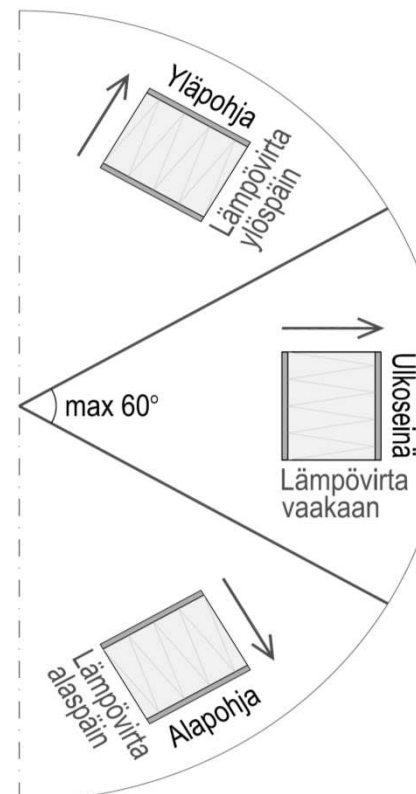
METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

- Muuraussiteiden tyyppi ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

- Koolauspuun leveys [b] ▼
- Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ]
- Pystykoolauksen k-jako [s]

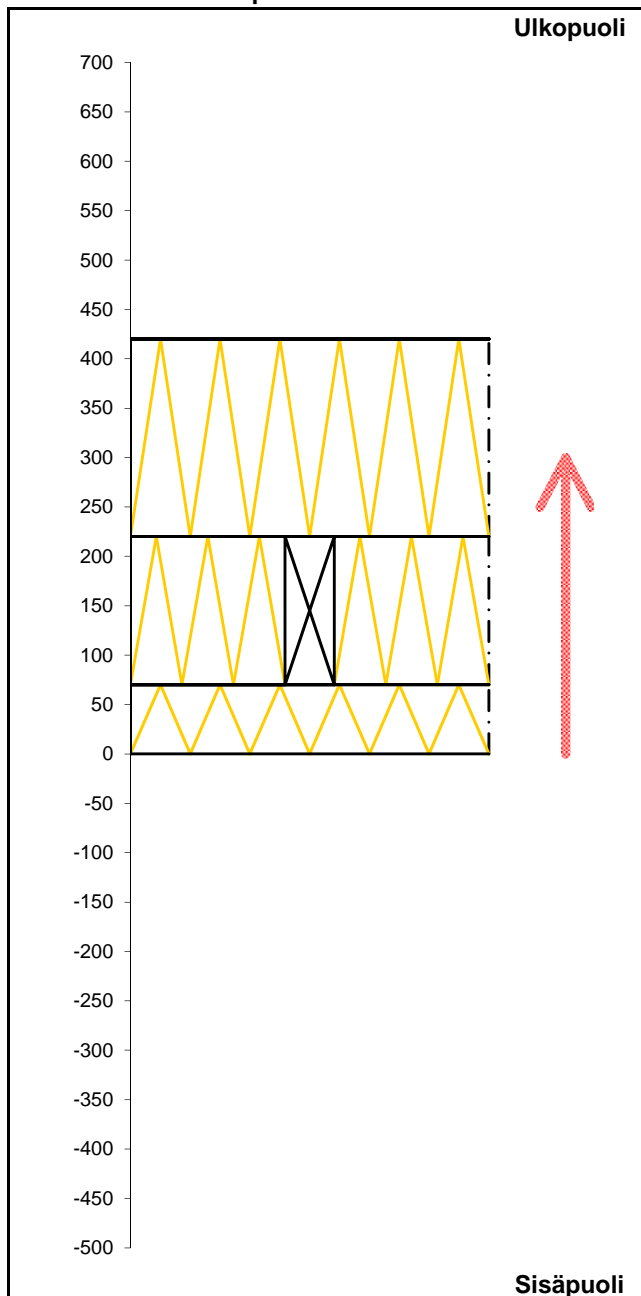
RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto YP-1 suora osuus, uusi rakenne +200mm puh.villa	Työn nro X		Sivu 2 / 2
	Päiväys X	Tekijä X	
Rakennuskohde X	Sisältö U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)		

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Lämmöneriste	70	0,023	3,0435		
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	150	0,023	5,3242	48	900
3 Lämmöneriste	200	0,040	5,0000		
Ulkopinta			0,0400		

Rakenteen kokonaispaksuus 420 mm



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

f_a	0,947	Eriste
f_b	0,053	Pystykoolaus
f_c	0,000	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	14,705	m ² K/W
R_b	9,433	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	14,280	m ² K/W
R''_T	13,508	m ² K/W
U	0,072	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,010	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

YLÄPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,0818 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
YP-1 -suora osuus, uusi rakenne +100mm puh.villa	X	1 / 2
	Päiväys	
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- Lämmöneriste ▼

Kerroksen paksuus [d]	70,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,023 W/mK
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

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

Kerroksen paksuus [d]	100,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,040 W/mK
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

- Ulkopuolen tuuletusrako ▼
- Ilmarakojen korjaustekijä ▼

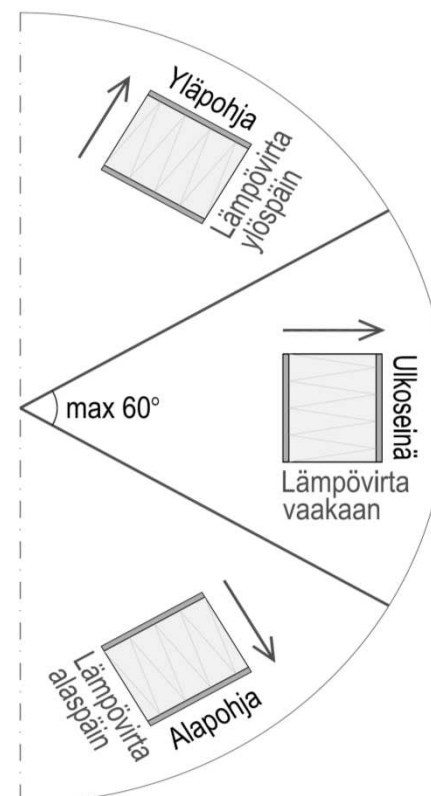
METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

- Muuraussiteiden tyyppi ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

- Koolauspuun leveys [b] ▼
- Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ]
- Pystykoolauksen k-jako [s]

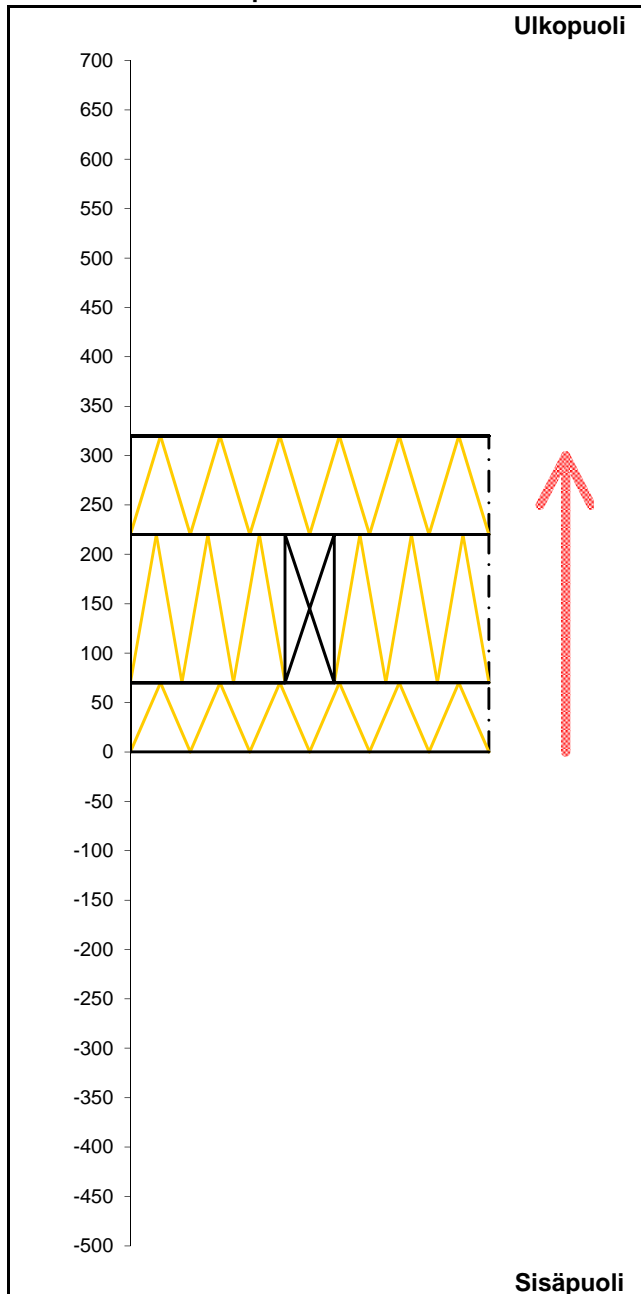
RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto YP-1 -suora osuus, uusi rakenne +100mm puh.villa	Työn nro X		Sivu 2 / 2
	Päiväys X	Tekijä X	
Rakennuskohde X	Sisältö U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)		

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Lämmöneriste	70	0,023	3,0435		
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	150	0,023	5,3242	48	900
3 Lämmöneriste	100	0,040	2,5000		
Ulkopinta			0,0400		

Rakenteen kokonaispaksuus 320 mm



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

f_a	0,947	Eriste
f_b	0,053	Pystykoolaus
f_c	0,000	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	12,205	m ² K/W
R_b	6,933	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	11,730	m ² K/W
R''_T	11,008	m ² K/W
U	0,088	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,010	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

YLÄPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,0977 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
YP-2 JA YP-3, vinot osat, uusi rakenne	X	1 / 2
	Päiväys	
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- Lämmöneriste ▼

Kerroksen paksuus [d]	70,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,023 W/mK
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

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

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

- Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼
- Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 0 ▼

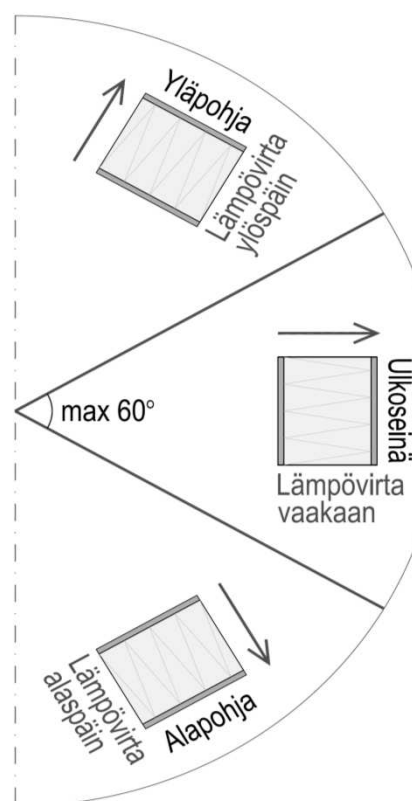
METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

- Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

- Koolaustuun leveys [b] 48 mm ▼
- Koolaustuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK
- Pystykoolauksen k-jako [s] 900 mm

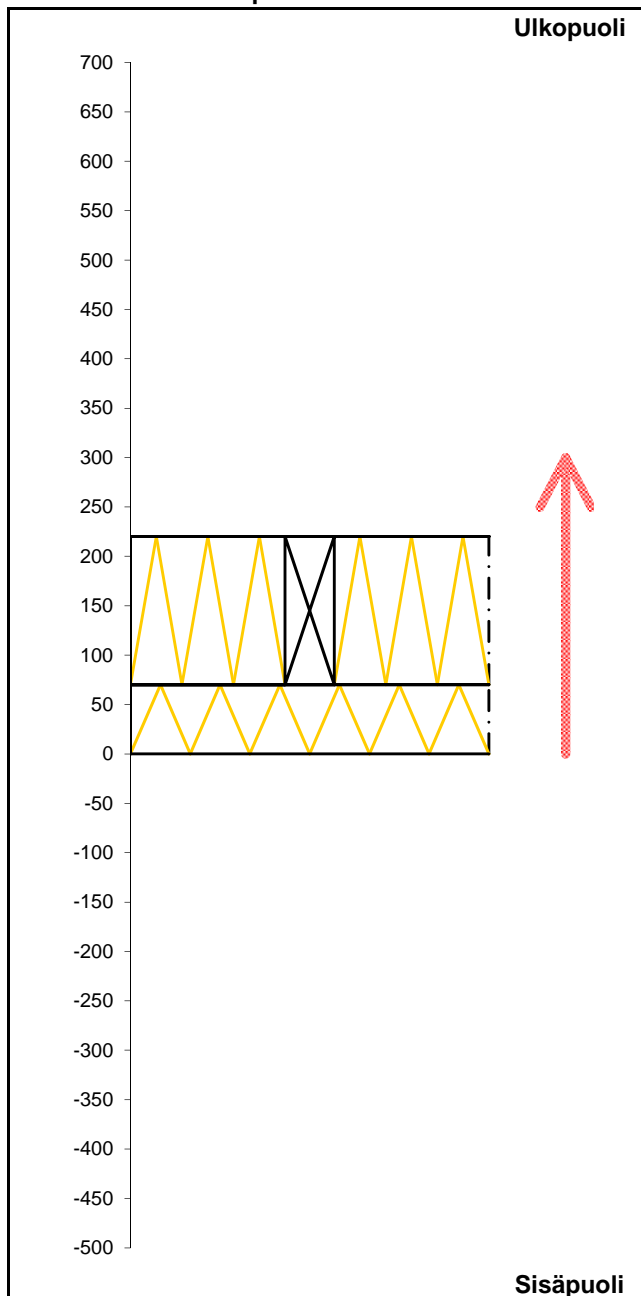
RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto YP-2 JA YP-3, vinot osat, uusi rakenne	Työn nro X		Sivu 2 / 2
	Päiväys X	Tekijä X	
Rakennuskohde	Sisältö 0 U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)		

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

Rakenteen kokonaispaksuus 220 mm



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

f_a	0,947	Eriste
f_b	0,053	Pystykoolaus
f_c	0,000	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

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

U-ARVO

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

YLÄPOHJAN U-ARVO

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

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
YP-4 ullakoiden kohdalla uusi	1	1 / 2
	Päiväys	
	9.11.2014	x
Rakennuskohde	Sisältö	
	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

1 Ilman- ja höyrynsulku ▼

2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d] 200,0 mm

Lämmönjohtavuus [λ] 0,040 W/mK

Koolaussuunta (p / v) v

3 Lämmöneriste ▼

Kerroksen paksuus [d] 300,0 mm

Lämmönjohtavuus [λ] 0,040 W/mK

4 Ei rakennekerrosta ▼

5 Ei rakennekerrosta ▼

6 Ei rakennekerrosta ▼

7 Ei rakennekerrosta ▼

8 Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 0 ▼

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

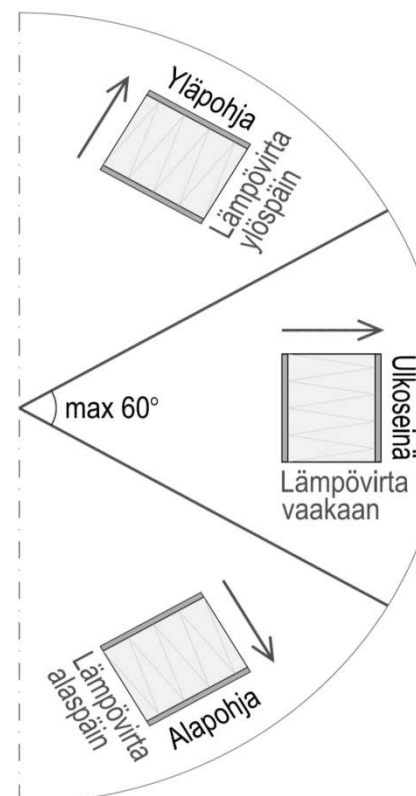
KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼

Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK

Vaakakoolauksen k-jako [s] 900 mm

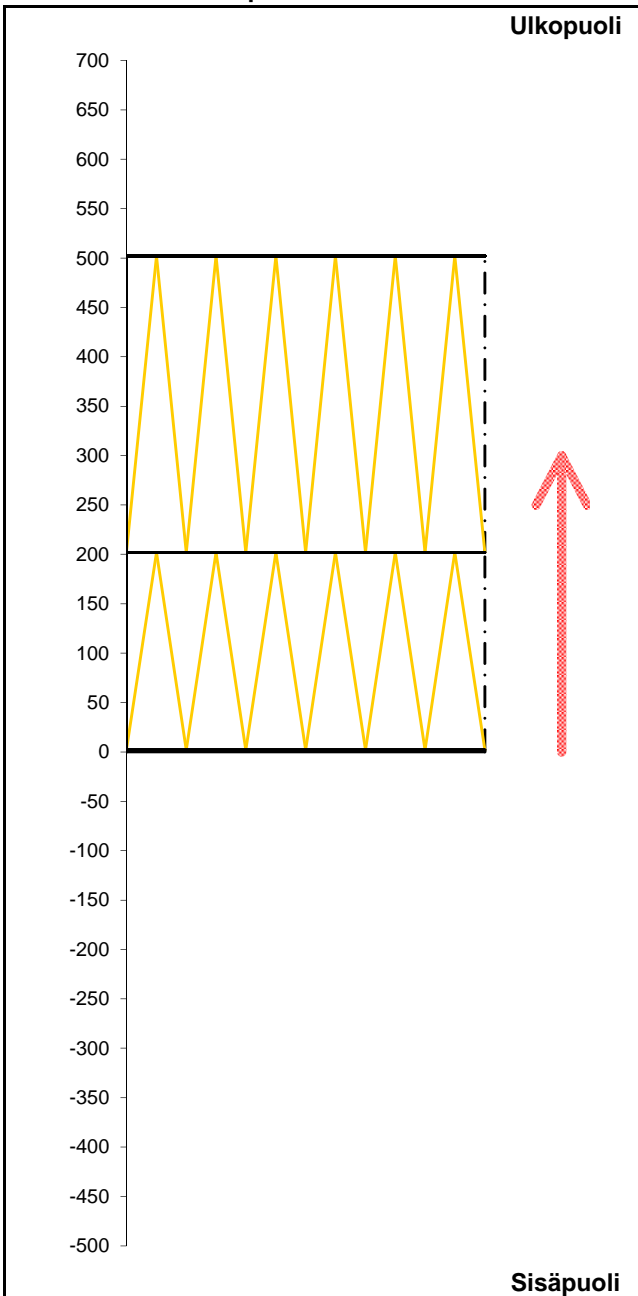
RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto YP-4 ullakoiden kohdalla uusi	Työn nro 1		Sivu 2 / 2
	Päiväys 41952	Tekijä X	
Rakennuskohde	Sisältö 0 U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)		

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	200	0,040	4,5181	48	900
3 Lämmöneriste	300	0,040	7,5000		
Ulkopinta			0,1000		

Rakenteen kokonaispaksuus 500 mm



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

f_a	0,947	Eriste
f_b	0,000	Pystykoolaus
f_c	0,053	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	12,701	m ² K/W
R_b	0,000	m ² K/W
R_c	9,367	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	12,464	m ² K/W
R''_T	12,219	m ² K/W
U	0,081	W/m ² K
$\Delta U''$	0,000	W/m ² K
ΔU_g	0,000	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

YLÄPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,0810 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
YP-5 keski osat vanha	X	1 / 2
	Päiväys	
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

1 Ilman- ja höyrynsulku ▼

2 Hirsi ▼

Kerroksen paksuus [d] 22,0 mm

Lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK

3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d] 300,0 mm

Lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK

Koolaussuunta (p / v) p

4 Ei rakennekerrosta ▼

5 Ei rakennekerrosta ▼

6 Ei rakennekerrosta ▼

7 Ei rakennekerrosta ▼

8 Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1 ▼

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

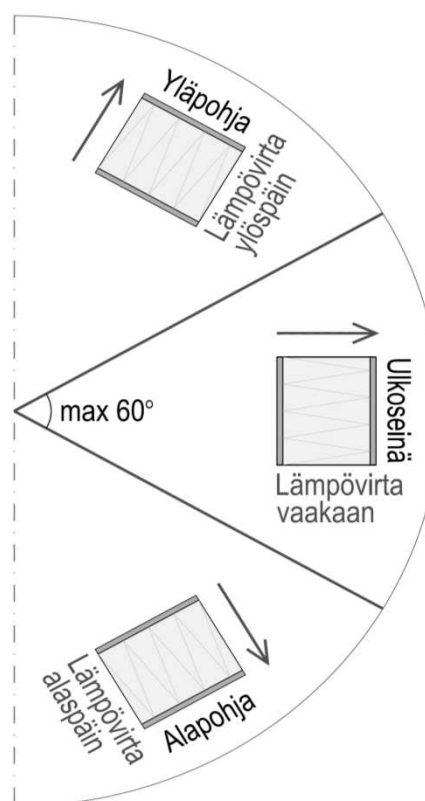
KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼

Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK

Pystykoolauksen k-jako [s] 900 mm

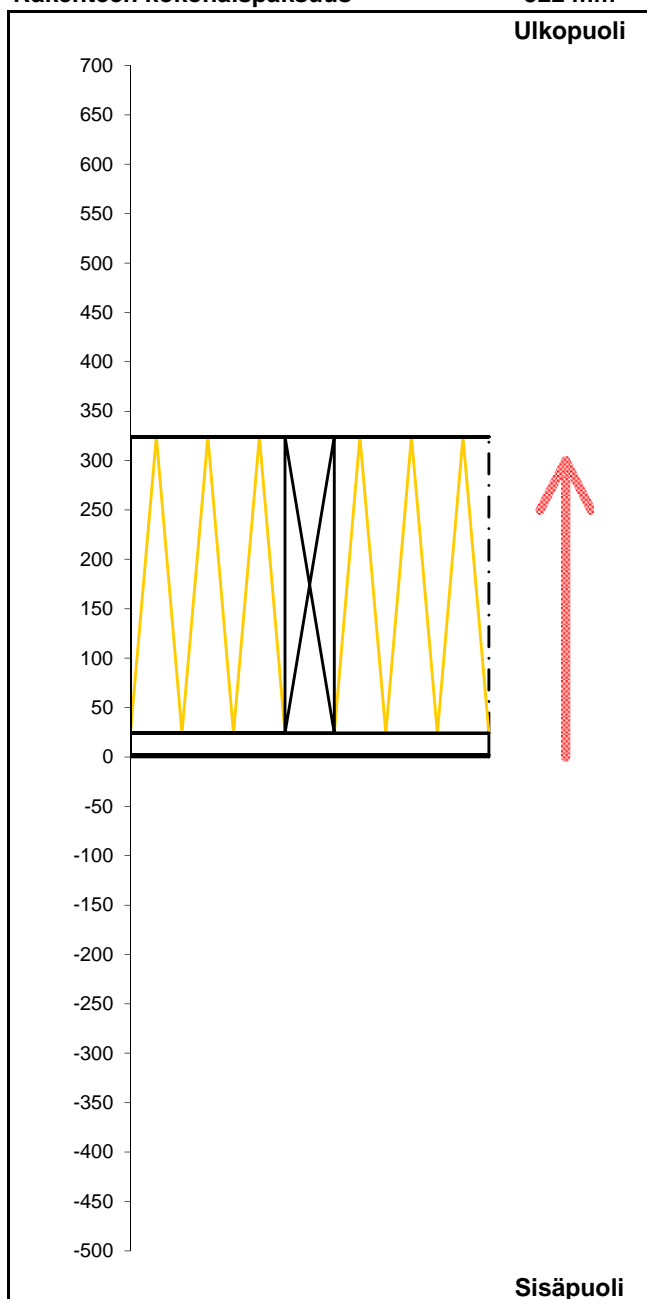
RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
YP-5 keski osat vanha	X	2 / 2
	Päiväys	
X	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
2 Hirsi	22	0,120	0,1833		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	300	0,120	2,5000	48	900
Ulkopinta			0,1000		

Rakenteen kokonaispaksuus 322 mm



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

f_a	0,947	Eriste
f_b	0,053	Pystykoolaus
f_c	0,000	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	2,884	m ² K/W
R_b	2,884	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	2,884	m ² K/W
R''_T	2,884	m ² K/W
U	0,347	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,000	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

Korjauksia ei tarvitse huomioida

YLÄPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,3467 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
YP-6 vinot osat, vanha	X	1 / 2
	Päiväys	
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- Hirsi ▼
Kerroksen paksuus [d] 22,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼
Kerroksen paksuus [d] 250,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK
Koolaussuunta (p / v) v
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 2 ▼

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

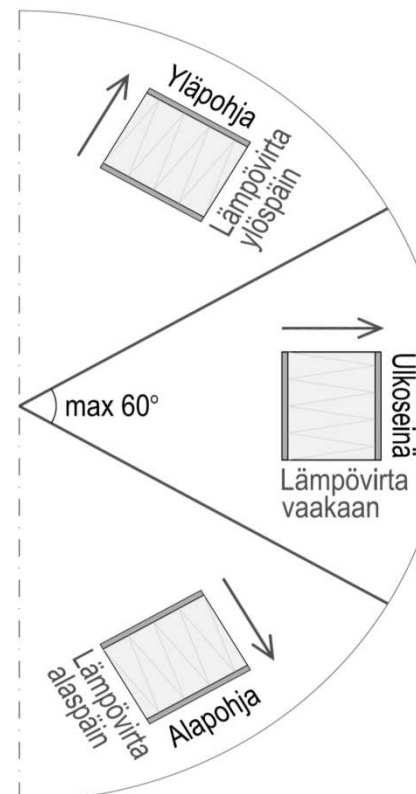
KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼

Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK

Vaakakoolauksen k-jako [s] 900 mm

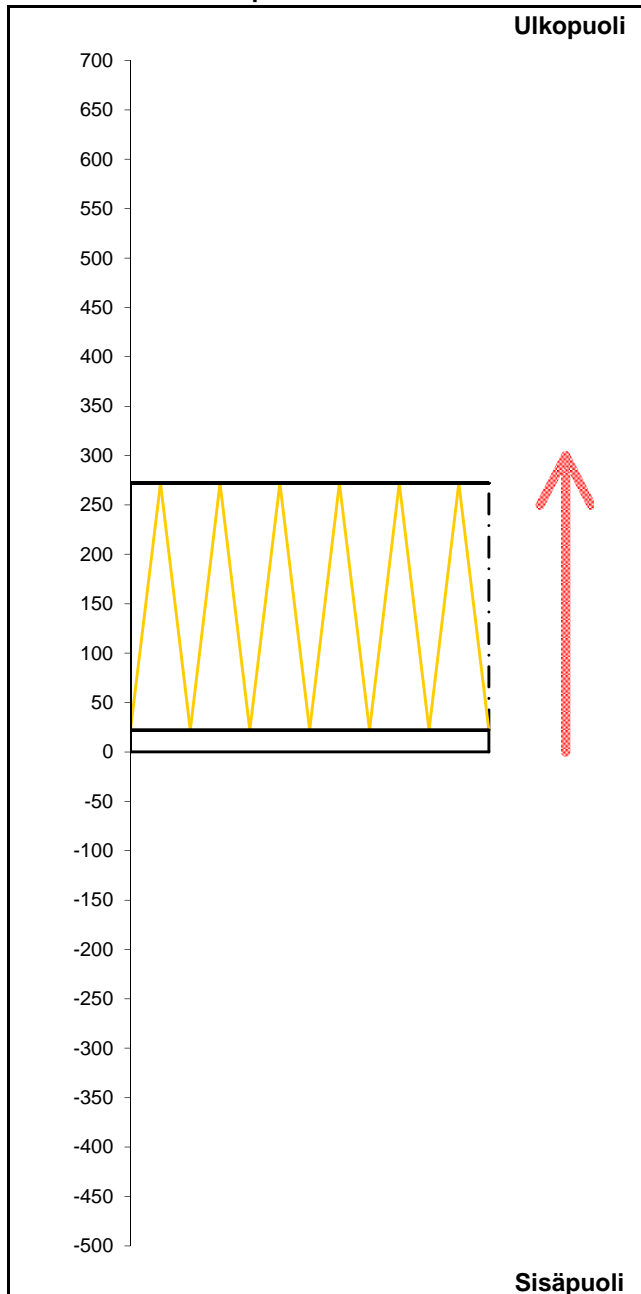
RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto YP-6 vinot osat, vanha	Työn nro X		Sivu 2 / 2
	Päiväys X	Tekijä X	
Rakennuskohde X	Sisältö U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)		

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Hirsi	22	0,120	0,1833		
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	250	0,120	2,0833	48	900
Ulkopinta			0,1000		

Rakenteen kokonaispaksuus 272 mm



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

f_a	0,947	Eriste
f_b	0,000	Pystykoolaus
f_c	0,053	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	2,467	m ² K/W
R_b	0,000	m ² K/W
R_c	2,467	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	2,467	m ² K/W
R''_T	2,467	m ² K/W
U	0,405	W/m ² K
$\Delta U''$	0,040	W/m ² K
ΔU_g	0,029	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

YLÄPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,4339 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
YP-7 Porrassaukon vinokatto, vanha	X	1 / 2
	Päiväys	
	15.11.2014	X
Rakennuskohde	Sisältö	
	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

1 Ilman- ja höyrynsulku ▼

2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d] 200,0 mm

Lämmönjohtavuus [λ] 0,055 W/mK

Koolaussuunta (p / v) p

3 Kuitulevy ▼

Kerroksen paksuus [d] 12,0 mm

Lämmönjohtavuus [λ] 0,055 W/mK

4 Ei rakennekerrosta ▼

5 Ei rakennekerrosta ▼

6 Ei rakennekerrosta ▼

7 Ei rakennekerrosta ▼

8 Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 2 ▼

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

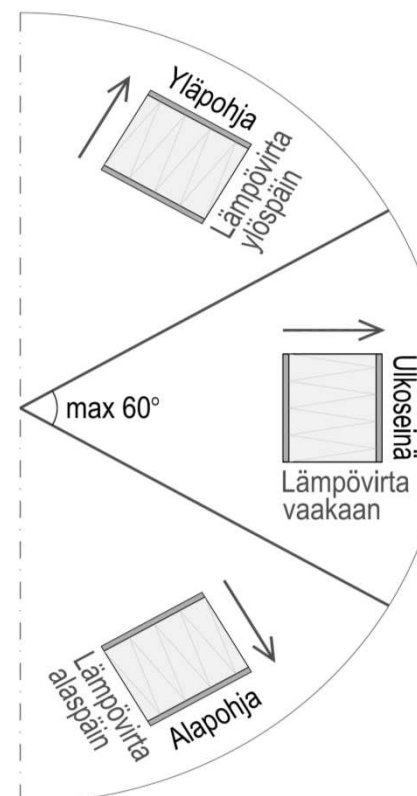
KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼

Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK

Pystykoolauksen k-jako [s] 600 mm

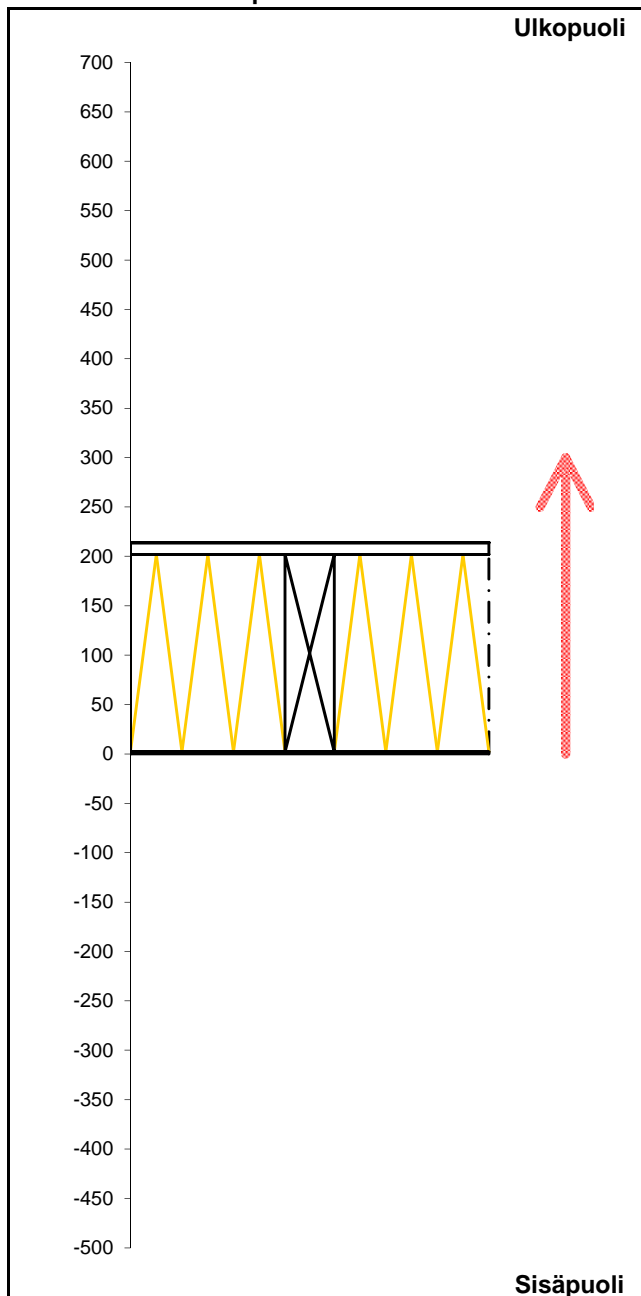
RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto YP-7 Porrasaukon vinokatto, vanha	Työn nro X		Sivu 2 / 2
	Päiväys 41958	Tekijä X	
Rakennuskohde	Sisältö 0 U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)		

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	200	0,055	3,3223	48	600
3 Kuitulevy	12	0,055	0,2182		
Ulkopinta			0,1000		

Rakenteen kokonaispaksuus 212 mm



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

f_a	0,920	Eriste
f_b	0,080	Pystykoolaus
f_c	0,000	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	4,055	m ² K/W
R_b	2,085	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	3,770	m ² K/W
R''_T	3,741	m ² K/W
U	0,266	W/m ² K
$\Delta U''$	0,040	W/m ² K
ΔU_g	0,032	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

YLÄPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,2984 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
YP-8 laajennusosa keskellä ja ullakoiden kohdalla	X	1 / 2
	Päiväys	
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

1 Ilman- ja höyrynsulku ▼

2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d] 250,0 mm

Lämmönjohtavuus [λ] 0,055 W/mK

Koolaussuunta (p / v) v

3 Ei rakennekerrosta ▼

4 Ei rakennekerrosta ▼

5 Ei rakennekerrosta ▼

6 Ei rakennekerrosta ▼

7 Ei rakennekerrosta ▼

8 Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 2 ▼

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

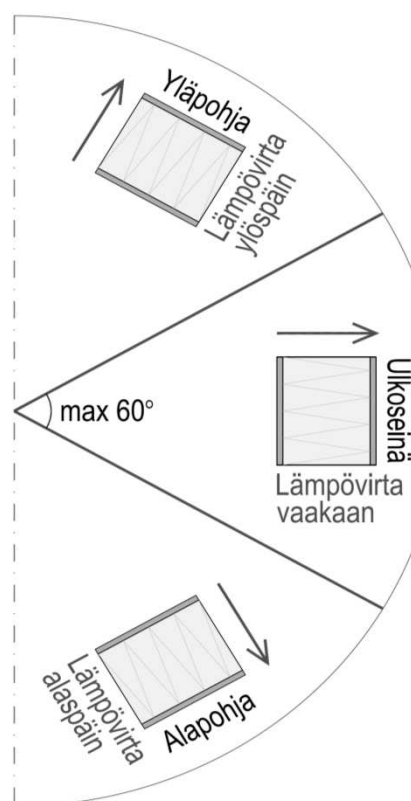
KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼

Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK

Vaakakoolauksen k-jako [s] 900 mm

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
YP-8 laajennusosa keskellä ja ullakoiden kohdalla	X	
	Päiväys	Tekijä
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

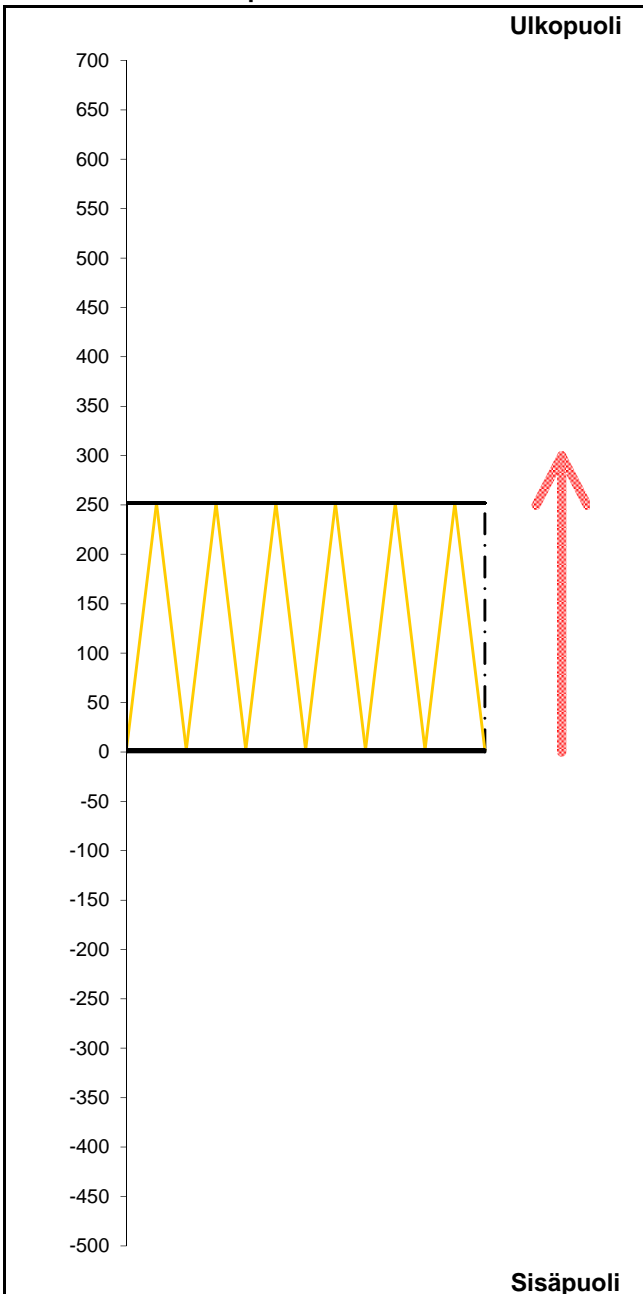
2 / 2

Puurakenteinen yläpohja

	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	250	0,055	4,2759	48	900
Ulkopinta			0,1000		

Rakenteen kokonaispaksuus

250 mm

**MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI**

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

f_a	0,947	Eriste
f_b	0,000	Pystykoolaus
f_c	0,053	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	4,746	m ² K/W
R_b	0,000	m ² K/W
R_c	2,284	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	4,488	m ² K/W
R''_T	4,477	m ² K/W
U	0,223	W/m ² K
$\Delta U''$	0,040	W/m ² K
ΔU_g	0,037	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

YLÄPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,2598 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
US-1 laajennusosa uusi rakenne	X	1 / 2
	Päiväys	
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- Kipsilevy ▼

Kerroksen paksuus [d]	13,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,210 W/mK
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	50,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,039 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	v
- Ilman- ja höyrynsulku ▼
- Kipsilevy ▼

Kerroksen paksuus [d]	13,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,210 W/mK
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	100,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,055 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	p
- Lämmöneriste ▼

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

Kerroksen paksuus [d]	12,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,055 W/mK
- Lämmöneriste ▼

Kerroksen paksuus [d]	50,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,031 W/mK

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

- Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼
- Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1 ▼

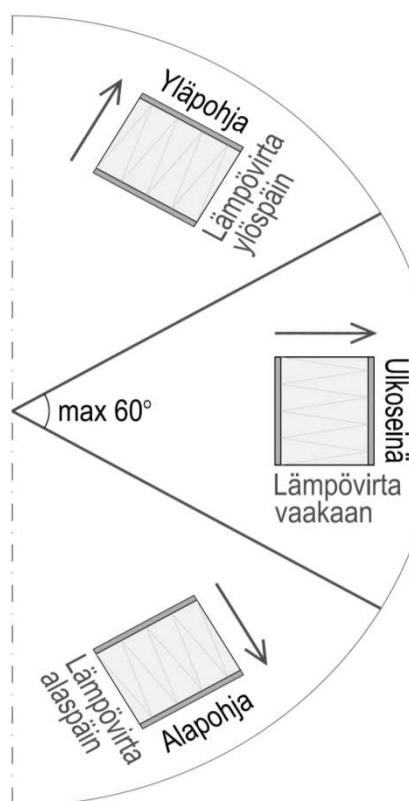
METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

- Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

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

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
US-1 laajennusosa uusi rakenne	X	
	Päiväys	Tekijä
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Kipsilevy	13	0,210	0,0619		
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	50	0,039	1,0994	48	600
3 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
4 Kipsilevy	13	0,210	0,0619		
5 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	100	0,055	1,6611	48	600
6 Lämmöneriste	50	0,040	1,2500		
7 Kuitulevy	12	0,055	0,2182		
8 Lämmöneriste	50	0,031	1,6129		
Ulkopinta			0,1300		
Rakenteen kokonaispaksuus	288 mm				

Ulkopuoli

Sisäpuoli

MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

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

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	6,566	m ² K/W
R_b	5,581	m ² K/W
R_c	5,700	m ² K/W
R_d	4,716	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	6,395	m ² K/W
R''_T	6,226	m ² K/W
U	0,158	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,008	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

ULKOSEINÄN U-ARVO

$U_c = 0,1667 \text{ W/m}^2\text{K}$

VIRHEILMOITUKSET

•

•

•

•

•

•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
US-2 vanha osa	1	1 / 2
	Päiväys	
	9.11.2014	x
Rakennuskohde	Sisältö	
	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]	0,210 W/mK
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen)

Kerroksen paksuus [d]	50,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,040 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	v
- Ilman- ja höyrynsulku
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen)

Kerroksen paksuus [d]	100,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,039 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	p
- Hirsi

Kerroksen paksuus [d]	22,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,120 W/mK
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen)

Kerroksen paksuus [d]	70,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,031 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	v
- Ei rakennekerrosta
- Ei rakennekerrosta

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

- Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva
- Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 0

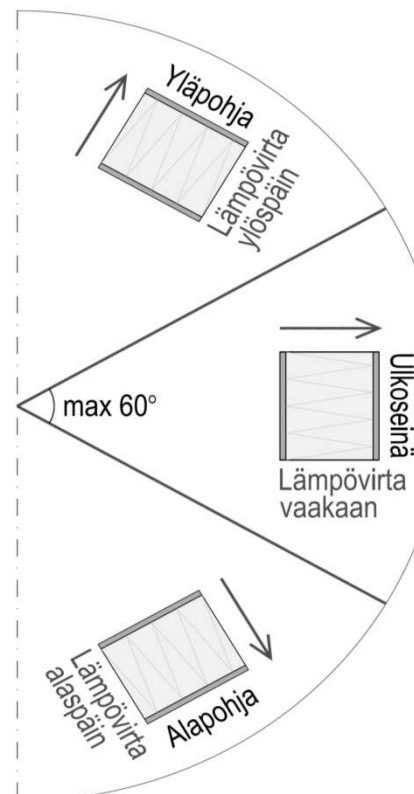
METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

- Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä

KOOLAUKSEN TIEDOT

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

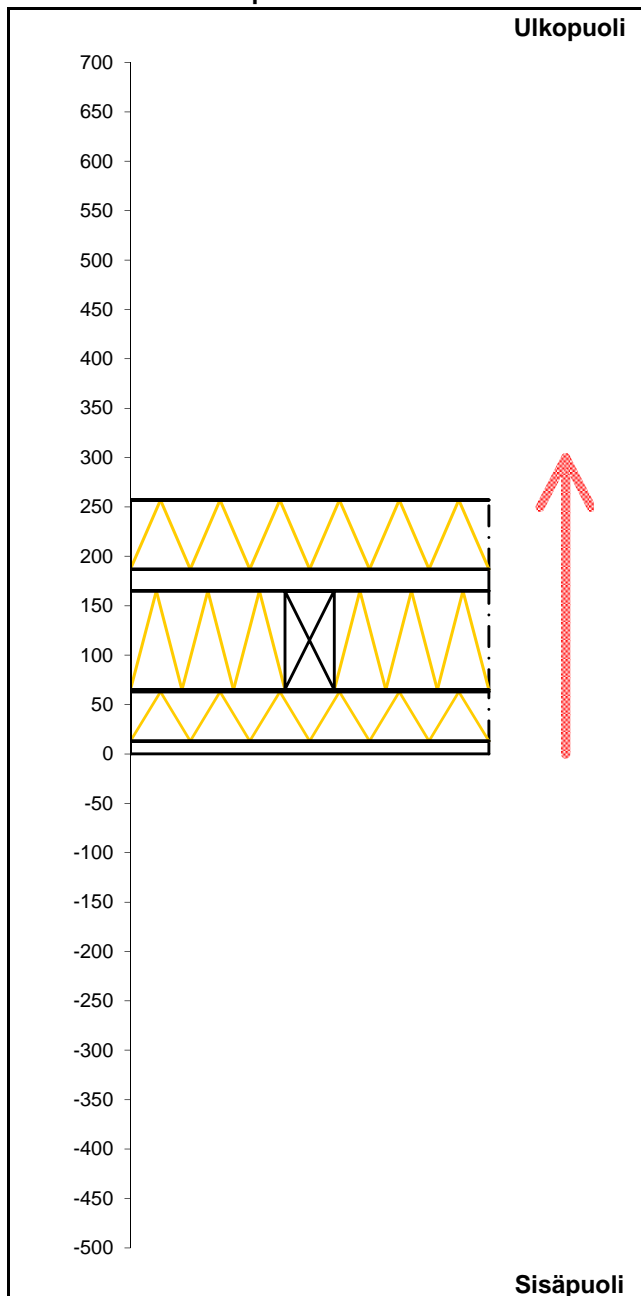
RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnitteluinsti	Työn nro 1	Sivu 2 / 2
US-2 vanha osa	Päiväys 41952	Tekijä X
Rakennuskohde	Sisältö 0 U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Kipsilevy	13	0,210	0,0619		
2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	50	0,040	1,0776	48	600
3 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
4 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	100	0,039	2,1988	48	600
5 Hirsi	22	0,120	0,1833		
6 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	70	0,031	1,8363	48	600
Ulkopinta			0,1300		

Rakenteen kokonaispaksuus 255 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	6,578	m ² K/W
R_b	4,847	m ² K/W
R_c	4,070	m ² K/W
R_d	2,339	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	6,073	m ² K/W
R''_T	5,619	m ² K/W
U	0,171	W/m ² K
$\Delta U''$	0,000	W/m ² K
ΔU_g	0,000	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

ULKOSEINÄN U-ARVO

$$U_c = 0,1711 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•
•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
US-3 vintin uudet seinärakenteet kylmiä ullakoita vasten	X	1 / 2
	Päiväys	
Rakennuskohde	X	X
x	Sisältö	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]	0,210 W/mK
- Ilman- ja höyrynsulku ▼
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	50,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,039 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	v
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	150,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,040 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	p
- Lämmöneriste ▼

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

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

- Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼
- Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1 ▼

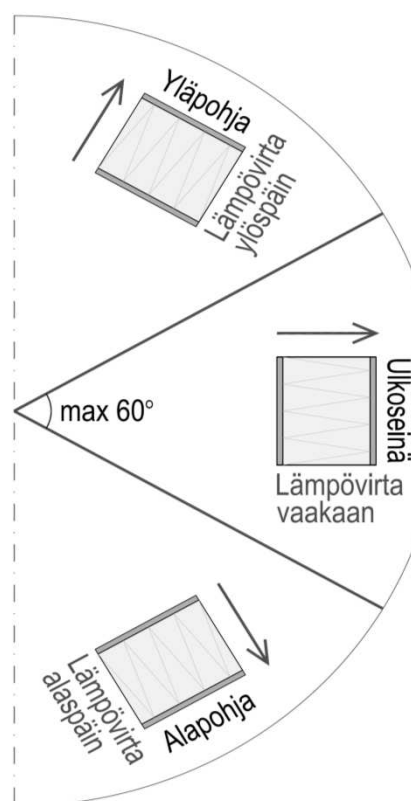
METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

- Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

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

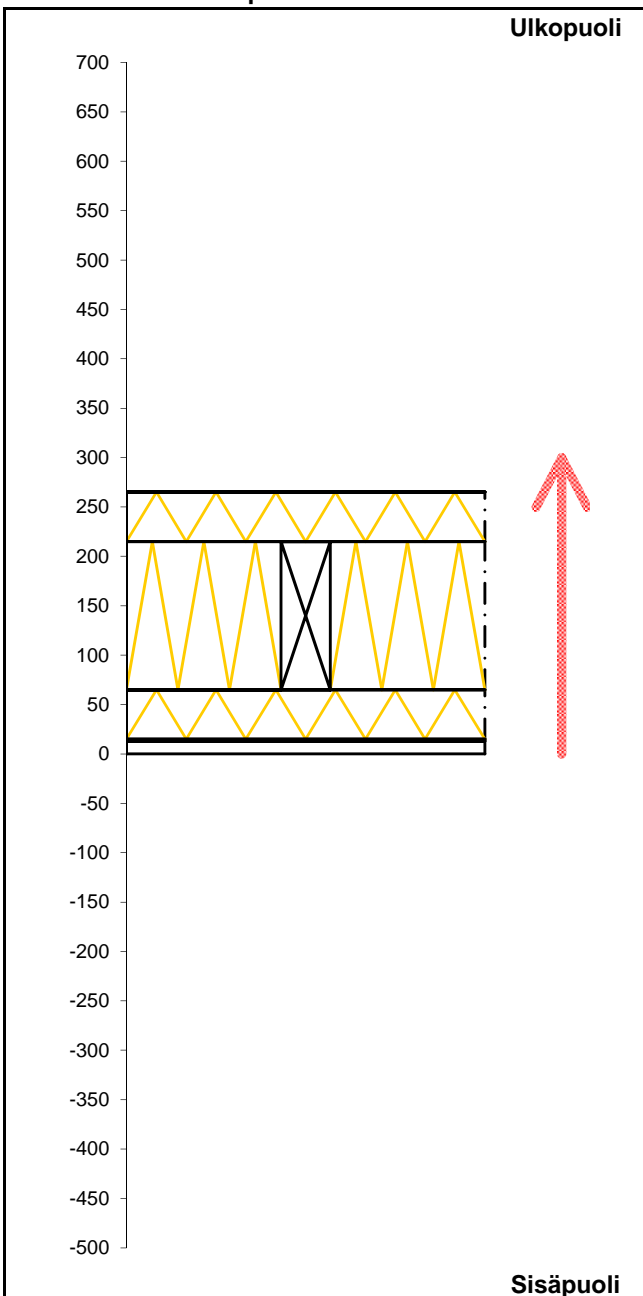
RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
US-3 vintin uudet seinärakenteet kylmiä ullakoita vasten	X	2 / 2
	Päiväys	
X	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Kipsilevy	13	0,210	0,0619		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	50	0,039	1,0994	48	600
4 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	150	0,040	3,2328	48	600
5 Lämmöneriste	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	6,967	m ² K/W
R_b	4,467	m ² K/W
R_c	6,102	m ² K/W
R_d	3,602	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	6,588	m ² K/W
R''_T	6,268	m ² K/W
U	0,156	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,009	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

ULKOSEINÄN U-ARVO

$$U_c = 0,1647 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•
•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
US-4 laajennusosa, vanha rakenne	1	1 / 2
	Päiväys	
Rakennuskohde	9.11.2014	x
	Sisältö	
	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- Lastulevy ▼

Kerroksen paksuus [d]	11,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,180 W/mK
- Ilman- ja höyrynsulku ▼
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	100,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,055 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	p
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	50,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,055 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	v
- Kuitulevy ▼

Kerroksen paksuus [d]	12,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,055 W/mK
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

- Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼
- Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1 ▼

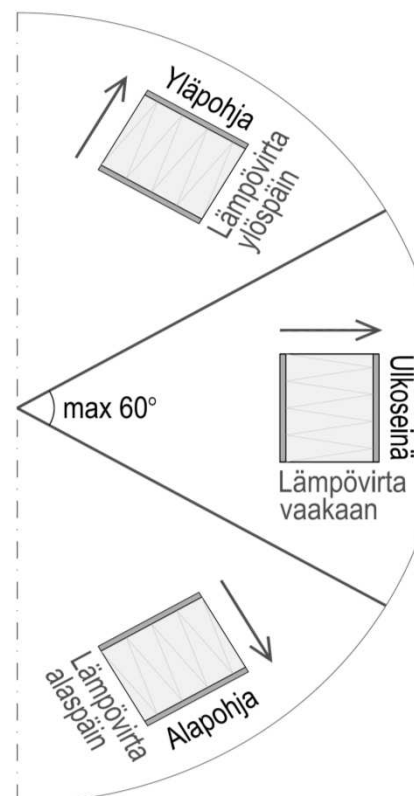
METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

- Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

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

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
US-5 vanha osa, vanha rakenne	1	1 / 2
	Päiväys	
	9.11.2014	x
Rakennuskohde	Sisältö	
	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- | | | |
|---|------------------------------------|------------|
| 1 | Lastulevy | |
| | Kerroksen paksuus [d] | 11,0 mm |
| | Lämmönjohtavuus [λ] | 0,140 W/mK |
| 2 | Ilman- ja höyrynsulku | |
| 3 | Lämmöneriste (sisältää koolauksen) | |
| | Kerroksen paksuus [d] | 50,0 mm |
| | Lämmönjohtavuus [λ] | 0,055 W/mK |
| | Koolaussuunta (p / v) | v |
| 4 | Hirsi | |
| | Kerroksen paksuus [d] | 18,0 mm |
| | Lämmönjohtavuus [λ] | 0,120 W/mK |
| 5 | Lämmöneriste (sisältää koolauksen) | |
| | Kerroksen paksuus [d] | 100,0 mm |
| | Lämmönjohtavuus [λ] | 0,120 W/mK |
| | Koolaussuunta (p / v) | p |
| 6 | Hirsi | |
| | Kerroksen paksuus [d] | 22,0 mm |
| | Lämmönjohtavuus [λ] | 0,120 W/mK |
| 7 | Hirsi | |
| | Kerroksen paksuus [d] | 18,0 mm |
| | Lämmönjohtavuus [λ] | 0,120 W/mK |
| 8 | Ei rakennekerrosta | |

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

- | | |
|---------------------------|------------------|
| Ulkopuolen tuuletusrako | Hyvin tuulettuva |
| Ilmarakojen korjaustekijä | Korjaustaso 2 |

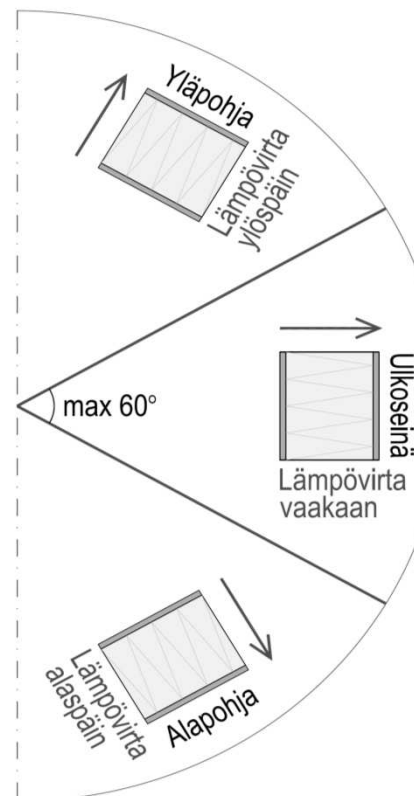
METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

- | | |
|------------------------|-------------------|
| 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 |

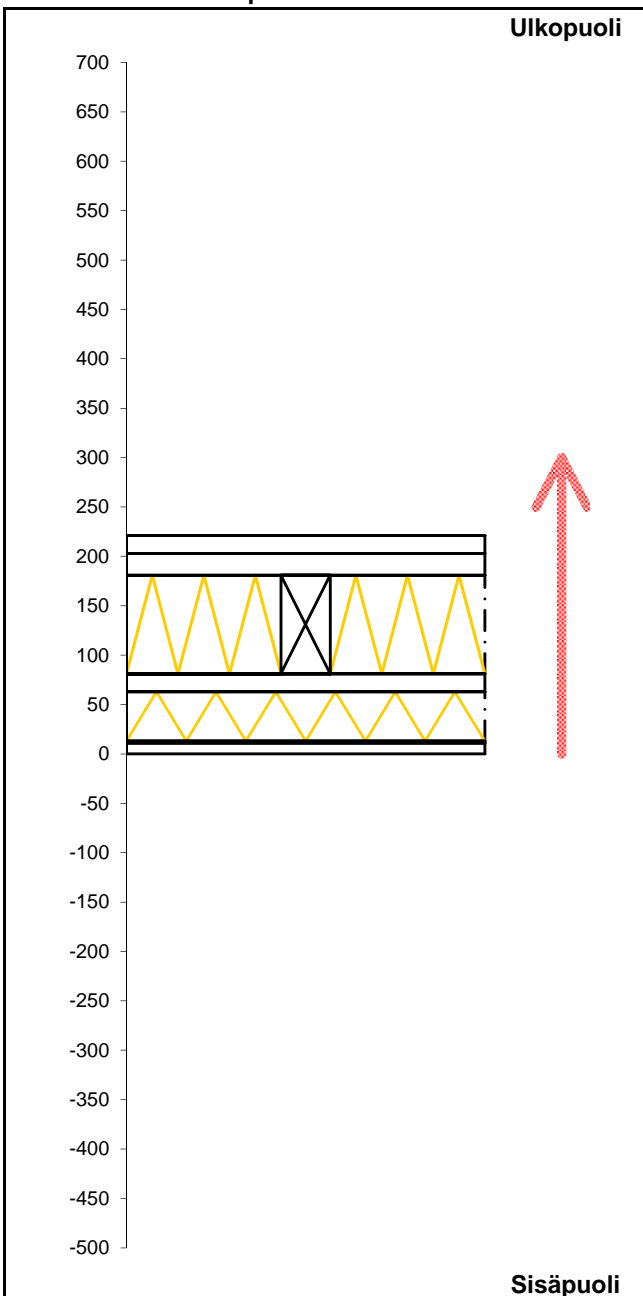
RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu	
US-5 vanha osa, vanha rakenne	1	2 / 2	
	Päiväys		
	41952	X	
Rakennuskohde	Sisältö		
	0 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 Lastulevy	11	0,140	0,0786		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	50	0,055	0,8306	48	600
4 Hirsi	18	0,120	0,1500		
5 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	100	0,120	0,8333	48	600
6 Hirsi	22	0,120	0,1833		
7 Hirsi	18	0,120	0,1500		
Ulkopinta			0,1300		

Rakenteen kokonaispaksuus 219 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	2,565	m ² K/W
R_b	2,565	m ² K/W
R_c	2,073	m ² K/W
R_d	2,073	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	2,517	m ² K/W
R''_T	2,486	m ² K/W
U	0,400	W/m ² K
$\Delta U''$	0,040	W/m ² K
ΔU_g	0,018	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

ULKOSEINÄN U-ARVO

$$U_c = 0,4182 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•
•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
US-6 vintin vanhat seinät laajennusosa	X	1 / 2
	Päiväys	
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- Lastulevy ▼

Kerroksen paksuus [d]	11,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,140 W/mK
- Ilman- ja höyrynsulku ▼
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	150,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,055 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	p
- Kuitulevy ▼

Kerroksen paksuus [d]	12,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,055 W/mK
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

- Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼
- Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1 ▼

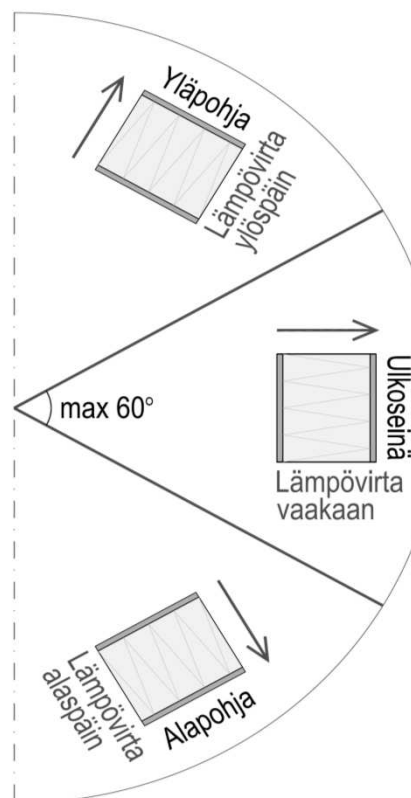
METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

- Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

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

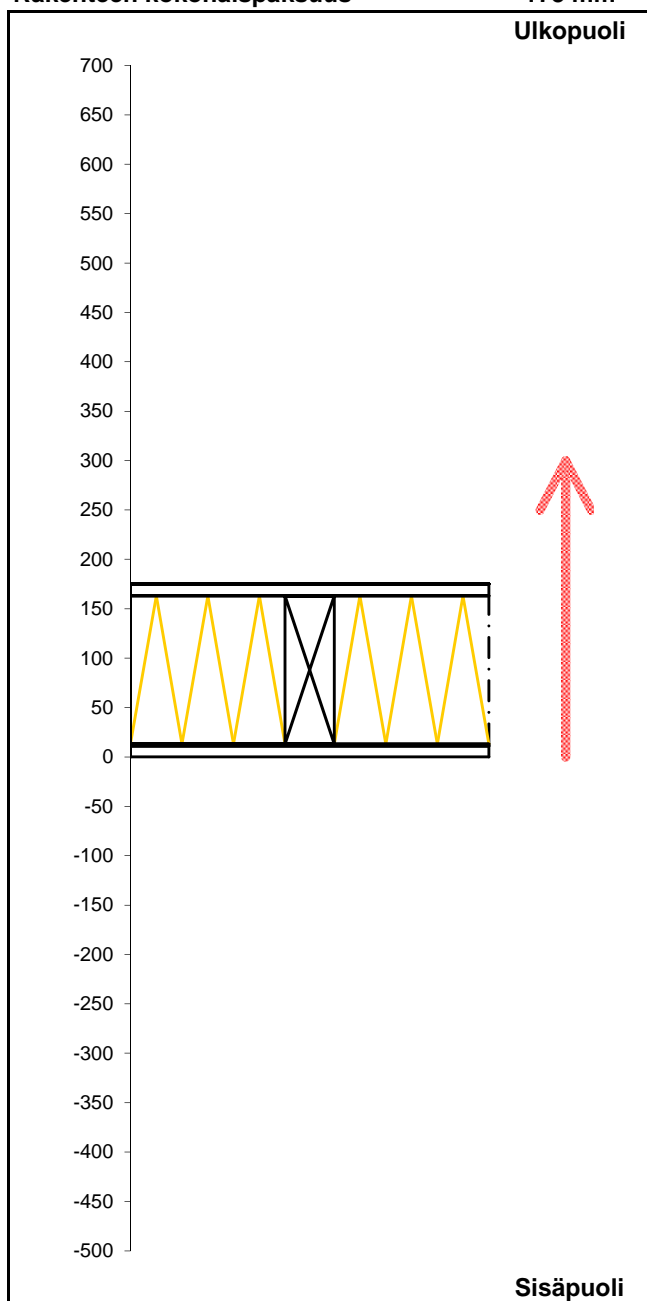
RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
US-6 vintin vanhat seinät laajennusosa	X	2 / 2
	Päiväys	
X	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Lastulevy	11	0,140	0,0786		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	150	0,055	2,4917	48	600
4 Kuitulevy	12	0,055	0,2182		
Ulkopinta			0,1300		

Rakenteen kokonaispaksuus 173 mm



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET

f_a	0,920	Eriste
f_b	0,080	Pystykoolaus
f_c	0,000	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	3,285	m ² K/W
R_b	1,807	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	3,083	m ² K/W
R''_T	3,049	m ² K/W
U	0,326	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,000	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

Korjauksia ei tarvitse huomioida

ULKOSEINÄN U-ARVO

$$U_c = 0,3262 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•
•

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
us-7 Yläkerta, vanha puoli, seinät vinttikomeroita vastenm	X	1 / 2
	Päiväys	
Rakennuskohde	X	X
x	Sisältö	
	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- Lastulevy ▼

Kerroksen paksuus [d]	11,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,140 W/mK
- Ilman- ja höyrynsulku ▼
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	50,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,055 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	v
- Hirsi ▼

Kerroksen paksuus [d]	22,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,120 W/mK
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	100,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,120 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	p
- Hirsi ▼

Kerroksen paksuus [d]	22,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,120 W/mK
- Ei rakennekerrosta ▼
- Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

- Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼
- Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 0 ▼

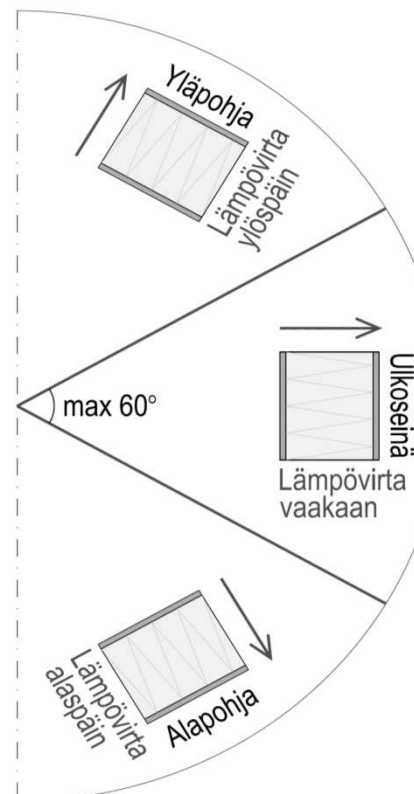
METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

- Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

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

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA

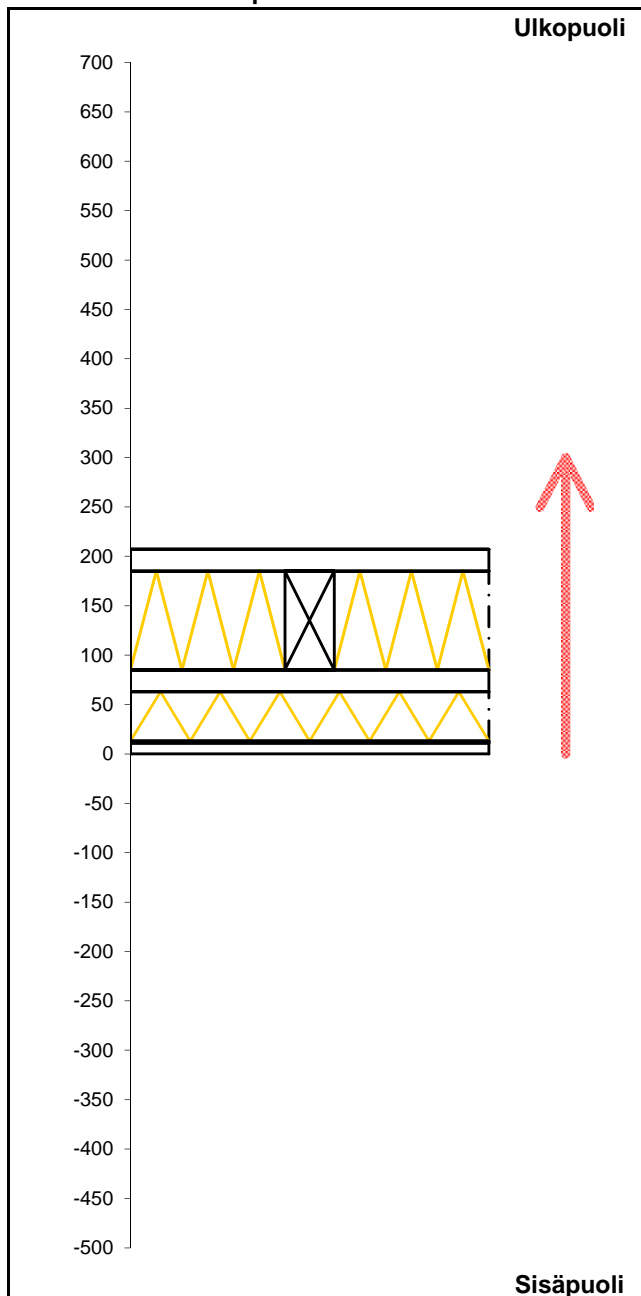


Suunnitteluorganisaatio	Työn nro	Sivu
us-7 Yläkerta, vanha puoli, seinät vinttikomeroita vastenm	X	
	Päiväys	Tekijä
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

2 / 2

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Lastulevy	11	0,140	0,0786		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	50	0,055	0,8306	48	600
4 Hirsi	22	0,120	0,1833		
5 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	100	0,120	0,8333	48	600
6 Hirsi	22	0,120	0,1833		
Ulkopinta			0,1300		

Rakenteen kokonaispaksuus 205 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	2,448	m ² K/W
R_b	2,448	m ² K/W
R_c	1,956	m ² K/W
R_d	1,956	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	2,400	m ² K/W
R''_T	2,370	m ² K/W
U	0,419	W/m ² K
$\Delta U''$	0,000	W/m ² K
ΔU_g	0,000	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

ULKOSEINÄN U-ARVO

$$U_c = 0,4193 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•
•
•
•
•