



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KOSTEUSVAURIOT JÄLLEENRAKENNUS- KAUDEN PIENTALOJEN KELLARERISSA

Antti Savolainen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Kiinteistönpito ja korjausrakentaminen



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Kiinteistöpitotekniikka ja korjausrakentaminen

SAVOLAINEN, ANTTI:

Kosteusvauriot jälleenrakennuskauden pientalojen kellareissa

Opinnäytetyö 66 sivua, joista liitteitä 12 sivua
Toukokuu 2018

Rintamamiestaloja on pidetty suomalaisen sisukkuuden sekä terveiden rakennusten esimerkkinä. Sotien jälkeinen materiaalipula toi omat haasteensa myös rakentamiseen, mutta talkootyöllä ja toinen toistaan auttamalla suomalaiset saivat rakennettua kunnollisia taloja kaikille.

Opinnäytetyön tarkoitus on tuoda esille jälleenrakennuskauden rakennuksiin kohdistuvia kosteusrasituksia sekä niiden aiheuttamia kosteusvaurioita. Keskeisimpinä osioina ovat kellarikerrosten rakenteet sekä maanvastaiset rakenteet, joita on otettu käyttöön vasta talon valmistumisen jälkeen yleisesti 1970- ja 1980-luvuilla. Rintamamiestaloja on korjattu jo 1960-luvulta saakka, osittain jopa heikompaan suuntaan. Yleisimpinä riskeinä korjauksissa on havaittu rakenteiden sisäpuoliset orgaaniset lisäeristykset ja niiden myötä paljastuneet kosteus- ja mikrobiongelmat, jotka voivat altistaa käyttäjät esimerkiksi homeelle.

Opinnäytetyö selventää lukijalle, minkälaiset rakenteet voivat etenkin vanhojen talojen kellareissa aiheuttaa sisäilmaongelmia sekä mitä asioita tulee ottaa huomioon tilojen korjauksien yhteydessä. Opinnäytetyön taustalla sekä havainnoivana esimerkkinä toimii Tampereella sijaitseva rintamamiestalo, jonka kellarissa oli paljastunut kosteusvaurio. Kohteen korjaussuunnittelun tavoitteena on havainnollistaa kellaritilojen mahdollisia riskirakenteita sekä korjaukseen soveltuvien materiaalien ominaisuuksia. Lisäksi suunnittelussa kiinnitetään huomioita rakenteiden lämpö- ja kosteustekniseen toimivuuteen sekä energiatehokkuuden parantamiseen.

Tuloksista voidaan havaita, että opinnäytetyön taustalla olevan rakennuksen kellaritilojen korjauksella oli mahdollisuus saada aikaan toimivampia rakenteita. On silti tärkeää tarkastella jokaista kohdetta yksilönä korjaustöitä suunniteltaessa. Vain siten varmistutaan siitä, että korjaustyö toteutetaan mahdollisimman toimivasti.

Asiasanat: kosteusvaurio, riskirakenne, korjaustyö, rakennusfysiikka

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction Engineering
Facility Engineering and Renovation

ANTTI SAVOLAINEN:

Moisture damages in the basements of reconstruction eras houses

Bachelor's thesis 66 pages, appendices 12 pages

May 2018

Houses build after the Second World War are usually considered as an example of Finnish perseverance and healthy buildings. After the war there was shortage on construction materials and that brought also challenges in construction, but by helping each other and working as a voluntary, the Finnish people managed to build proper homes for everybody.

The purpose of this thesis was to examine the most common moisture stresses and damages that stresses are causing in houses of the aforementioned reconstruction era. The central focus of this thesis is on basements and structures that are against the soil which usually were taken into use long after the house was built. These houses have been renovated from the early 1960s, sometimes with appalling results. The interior layers of extra insulations has been the most common source of trouble in renovations as they can involve moisture and microbe problems which can expose the house owners to for example mould.

The objective of this thesis was to clarify to the reader which structures can cause indoor air problems especially in the basements of aged houses and also what to take into consideration when repairing these facilities. The subject is connected to the renovation of a house located in Tampere, the basement of which has been exposed to moisture damage. The object of the renovation design was to demonstrate the risk structures in the basement facilities and also show what attributes the new materials used in the renovation have. The structures' energy efficiency and qualities related to moisture and thermal conditions were also taken into account.

When observing the results, it is clear that with the renovation in the subject's basement, there was an opportunity to achieve more functional structures. It is still important to consider every subject as an individual when designing the renovations, only then can be sure that the renovation is executed as functionally as possible.

Key words: moisture damage, risk structure, renovation, structural physics

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	HISTORIA	7
	2.1 Jälleenrakennuskausi	7
	2.2 Rintamamiestalot	8
	2.3 Rintamamiestalon ongelmat	9
	2.4 Kosteusvauriot ja niiden ilmeneminen	10
3	RINTAMAMIESTALON KORJAUS	15
	3.1 Korjaustarve.....	15
	3.2 Rintamamiestalon kellarin korjaus	17
	3.3 Energiatehokkuus.....	20
4	KOHDE.....	23
	4.1 Taustatiedot.....	23
	4.2 Kuntotutkimus ja toimenpidesuositukset.....	24
	4.3 Purkutyöt.....	26
	4.4 Kellarin vanhat rakenteet	28
	4.4.1 Seinien rakenteet	29
	4.4.2 Alapohjan rakenteet	34
	4.5 Kellarin uudet rakenteet.....	40
	4.5.1 Alapohjan rakenne	41
	4.5.2 Seinien rakenteet	45
5	RAKENNUSFYSIKAALINEN TARKASTELU	47
	5.1 Lähtökohdat	47
	5.2 Alapohjarakenteiden fysikaaliset tarkastelut	47
	5.3 Ulkoseinärakenteiden fysikaaliset tarkastelut.....	47
6	POHDINTA.....	51
	LÄHTEET.....	52
	LIITTEET	55
	Liite 1. Vanhan ulkoseinän rakennetyyppiirustus.	55
	Liite 2. Vanhan alapohjan rakennetyyppiirustus.	56
	Liite 3. Vanhan ulkoseinän rakennusfysikaalinen tarkastelu kosteuspitoisuuden osalta.	57
	Liite 4. Vanhan ulkoseinän rakennusfysikaalinen tarkastelu lämmönläpäisykertoimen osalta.....	58
	Liite 5. Vanhan alapohjan rakennusfysikaalinen tarkastelu kosteus- pitoisuuden osalta.	59
	Liite 6. Vanhan alapohjan rakennusfysikaalinen tarkastelu lämmönläpäisykertoimen osalta.....	60

Liite 7. Uuden ulkoseinän rakennetyyppiirustus.....	61
Liite 8. Uuden alapohjan rakennetyyppiirustus.....	62
Liite 9. Uuden ulkoseinän rakennusfysikaalinen tarkastelu kosteuspitoisuuden osalta.	63
Liite 10. Uuden ulkoseinän rakennusfysikaalinen tarkastelu lämmönläpäisykertoimen osalta.....	64
Liite 11. Uuden alapohjan rakennusfysikaalinen tarkastelu kosteuspitoisuuden osalta.	65
Liite 12. Uuden alapohjan rakennusfysikaalinen tarkastelu lämmönläpäisykertoimen osalta.....	66

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutustua Suomen jälleenrakennuskauden rakennuskantaan, rakentamiseen sekä rakenteisiin. Osana opinnäytetyötä on tarkoitus havainnoida myös jälleenrakennuskauden rakenteista jälkeempään ilmenneitä kosteusvaurioita sekä niiden syitä, seurauksia ja erilaisia korjausvaihtoehtoja.

Opinnäytetyön taustalla on vuonna 1947 valmistunut rintamamiestalo, joka sijaitsee Tampereella. Kohde on opinnäytetyön taustana, koska rakennuksen kellaritiloissa oli paljastunut kosteusvaurio vuonna 2013. Kosteusvaurion taustalla on tontin takaosassa sijaitsevan kallion pintaa pitkin kulkeutuneet sade- ja sulamisvedet, jotka ovat vaurioittaneet etenkin tilojen sisäpuoleisia seinärakenteita.

Opinnäytetyön tavoitteena on havainnollistaa mahdollisia riskitekijöitä rintamamiestalojen rakenteista sekä vuosia valmistumisen jälkeen käyttöönotettujen ullakko- sekä kellaritilojen korjauksista. Pääpainona ovat rintamamiestalojen kellarikerrokset, joita on otettu hyötykäyttöön paljon rakennuksen valmistumisen jälkeen. Usein kellareiden käyttöönoton perusteena on ollut lisääntynyt tilojen tarve. Käyttöönoton yhteydessä on tilojen viihtyvyyttä pyritty parantamaan esimerkiksi sisätilojen verhouksilla.

Työn tavoitteena on esittää rakennusfysiikkaan soveltuvan ohjelman avulla rakenteiden toimintaa sekä toteuttaa suunnitelmat opinnäytetyön taustalla olevan kohteen kellarin korjaukseen. Tarkoituksena on suunnittelun lisäksi myös tutustua sekä ohjeistaa käyttötarkoitukseen kehitettyjen materiaalien toiminnallisuudesta ja asennuksista.

Tavoite rajataan ainoastaan rakennusteknisten järjestelmien toimivuuden suunnitteluun sekä rakenteiden tarkasteluun rakennusfysikaalisilta ominaisuuksiltaan. Sähkö-, vesi- ja viemärintisuunnittelua ei opinnäytetyössä käsitellä syvemmin.

Työssä kiinnitetään huomioita myös rakentamiselle asetettuihin määräyksiin, asetuksiin sekä ohjeisiin, jotka koskevat etenkin tällaisia korjaustoimenpiteitä. Asetuksia ja ohjeita on laadittu esimerkiksi purkutöiden, energiatehokkuuden parantamisen sekä radonin torjunnan osalta.

2 HISTORIA

2.1 Jälleenrakennuskausi

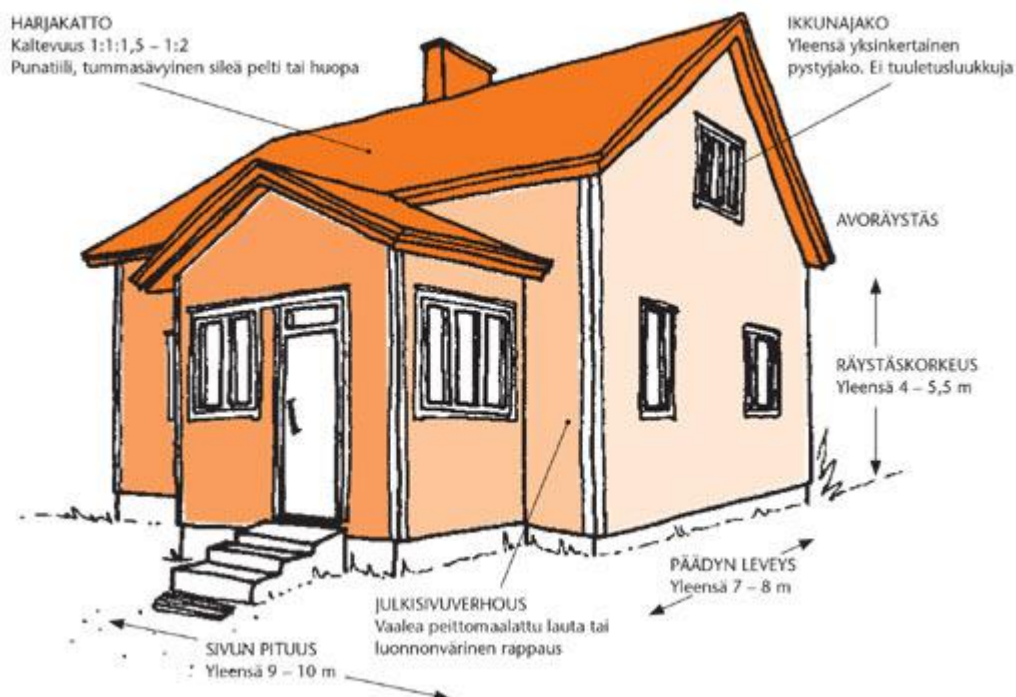
Jälleenrakennuskausi on merkittävä osa itsenäisen Suomen historiaa, sillä muiden sodan aiheuttamien tuhojen lisäksi yli 400 000 suomalaista (n.11 %) jäi vaille kotia. Jälleenrakennuskausi alkoi heti Neuvostoliittoa vastaan käydyn sodan jälkeen vuonna 1945 ja jatkui vuoteen 1952 asti. Silloin Suomi sai maksettua sotakorvaukset ja Helsingissä järjestettiin olympialaiset. Senkin jälkeen rintamamiestalojatyypin säilyi päärakentamismuotoja vielä 20 vuotta. Tänä aikana rakennettiin yli 300 000 rintamamiestaloa (Rinne. 2013) Sota toi Suomeen myös suuren materiaalipulan. Ruuan ja muiden yleistavaroiden lisäksi pulaa oli myös rakennustarvikkeista. Silloin lähes kaikki saatavilla ollut betoni ja teräs menivät sotateollisuuden käyttöön. Myöhemmin, kun teollistuminen alkoi, suunnattiin materiaalivarannot sinne. Tiiliteollisuudelle taas aiheutti ongelmia energiapula. Sodan aikana tiilituotanto väheni jopa 80 %. (Arkkitehtimuseo. N.D)

Asuntotuotannon tarpeisiin oli tarjolla lähinnä puuta. Rakennuskannan suuri lisääntyminen aiheutti pulaa myös siitäkin, joten umpihirsirakenteiden sijasta alettiin rakennuksen runkomateriaalina käyttämään sahatavaraa ja lämmöneristettä. Lämmöneristeeksi käytettiin usein sahanpurua. (Aaltonen. 2006). Idea tolpparunkoisesta talosta keksittiin 1800 -luvulla Amerikassa, josta se rantautui Suomeen noin sata vuotta myöhemmin. Uusi talotyyppi oli nopeampi ja edullisempi pystyttää kuin hirsitalo, mutta silti rakennustapaa alettiin enemmän käyttää vasta sodan jälkeen. (Rinne. 2013)

Rakentaminen keskitettiin pääosin maaseutualueille, missä suurin osa väestöstä asui, lisäksi maaseutujen nopea elvyttäminen oli välttämätöntä, jotta elintarviketuotanto saataisiin kasvuun. Maaseutualueilla asumismuotona oli pientaloasuminen, huonojen resursien vuoksi rakentamista alettiin säädellä ja ohjata valtion toimesta ja Suomen arkkitehtiliitto otti vastuukseen rakennusalan kehittämisen mm. tyyppitalomallien ja Rakennustietokortiston laatimisella. Standardisoinnin seurauksena kehittyi koko Suomeen levinnyt pientalotyyppi ns. rintamamiestalo. Jälleenrakennuskauden rintamamiestalojataloja on edelleen runsaasti ympäri Suomea. (Kummala. 2004)

2.2 Rintamamiestalot

Tiilipulan vuoksi taloihin on mahdollista rakentaa vain yksi savupiippu. Lämmönjakautumisen takia oli tärkeää sijoittaa savupiippu keskelle rakennusta. Tästä syystä rintamamiestalot ovat yleensä pohjaratkaisultaan lähes neliön muotoisia, jotta jokaisesta huoneesta oli mahdollisuus liittyä hormiin. Neliön muotoisten pohjaratkaisuiden lisäksi tyypillisiä tuntomerkkejä rintamamiestaloille olivat 1,5 -kerroksisuus sekä harjakatto. (KUVA 1). Ullakkokerroksen rakentaminen oli tyypillisistä ja sen käyttötarkoitus oli pääsääntöisesti joko varastona tai vuokra-asuntona. Ullakolle kulku oli usein järjestetty erikseen joko ulkoeteisestä tai jopa pihalta, tämä mahdollisti tilojen vuokrauksen esimerkiksi nuoren parin ensiasunnoksi. Osaan rintamamiestaloista oli yleistä rakentaa myös kellari-kerros. Kellari saattoi olla vain osittainen tai koko rakennuksen alla oleva. Kaupunki alueella kellariin sijoitettiin usein sauna- ja pesutilat, mutta maaseudulla oli käytössä vielä usein ulkosauna. Perusrakenteena oli yleensä joko paikalla valettu betoniseinä sekä tiili-muuraus. Sementti oli tuolloin kallista, joten betonivalun joukkoon lisättiin usein kiviä menekin vähentämiseksi. (Karjalainen & Riippa. 2010)



KUVA 1. Esimerkki tyyppi rintamamiestalosta. (Rakentaja.fi)

Tältä perustalta rintamamiestalojen tyyli vakiintui nopeasti yhtenäiseksi. Samalla mallilla tekeminen helpotti myös työn onnistumista, sillä ammattilaista oli pulaa. Usein oli tapana rakentaa talot talkoovoimin, vuoron perään toinen toiselle. (Aaltonen. 2006)

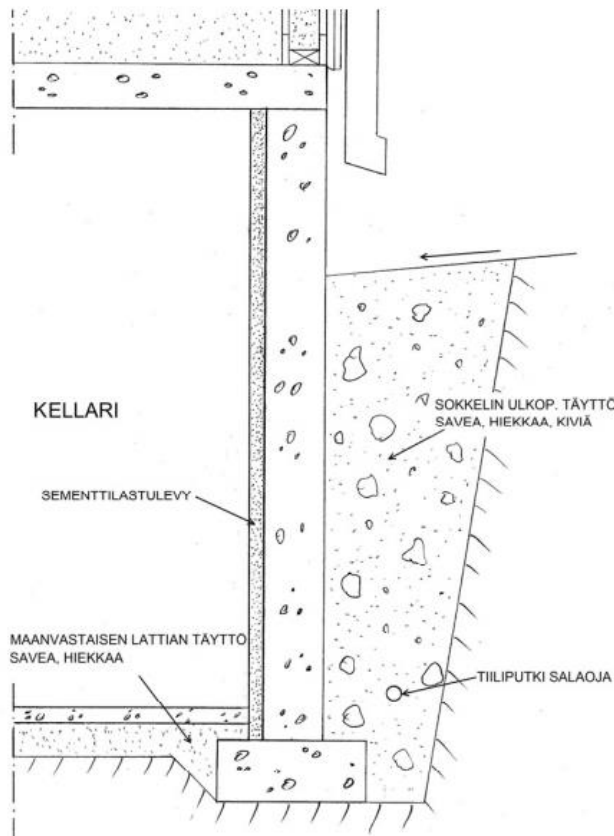
Maaseudulla tontit olivat suuria, sillä tilaa varattiin hyötyviljelyä varten; omenapuut ja marjapensaat olivat luonnollinen osa rintamamiestalojen pihoja. Kaupungissa, missä tontit olivat pienempiä, saatettiin päättävän kadun päähän tehdä yhteiskasvimaa. (Aaltonen. 2006)

2.3 Rintamamiestalon ongelmat

Rintamamiestalot nähdään yleisesti laadukkaasti rakennettuina suomalaisen sisun mallikappaleina. Taloja pidetään hengittävinä ja terveinä paikkoina asua. Ilmenneiden ongelmien, esimerkiksi mikrobivaurioiden on katsottu liittyvän väärin toteutettuihin energia-
korjauksiin, kuten esimerkiksi seinien lisälämmöneristyksiin. Ongelmia on saattanut aiheuttaa myös esimerkiksi kellari ja ullakotilojen käyttöönotto asumistarkoituksiin. Lisätilan saamiseksi sekä energiansäästämiseksi tehdyt remontit ovat saattaneet tehdä rakenteista huonosti toimivia. (Karjalainen & Riippa. 2010)

1995 Kansanterveyslaitoksen julkaiseman raportin mukaan yleisin syy kosteusvaurioihin ennen 1960 -lukua rakennetuissa taloissa on kellarin perusmuurin vuotaminen ja vesikatteen vuodot. Yleisesti puisten ulkoseinät ovat säilyneet hyväkuntoisina, mutta ulkoseinien rakenteissa on havaittu puutteellista tuuletusta, kuten on myös vanhoissa rossipohjissa sekä yläpohjissa. Tutkimuksessa tutkituissa taloissa jopa 80 % oli jonkin asteisia mikrobivaurioita. Korjausten kokonaisuuden hallinta on vaativaa ja siihen tulee panostaa. Se vaatii kaikkien osapuolten yhteistyötä. Korjattujen rakenteiden pitkäaikaisuudesta on vasta vähän tutkittua ja julkaistua tietoa, joten osittain korjauksia joudutaan tekemään vielä kokeilemalla eri vaihtoehtoja. (Karjalainen & Riippa. 2010)

Maaperästä nousevaa kosteutta vastaan on suojattu huonosti etenkin kellareiden osalta. (KUVA 2) Perustuksissa ei ole käytetty kapillaarikatkoa, eli veden kapillaarisen nousun estävää kerrosta. Usein perustukset on tehty suoraan kostean sekä kapillaarisen maa-aineksen päälle, kuten hiekan.



KUVA 2. Rakenne ennen korjausta. (Karjainen & Riippa. 2010)

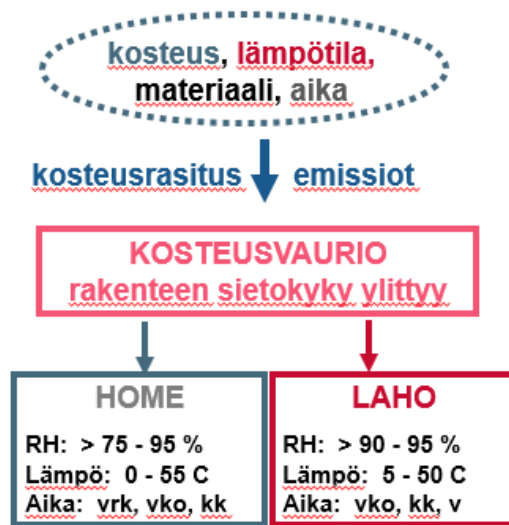
Salaojia tai perusmuurin ulkopuolista vedeneristystä ei yleensä ole ollenkaan. Jos perusmuuria on jotenkin vedeneristetty, on siinä käytetty sisäpuolelle siveltyä bitumikerrosta. Kosteusvaurioita kellarinseinissä aiheuttaa usein maaperästä nouseva kosteus, maanpinnan vietto talon seiniä kohti, jolloin pinta- ja sadevedet kulkeutuvat huokoisen seinärakenteen läpi sisätiloihin. Kellaritilojen heikko ilmanvaihto voi pahentaa mikrobivaurioiden kehittymistä. (Karjalainen & Riippa. 2010.)

2.4 Kosteusvauriot ja niiden ilmeneminen

Suomessa on laadittu maksuton Hometalkoot.fi verkkosivu, jonka ylläpitäjänä toimii nykyisin Hengitysliitto. Sivustolla on niin rakennusalan ammattilaisille kuin ns. maallikolle kerättyjä tietoja, tutkimuksia, opinnäytetöitä yms. eri vuosikymmeniltä olevista rakennuksista sekä näiden kosteus- sisäilmaongelmista. Hometalkoot sivustoon viitataan yleensä esimerkiksi omakotitalojen kaupan yhteydessä tehtävään kuntotarkastukseen.

Rakennuksiin ja sen rakenteisiin kohdistuu huomattavasti sekä ulkoisia, että sisäisiä kosteusrasituksia, oli kyseessä pientalo tai kerrostalo. Kun kosteusrasitukseen orgaanisessa

materiaalissa kuten puussa, lisätään vielä riittävästi lämpöä pitkällä aikavälillä, ylittyy rakenteen kosteuden sietokyky ja syntyy kosteusvaurio. (KUVA 3)



KUVA 3. Kaavio kosteusvaurioiden ilmenemisestä ja seurauksista. (Hometalkoot.fi/Op-
paat/Opetusmateriaalit/Kosteus- ja mikrobivauriot. N.D)

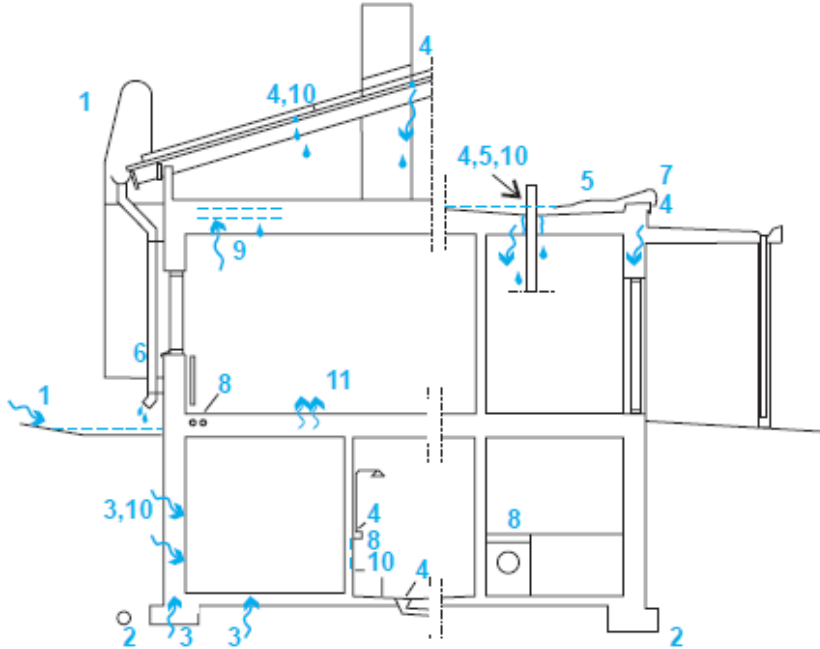
Rakennuksiin kohdistuvia ulkoisia kosteusrasituksia ovat muun muassa:

- Vesi- ja lumisateet sekä tuulen mukainen viistosade
- Katon valumavedet johtuen lumen sekä jään kertymisestä ja sulamisesta
- Vesikatteen, katon läpivientien tai pellitysten vuodot
- Sadevesijärjestelmien sekä salaojien puutos tai niiden heikko toiminta
- Maakosteus (kapillaarinen nousu ja vesihöyryn diffuusio)
- Pinta- ja vajovedet ja maanpinnan kallistus (vedet ohjautuvat rakennusta kohti)
- Liitospellitysten vuodot (ikkunat ja ovet)

Sisäisistä kosteusrasituksista rakenteisiin aiheuttavat:

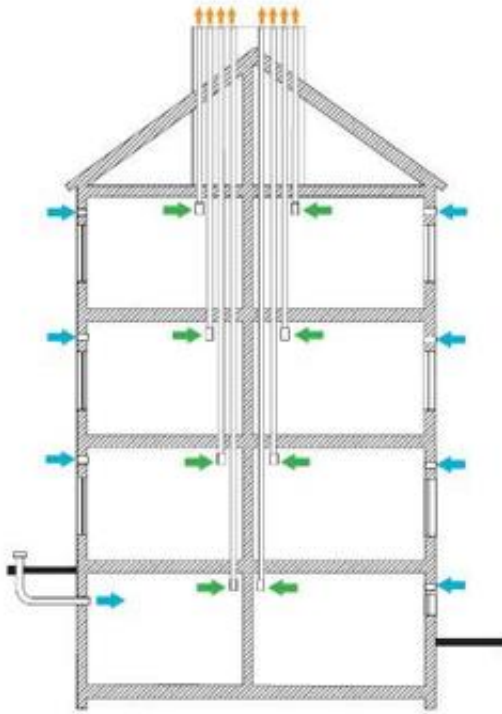
- Laite- ja putkistovuodot
- Rakennuskosteus
- Vedeneristysten vuodot (esimerkiksi märkätiloissa)
- Käyttäjistä johtuva kosteus (ruoanlaitto, peseytyminen, tiskaus sekä pyykinpesu)
- Puutteelliset lämmöneristykset, eristeiden painumat, lämpövuodot sekä kosteuden kondensoituminen
- Sisäilman vuodot sekä konvektio (esimerkiksi ikkunoiden huurtuminen)
- Läpivientien huono tiiviys

Rakennukseen kohdistuvista kosteusrasituksista löytyy useita havainnointikuvia. (KUVA 4)
(RT 80-10712. 1999)



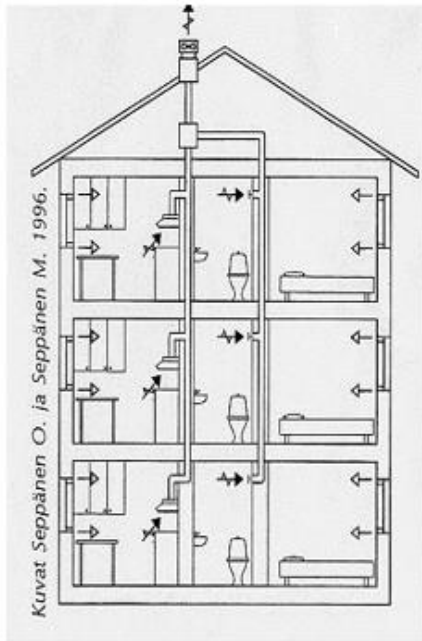
KUVA 4. Rakennuksen sisäisten ja ulkoisten kosteusrasitusten havainnointikuva. (RT 80-10712. 1999)

Myös ilmanvaihtojärjestelmän toimivuudella on merkittävä osa rakennusten kosteusrasitusten kannalta. Ilmanvaihdon tehtävän on poistaa niin materiaalien kuin ihmisten mukana tulevat epäpuhtaudet sekä kosteus sisäilmasta. Ilmanvaihdon tarkoitus tuoda puhdasta ilmaa ulkoa sisälle esimerkiksi ikkunoiden korvausilmaventtiileiden kautta. Etenkin vanhoissa rakennuksissa, joissa on painovoimainen ilmanvaihto, saattaa olla myös tunkkainen ilma. Painovoimaisen ilmanvaihdon toiminta perustuu sisä- ja ulkoilman välisiin paine-eroihin, jolloin ulkoa tuleva viileä ilma kulkeutuu sisätiloihin esimerkiksi ikkunoiden sekä ovien raoista ja lämmin sisäilma kulkeutuu ilmanvaihtokanavia myöden katon kautta ulkoilmaan. (KUVA 5) Rintamamiestaloissa on alun perin ollut painovoimainen ilmanvaihto, sisäilman laatu on kuitenkin heikentynyt energiakorjausten sekä rakenteiden lisäeristysten ja tiivistysten myötä, koska ilmanvaihdon toimivuuteen vaaditusta korvausilman saamisesta ei ole huolehdittu. Ikkunoiden ympärystät on tiivistetty polyuretaanivaahdolla, eikä ulkoilmaa pääse virtaamaan sisätiloihin. Nykyisin ikkunavalmistajat ovat kehittäneet ikkunoita, joissa on korvausilmaventtiilit, joiden avulla myös painovoimaisen ilmanvaihdon omaaviin rakennuksiin virtaa ulkoilmaa. (Hometalkoot.fi N.D)



KUVA 5. Painovoimaisen ilmanvaihdon toiminta kerrostalossa. (Hometalkoot.fi. N.D)

Jälkeenpäin rintamamiestaloihin on tehty ilmanvaihdon laadun parantamiseksi remonteja, joissa painovoimainen ilmanvaihto on korvattu koneellisella poistoilmanvaihdolla. (KUVA 6) Järjestelmän toiminta perustuu puhaltimen kautta tapahtuvaan ilman poistoon, tällöin on tärkeää muistaa, että riittävä korvausilma on saatavilla esimerkiksi ikkunoiden korvausilmaventtiileiden kautta. Muutoin kone imee tarvittavan korvausilmansa rakenteiden läpi. Rakennuksissa, joissa on koneellinen poistoilmanvaihto, on poistoilmakoneena yleensä katolle asennettava huippuimuri, ilmanvaihtokanavat tulee sijoittaa etenkin märkätiloihin, wc-tiloihin. Myös keittiöön on mahdollista asentaa liesituuletin, joka toimii osana koneellista poistoilmanvaihtoa, vaikka ei olisikaan jatkuvasti päällä. (Hometalkoot.fi N.D)



KUVA 6. Koneellisen poistoilmanvaihdon toiminta kerrostalossa. (Hometalkoot.fi. N.D)

Uudemmissa rakennuksissa on käytössä koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, jonka toiminta perustuu siihen, että koneella hallinnoidaan rakennukseen tulevasta ulkoilmasta sekä sisäilman poistosta rakennuksesta. Laitteistoon voidaan yhdistää myös lämmöntalteenottojärjestelmä, jolloin pystytään vähentämään lämmityskuluja. (Hometalkoot.fi N.D)

Ympäristöministeriön toimesta on laadittu asetus rakennusten sisäilmasta sekä ilmanvaihdosta. Asetuksessa on annettu ohjeita sisäilmaston suunnittelua varten, sisäilman laadusta sekä ilmanvaihto järjestelmän tehoista ja ilmanvirtojen ohjauksesta. (Ympäristöministeriö. 2018)

3 RINTAMAMIESTALON KORJAUS

3.1 Korjaustarve

Yleisimpiä syitä rintamamiestalon korjaamiseen on asumisen viihtyvyyden lisääminen sekä lämpötalouden parantaminen. Usein viihtyvyyttä on pyritty parantamaan ulkoseinien sisäpuoleisella lisäeristyksellä. Tällöin ei julkisivua ole tarvinnut purkaa, eikä rakennuksen ulkoasua muuttua. Lisäeristys ratkaisuun on päädytty usein erilaisten materiaali-toimittajien laskureiden myötä, mutta todellisuudessa ulkoseinien lämpöhäviön vähentämisen taloudellisempi ratkaisu on ikkunoiden kunnostus ja tiivistäminen, mutta jos ulkoseiniä on avattava muista syistä, on lisäeristys kannattavinta tehdä samalla ulkopuolelle. Rintamamiestalojen rakenteista yläpohjan lisäeristäminen on suositeltavinta esimerkiksi ullakkotilojen käyttöönoton yhteydessä. (Rinne. 2013)

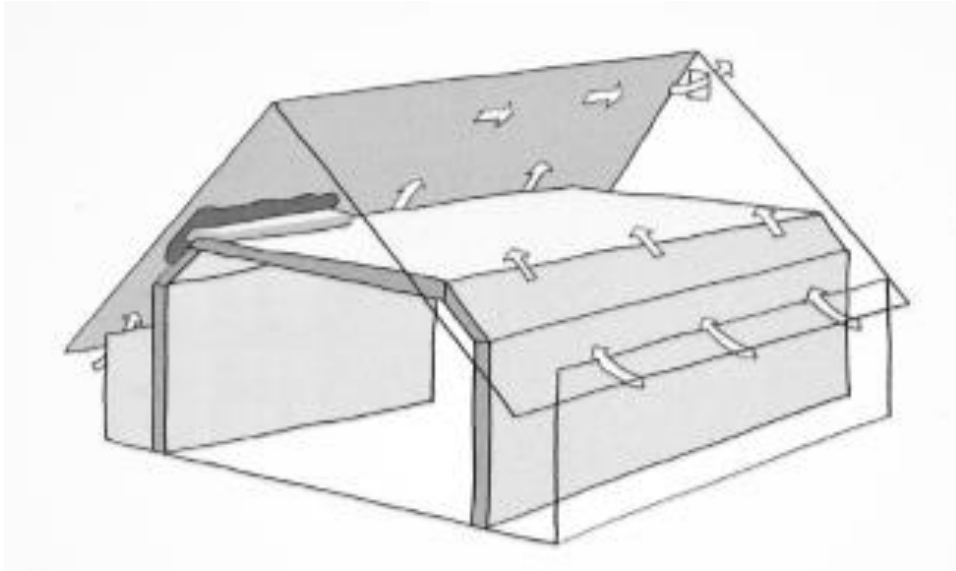
Pientaloissa lämpöhäviöt koostuvat kolmesta osa-alueesta näitä ovat rakennuksen vaipan lämpöhäviöt, ilmanvaihdon seurauksena tapahtuvat lämpöhäviöt sekä rakennuksen järjestelmien lämpöhäviöt (KUVA 7). Rakennuksen vaipan lämpöhäviöitä tarkasteltaessa keskitytään ulkoseiniin, alapohjaan, yläpohjaan sekä ikkunoihin ja ulko-oviin. Vaipan lämpöhäviöiden osuus kattaa noin 50%:a koko rakennuksen lämpöhäviöstä. Ilmanvaihdolla on suurin yksittäinen osuus lämpöhäviöstä pientaloa tarkasteltaessa, jopa 35%:a. Lämpöhäviön suuruus johtuu siitä, kun rakennuksen lämmin sisäilma pääsee vuotamaan rakenteiden sekä läpivientien läpi ulkoilmaan. Erityisesti vanhoissa rintamamiestaloissa lämpöhäviötä muodostuu vanhan purueristeen painumisen myötä esimerkiksi ikkunoiden alapuolelta. Rintamamiestaloissa eristeiden painuma sekä ilmavuodot lisäävät myös rakenteiden kosteusrasitusta. (Puuinfo. 2013)



KUVA 7. Omakotitalon lämpöhäviöiden jakauma. (Puuinfo. 2013)

Usein yläpohjan lisäeristäminen tulee ajankohtaiseksi, kun vanha ullakkokerros otetaan käyttöön esimerkiksi makuuhuoneiksi. Yleisimpänä lisäeristys vaihtoehtona on purkaa vanhoissa lattia- ja seinä rakenteissa olevat purueristeet ja vaihtaa tilalle puukuitueriste levyjä, eristeen vaihto mahdollistaa samalla myös väli- yläpohjien kantavien rakenteiden tarkastuksen ja korjauksen, koska usein rintamamiestaloissa kattorakenteet ovat kosteusrasituksesta johtuen osittain vaurioituneita. Ullakkokerroksen lisäeristämisessä on tärkeä huolehtia rakenteiden tuulettumisesta (KUVA 8). Ilman kiertäminen rakenteissa on helposti toteutettavissa tuuletusraoilla sekä päätyihin asennettavilla tuuletuskanavilla. (Rinne. 2013)

Puukuitueristeet soveltuvat pientalojen eristysratkaisuksi, koska eristeet valmistetaan luonnonmateriaaleista ja eristeen rakenne on huokoinen. Eristeen sisäiset lämpövirrat aiheuttavat konvektiota, joka tarkoittaa sitä, että lämmin ilma kohoamaan eristeessä ylös, kun taas kylmä ilma painuu eristeen ulkopinnasta alaspäin. Konvektion ilmeneminen riippuu eristemateriaalin ilmanläpäisevyydestä sekä eristevahvuudesta. Puukuitueristeet kykenevät sitomaan itseensä myös kosteutta ilman, että menettää eristysominaisuutensa. (Ekovilla. N.D)



KUVA 8. Ullakkokerroksen lisäeristys ja ilmanvaihto. (Rinne. 2013)

Rintamamiestalojen kellareita on myös remontoitu ja lisäeristetty, kun kellaritilat on otettu hyötykäyttöön. Kellaritiloja oli yleistä korjata villoittamalla seinät sisäpuolelta mineraalivillalla, jossa runkona puukoolaukset, lisäksi seinän pintamateriaalina oli useimmiten vesihöyryäläpäisemätöntä materiaalia, kuten lateksimaalilla pinnoitettu kipsilevy. Usein kellarin seinien ulkopuolisen kosteusrasitusten myötä mikrobikasvustot ovat alkaneet kasvaa ja kehittyä lämmöneristekerroksessa. Toinen yleinen lisäeristyskeino oli re-veteeraus eli verhomuuraus, jossa tiilet muurattiin sisäpuolelle syrjällään jättäen tiilimuurien väliin muutaman sentin tuuletusrako, verhomuurauksissa ei pääosin ole ongelmia, mutta riskinä on, että tiilimuurin väliin saattaa kondensoitua vettä. (Rinne. 2013)

3.2 Rintamamiestalon kellarin korjaus

Kellarin seinien kosteuden poistamiseksi on aina poistettava seinän ja lattian ulkopuolelta tuleva kosteusrasitus (KUVA 9). Lisäksi on tarpeen nostaa seinien lämpötilaa ulkopuolisella lämmöneristeellä ja tehostaa kellarin ilmanvaihtoa. Ulkoa tuleva kosteusrasitus saadaan poistettua kaivamalla rakennuksen vierustat auki anturoiden perustamistason alapuolelle. Kun rakennuksen vierustat on kaivettu auki, tulee ensimmäiseksi tarkastaa, onko perusmuurin ulkopintaan sivelty bitumia. Vanha bitumisively tulee poistaa perusmuurin pinnasta mekaanisesti. Yleensä rintamamiestaloissa bitumia siveltiin vain betonin ja tiilimuurauksen väliseen osaan vedeneristeeksi. Anturan ja perusmuurin välinen tasanne viisitetään kaltevaksi laastilla ja siihen kiinnitetään ”hitsaamalla” kumibitumikaista. Tämän

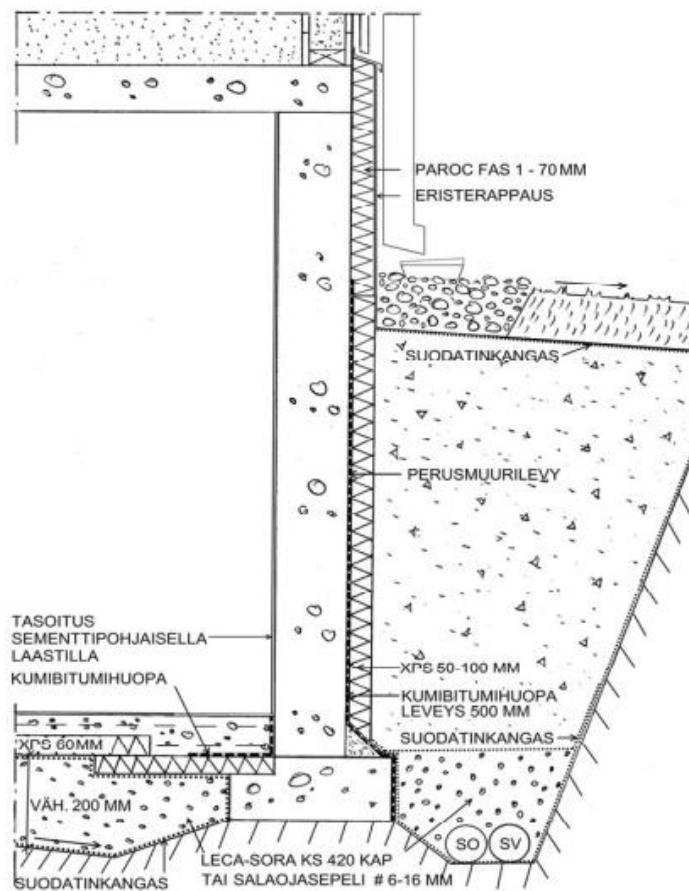
jälkeen kaivantoon asennetaan sadevesijärjestelmän putkisto, salaojat sekä salaojien tarkastuskaivot, jotka sijoitetaan rakennuksen nurkkiin. Lisäksi kaivantoon asennetaan suodatinkangas sekä perusmuuria vasten tuleva perusmuurilevy. Perusmuurilevyn päälle asennetaan XPS- lämmöneriste, jonka minimi paksuus on 50 millimetriä. Kaivanto täytetään 6-16 mm sepelillä, joka toimii samalla kapillaarikatkoeroksena. Maanvastaisille rakenteille on kehitetty levytuotteita, jotka toimivat samaan aikaan niin kapillaarikatkoeroksena kuin lämmöneristeenä, tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi Isodrän sekä Fuktisol. Lopuksi maanpinta viimeistellään siten, että viettää rakennuksesta pois päin vähintään 1:20 kaltevuudella noin kolmen metrin matkalla. (Karjalainen & Riippa. 2010)

Maanpinnalla yläpuolella olevan lämmöneristeen pinta voidaan lopuksi pinnoittaa ohut tai paksurappauksella. Paksurappauksen alustaksi asennetaan rappausverkko, joka kiinnitetään mekaanisin kiinnikkein eristeen pintaan, tällöin pinta kestää vähäistä kulutusta ja estää laastin kuivumisen myötä tapahtuvaa kutistumista sekä halkeilua. Rappauslaastin tulee olla käyttötarkoitukseltaan sokkelipintaan soveltuvaa. Usein materiaalitoimittajilla on valmiita ohjeita sekä rakennepiirustuksia rappausjärjestelmien oikeanlaisten asennusten varmistamiseksi, tällaisia ovat esimerkiksi Sto Finexter Oy. Uuden sokkelipinnan tulisi olla sisempänä suhteessa ulkoseinään. Kellarin vahva eristekerros muuttaa kuitenkin sokkelipinnan ja ulkoseinän suhdetta. Liitoskohta on syytä tarkastaa jo ennen kellarin lisäeristystä, jotta rakenteesta saataisiin toimiva. Lisäksi ulkoseinän ja sokkelipinnan liitoskohtaan tulisi asentaa vesipellititys, joka suojaa uutta sokkelirakennetta. Pellitykset suunnitellaan yleensä tapauskohtaisesti. (Karjalainen & Riippa. 2010)

Sisäpuolella tulee käyttää vain vesihöyryä läpäiseviä materiaaleja, kuten kalsiumsilikaatti levyä. Levyn toiminta perustuu siihen, että levy kykenee varastoimaan kosteutta ja luovuttamaan sitä vähitellen. Levy on ominaisuuksiensa osalta homekasvustoa hylkivää ja se asennetaan seinärakenteen päälle sementtipohjaisella laastilla. Pinnat käsitellään ensin pohjusteella ja sen jälkeen esimerkiksi silikaatti tai silikoniemulsio-maalilla. (RIL 255-1-2014. 2014)

Usein kaupunkialueen kellarillisissa rintamamiestaloissa sauna- ja pesutilat kellarikerrokseen ja siten, että ne ovat kosketuksissa maanvastaisten ulkoseinien kanssa. Pesutilojen rakenteiden ja suunnittelu sekä toteutus ovat tästä johtuen hankalia. Rakenteen tulee olla tarpeeksi tiivis sekä sisäpuolelta, että ulkopuolelta tulevaa kosteusrasitusta vastaan. Laitoituksen alla tulisi käyttää mahdollisimman hyvin vesihöyryä läpäiseviä materiaaleja.

Kellareissa lattiana toimiva maanvarainen betonilaatta valettiin usein suoraan kapillaarisen maa- aineksen päälle. Laatan paksuus on tästä syystä usein erittäin vaihteleva sekä huonossa kunnossa, koska laatan alle ei tullut kapillaarikatkokerrosta eikä lämmöneristettä. Laatat on alun perin jätetty betonipinnalle, jolloin maaperästä nouseva vesihöyry on päässyt haihtumaan laatan läpi huoneilmaan. Myöhemmin, kun kellaritiloja on otettu käyttöön, on betonilaatta usein saatettu päällystää muovimatolla. Ratkaisu on nostanut kellareiden huoneilman haitallisia päästöjä, kuten VOC-yhdisteitä. (Karjalainen & Riippa. 2010)



KUVA 9. Korjattu rakenne. (Karjalainen & Riippa. 2010)

VOC-yhdisteitä esiintyy useissa rakennus- sekä sisustusmateriaaleissa. VOC-päästöjä kulkeutuu huoneilmaan esimerkiksi maanvastaisen alapohjarakenteen myötä, jos on peitetty muovimatolla ei vesihöyry pääse haihtumaan huoneilmaan vaan kasvattaa kosteutta rajapinnassa. Lisäksi lämmin sisäilma ja esimerkiksi lattialämmitys tehostavat tällaisen rakenteen mukana kulkeutuvia VOC-päästöjä. (Hengitysliitto. N.D)

Alapohjien ensisijaisena korjauksena on poistaa muovimatto kauttaaltaan ja puhdistaa laatta mikrobikasvustosta. Mikäli betonilaatta on huonossa kunnossa, voidaan se purkaa samalla, jolloin laatan alle voidaan asentaa kapillaarikatko sekä lämmöneristekerros. Samalla alapohjaan voi asentaa myös lattialämmityksen. (Karjalainen & Riippa. 2010)

3.3 Energiatehokkuus

Vanhojen talojen korjauksia suunniteltaessa on otettava huomioon myös rakennuksen sekä rakennusosien energiatehokkuus ja niiden parantaminen. Seinien, alapohjan sekä yläpohjan lämmönläpäisykertoimet (U-arvot) ovat yleensä todella suuria vanhoissa rakennuksissa. Ympäristöministeriö on laatinut asetuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjausten yhteydessä vuonna 2013. Asetuksen mukaan rakennusosien energiatehokkuutta parannettaessa tulee rakenteiden lämmönläpäisykerroin arvo puolittua korjauksen myötä. Esimerkiksi jos rakenteen kokonaislämmönläpäisykerroin on ennen korjausta $0,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, tulee korjauksen jälkeen rakenteen lämmönläpäisykerroin olla vähintään $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Kertoimille on annettu myös enimmäisarvot rakennusosa kohtaisesti, mikäli enimmäisarvo alittuu korjauksen myötä, voidaan mahdollisesti vähentää eristeen määrää, kunhan vertailuarvoa ei ylitetä.

Eri rakennusosien enimmäisarvot lämmönläpäisykertoimille:

- Ulkoseinä $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Yläpohja $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Alapohja Mahdollisuuksien mukaan (uudiskohteilla $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)
- Ikkunat ja ovet $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Lämmönläpäisykertoimien arvojen puolittaminen sekä enimmäisarvot tulee ottaa huomioon vain sellaisissa korjauskohteissa, jotka toteutetaan rakennus- tai toimenpideluvan alla. Tällaisia ovat esimerkiksi rakennusten julkisivujen tai vesikaton muutokset, tai ullakotilojen käyttöönotto esimerkiksi rintamamiestaloissa. Asetus ei ole pakote korjaustoimenpiteille, mutta huomioitava edellä mainittujen lupien vaatimien korjausten suunnittelussa. (Ympäristöministeriö. 2013.)

Vanhoissa purueristeisissä seinärakenteissa U-arvot ovat tyypillisesti, jopa yli $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, joten lämmönläpäisyn arvon puolituksella ei tällaisessa korjaustoimenpiteessä saavuteta vertailuarvoa $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, mutta arvon puolituksella saavutetaan vaadittu

korjaustaso. Korjausten suunnittelussa täytyy huomioida myös mahdolliset lisäeristämiskorjaukset sekä vanhojen eristemateriaalien korvaaminen nykyaikaisilla eristeillä. Suomessa käytetyistä eristeistä on nykyisin paljon dokumentteja ja tietoja. Korjauksia suunniteltaessa voidaan vertailla eristeitä niin käyttökohteiden sopivuuden, kun eristeen ominaisuuksien suhteen.

Nykyisin sekä uusille, että vanhoille rakennuksille määritellään suunnittelu- tai korjausvaiheissa energialuokitus sekä E-luku, jonka avulla todetaan rakennuksen energiatehokkuus. (KUVA 10) Energiatehokkuus luokitukset jakautuvat kirjaimiin A-G, A ollen paras luokitus ja G ollen heikoin luokitus. (Ympäristöministeriö. 2017)

Rakennuksen energiatehokkuuden laskentaan vaikuttavat seuraavat osiot:

- Rakennuksen vaipan osat, seinät, katto, ovet, ikkunat, sekä alapohja
- Rakennuksen lämmitysmuoto (öljy-, sähkö- tai puulämmitys)
- Käyttöveden järjestelmän koko (normaali käyttövesi ja lisänä esim. vesikiertoinen lattialämmitys)
- Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä (onko painovoimainen ilmanvaihto vai koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto)
- Valaistuksen määrä, teho sekä laatu
- Sähköiset erillislämmittimet (esim. ilmalämpöpumput)
- Muut järjestelmät (esim. varaavat tulisijat)

(Ympäristöministeriö. 2017)



KUVA 10. Energiatodistukseen merkitään aina rakennuksen energialuokka sekä E-luku. (Energiatodistus.info N.D)

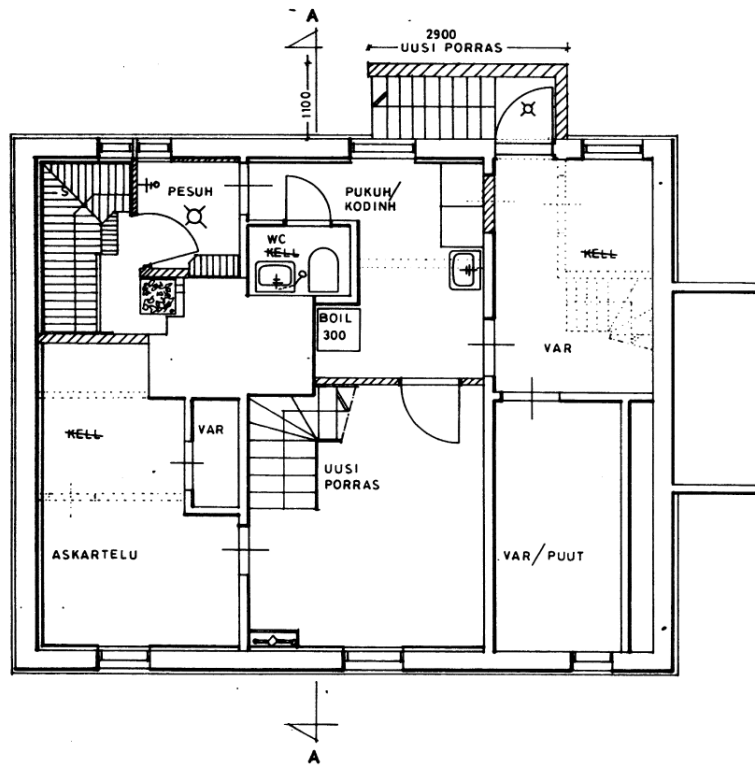
4 KOHDE

4.1 Taustatiedot

Opinnäytetyön taustalla on Tampereella Raholassa sijaitseva 1,5-kerroksinen kellarillinen rintamamiestalo, joka on rakennettu vuonna 1947. Rakennuksen muoto sekä materiaalit ovat hyvin tyypillisiä rintamamiestalolle. Savupiippu sijoittuu rakennuksen keskelle, kattotyypinä on harjakatto ja julkisivut ovat puuverhoiltuja. Rakennus sijaitsee tontilla, joka on pääosin tasainen, ainoana poikkeuksena on tontin takaosassa sijaitseva kallio, joka laskee rakennusta kohti. Rakennus on opinnäytetyön taustalla suunnittelukohteena, koska vuonna 2013 havaittiin, että kalliota pitkin valuneet sade- ja sulamisvedet ovat aiheuttaneet kosteusvaurion kellarin rakenteissa.

Kosteusvaurio havaittiin alun perin kellarin pesutiloissa olevan mikrobiperäisen hajun myötä, pesutilat sijoittuvat rakennuksessa ulkoseinälinjoja vasten. (KUVA 11) Omistajat päättivät teettää kellaritiloissa kuntotutkimuksen. Kellarin sisätilat on kunnostettu 2000-luvun vaihteessa ja samalla kellarin seinät on lisäeristetty puurungoilla sekä levyverhoilulla, eristeenä seinissä oli käytetty mineraalivillaa sekä villan ja kipsilevyn väliin oli asennettu höyrynsulkumuovi.

Syksyllä 2017 rakennuksen omistajat vaihtuivat ja samalla alkoi kellarin sisätilojen peruskorjauksen suunnittelu. Korjauksen lähtökohdانا on purkaa kaikki kellarin riskirakenteet, kuten kellarin puukoolatut seinät sekä mahdollisesti alapohja. Vanhan alapohjan betonilaatan kunto arvioidaan silmämääräisesti puukoolattujen seinien purkamisen jälkeen, jolloin saadaan näkyviin kantavien seinien ja laatan liitoskohdat. Alapohjan mahdollinen huono kunto on edellytyksenä rakenteen purkamiselle. Purkutöiden yhteydessä saataisiin asennettua kellarin alapohjan alle toimiva kapillaarikatkokerros sekä lämmöneristekerros esimerkiksi Isodrän eristeen avulla.



KUVA 11. Opinnäytetyö kohteen kellarin pohjapiirustus vuodelta 1997.

4.2 Kuntotutkimus ja toimenpidesuosituksset

Vuonna 2013 kellarin kuntotutkimuksessa tehtiin kolme kappaletta rasiapora- avauksia puukoolattuihin seiniin, joista suoritettiin kosteusmittaukset puunkosteusmittarilla. Puun kosteuspitoisuus vaihteli 12-26 p-% (painoprosentin) välillä ja pesutiloissa puun painoprosentti oli yli 18 prosenttiyksikköä ja suhteellinen kosteus oli mittaushetkellä 70%:a. Kun puun kosteuspitoisuus on 25 painoprosenttia sekä ilman suhteellisen kosteuden ollessa samaan aikaan yli 95 prosenttia alkaa puurakenteessa syntyä mikrobikasvustoa.

Seinä rakenteiden lisäksi kuntotutkimuksessa havaittiin kosteutta kellarin maanvastaisen alapohjalaatassa. Mittaukset suoritettiin betonilaatan ja sen päällä olevan muovimaton välistä pintakosteudenosoittimella. Maanvaraisen laatan osuudelle ei kuntotutkimuksessa tehty rakenne avauksia eikä laatan alla olevasta lämmöneristeestä tai kapillaarikatkokerroksesta saatu varmuutta. Rakennuksen ulkopuolella olevista vedeneristeistä tai salaojituksista ei saatu kuntotutkimuksen aikana varmuutta. Kosteusvaurion perusteella voidaan kuitenkin olettaa, ettei maanvastaisilla seinillä ole vedeneristeitä tai salaojituksia, johtamassa sade- ja sulamisvesiä pois seinustoilta.

Kuntotutkimuksessa tehtyjen havaintojen osalta suositellaan rakennuksen kellaritiloista purkamaan kaikki riskirakenteet, kuten puukoolatut seinärakenteet sekä lattialla oleva muovimatto. Lisäksi ulkona rakennuksen seinien vierustat suositellaan kaivamaan auki, jotta kellarin maanvastaiset seinät pystytään vedeneristämään ja rakennuksen ympäri pystytään asentamaan toimiva salaojitus sekä kapillaarikatkokerros. (Raksystems. 2013)

Kuntotutkimusraportissa suositeltuja korjauksia alettiin tehdä vuonna 2014, jolloin talon vierustat kaivettiin auki anturoiden alapintaan asti, kaivuutöiden yhteydessä havaittiin, että rakennus on osittain perustettu tontin takaosassa sijaitsevan kallion päälle. Kaivantoon asennettiin uudet salaoja- ja sadevesiputkistot kiertämään rakennuksen sivustoilla. Maanvastainen seinä eristettiin Finnfoam CW-300 eristeellä. Eristeen toiminta perustuu eristeen pinnassa kulkeviin pystysuuntaisiin uriin, joita pitkin vesihöyry tiivistyttyään kulkeutuu painovoiman myötä salaojitusta kohti. (KUVA 12) Tuote kiinnitetään perusmuuriin sementtipohjaisella kiinnityslaastilla ja sen päälle asennetaan suodatinkangas, joka suojaa uria täyttymästä maa-aineksista ja takaa urien toimivuuden. Tuote on testattu Suomessa ja sille on myönnetty VTT:n sertifikaatti. (Finnfoam. 2018.)

Kohteessa eristeen päälle on asennettu perusmuurilevy sekä suodatinkangas. Kaivanto on täytetty karkealla 6-16 mm sepelillä.



KUVA 12. Finnfoam CW-300 eriste asennettuna perusmuurirakenteeseen. (Finnfoam. 2018)

4.3 Purkutyöt

Vanhojen rakennusten korjauksissa ja etenkin purkutöissä tulee aina huomioida kohteen korjaushistoria sekä silloiset rakennusmateriaalit. Ennen rakennusmateriaalit saattoivat sisältää haitta-aineita, kuten esimerkiksi asbestia tai PAH- yhdisteitä.

Asbestia on käytetty rakennusmateriaalina Suomessa jo ennen jälleenrakennuskautta aina 1990- luvun alkupuolelle saakka. Sitä on käytetty asuinrakennuksissa yleisimmin mm. putkien lämmöneristeenä, julkisivulevyissä sekä palosuojaeristeissä. Ehjät asbestirakenteet eivät aiheuta terveydellisiä haittoja, mutta purkutöiden yhteydessä rakenne saattaa rikkoutua, jolloin vaarallista asbestipölyä pääsee huoneilmaan ja kulkeutumaan ihmisen elimistöön. Asbestituotteiden maahantuonti ja valmistus on ollut kiellettyä vuodesta 1993 lähtien ja myynti sekä käyttöönotto kiellettiin vuonna 1994. Nykyisin purkutöitä ennen on suoritettava asbestikartoitus, kartoituksen tulosten perusteella voidaan purkutyöt joutua tekemään asbestipurkuna. Asbestia sisältävien materiaalien purkua varten on kehitetty oma rakennustuotannon ohjekortti (Ratu 82-0347 Asbestia sisältävien rakenteiden purku), jossa kerrotaan purkutöiden etenemisestä sekä purkumenetelmistä sekä työturvallisuudesta. (RT 18-11246. 2016.)

PAH- yhdisteet eli polysykliset aromaattiset hiilivedyt ovat heikosti palavan orgaanisen materiaalin mukana syntyviä yhdisteitä. Tällaisia materiaaleja ovat esimerkiksi kivihiilipiki, jota on käytetty muurattujen rakenteiden vedeneristeenä sekä vanhat tervapaperit, joita on käytetty höyrynsulkuna seinä rakenteissa. PAH- yhdisteet eivät ehjänä aiheuta haittaa ihmisille, mutta purkutöissä materiaalien rikkoutuessa yhdisteet kulkeutuvat pölyn sekä ilman hiukkasten mukana ihmisen elimistöön. PAH- yhdisteiden käyttö rakennusmateriaaleissa on lopetettu myös 1990- luvun alkupuolella (KUVA 13). Nykyisin yhdisteitä saattaa esiintyä ainoastaan puunkyllästeissä. (RT 18-11244. 2016)

LIITE 1 Rakennusaineiden ja -tarvikkeiden markkinoillaoloaikoja

	1870	1880	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Asbesti															
Putkieristeet															
Akustinen eristys															
Asbestimenttuotteet															
Kultusementti- tuotteet															
Asbestipahvit															
Asbestinsukitus															
Situmemuksiot															
Bitumikemit															
Situmimaalit ja -liimat															
Bitumisaumas- massat															
Joustovinyylimatot															
Kattohuonot															
Muovi- ja kumimatot															
Muovimassalattiat															
Julkisivumaalit															
Magnesiummassalattiat															
Mineraalihuovat															
Palonsuojalevyt															
Palo-ovet															
Plastiset saumas- massat															
Klinitys- ja saumas- laastit															
Seläntasotit															
Pinnotetut teräsk Levyt															
Vinyylilaatat															
Öljykattilat															
Asbestilangat, -nauhat, -kankaat															
Muut asbestituotteet															
PAH-yhdisteet															
Kattohuonot															
Vedeneristeet															
Kattomaalit															
Valusfallit															
Puunkyllästykset															
PCB-yhdisteet															
Saumas- ja tiivistys- massat															
Eristyslaist															
Betoni															
Massalattiat															
Maalit															
Kondensaattorinöljyt															
Öljypölyttimet, värinjakajat															
Lokstiputki-valaisimet															
Elohopealamput															
Metallit															
Saumasmassat (lyijy)															
Maalit															
Sementti, betoni (kromi, koboltti)															
Puunkyllästykset															
Muovi-, kumi- ja linoleumipinnoitteet															
Kloorifanolit															
Puunkyllästykset															
Öljylliivedyt															
Valusfallit															

VL/1/marraskuu 2016/Rakennustieto Oy © Rakennustieto2016 RTS 2016

KUVA 13. Haitta-aineiden esiintyminen rakennusmateriaaleissa. (RT 18-11244. 2016)

Kohteeseen 2000- luvun vaihteessa tehdyn korjaustoimenpiteiden yhteydessä oli entisten omistajien mukaan tehty asbestikartoitus, jossa asbestia oli havaittu ainoastaan julkisivun mineriitti levyissä. Tuolloin kohteessa uusittiin julkisivu, joka on nykyisin puuverhoiltu. Kellaritiloissa ei asbestihavaintoja ollut eivätkä nykyiset materiaalit sisältäneet asbestia, joten purku voitiin toteuttaa ilman asbestipurkumenetelmiä. Purkutöiden ajaksi porrasaukko kuitenkin suojataan rakennusmuovilla ja muovin saumat teipataan tiiviiksi ilmastointiteipillä. Muovilla pyritään estämään purkutöistä tulevan pölyn leviäminen yläkerran asuintiloihin ja mahdollistamaan näin ollen muiden asuinkerrosten normaali käyttö.

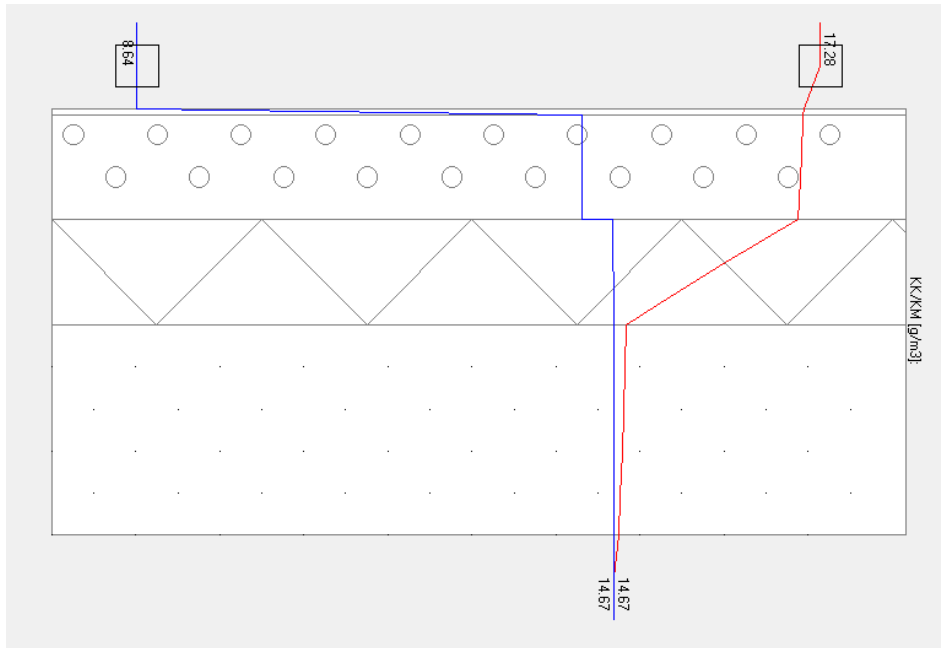
4.4 Kellarin vanhat rakenteet

Osa kellaritilojen rakenteista on luokiteltu riskirakenteiksi, ulkoseinien sisäpuoliset lämmöneristekerrokset ja orgaaniset materiaalit altistavat rakenteet kosteus- ja mikrobivaurioille. Seiniin kuntotutkimuksessa tehtyjen rakenneavausten ja kosteusmittausten perusteella seinärakenteiden alaosissa on kosteutta. Alapohjarakenteen osalta ei saatu varmuutta, koska rakennetta ei avattu, mutta on oletettavaa, että rakenne vaatii korjaustoimenpiteitä.

Kellarin purkutöiden yhteydessä vanhoista rakenteista tarkastetaan mitat sekä materiaalit, joiden perusteella rakenteista piirretään AutoCAD-ohjelmalla rakennetyyppi piirustukset. Rakennetyyppien mallinnuksen avulla voidaan helposti laskea rakenteiden paksuudet, lisäksi ne helpottavat uusien rakenteiden suunnittelua. Rakennetyypit piirretään vain ulkoseinä- (LIITE 1) ja alapohjarakenteesta. (LIITE 2) Vanhoista rakenteista tarkastetaan myös rakennusfysikaalinen toimivuus tarkoitukseen soveltuvalla DOF-LÄMPÖ- ohjelmalla. Fysikaalisessa tarkastelussa kiinnitetään huomiota rakenteiden välillä sekä rajapinnoissa vallitsevan kosteuspitoisuuden (g/m^3) käyttäytymiseen, joka johtuu vesihöyryn diffuusiosta. Lisäksi laskelmilla voidaan havainnollistaa rakenteen kokonaislämmönläpäisykerroin eli U-arvo ($W/(m^2K)$). Fysikaalisten tarkastelujen kohteena ovat myös vain ulkoseinä- ja alapohjarakenteet.

Alapohjan osalta U-arvo on huomattavasti nykyistä vertailuarvoa suurempi, koska nykyisin uusien rakennusten alapohjien vertailuarvo lämmönläpäisykerroin on $0,09 W/(m^2K)$ ja korjauskohteiden suunnittelussa lähtökohtana on aiemminkin mainittu U-

arvon puolitus. Uuden alapohja rakenteen suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota U-arvon parantamiseen esimerkiksi eristekerroksen paksuutta kasvattamalla. Myös suhteellisen kosteuden käyttäytymistä tuli parantaa. (KUVA 14) Maaperän kosteus kohoaa ohuen eristekerroksen sekä huokoisen betonilaatan läpi todella hyvin. Koska pintamateriaalina ollut muovimatto on todella huonosti vesihöyryä läpäisevää, on erittäin todennäköistä, että kosteus on vaurioittanut maton alapintaa.



KUVA 14. Vanhan alapohjarakenteen kosteuspitoisuuden tarkastelua.

Tarkasteltaessa vanhaa alapohjarakennetta DOF-lämpö ohjelmalla (KUVA 14) voidaan havaita, että betonilaatan päällä oleva muovimatto on huonosti vesihöyryä läpäisevää, eikä näin ollen sovellu rakenteessa käytettäväksi pinnoitteeksi.

4.4.1 Seinien rakenteet

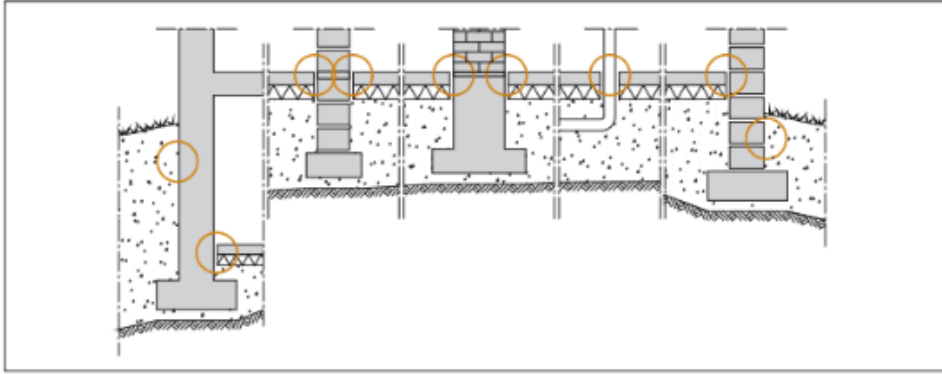
Purkutyöt

Aluksi kellaritiloista puretaan kaikki seinien sisäpuoleiset levyverhoukset eristeineen ja koolauksineen (KUVA 15). Kun vanhat riskirakenteet saadaan poistettua laatan päältä, voidaan tarkastaa laatan kunto myös vanhojen koolausten alta. Mikäli laatta on huonossa kunnossa, tai laatan pinnassa on silmillä havaittavissa kosteutta, voidaan vanhan laatan purkamista harkita ja korjausta suunnitella.



KUVA 15. Vanha kellarin seinän sisäpuoleinen lisäeristysrakenne.

Purkutyöt saatiin seinien osalta päätökseen ja laatan kunto tarkastettua myös koolausten alta. Oli havaittavissa, että betonilaatan alle on asennettu höyrinsulkumuovi, seinien vierustoilla muovi oli käännetty osittain myös laatan päälle, jolloin seinien vierustoilla oli paikoittain suuria aukkoja. Raoista oli silmämääräisesti havaittavissa, ettei laatan alla ollut kunnollista eristekerrosta, eikä laatan paksuus ollut kuin noin 50 millimetriä. Suuret aukot laatan ja seinän liitoskohdissa mahdollistavat radonin kulkeutumisen huoneilmaan (KUVA 16). Tämä osittain johti päätökseen, jonka perusteella myös alapohja laatta aiotaan purkaa pois. Lisäksi vanhan laatan purku mahdollistaisi kellaritilojen sähköjohtojen uudelleen sijoittamisen siten, että pistorasioiden sähköjohdot kulkevat laatan alapuolella. Myös vesi- ja viemäri linjojen kunnan tarkastaminen sekä mahdollinen uusiminen olisi suositeltavaa laatan purkamisen yhteydessä. (KUVA 17).



KUVA 16. Radonin kulkeutumisreittejä alapohjarakenteiden läpi. (RT 81-11099. 2012)

Radonin torjunta

Radon on maaperässä esiintyvää uraanin ja radiumin muodostamaa hajutonta ja väritöntä kaasua. Suomessa maaperän radonpitoisuus on erittäin suurta, Pirkanmaan seudulla esimerkiksi sijaitsee useita soraharjuja, joiden maaperässä on huomattavat määrät radonia. Radonin torjunta tulee ottaa huomioon niin uudiskohteiden kuin korjauskohteiden suunnittelussa. Radonpitoisuutta huoneilmasta mitataan bequerelliä per kuutio (Bq/m^3) yksiköllä. (RT 81-11099. 2012) Uudet asunnot tulee suunnitella siten, ettei radonia olisi yli $200 \text{ Bq}/\text{m}^3$. Vanhojen rakennusten osalta huoneilman radonpitoisuus ei saa ylittää $400 \text{ Bq}/\text{m}^3$ arvoa. Huoneilmasta radonpitoisuuksien mittaus on suositeltavampaa tehdä Suomessa talviaikaan, tällöin radonpitoisuus on hetkellisesti, jopa 20 prosenttiyksikköä suurempi. (Säteilyturvakeskus. 2015)



KUVA 17. Kellarin vesijohto- ja sähköasennuksia vanhojen koolausten sisässä.

Sekä sähkö-, että KVV-töitä varten tulee hankkia aina ammattilainen, joka osaa suunnitella ja mitoittaa esimerkiksi sähkökytkennät oikeanlaisiksi ja, jolla on lupa kytkeä esimerkiksi pistorasioiden päätteet tai vesihanojen sekoittajat. Myös lattialämmityksen suunnittelu on syytä jättää ammattilaiselle, on lattialämmitysmuoto sitten vesikiertoinen tai sähköinen. Näin lämmityspiireistä saadaan riittävät hyötysuhteet käyttöön eivätkä piirit ylikuormitu ja esimerkiksi polta sulakkeita sähkökaapista.

Järjestelmien käyttöiät

Rakennus- sekä talotekniikan suunnittelussa tulee huomioida myös rakenteiden sekä järjestelmien tekniset käyttöiät. (KUVA 18) Kun rakennus otetaan käyttöön alkavat myös teknisten järjestelmien käyttöiän laskenta. Käyttöiällä tarkoitetaan rakenteen tai esimerkiksi viemärintijärjestelmän toimivuuden ikää, käyttöiän umpeutuessa tulee kyseinen järjestelmä korjata, tai korvata kokonaan uudella materiaalilla. Nykyisin rakenteille sekä taloteknisille järjestelmille määritellään käyttöiän lisäksi tarkastus- ja huoltovälit sekä kunnossapitajaksot. Jos esimerkiksi nykyisin vesikaton tiilikatteelle määritellään 45 vuoden käyttöiän lisäksi 5 vuoden tarkastusväliä sekä 10 vuoden kunnossapitajaksot, pitävät lyhyemmät jaksot sisällään tietyt toimenpiteet, jolla varmistetaan uuden vesikatteen toimivuus koko käyttöiän ajan. (KH 90-00403. 2008)

Tunnus	Nimikkeen otsikko, määritelmä	Tyypillinen rakentamisaika ja muu tarkempi määrittely	Keskimääräinen tekninen käyttöikä			Suunnitelmallisen ylläpidon toimenpiteet		Huomautuksia
			vuotta (R = rakennuksen ikä, J = järjestelmän ikä)			Tarkastusväli vuotta	Huoltoväli / kunnossapitojakso vuotta	
			Rasitusluokka 1 vaikea	2 normaali	3 kevyt			
126	Vesikatot		Rasittavat olosuhteet	Tavanomaiset olosuhteet	Vähäisesti rasittavat olosuhteet	Silmämääräinen tarkastus: kattoen kunto, läpiviennit, liittymät muihin rakenteisiin, pinnoituksen kunto		Kohdekohtaisia rasitustekijöitä – bitumikermikatteen alustan materiaali – mekaaninen rasitus – kattoen kaltevuus – ilmastolliset (lumi-, sado- ja vesikuormat, tuuli, lämpö- ja uv-säteily, lämpötilan vaihtelut) – kemialliset (ilman kosteus, ilman epäpuhtaudet) – biologiset (kasvit, mikrobit) – rakenteelliset (materiaalien lämpö- ja kosteusliikkeet).
1261	Vesikattorakenteet (kattoristikot ja itsokantavat yläpohjarakenteet)			R				
1263	Vesikatteet (vesikate, alusrakenteet, aluskato, suojakivoyks, kattokaivot)							
	Kumibitumikermikate	1980...					3	
	– 1-kerroskato	Harjakatto	20	25	30			
	– 2-kerroskato, tasakatto		20	30	35		10	
	– 2-kerroskato, harjakatto		25	30	40			
	– 3-kerroskato		30	35	40			
	Bitumikermikate	...1980	Saavutettu	Saavutettu	Saavutettu			
	Sinkitty ja maalattu rivipeltikate		40	60	80	Uusi kate: 1...2 5	10...15 huoltomaalaus	
	Profilipeltikate		30	40	50	5	10...15 huoltomaalaus	
	Tiilikate, betonitiili		40	45	50	5		
	Kuitusementtikate		25	30	35			1989...1990 valmistettujen ensimmäisten asbestittomien kattojen tekninen käyttöikä on 10...15 vuotta.
1264	Vesikattovarusteet							
	Räystäskourut ja syöksytörvet		25...40	25...40	25...40	12 kk		Käyttöikä riippuu materiaali- ja alaraja koskee pientaloissa yleensä käytettävää toräsmateriaalia, yläraja koskee vahvempia materiaaleja.

KUVA 18. Rakennusosien käyttöiän, huoltovälien sekä kunnossapitojaksojen havainnointi. (KH 90-00403. 2008)

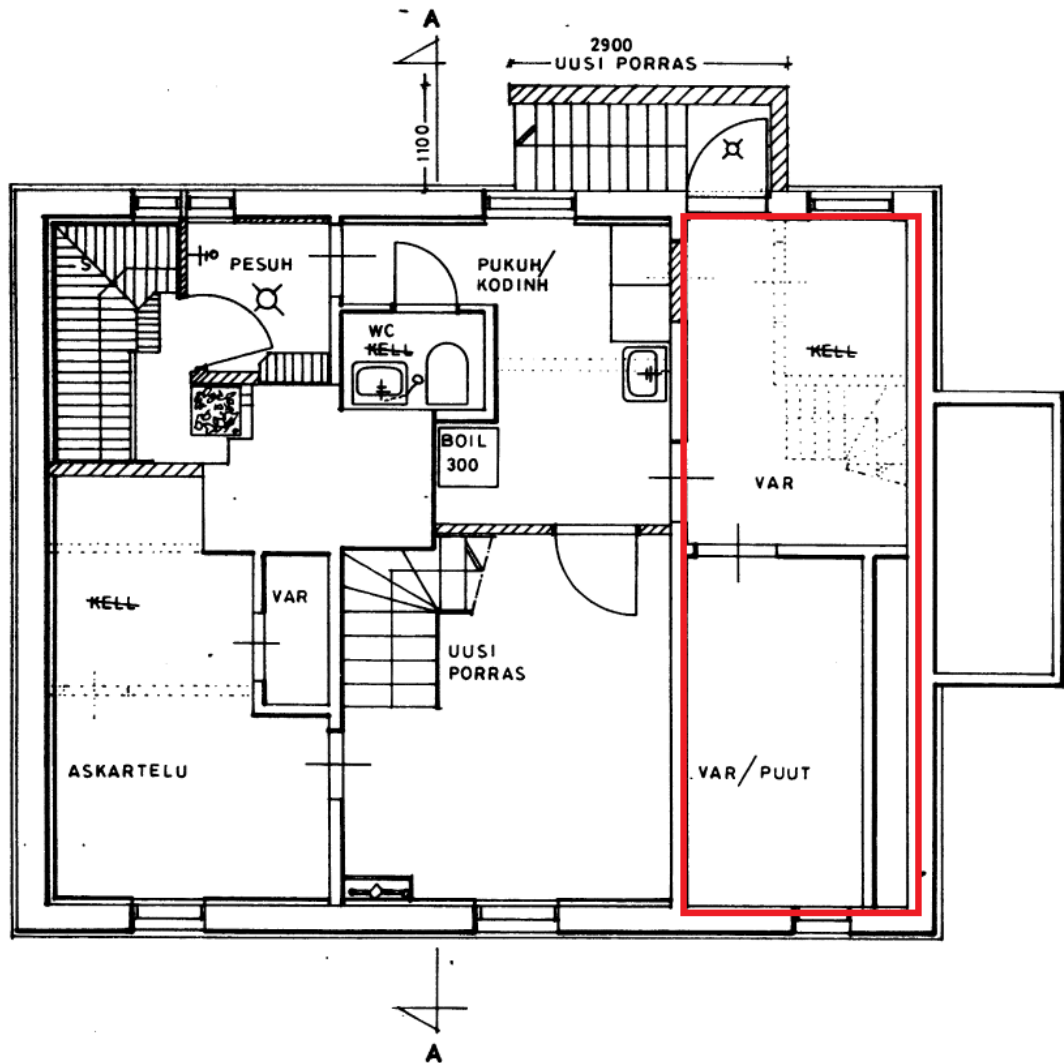
Opinnäytetyön kohteessa oli teetetty laajempi peruskorjaus noin 2000- luvun vaihteessa, jolloin korjaustoimenpiteitä oli myös kellaritiloissa. Tarkempi vuosiluku on 1996, tämä selvisi väliseinän sisään koteloidun pesuhuoneen viemärin kyljestä. (KUVA 19) Viemärit uusittiin tuolloin nykyisinkin uudiskohteissa käytettäviin muovisiin viemäreihin. Käyttöikäksi muovisille viemäröinneille on määritelty 50-60 vuotta. Kellarikerroksessa viemärit eivät ole olleet käytössä vuoden 2013 jälkeen, joten niiden kunto on syytä tarkastaa esimerkiksi viemärikuvauksella.



KUVA 19. Viemäriputkien kylkeen merkitään putken valmistaja sekä valmistusajankohta.

4.4.2 Alapohjan rakenteet

Päätös alapohjalaatan purkamisen mahdollistaa myös kellaritilojen lattiakoron laskemisen kokonaisuudessaan samalle tasolle, kerroksen varastotilojen lattia oli noin 30 cm:ä korkeammalla kuin muualla kellaritiloissa. (KUVA 20) Omistajilla on myös aikomus ottaa nykyiset varastotilat käyttöön ja tehdä näistä työ- sekä kodinhoituhuoneet. Kodinhoituhuoneeseen täytyisi tehdä vesi- ja viemärikytkennät pesukonetta varten. Tiloihin täytyisi saada tuotua myös sähköt sekä pistorasioille, että valaisimille. Molempiin tiloihin tulisi myös sähköinen lattialämmitys mikä on nykyisin ollut jo muualla kellaritiloissa. Omistajat olivat jo lähettäneet tarjouspyyntöjä paikallisille pienyrityksille, jotka kykenisivät suunnittelemaan sekä sähkö, että vesipisteiden suunnittelun.



KUVA 20. Kellarin korkeammat kohdat on rajattu kuvassa punaisella alueella.

Betoniastian purkaminen onnistuu parhaiten maakilavasaralla tai vaihtoehtoisesti timanttileikkurilla, joka onnistutaan leikkaamaan niin betonia kuin harjateräksiäkin. Laatan suuresta massasta saadaan näin pieniä paloja, jotka pystytään kuljettamaan kellarista esimerkiksi ämpäreillä ulos, työ on kuitenkin raskasta ja vaatii aikaa. (KUVA 21) Tällaista suurta purkutyötä varten olisi hyvä olla saatavilla esimerkiksi vaihtolava, jolle betonijäte voidaan kuljettaa. Kuorma-autoon lastattava vaihtolava mahdollistaa myös jätteen kuljettamisen esimerkiksi kaatopaikalle, koska jätemaksut ovat halvempia suurilla kuormilla toimitettaessa. Vaihtolava säästää myös aikaa tilavuutensa puolesta, koska laatasta tuleva jäte saadaan yhdellä kertaa kuljetettua pois.

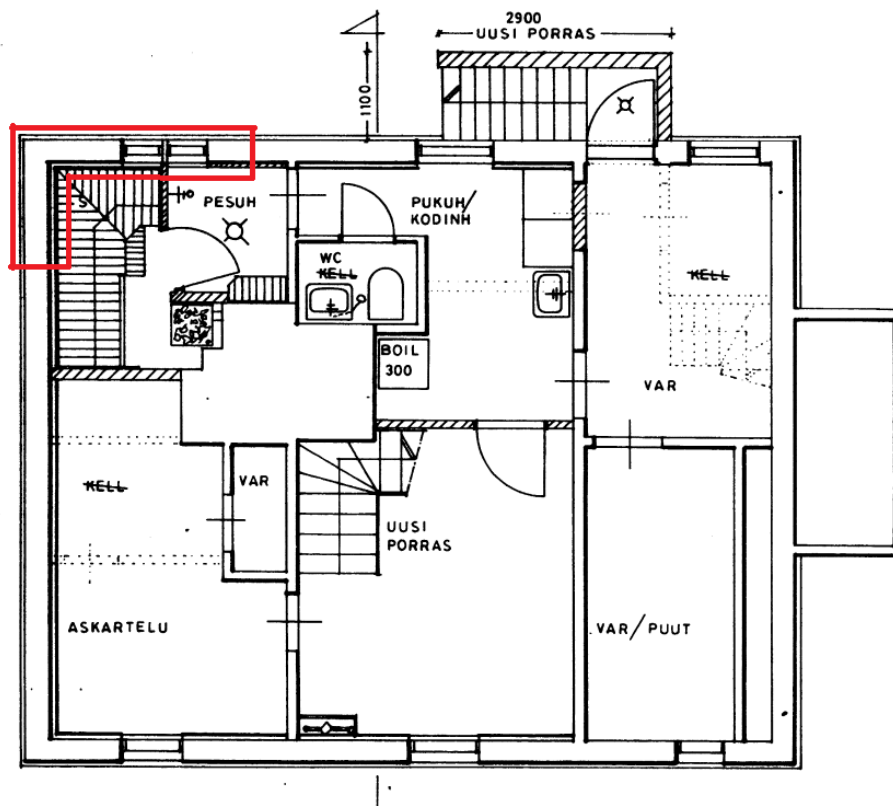


KUVA 21. Kellarin alapohja laatan purkamista maakiilavasasaralla.

Omistajat päättivät purkaa laatan maakiilavasaroilla, betonijäte kannettiin kellarin portaikon kautta pihaan tuodulle vaihtolavalle ämpäreiden avulla. Lavan koko oli noin seitsemän kuutiota ja kellaritiloissa oli betonilaattaa arviolta viiden kuution verran, palat ovat kuitenkin eri kokoisia, eivätkä purettuna tiivisty yhtä hyvin kuin esimerkiksi hiekka. Kun laatta saatiin kokonaan purettua, pystyttiin tarkastamaan alapohjan eristeen kunto, alapohjan täyttö ja aloittaa tulevan korjauksen suunnittelu. Eristeenä kellaritiloissa oli käytetty EPS- eristettä, eli toisin sanoen styroxia. Kosteus oli tehnyt vanhasta eristeestä todella haurasta. Eristystä ei oltu asennettu kauttaaltaan alapohjan alle, eikä eristystä ollut osittain, kun yksi kerros, jolloin eristykseen on saattanut muodostua kylmäsiltoja. Maaperän kosteus on päässyt kapillaarisesti nousemaan eristeiden kylmäsiltoista alapohjalaattaan.

Kun laatta sekä eristeet oli saatu pois kellarista ja toimitettua kaatopaikalle oli aika tasoittaa kellarikerroksen alustäyttöä, täyttömaana oli hiekkaa sekä moreenia. Osittain lattian alta joudutaan poistamaan, jopa 50 cm:ä hiekkaa, jotta tuleva lattiapinta saataisiin samaan tasoon kuin muualla kellaritiloissa (kts. kuva 17).

Syksyllä 2017 tehdyssä kuntotarkastuksessa oli omistajille kerrottu, että talo olisi osittain perustettu kallion päälle, tämä ilmeni kellaritilojen pesuhuoneesta, kun sieltä poistettiin täyttömaata. Kallio paljastui aluksi esiin pesuhuoneen ulkonurkasta ja se jatkui ulkoseinälinjaa pitkin kohti pukuhuonetta sekä uloskäyntiä. (KUVA 22) Pintakallio oli haurasta ja rikkoutui lapion iskusta, mutta kalliota täytyi silti rikkoa kunnolla, jotta tulevan laatan alle saataisiin riittävät eristekerrokset tehdyksi. (KUVA 23) Kallion räjäyttämistä tällaisessa ympäristö olisi suunniteltava tarkoin etukäteen. Parhaaksi vaihtoehdoksi valikoitui murtolaasti eli ”etanadynamiitti”.



KUVA 22. Pesuhuoneessa havaittu kallio on rajattu punaisella alueella.

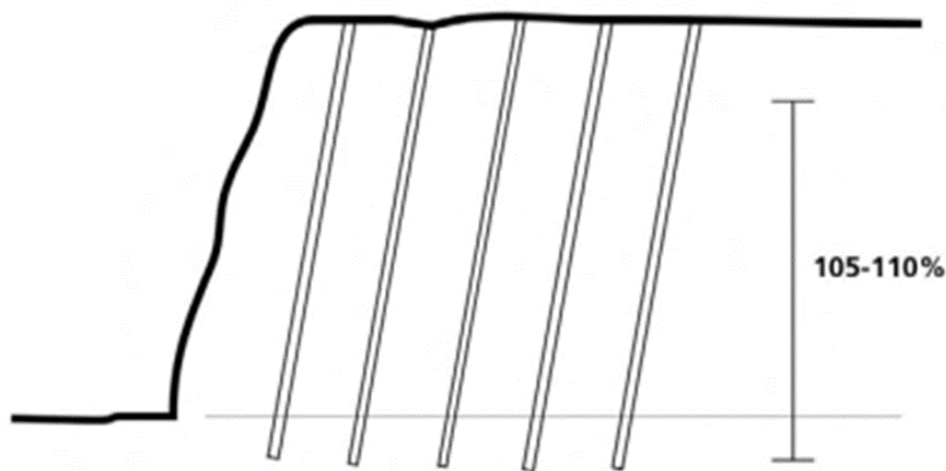


KUVA 23. Pesuhuoneen alta paljastuneita kiviä sekä kalliota.

Kemiallinen murtolaasti eli niin kutsuttu etanadynamiitti on kuluttajien käyttöön suunniteltu turvallinen kivien ja kallioiden murtamismenetelmä. Dynamiitin toiminta perustuu paisumiseen, menetelmässä kiveen tai kallioon porataan reikiä järjestelmällisesti, reiät puhdistetaan imurilla ja lopuksi reiät täytetään etanamassalla. Poraukseen soveltuvat suuremman kokoluokan poravasarat. Etanadynamiitin jauhemainen aine sekoitetaan veteen ja kaataa reikiin, kun seos on juoksevaa, koska aine kovettuu nopeasti. Kaa-tamisessa voi hyödyntää apuna esimerkiksi polttoainesuppiloa. Reiässä aineen kemiallinen reaktio luo voimakkaan paineen, joka lohkaisee kiviaineksen, lohkeaminen tapahtuu aina siihen suuntaan missä on vapaata tilaa. Kallio ei siis lohkea syvemmältä, kun mihin reiät on porattu. Reikien poraus tulee suunnitella hyvin, jotta kivi tai kallio saadaan halkeamaan halutulta alueelta. Mitä enemmän ja tiheämmin reikiä porataan, sitä pienempiin paloihin kiviaines saadaan ja näin ollen se saadaan kuljetettua pois esimerkiksi kellarista. (KUVA 24) Halkeaminen tapahtuu aina reiästä reikään. Etanadynamiitin toiminta-aika vaihtelee muutamasta tunnista muutamaankin päivään. Toiminta-aikaan vaikuttaa muun muassa lämpötila, jossa menetelmä tapahtuu sekä porattujen reikien koko ja syvyys. Suositeltu halkaisijan koko porattaville rei'ille on 27-51 millimetriä ja reikien syvyyden tulisi olla kymmenkertainen halkaisijaan nähden. Esimerkiksi 30mm:ä halkaisijaltaan olevan reiän syvyys tulisi olla 300mm:ä syvä. Reikien suuri koko tehostaa aineen vaikutusta. (Dextec. 2017)

Ei ole varmuutta kulkeutuuko kellaritiloihin kevään myötä lumien sulaessa vettä kallion pintaa pitkin. Yleensä kiven tai kallion pinnassa vesi pääsee kulkeutumaan vapaasti ja sen etenemistä on lähes mahdotonta estää. Ennen uusien eristeiden ja laatan asennusta odotetaan lumien sekä maaperän sulamista. Näin voidaan varmistaa, ettei ulkopuolelta pääse virtaamaan sulamisvesiä kellarin sisätiloihin esimerkiksi kallion pintaa myöden. Myös ulkopuolisen eristyksen sekä salaojitusten toimivuus saadaan selville lumien sulamisen jälkeen.

Kallion reunan louhinta



- poraa reikälinja kallion avoimen reunan suuntaisesti.
- reikävälisuositus: 20-50 cm (siistin reunan tekemiseksi käytä minimiväliä)
- suositeltu reikäkoko 32-51 mm (25-30 mm mahdollinen mutta käytä minimireikäväliä ja varaudu pidempään vaikutusaikaan).
- poraa 5-10% "läpi" halutusta louhintasyvyydestä
- jos louhittavana useampi reikälinja täytä linjat 2-5 noin 6-12 tunnin välein

KUVA 24. Ohjeistus kallion louhintaa varten. (Dextec. 2017)

Vanhan remontin yhteydessä oli onneksi huolehdittu myös tarvittavasta radonin torjunnasta kellaritiloissa. (KUVA 25) Radonin torjunta oli järjestetty radonputkistolla, jotka kulkivat laatan alta hormiin ja sen kautta vesikaton läpi ulos.

Radonputkiston toiminta perustuu putkissa oleviin reikiin, jotka kuljettavat alapohjassa olevaa huokosilmaa. Tärkeää putkiston asennuksessa on ohjata putkistot alapohjasta talon läpi aina vesikaton yläpuolelle esimerkiksi savuhormia pitkin. Putkiston tuulettumisen toiminta on samanlainen, kun painovoimaisessa ilmanvaihdossa, se perustuu ilman paine-

eroihin. Putkisto mahdollistaa myös alapohjalaatan alla vallitsevan kosteuden tuulettumisen ulkoilmaan. (STUK. 2016)



KUVA 25. Vanhan alapohjan alla ollut radonputki.

Radonputkistot lisätään kohteessa myös edellä mainittuihin varastotiloihin, jotta radon sekä maaperän kosteus saadaan ohjattua pois niiltäkin osin. Uudet putket liitetään entisiin putkistoihin, koska vanhat putkistot on liitetty jo hormin alapäähän.

4.5 Kellarin uudet rakenteet

Opinnäytetyön kohteen rakenteiden suunnittelun lähtökohtana oli poistaa kaikki vanhat riskirakenteet ja parantaa kerroksen rakenteiden toimivuutta. Vanhat orgaaniset sekä huonosti vesihöyryä läpäisevät materiaalit poistetaan, eikä uusissa rakenteissa käytettäisi sellaisia materiaaleja, millä olisi mahdollisuus pahentaa esimerkiksi sisäilman laatua. Uusien rakenteiden osalta suunnittelu vaati enemmän perehtymistä, koska materiaalien tulisi olla olosuhteisiin sekä käyttötarkoituksiin soveltuvia. Lisäksi vanha huonekorkeus havaittiin soveltuvaksi ja tästä syystä entisten varastotilojen lattiapintaa päätettiin laskea.

Vanhojen seinäpintojen epätasaisuus pyritään korjaamaan joko verhoavalla harkko- tai levyrakenteella sekä oikaisulaastilla, jonka pinta voidaan vaihtoehtoisesti joko maalata tai laatoittaa, riippuen tilan käyttötarkoituksesta.

Myös kellarin uusista ulkoseinä- (LIITE 7) ja alapohjarakenteista (LIITE 8) piirretään rakennetyyppi piirustukset. Rakenteiden suunnittelussa käytettävien materiaalien tietoja voidaan hyödyntää myös, kun rakenteille tehdään samanlaiset fysikaaliset tarkastelut, kuin vanhoille rakenteillekin. Ulkoseinä- sekä alapohjarakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa on tarkoitus käyttää vesihöyryä läpäiseviä materiaaleja sekä pinnoitteita.

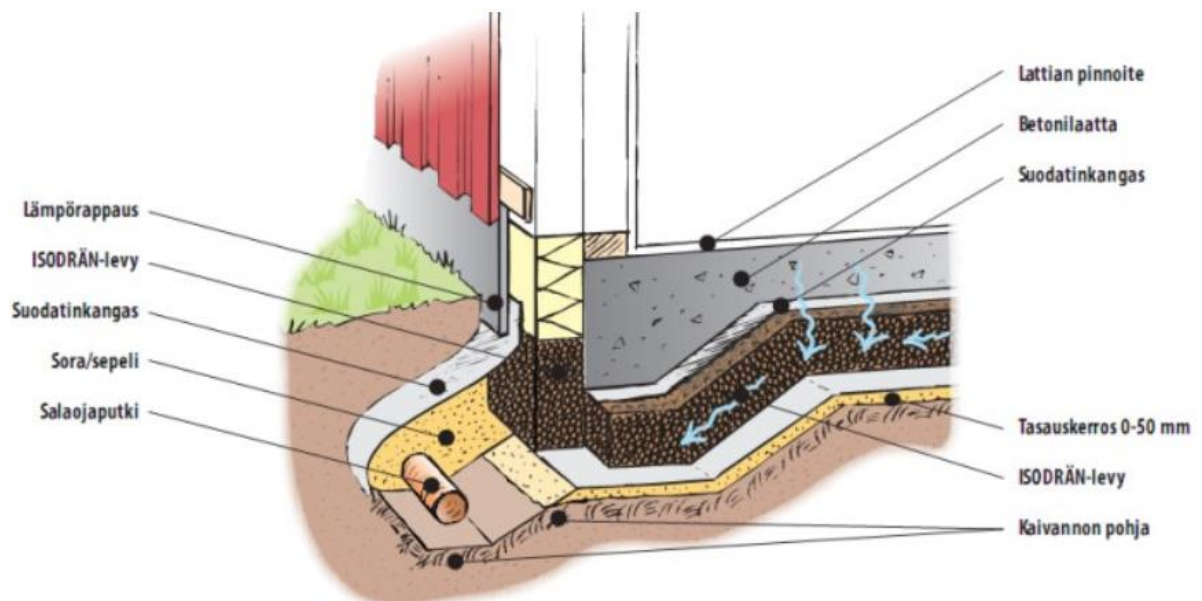
4.5.1 Alapohjan rakenne

Tulevan lattian eristeenä päätettiin käyttää ruotsalaisen Isodrän valmistajan kehittämää eristysmateriaalia. Eriste on suunniteltu helpottamaan maanvastaisten rakenteiden, kuten alapohjien sekä perusmuurien eristämistä. Suomessa maahantuojana toimii Espoossa toimiva Muottikolmio Oy.

Levy valmistetaan 5-10mm:n kokoisista pyöreistä EPS solumuovipalloista, jotka liimataan yhteen bitumipohjaisella liimalla ja puristetaan levyksi. Liiman tarkoituksena on myös suojata solumuovipalloja kosteudelta ja näin estää veden kapillaarista nousua maaperästä alapohjarakenteisiin. Isodrän-levy toimii siis sekä kapillaarikatkerroksena, että lämmöneristeenä. On tärkeää, että alapohjan alle asennetaan riittävä lämmöneristekerros, sillä jos sisältä lämmitetään maaperää alkaa maaperässä oleva huokosilma höyrystyä ja kohoaa laatan alapintaan. Yleisesti ilman suhteellinen kosteus on alhaisempi mitä kylmemmistä olosuhteista on kyse. Maan alla suhteellinen kosteus on kuitenkin lähtökohtaisesti aina 100%:a, joten etenkin maanvastaisten rakenteiden alla tulee olla riittävät kerrokset niin kosteuden kuin lämpötilojenkin kannalta. Yleisesti maa on kylmempää kapeiden alle 10m:ä leveiden talojen alla. Leveämmissä taloissa on yleensä myös lattialämmitys ja tarvitsevat alleen paksumman lämmöneristekerroksen, ettei lattialämmitys nosta maaperän lämpötilaa. Parhaiten maanvastaiset rakenteet saadaan pysymään kuivana, kun maaperän lämpötila on vähintään 4,5°C alhaisempi kuin laatan lämpötila. Tällöin maaperän ja rakenteen väliset vesihöyrymäärien erot eivät aiheuta rakenteessa ns. kastepistettä. Alapohjan eristämiseen etenkin korjauskohteissa on myös Ympäristöministeriön velvoite energian kulutuksen vähentämiseksi. (SiteBuilders. N.D)

Isodrän levyt on valmistettu siten, että ne ovat hyvin vesihöyryä läpäiseviä, joka mahdollistaa ilman liikkumisen rakenteen sisällä. Laatta kuivuu tällä tavoin huomattavasti nopeammin. (SiteBuilders. N.D)

Betonilaatan nopea kuivuminen mahdollistaa myös sen, että laatan suhteellinen kosteus laskee nopeammin riittävän alas, että laatta voidaan pinnoittaa. Laatan ja Isodrän- eristeen väliin tulee asentaa suodatinkangas, ettei laatan valun yhteydessä eristeen sekaan varise, jotain betonin raaka-aineista. Isodrän-levyitä valmistetaan eri kokoisina ja eri kuormituksen kestävinä, luonnollisesti laatan alle tulevan eristeen tulee kestää suurempia kuormituksia, kuin esimerkiksi perusmuurin viereen asennettavaan eristeen. (KUVA 26) Perusmuuria vasten asennettava eriste toimii samanaikaisesti pystysuuntaisena salaojarakenteena. Tarvittava levyn vahvuus riippuu yleensä myös lämmöneristystarpeesta, esimerkiksi laatan alle tavallisesti asennetaan kaksi kappaletta 100mm:n vahvuista eristelevyjä joiden lujuusluokka on 95 kiloPascalia (kPa). Ennen eristeiden asennusta levyjen alle levitetään sorakerros, jolla tehdään asennuspohjasta tasainen. Tasauskerros mahdollistaa myös, että levyt saadaan asennettua suoraan sekä tiiviisti limittäin, oikea limitys on tärkeää, ettei eristekerrokseen muodostu kylmäsiltoja, tarvittaessa eristelevyjä tulee lyhentää esimerkiksi katkoteräveitsellä. Saneerauskohteissa Isodrän-eriste säästää myös kaivutöiden määrää ja mahdollistaa huonekorkeuden säilyttäminen. (SiteBuilders. N.D)



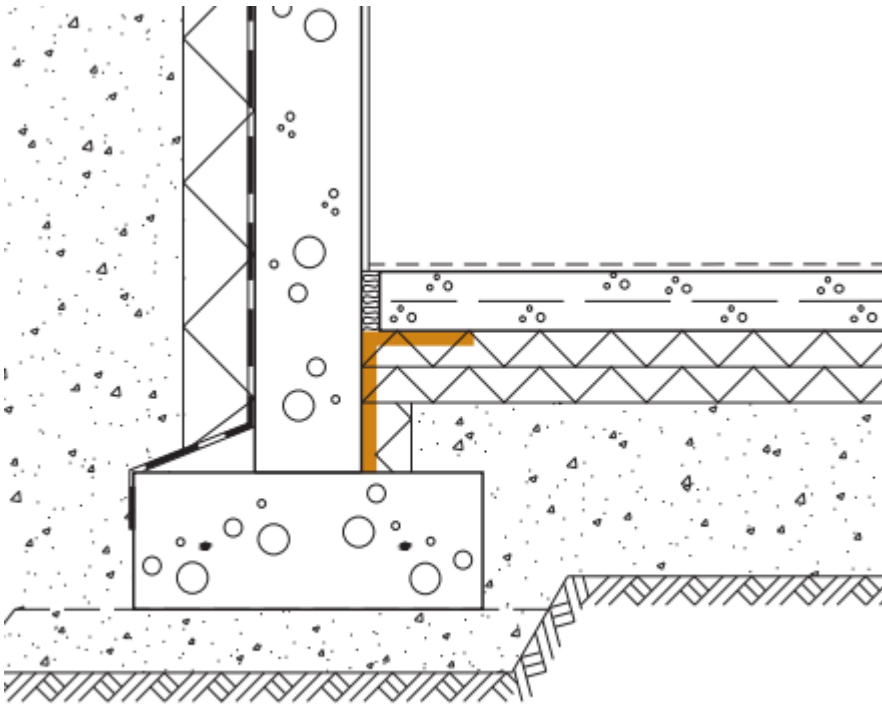
KUVA 26. Isodrän-eristeellä toteutettu perustus ratkaisu. (Isodrän.fi)

Isodrän toimii myös radonin torjunnan apuna alapohjarakenteissa. Radon pääsee liikkumaan vapaasti eristekerroksena, kun alapohjarakenteeseen luodaan vielä alapaine esimerkiksi radon putkistoon liitetyn huippuimurin avulla. (SiteBuilders. N.D)

Eristekerroksen päälle valetaan 80mm:ä vahva teräsbetonilaatta, joka on raudoitettu harjateräsverkoin. Raudoitusverkkoon on helppo asentaa lisäksi myös koko pinta- alaa kiertävä sähköinen lattialämmityskaapeli. Näin laatta saadaan pysymään kuivana sekä kellaritilat lämpimänä. Kohteeseen teetetään erilliset sähköasennussuunnitelmat lattialämmityksen mitoitus ja asennusta varten. Ennen valutöitä on syytä merkitä myös riittävän selvästi laatan yläpinnan korko sekä varmistaa, että lattiakaivot ovat oikeilla paikoilla sekä oikeassa korossa.

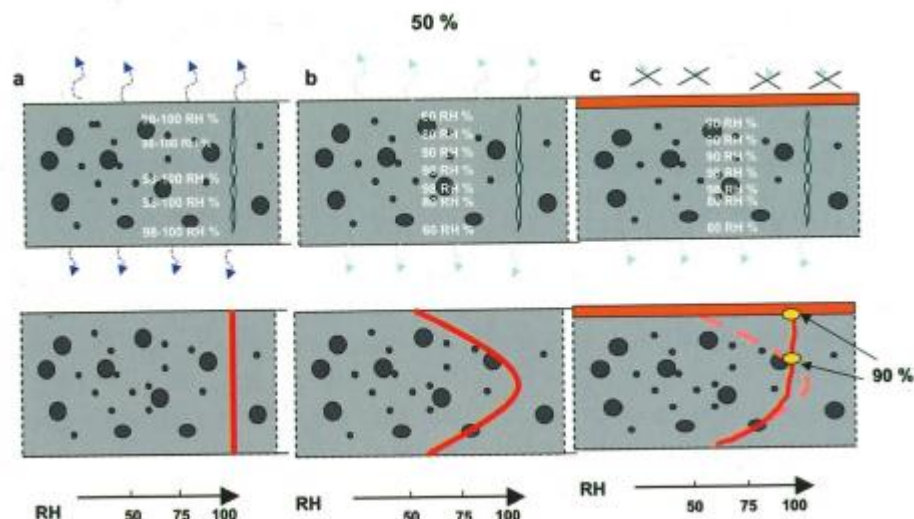
Maanvastaisessa alapohjassa laatan oma paino ja siihen kohdistuvat kuormitukset jakautuvat laatan myötä perusmaahan ja se on tyypillisin ratkaisu kellarillisissa rakennuksissa. Suositeltu minimi paksuus maanvastaiselle betonilaatalle on noin 80- 100mm:ä, se tuo kantavuuden lisäksi myös riittävän suojapeitteen laatan sisään asennettaville raudoituksille. Raudoitukseen on mahdollista asentaa myös sähköinen tai vesikiertoinen lattialämmitys suunnitelmien mukaan. (Palolahti. 2011)

Lattian paksuuden ollessa yli 80 mm:ä myös radonin pääsy huoneilmaan on epätodennäköisempää. Edellytyksenä on kuitenkin, että laatta valettua mahdollisimman tiiviisti kauttaaltaan, jotta saumakohtiin ei jäisi rakoja. Lisäksi eristeiden reunoille tulee asentaa radonkaista, joka käännetään laatan ja eristeen väliin. (KUVA 27) Seinien vierustoihin sekä muihin liitoskohtiin tulee asentaa solumuovikaista. Kaista voidaan kiinnittää esimerkiksi valmiilla liimamassalla, jota on helppo levittää massapuristimen avulla. Kaistan tarkoituksena on toimia esimerkiksi laatan ja ulkoseinän liitoskohdassa suojana laatan sisäistä kutistumista sekä lämpölaajenemista vastaan. Mikäli betonilaatta valetaan useammassa erässä, tulee laattojen saumakohtien alle asentaa myös esimerkiksi kumibitumikerrikaista. (Sarkaranta. 2011)



KUVA 27. Seinän ja alapohjan liitos tiivistetään kermi- tai solumuovikaistalla. (RT 81-11099. 2012)

Betonilaatan kuivumista on syytä seurata ennen sen päällystämistä. Normaalisti laatta kuivuu nopeammin ala- ja yläpinnoilta kuin keskeltä. (KUVA 28) Kuivumista voidaan seurata erilaisilla menetelmillä, esimerkiksi porareikä- tai näytepalamenetelmillä. Menetelmien tarkoituksena on selvittää betonin suhteellisen kosteuden käyttäytymistä. Mittauksen suorittaminen ja tulosten tulkintaa varten suositellaan hankkimaan konsultti, jolla on kokemusta mittauksista. Jo muutaman prosenttiyksikön heitto vaikuttaa huomattavasti niin mittaustuloksiin, kuin todelliseen kuivumiseen. Laatan kuivumisen nopeuteen vaikuttaa se pääseekö laatta kuivumaan molempiin suuntiin vai vain toiseen. Maanvastaiset laatat pääsevät yleisesti ottaen kuivumaan ainoastaan ylöspäin. Tästä syystä betonilaatan tulee antaa kuivua siten, että sen suhteellinen kosteus on vähemmän kuin 85%:a, aiemmin betonia ei suositella päällystämään. (Merikallio. 2002)



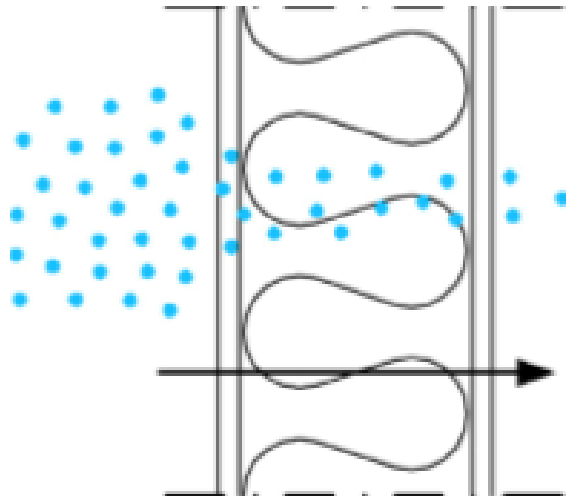
KUVA 28. Betonilaatan suhteellisen kosteuden käyttäytymistä. (Merikallio, Niemi & Komonen. 2007)

4.5.2 Seinien rakenteet

Ulkoseinien uusien rakenteiden suunnittelun haastavin osa oli löytää tiloihin soveltuvaa materiaalia. Uuden materiaalin tulisi olla niin kosteus- kuin lämpöteknisesti toimiva. Materiaaleista ei ole yhtä paljon tutkittua tietoa eikä kokemuksia kuten esimerkiksi mineraalivillasta tai EPS-eristeistä.

Pinta olisi mahdollista oikaista ja pinnoittaa rakenteet erikoislaasteilla, jotka mahdollistavat kosteusteknisen toimivuuden. Toinen vaihtoehto olisi verhoilla rakenne sisäpuolelta joko kalsiumsilikaatti- tai mineraalilevyllä. Levyjen käyttö toisi tasaisen pinnan sekä viihtyvyyden lisäksi myös ratkaisun torjua viileän ulkoilman mukana sisälle pyrkivää vesihöyryn diffuusiota. (KUVA 29) Levy ominaisuuksiin kuuluu kyky siirtää rakenteiden ulkopuolelta tulevaa kosteusta hiljalleen huoneilmaan, josta sen on mahdollista haihtua ilmanvaihdon myötä takaisin ulkoilmaan. (Palviainen. 2009)

Levyjen asentaminen tapahtuu joko kiinnityslaastin tai mekaanisten kiinnikkeiden avulla riippuen alustan kunnosta. Laastikiinnitys mahdollistaa sen, ettei kiinnikkeiden kantoja tarvitse paikata. Materiaalin lämmöneristyskyky on olosuhteisiin sekä ominaisuuksien lisäksi poikkeuksellisen hyvä, jopa $0,06 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Lisäksi materiaalin kyky luovuttaa hiljalleen sekä korkea pH-arvo tekevät estävät home- ja mikrobikasvuston muodostumisen. (Procoat Paint. N.D)



Kuva 5.22. Vesihöyryn diffuusion periaate. Pallojen lukumäärä kuvaa vesimolekyylien määrää ja nuoli diffuusion suuntaa.

KUVA 29. Vesihöyryn diffuusion rasittaa erityisesti ulkoseinärakenteita. (Ympäristöministeriö. 2016)

5 RAKENNUSFYSIKAALINEN TARKASTELU

5.1 Lähtökohdat

Fysikaalisten tarkasteluiden lähtökohtana oli laskelmoida ulkoseinä- ja alapohjarakenteiden kosteus- ja lämpötekniset toimivuudet sekä tarkastaa ennalta uusien rakenteiden käyttäytyminen korjaustyön jälkeen. Maanvastaisten rakenteiden tarkastelussa tulee huomioida rakenteen ulkopuolella vallitseva suhteellinen kosteus. Suhteellisen kosteuden katsotaan olevan lähtökohtaisesti aina 100%:a, johon kiinnitettiin huomioita tarkasteluissa. DOF-lämpö- ohjelmalla ei voida tarkastella kuin tietyillä hetkillä. Tarkasteluissa ei voida huomioida yllättäviä sääolosuhteita, kuten esimerkiksi rankkasateita tai keväisiä lämpötilavaihteluita.

5.2 Alapohjarakenteiden fysikaaliset tarkastelut

Vanhan rakenteen kosteusrasitusta tarkasteltaessa voidaan havaita kaksi selkeää osiota missä kosteus on saattanut tiivistyä. (LIITE 5) Ensimmäinen on eristeen ja betonilaatan välisen muovikalvon pinnalla, toinen on laatan päällä olleen muovimaton alapinnassa. Tiiviit materiaalit kuten muovit ovat selvästi huonosti vesihöyryä läpäiseviä. Myös jos nykyisin uusille alapohjille määriteltyyn U-arvoon verrattuna 0,09 W/m²K on entisen alapohjan U-arvo todella huono 0,73 W/(m²). (LIITE 6) Vaikka arvon parantaminen ei ole ehdoton pakote korjaukselle on siihen silti syytä kiinnittää huomioita. Siksi uutta rakennetta tarkasteltaessa voidaan havaita alapohjan olevan kosteusteknisesti toimivampi sekä vesihöyryäläpäisevämpi. (LIITE 11) Vaikka rakenteen U-arvo ei yllä uusiin vertailuarvoihin on se silti huomattavasti parantunut. (LIITE 12)

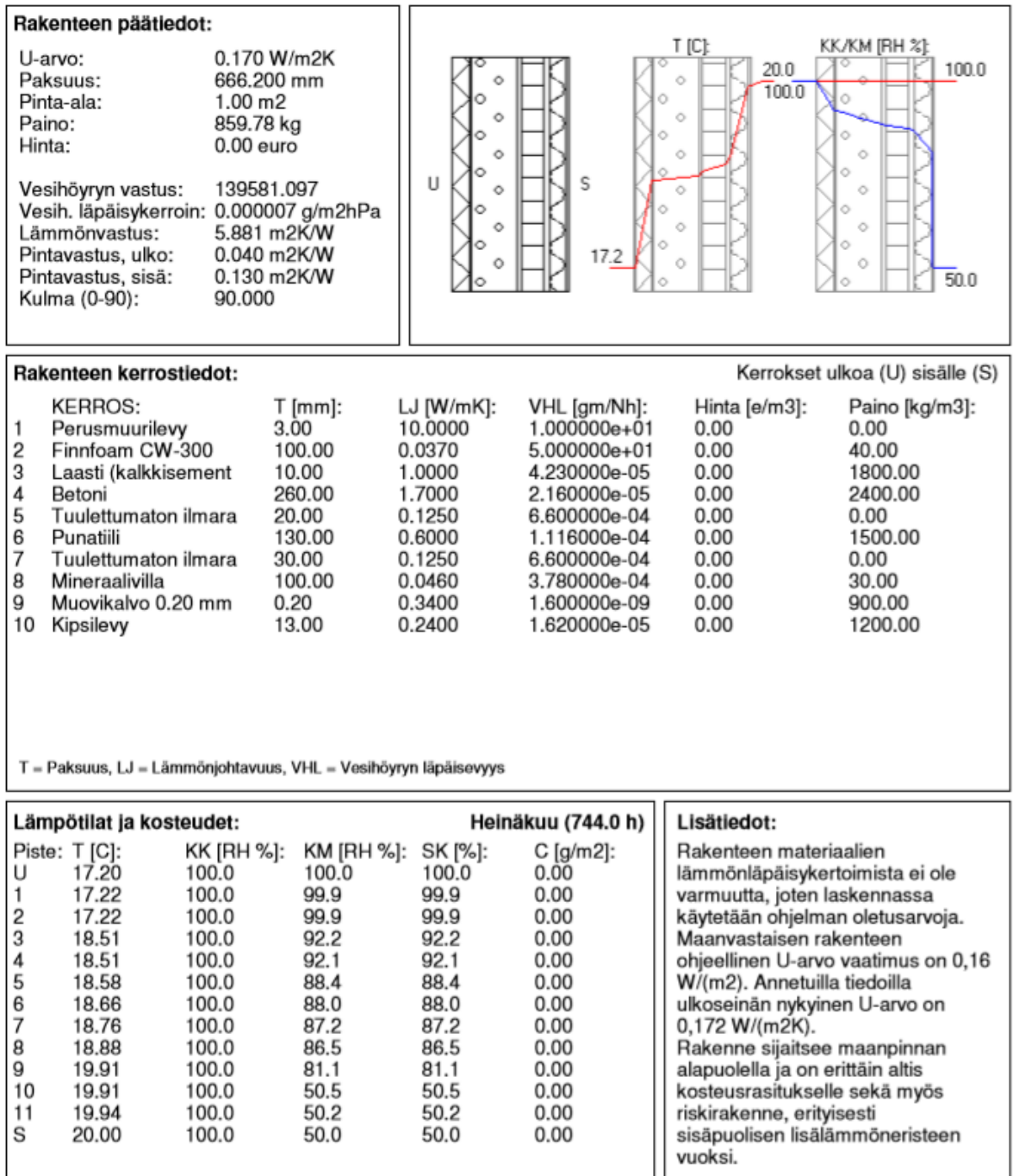
5.3 Ulkoseinäarakenteiden fysikaaliset tarkastelut

Myös sekä vanhat, että uudet seinä rakenteet tarkastettiin erikseen maanpinnan yläpuoliselta osuudelta sekä maanpinnan alta. Rakenteiden toimintaan vaikuttavat ulkoilman suhteellinen kosteus sekä lämpötilat ovat erilaiset riippuen sijaitseeko rakenne maan päällä vai alla. Vanhaa rakennetta (LIITE 3) tarkasteltaessa voidaan havaita, että sisäpuolella olevat eristeet eivät läpäise ulkoa tulevaa vesihöyryä ja kosteutta on saattanut tiivistyä

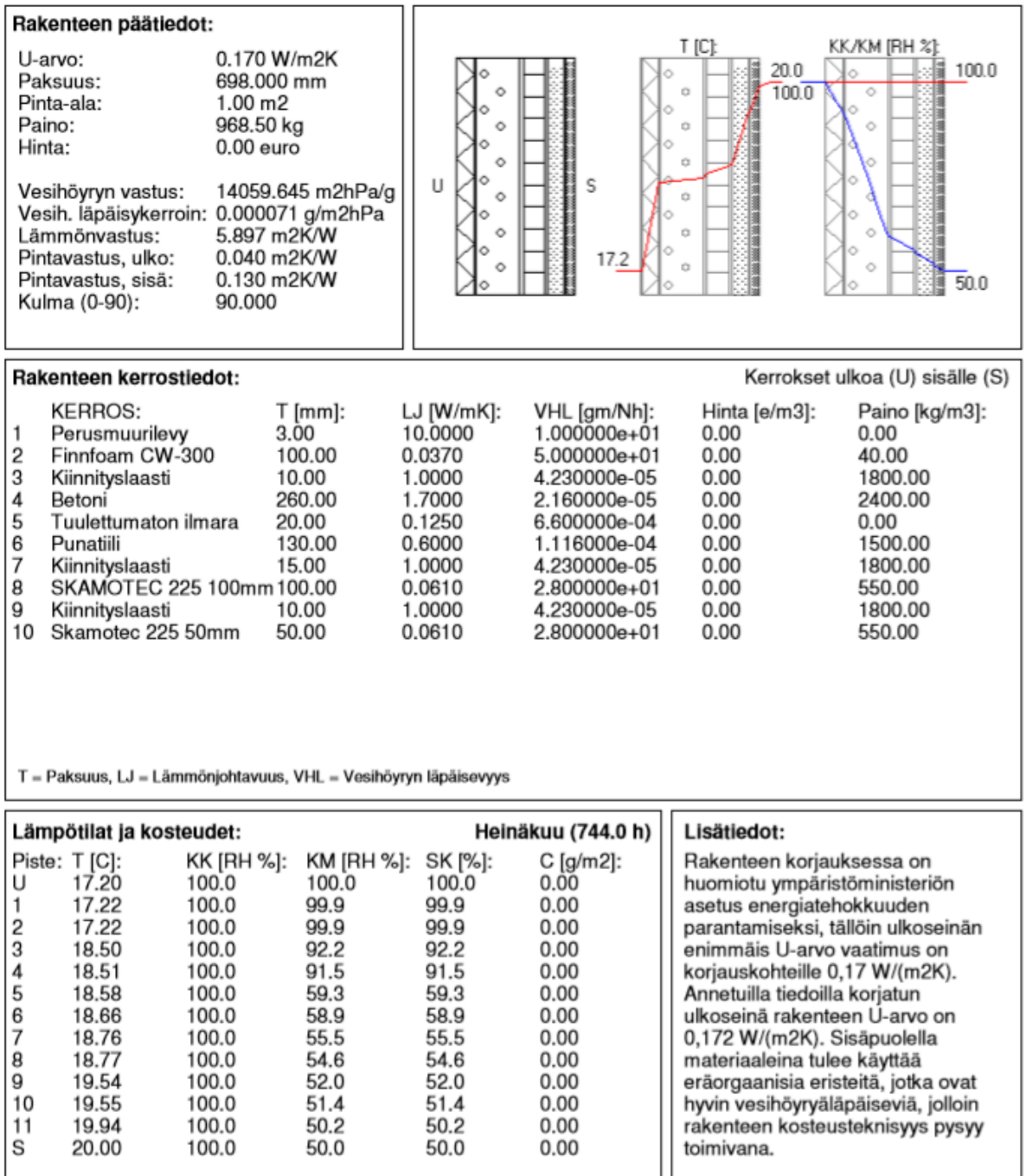
kipsilevyn alla olevaan muovikerrokseen. Vanhassa ulkoseinärakenteessa ei olisi lämmönläpäisykertoimen vuoksi huomautettavaa, koska rakenteen U-arvo on $0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, joka on pienempi kuin vertailuarvo. (LIITE 4)

Verrattuna vanhan rakenteen kosteuspitoisuuden käyttäytymiseen, korjattu rakenne on kosteusteknisesti toimivampi. (LIITE 9) Maaperän runsaan kosteuden siirtyminen ulkoa sisälle ei myöskään tuota ongelmaa, koska materiaali on suunniteltu kestämään vesihöyryn diffuusiota. Vaikka U-arvo on uudessa rakenteessa heikompi kuin vanhassa on se silti riittävä täyttämään maanvastaiselle rakenteelle asetetun vertailuarvo vaatimuksen. (LIITE 10)

Ulkoseinä rakenteet tarkastettiin myös suhteellisen kosteuden osalta. Tarkoituksena oli vertailla rakenteiden sisäpuolella sijaitsevien materiaalien eroavaisuutta. Vanhassa ulkoseinässä ollut kipsilevyverhous sekä sen alla olleet villa- ja muovikalvokerrokset ovat olleet kosteudelle alttiita. (KUVA 30) Esimerkiksi RH% kohdassa 9 eli muovin ja villan rajapinnassa on ollut, jopa 81%:a. Uuden seinärakenteen kohdassa 9 RH% on huomattavasti alhaisempi, vain 52%:a. (KUVA 31) Kuvista voidaan todeta myös suhteellisen kosteuden osalta, että rakenne on korjauksen jälkeen toimivampi ja olosuhteisiin sopivampi.



KUVA 31. Vanhan ulkoseinän suhteellisen kosteus laskee jyrkästi muovikalvon vuoksi.



KUVA 32. Rakenteen korjaus parantaa kosteusteknistä toimintaa merkittävästi.

6 POHDINTA

Lähtökohtana opinnäytetyössä oli tutustua rintamamiestaloihin sekä niiden rakenteisiin ja tarkastella rakenteissa ilmenneitä kosteusvaurioita. Tarkoituksena oli myös havainnoida mahdollisia riskirakenteita sekä korjaustyön aikana huomioitavia asioita. Rintamamiestaloissa on tehty jo useita vuosikymmeniä erilaisia korjaustoimenpiteitä, joista osa on johtanut samankaltaisiin ongelmiin kuin, mitä työn kohteessa oli havaittu.

Kuten liitteenä olevista tuloksista on havaittavissa, voidaan oikeanlaisten materiaalien sekä korjausten avulla saada aikaan merkittäviä parannuksia rakenteiden toimivuudessa sekä säästää jopa aikaa ja työtunteja hankalien toimenpiteiden toteutuksessa.

Uusien materiaalien ominaisuuksien tutkiminen oli mielenkiintoista sekä haasteellista, niistä ei ollut saatavilla kovinkaan paljon teknistä tietoa, jos verrataan esimerkiksi yleisempiin EPS- ja mineraalivillaeristeisiin. Rakenteiden fysikaalinen tarkastelu on syytä ottaa huomioon aina vastaavanlaisia korjauksia suunniteltaessa.

Vaikka työn edetessä kiinnitettiin laajalti huomiota eri osa-alueisiin, on silti jokainen kohde tarkasteltava ja suunniteltava tapauskohtaisesti.

LÄHTEET

Rinne. H. 2013. Perinnemestarin rintamamiestalo – kunnostus ja ylläpito. WSOY. s. 16,

Arkkitehtimuseo. N.D. Rintamamiestalo. Luettu: 28.1.2018

<http://www.mfa.fi/rintamamamiestalo>

Aaltonen. A. 2006. Rintamamiestalon ilmentsivät aikaansa. Luettu: 28.1.2018

<http://www.mfa.fi/rintamamamiestalo>

Kummala. P. 2004. Jälleenrakennuskauden pientalosuunnittelu. Suomen rakennustaiteen museo. Luettu: 28.1.2018

<http://www.mfa.fi/files/mfa/tiedotemateriaalit/jalleenrakennus.pdf>

Karjalainen. J & Riippa. T. 2010. Itä-Suomen yliopisto. Jälleenrakennuskauden korjaus-
opas. Luettu: 28.1.2018

http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-0070-8/urn_isbn_978-952-61-0070-8.pdf

RIL 255-1-2014. 2014. Rakennusfysiikka 1, Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. Luettu 21.2.2018

https://www.ril.fi/media/luku-9_rakennusmateriaalit_28062013.pdf

Puuinfo. 2013. Pientalon energiasaneeraus, korjaustarpeen arviointi. Luettu 19.3.2018

<https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tee-se-itse/ohjeet/pientalon-energiassaneeraus/pientalon-energiassaneeraus/pientalonenergiassaneeraus-korjaustarpeenarviointi.pdf>

Ekovilla. 2018. Luettu 20.3.2018

<http://www.ekovilla.com/miksi-ekovilla/lammin/>

Säteilyturvakeskus. 2015. Huoneilman radonpitoisuus. Luettu 21.3.2018

<http://www.stuk.fi/-/sosiaali-ja-terveysministerion-paatoksen-mukaan-asunnon-huoneilman-radonpitoisuuden-vuosikeskiarvo-ei-saisi-ylittaa-arvoa-400-bq-m3-eika-uusien-asunto>

RT 81-11099. 2012. Radonin torjunta. Luettu 21.2.2018

Hometalkoot.fi. 2018. Rakenteiden vauriot ja materiaalien vioittuminen. Luettu 25.3.2018

<http://www.hometalkoot.fi/guides>

Hometalkoot.fi. 2018. Ilmanvaihto ja sisäilmasto. Luettu 25.3.2018

<http://www.hometalkoot.fi/guides>

RT 80-10712. 1999. Rakennusten kosteus- ja mikrobivauriot, korjausrakentaminen. Luettu 26.3.2018

Ympäristöministeriö. 2013. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Luettu 26.3.2018

http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus

KH 90-00403. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Luettu 26.3.2018

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Luettu 27.3.2018

http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveellisyys

Finnfoam. 2018. Finnfoam CW-300 eristeen asennusohje. Luettu. 27.3.2018

<https://www.finnfoam.fi/files/6313/5530/7226/2506.pdf>

Säteilyturvakeskus. 2016. Radonputkiston asentaminen. Luettu 31.3.2018.

<http://www.stuk.fi/aiheet/radon/radon-uudisrakentamisessa/radonputkiston-asentaminen>

Isodrän. 2017. Kellarit kuivaksi. Luettu 1.4.2018

<http://www.isodran.fi/isodran-levy/>

Dextec. 2017. Ter-Mite L Etanadynamiitti. Luettu 1.4.2018

<http://www.ter-mite.fi/etusivu/4522580195>

Sarkaranta. J. 2011. Lattiavalujen pohjatyöt, valutyö ja jälkihoito. Luettu 5.4.2018

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/28955/Sarkaranta_Janne.pdf?sequence=1

Palolahti. P. 2011. Pienrakentajan betoniopas. Luettu. 5.4.2018

<http://betoni.com/wp-content/uploads/2015/11/Pienrakentajan-betoniopas-netti-1.pdf>

Hometalkoot.fi. N.D. SKAMOWALL. Luettu 5.4.2018

<http://www.abresto.fi/tuotteet/homesaneeraus/skamowall.html>

Hengityслиitto. N.D. VOC-Yhdisteet. Luettu 12.4.2018

https://www.hengityслиitto.fi/fi/sisailma/sisailma-asiat-sisailmaongelmat/kaasumaiset-epapuhautaudet/voc-yhdisteet?gclid=EAIaIQobChMIImun-vxbW02gIVF4myCh2FBgi2EAAYASAAEgKOEPD_BwE

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. Luettu 12.4.2018

http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus

Energiatodistus.info. N.D. Energiatodistus.

<http://www.energiatodistus.info/>

Palviainen. T. 2009. Maanvastaisten rakenteiden kosteuden hallinta sisäpuolisilla korjausmenetelmillä. Luettu 16.4.2018

<file:///D:/Tiina%20Palviainen%20Dippatyö,%20Maanvastaisten%20rakenteiden%20kosteuden%20hallinta%20sisäpuolisilla%20korjausmenetelmillä.pdf>

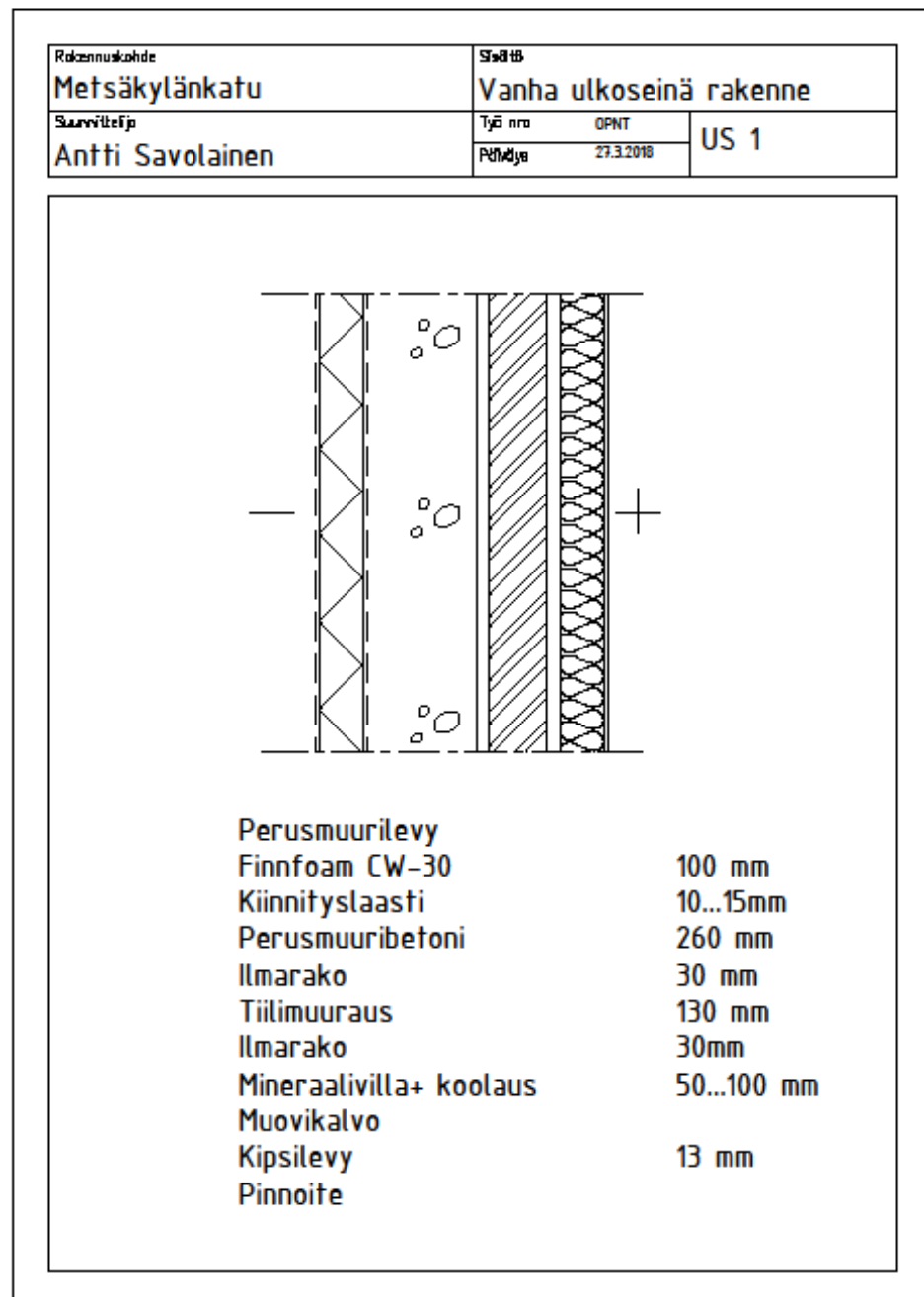
Procoat Paint. N.D. Lämpöä eristävä mineraalilevy. Luettu 17.4.2018

http://www.procoatpaints.fi/media/EPATHERM_-_ESITE_3.pdf

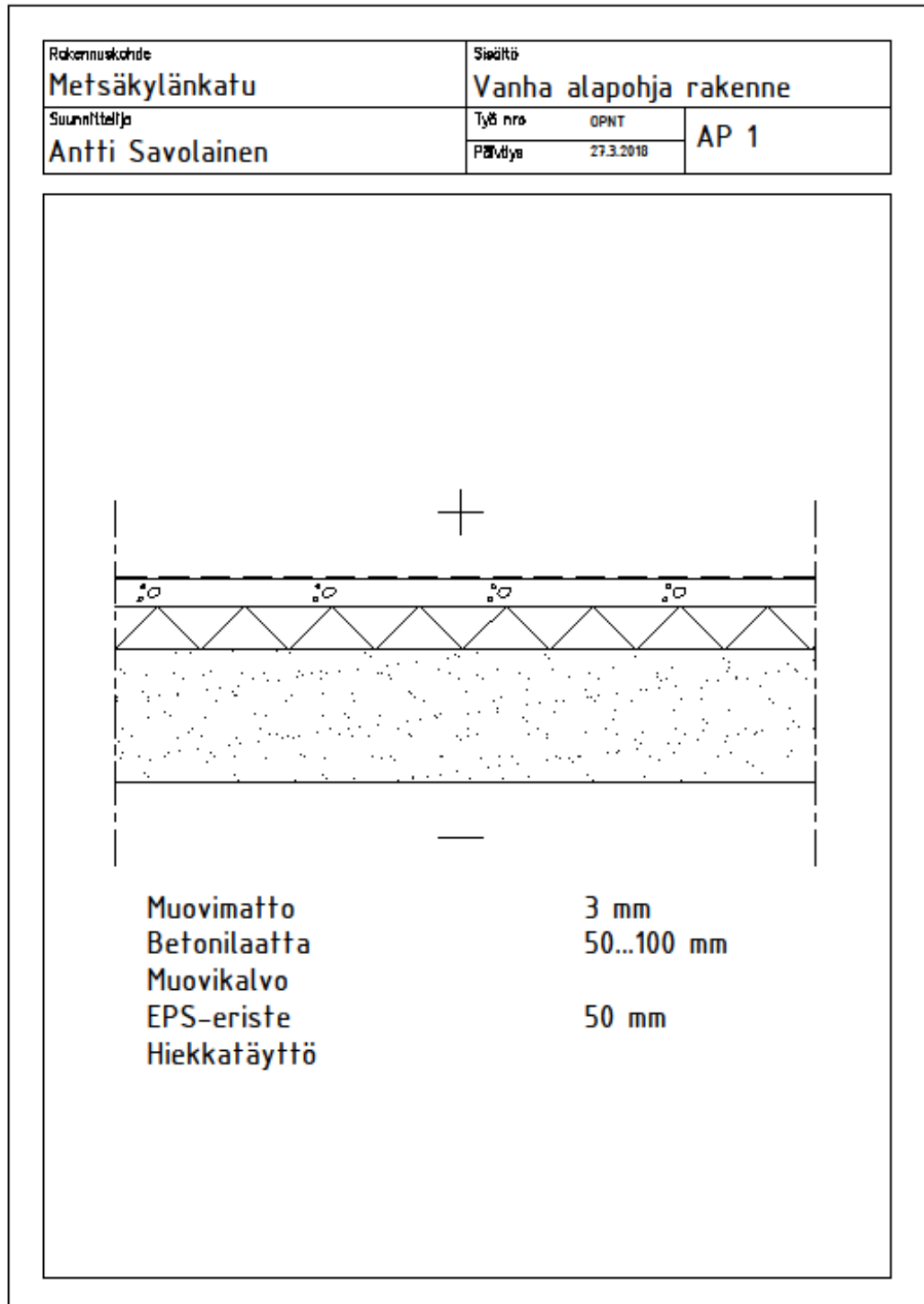
Merikallio. T. 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Suomen Betonitieto Oy. Luettu 17.4.2018

LIITTEET

Liite 1. Vanhan ulkoseinän rakennetyyppiirustus.



Liite 2. Vanhan alapohjan rakennetyyppiirustus.

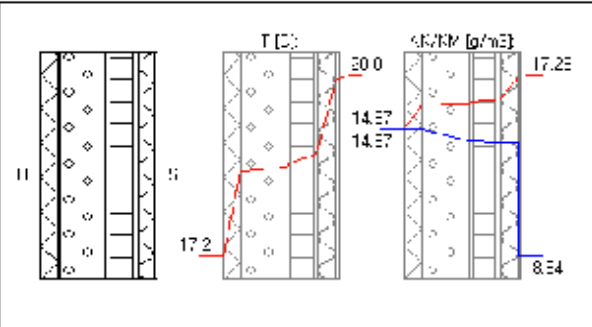


Liite 3. Vanhan ulkoseinän rakennusfysikaalinen tarkastelu kosteuspitoisuuden osalta.

Rakennuskohde: Metsäskylänkatu	Sisältö: Vanha ulkoseinä rakenne	
Suunnittelija: Antti Savolainen	Päiväys: 13.4.2018	Tunnus: US 1

Rakenteen pää tiedot:

U-arvo:	0.170 W/m ² K
Paksuus:	666.200 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	859.78 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	139581.097
Vesih. läpäisykerroin:	0.000007 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	5.881 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Perusmuurilevy	3.00	10.0000	1.000000e+01	0.00	0.00
2 Finnfoam CW-300	100.00	0.0370	5.000000e+01	0.00	40.00
3 Laasti (kalkkisement)	10.00	1.0000	4.230000e-05	0.00	1800.00
4 Betoni	260.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
5 Tuulettumaton ilmara	20.00	0.1250	6.600000e-04	0.00	0.00
6 Punatiili	130.00	0.6000	1.116000e-04	0.00	1500.00
7 Tuulettumaton ilmara	30.00	0.1250	6.600000e-04	0.00	0.00
8 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
9 Muovikalvo 0.20 mm	0.20	0.3400	1.600000e-09	0.00	900.00
10 Kipsilevy	13.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

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

Lämpötilat ja kosteudet:

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	17.20	14.67	14.67	100.0	0.00
1	17.22	14.68	14.67	99.9	0.00
2	17.22	14.68	14.67	99.9	0.00
3	18.51	15.84	14.67	92.6	0.00
4	18.51	15.85	14.66	92.5	0.00
5	18.58	15.92	14.14	88.8	0.00
6	18.66	15.99	14.14	88.4	0.00
7	18.76	16.08	14.09	87.6	0.00
8	18.88	16.19	14.08	87.0	0.00
9	19.91	17.20	14.07	81.8	0.00
10	19.91	17.20	8.68	50.5	0.00
11	19.94	17.22	8.64	50.2	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

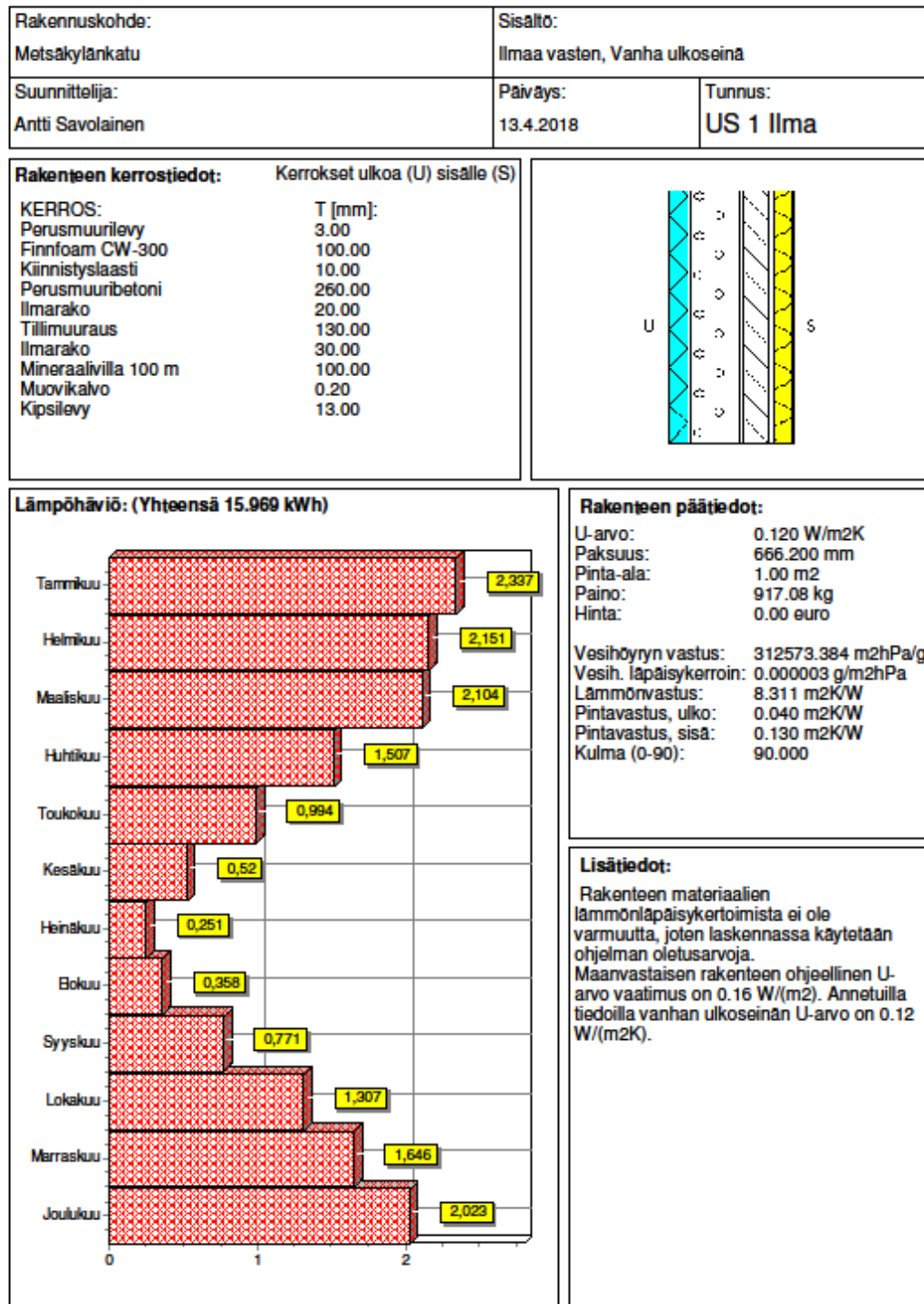
Heinäkuu (744.0 h)**Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)**

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

Lisätiedot:

Rakenteen materiaalien lämmönläpäisykertoimista ei ole varmuutta, joten laskennassa käytetään ohjelman oletusarvoja. Maanvastaisen rakenteen ohjeellinen U-arvo vaatimus on 0,16 W/(m²). Annetuilla tiedoilla ulkoseinän nykyinen U-arvo on 0,172 W/(m²K). Rakenne sijaitsee maanpinnan alapuolella ja on erittäin altis kosteusrasitukselle sekä myös riskirakenne, erityisesti sisäpuolisen lisälämmöneristeen vuoksi.

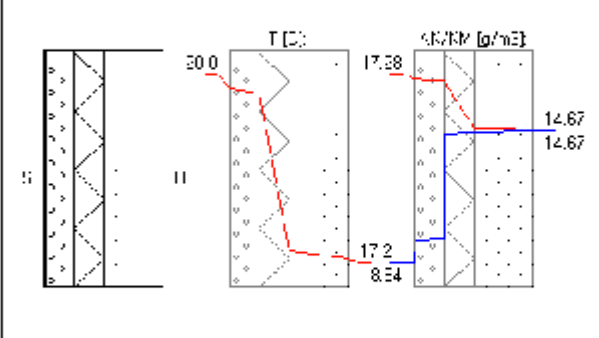
Liite 4. Vanhan ulkoseinän rakennusfysikaalinen tarkastelu lämmönläpäisykertoimen osalta.



F.14. Kevät Antti Oppari/Metsäkylänkatu 34 piirustukseen DOR U-arvo US 1 ILMA.LAM

Liite 5. Vanhan alapohjan rakennusfysikaalinen tarkastelu kosteuspitäisyyden osalta.

Rakennuskohde: Metsäkylänkatu		Sisältö: Vanha alapohja rakenne	
Suunnittelija: Antti Savolainen		Päiväys: 19.4.2018	Tunnus: AP 1

Rakenteen pää tiedot: U-arvo: 0.731 W/m ² K Paksuus: 202.200 mm Pinta-ala: 1.00 m ² Paino: 156.58 kg Hinta: 0.00 euro Vesihöyryn vastus: 159370.252 Vesih. läpäisykerroin: 0.000006 g/m ² hPa Lämmönvastus: 1.368 m ² K/W Pintavastus, ulko: 0.040 m ² K/W Pintavastus, sisä: 0.100 m ² K/W Kulma (0-90): 0.000	
---	--

Rakenteen kerrostiedot:		Kerrokset sisältä (S) ulos (U)			
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Rubber	2.00	0.1700	7.200000e-08	0.00	1200.00
2 Betoni	50.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Muovikalvo 0.20 mm	0.20	0.3400	1.600000e-09	0.00	900.00
4 Polystyreeni	50.00	0.0440	1.480000e-05	0.00	40.00
5 Hiekkatäyttö	100.00	2.0000	1.112000e-04	0.00	320.00

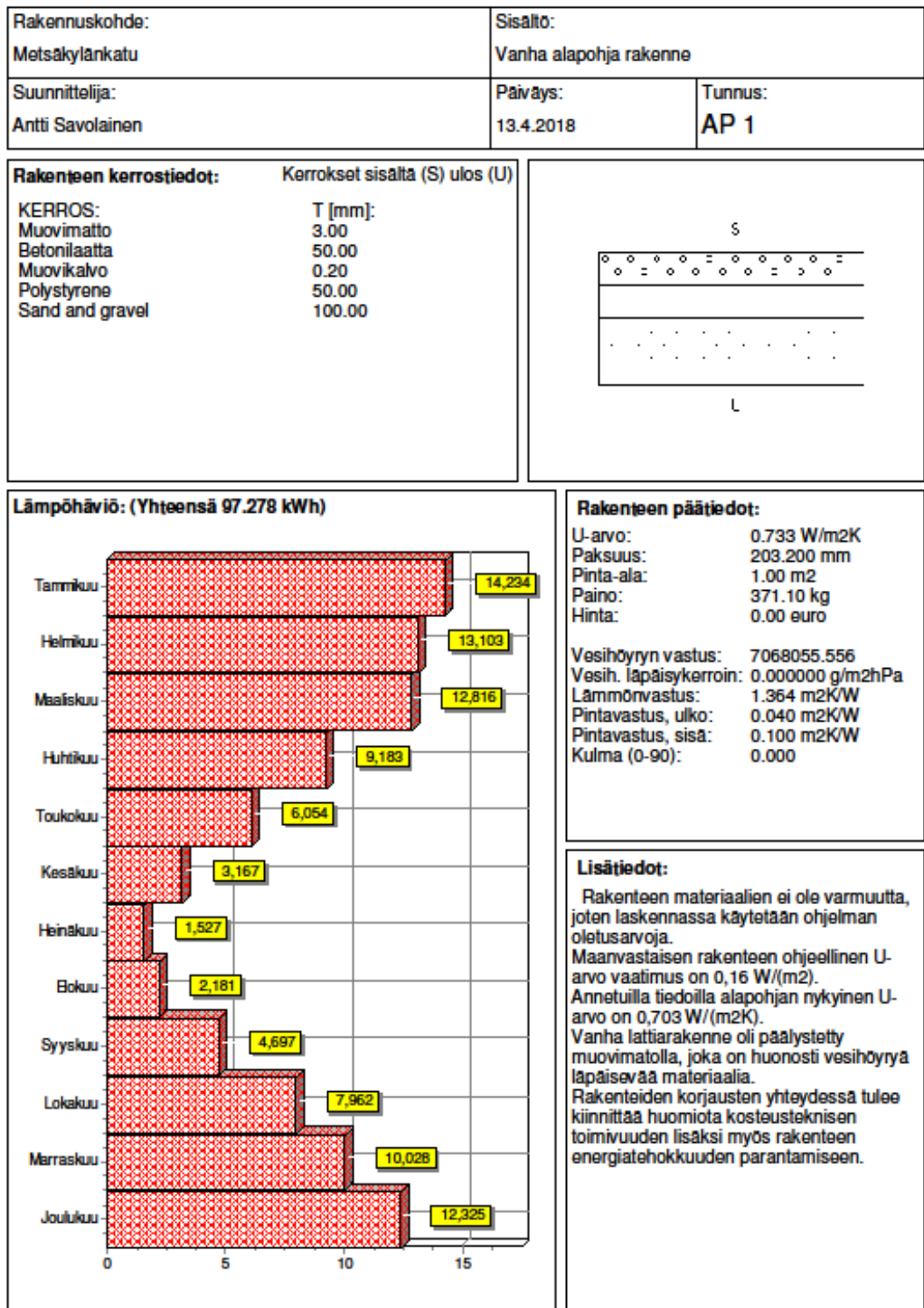
T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:		Heinäkuu (744.0 h)			
Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00
1	19.80	17.08	8.64	50.6	0.00
2	19.77	17.06	9.69	56.8	0.00
3	19.71	17.00	9.78	57.5	0.00
4	19.71	17.00	14.51	85.3	0.00
5	17.38	14.83	14.63	98.7	0.00
6	17.28	14.74	14.67	99.5	0.00
U	17.20	14.67	14.67	100.0	0.00

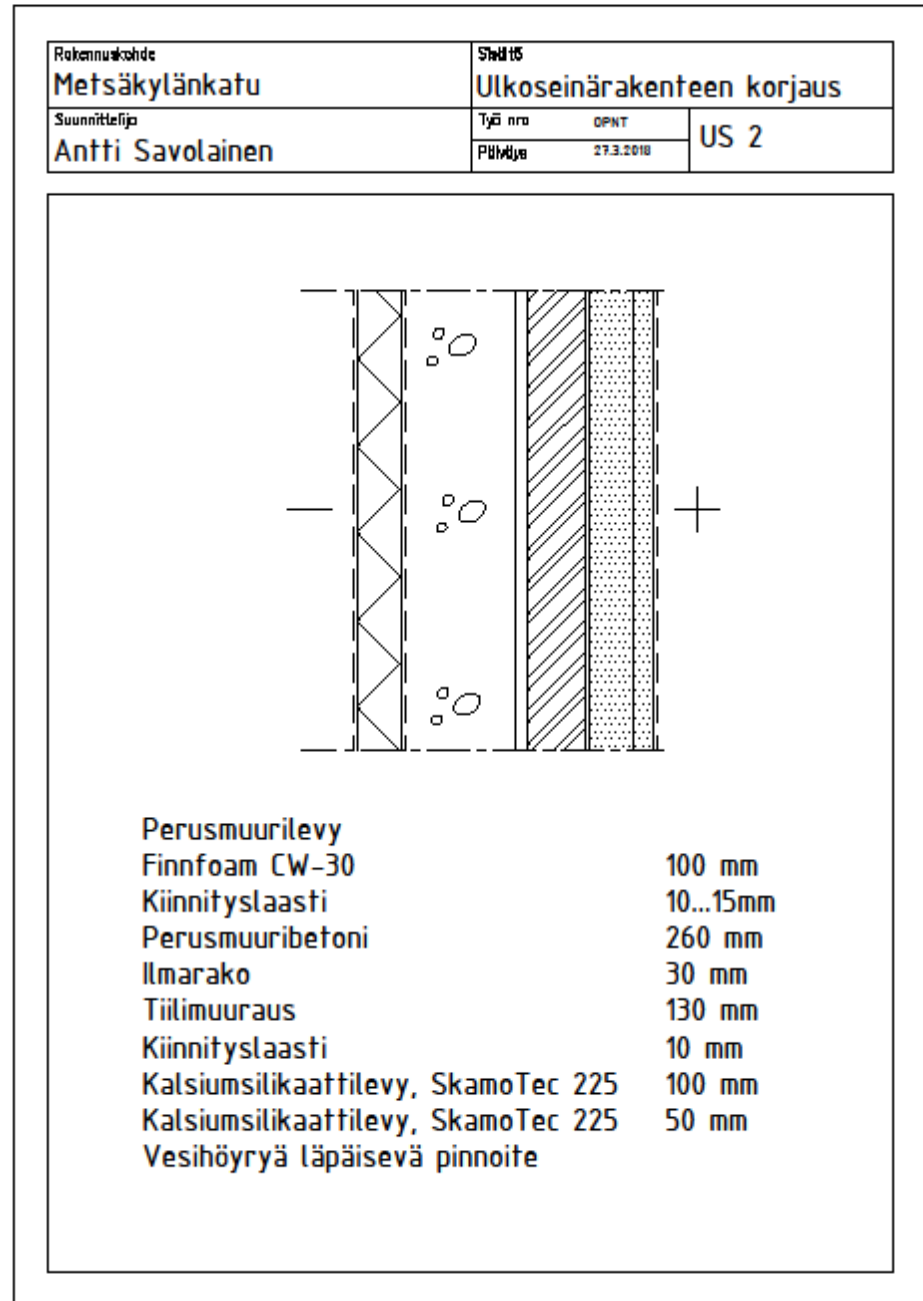
Liisätiedot:
Rakenteen materiaalien ei ole varmuutta, joten laskennassa käytetään ohjelman oletusarvoja. Annetuilla tiedoilla alapohjan nykyinen U-arvo on 0,733 W/(m²K). Vanha lattiarakenne oli päällystetty muovikalvolla, joka on huonosti vesihöyryä läpäisevää materiaalia. Rakenteiden korjausten yhteydessä tulee kiinnittää huomiota kosteusteknisen toimivuuden lisäksi myös rakenteen energiatehokkuuden parantamiseen.

Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

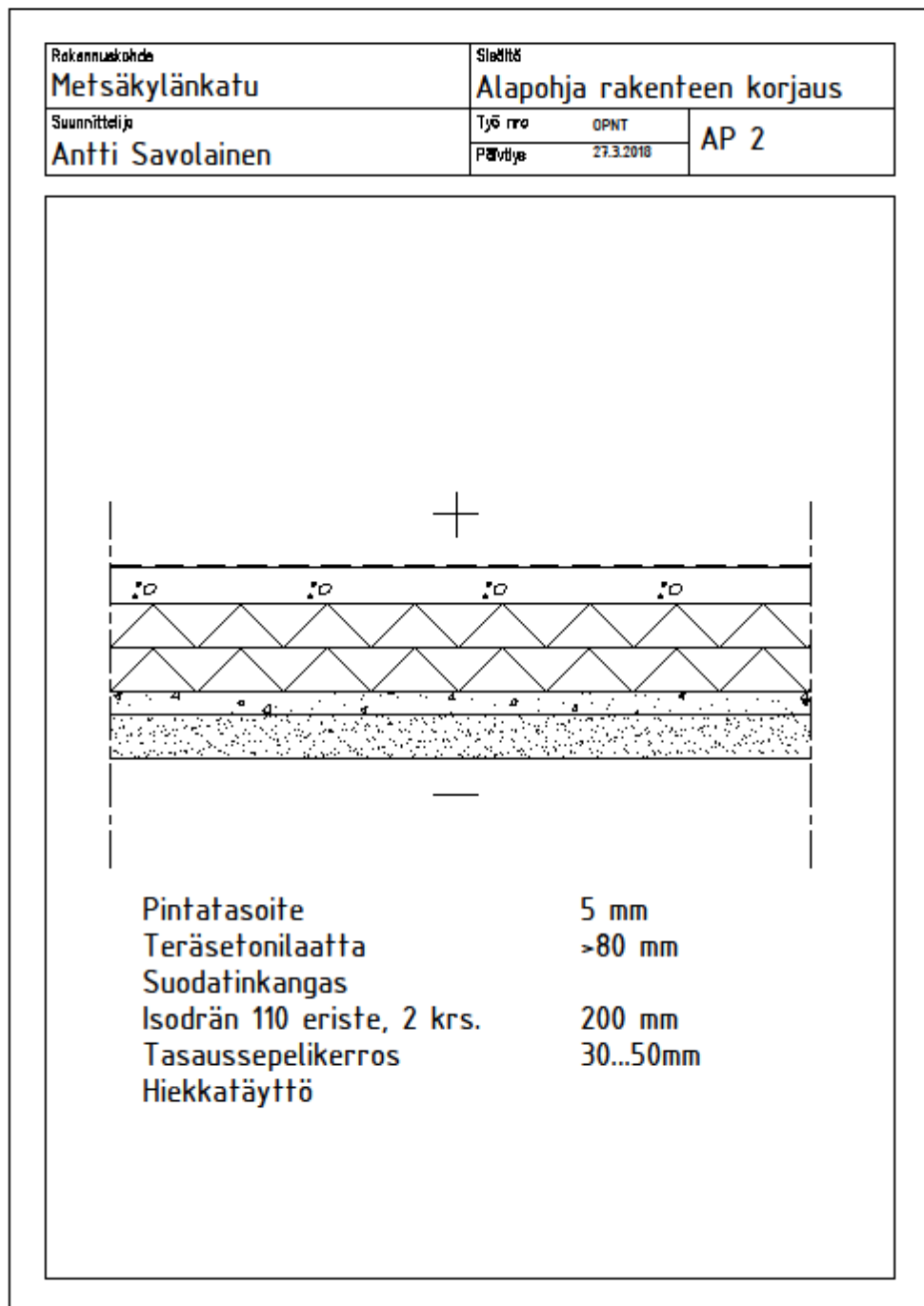
Liite 6. Vanhan alapohjan rakennusfysikaalinen tarkastelu lämmönläpäisykertoimen osalta.



Liite 7. Uuden ulkoseinän rakennetyyppiirustus.



Liite 8. Uuden alapohjan rakennetyyppiirustus.



Liite 9. Uuden ulkoseinän rakennusfysikaalinen tarkastelu kosteuspitoisuuden osalta.

Rakennuskohde: Metsäkylänkatu	Sisältö: Ulkoseinän rakenteen korjaus	
Suunnittelija: Antti Savolainen	Paiväys: 13.4.2018	Tunnus: US 2

Rakenteen pää tiedot: U-arvo: 0.170 W/m ² K Paksuus: 698.000 mm Pinta-ala: 1.00 m ² Paino: 968.50 kg Hinta: 0.00 euro Vesihöyryn vastus: 14059.645 m ² hPa/g Vesih. läpäisykerroin: 0.000071 g/m ² hPa Lämmönvastus: 5.897 m ² K/W Pintavastus, ulko: 0.040 m ² K/W Pintavastus, sisä: 0.130 m ² K/W Kulma (0-90): 90.000	
--	--

Rakenteen kerrostiedot:				Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)		
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [€/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	
1 Perusmuurilevy	3.00	10.0000	1.000000e+01	0.00	0.00	
2 Finnfoam CW-300	100.00	0.0370	5.000000e+01	0.00	40.00	
3 Kiinnityslaasti	10.00	1.0000	4.230000e-05	0.00	1800.00	
4 Betoni	260.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00	
5 Tuulettumaton ilmara	20.00	0.1250	6.600000e-04	0.00	0.00	
6 Punatiili	130.00	0.6000	1.116000e-04	0.00	1500.00	
7 Kiinnityslaasti	15.00	1.0000	4.230000e-05	0.00	1800.00	
8 SKAMOTEC 225 100mm	100.00	0.0610	2.800000e+01	0.00	550.00	
9 Kiinnityslaasti	10.00	1.0000	4.230000e-05	0.00	1800.00	
10 Skamotec 225 50mm	50.00	0.0610	2.800000e+01	0.00	550.00	

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

Lämpötilat ja kosteudet:		Heinäkuu (744.0 h)				
Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:	
U	17.20	14.67	14.67	100.0	0.00	
1	17.22	14.68	14.67	99.9	0.00	
2	17.22	14.68	14.67	99.9	0.00	
3	18.50	15.84	14.67	92.6	0.00	
4	18.51	15.85	14.57	91.9	0.00	
5	18.58	15.91	9.41	59.1	0.00	
6	18.66	15.98	9.39	58.8	0.00	
7	18.76	16.08	8.90	55.3	0.00	
8	18.77	16.09	8.74	54.4	0.00	
9	19.54	16.84	8.74	51.9	0.00	
10	19.55	16.84	8.64	51.3	0.00	
11	19.94	17.22	8.64	50.2	0.00	
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00	

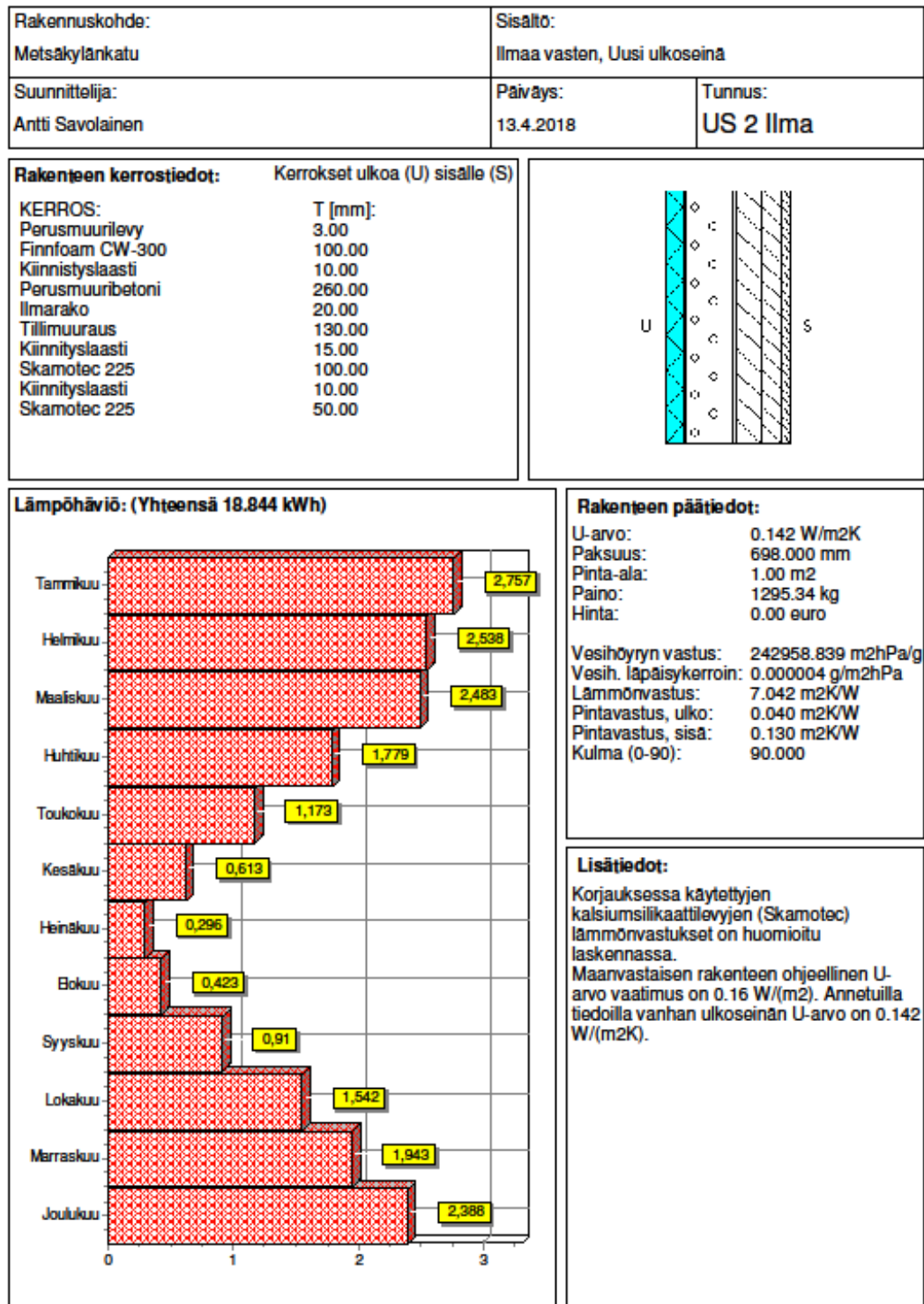
Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

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

Lisätiedot:

Rakenteen korjauksessa on huomioitu ympäristöministeriön asetus energiatehokkuuden parantamiseksi, tällöin ulkoseinän enimmäis U-arvo vaatimus on korjauskohteille 0,17 W/(m²K). Annetuilla tiedoilla korjatun ulkoseinän rakenteen U-arvo on 0,172 W/(m²K). Sisäpuolella materiaaleina tulee käyttää eräorgaanisia eristeitä, jotka ovat hyvin vesihöyryläpäiseviä, jolloin rakenteen kosteusteknisyyks pysyy toimivana.

Liite 10. Uuden ulkoseinän rakennusfysikaalinen tarkastelu lämmönläpäisykerroimen osalta.



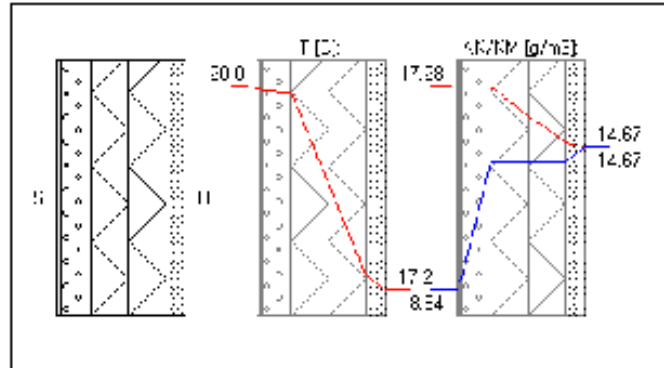
F:\14. Kevät Antti Oppari\Metsäkylänkatu 34 piirustukset\DOF\U-arvo\US 2 ILMA.LAM

Liite 11. Uuden alapohjan rakennusfysikaalinen tarkastelu kosteuspuitoisuuden osalta.

Rakennuskohde: Metsäkylänkatu	Sisältö: Alapohja rakenteen korjaus	
Suunnittelija: Antti Savolainen	Päiväys: 19.4.2018 <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td>Tunnus: AP 2</td> </tr> </table>	Tunnus: AP 2
Tunnus: AP 2		

Rakenteen pää tiedot:

U-arvo:	0.161 W/m ² K
Paksuus:	342.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	235.00 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	4513.424 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000222 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	6.211 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.100 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [€/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Laatoitus	7.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
2 Tasoite	4.00	0.1400	1.112000e-04	0.00	550.00
3 Teräsbetonilaatta	80.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
4 Suodatinkangas	1.00	1.0000	1.000000e+00	0.00	1.00
5 Isodrän 170	100.00	0.0360	6.000000e+00	0.00	40.00
6 Isodrän 170	100.00	0.0360	6.000000e+00	0.00	40.00
7 Tasaussapelikerros	50.00	0.1150	1.112000e-04	0.00	320.00

Kerrokset sisältä (S) ulos (U)

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

Lämpötilat ja kosteudet:

Piste:	Heinäkuu (744.0 h)				
	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00
1	19.95	17.24	8.64	50.1	0.00
2	19.95	17.24	9.07	52.6	0.00
3	19.94	17.23	9.12	53.0	0.00
4	19.92	17.20	14.07	81.8	0.00
5	19.92	17.20	14.07	81.8	0.00
6	18.67	15.99	14.07	88.0	0.00
7	17.41	14.86	14.07	94.7	0.00
8	17.22	14.68	14.67	99.9	0.00
U	17.20	14.67	14.67	100.0	0.00

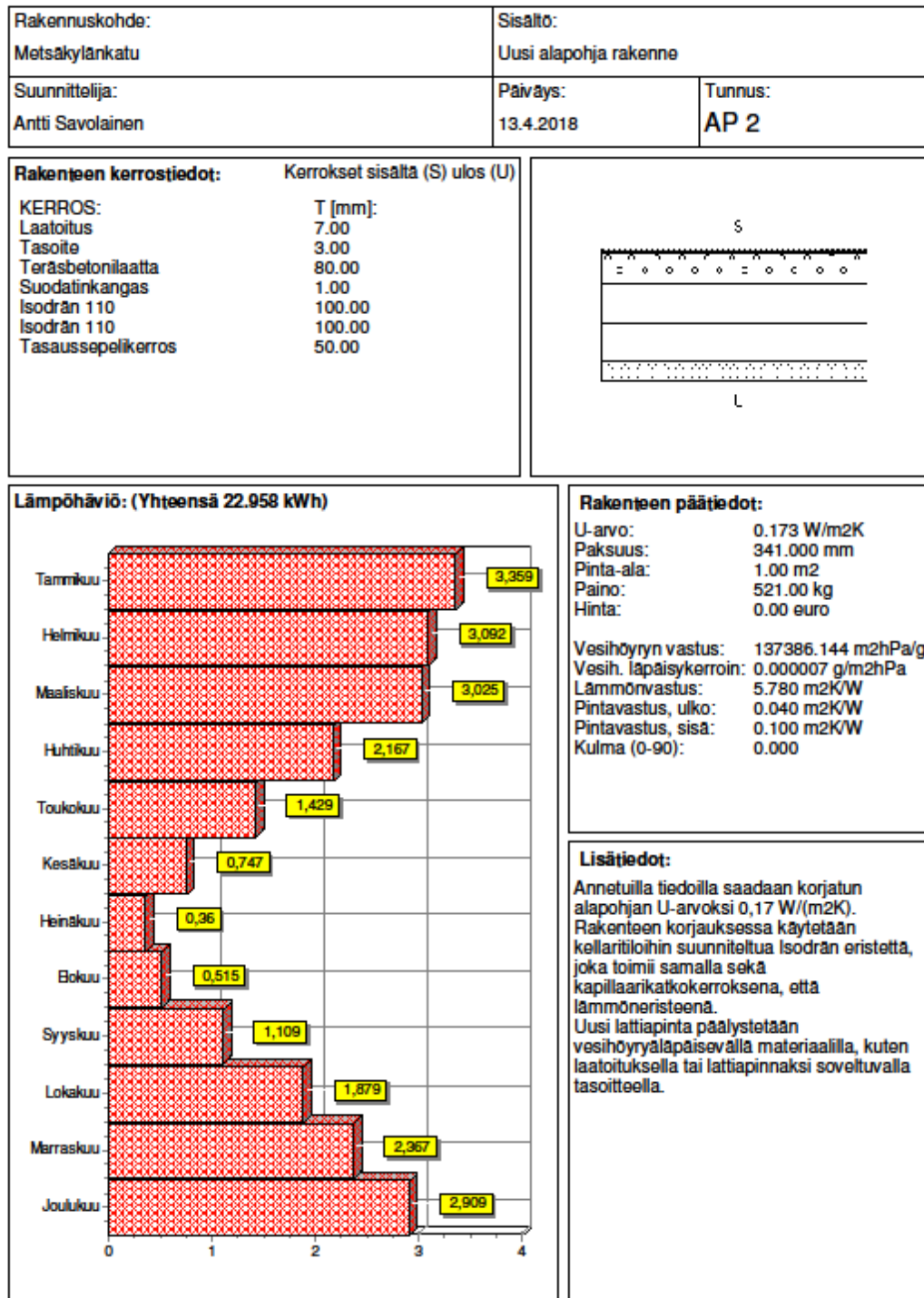
Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

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

Lisätiedot:

Annetuilla tiedoilla saadaan korjatun alapohjan U-arvoksi 0,161 W/(m²K). Rakenteen korjauksessa käytetään kellaritiloihin suunniteltua Isodrän eristettä, joka toimii samalla sekä kapillaarikatkokerroksena, että lämmöneristeenä. Uusi lattiapinta päällystetään vesihöyryläpäisevällä materiaalilla, kuten laatoituksella tai lattiapinnaksi soveltuvalla tasoitteella.

Liite 12. Uuden alapohjan rakennusfysikaalinen tarkastelu lämmönläpäisykertoimen osalta.



F:14. Kevät Antti Oppari/Metsäkylänkatu 34 pilrustuksen DORU-arvo/AP 2.LAM