



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

1970-80-LUVUILLA RAKENNETTUIJEN PIENTALOJEN KORJAUSOPAS

TEKIJÄ/T: Niko Brandt

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Niko Brandt	
Työn nimi 1970-80-luvuilla rakennettujen pientalojen korjausopas	
Päiväys 7.6.2017	Sivumäärä 51
Ohjaaja(t) Antti Kolari, tuntiopettaja ja Markku Oikarinen, lehtori	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennustoimisto Ilpo Brandt Oy	
Tiivistelmä <p>Työn tarkoituksena oli tehdä korjaustutkimus 1970- ja 80-luvuilla rakennetuista pientaloista. Tutkimuksen toisena tavoitteena oli toimia korjausoppaana edellä mainittujen aikakausien aikana rakennettujen pientalojen korjaamisessa. Oppaassa oli tarkoitus esitellä aikakauden yleisimmät riskirakenteet, niiden aiheuttamat riskit ja vauriot sekä korjausvaihtoehdot. Tavoitteena oli, että opasta voitaisiin käyttää apuvälineenä rakennusten kuntoarvioiden tekemisessä.</p> <p>Tietoa oppaaseen etsittiin korjausrakentamiseen liittyvästä kirjallisuudesta, internetistä ja Rakennustiedon julkaisemista RT- ja Ratu-korteista. Kerätty tieto varmistettiin useamman eri lähteen avulla ja kirjoitettiin puhtaaksi työhön. Lisäksi tietoa saatiin haastatteluista työn tilaajan Ilpo Brandtin kanssa.</p> <p>Lopputuotoksena muodostui korjausopas aikakauden riskirakenteista. Opasta voidaan käyttää riskirakenteiden tunnistamiseen, riskien ja vaurioiden tarkasteluun sekä rakenteiden vaurioiden korjaamiseen.</p>	
Avainsanat Korjausrakentaminen, riskirakenne, kosteusvaurio, kuntoarvio	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Niko Brandt			
Title of Thesis Repair manual for single-family houses built in the 70's and the 80's			
Date	7 June 2017	Pages/Appendices	51
Supervisor(s) Mr Antti Kolari, Lecturer and Mr Markku Oikarinen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Rakennustoimisto Ilpo Brandt Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to make a repair study of and to create a repair manual for single-family houses built in the 70's and the 80's. The purpose of the manual was to introduce the most common risk structures, the risks and damages caused by them as well as their repair options. The goal was that the manual could be used as an aid during the condition assessment of buildings.</p> <p>The information for the manual was collected from literature on renovations, the internet and from the information cards published by Rakennustieto. The collected information was verified by several sources and it was written up for the manual. Additionally, the information was obtained from the interviews with the client organisation's Ilpo Brandt.</p> <p>The result of the thesis was a repair manual for identifying the risk structures of the single-family houses built during the 70's and the 80's. Furthermore, it works as a guide when reviewing the risks and damages and when repairing the structural damages of the houses built during that time.</p>			
Keywords Renovations, risk structure, moisture damage, condition assessment			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Tausta ja tavoitteet	8
1.2	Rakennustoimisto Ilpo Brandt Oy	9
1.3	Lyhenteet ja määritelmät	9
2	RISKIRAKENTEET	10
2.1	Puurakenteinen väliseinä eristämättömän alalaatan päällä	11
2.1.1	Esittely	11
2.1.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	11
2.1.3	Korjausvaihtoehdot	12
2.2	Valesokkeli	13
2.2.1	Esittely	13
2.2.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	14
2.2.3	Korjausvaihtoehdot	16
2.3	Tiiliseinän tuuletusväli	17
2.3.1	Esittely	17
2.3.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	18
2.3.3	Korjausvaihtoehdot	19
2.4	Tiiliseinä ja valesokkeli	20
2.4.1	Esittely	20
2.4.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	21
2.4.3	Korjausvaihtoehdot	22
2.5	Puulattia eristämättömän betonilattian päällä	23
2.5.1	Esittely	23
2.5.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	23
2.5.3	Korjausvaihtoehdot	24
2.6	Reunavahvistettu laatta	25
2.6.1	Esittely	25
2.6.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	25
2.6.3	Korjausvaihtoehdot	26

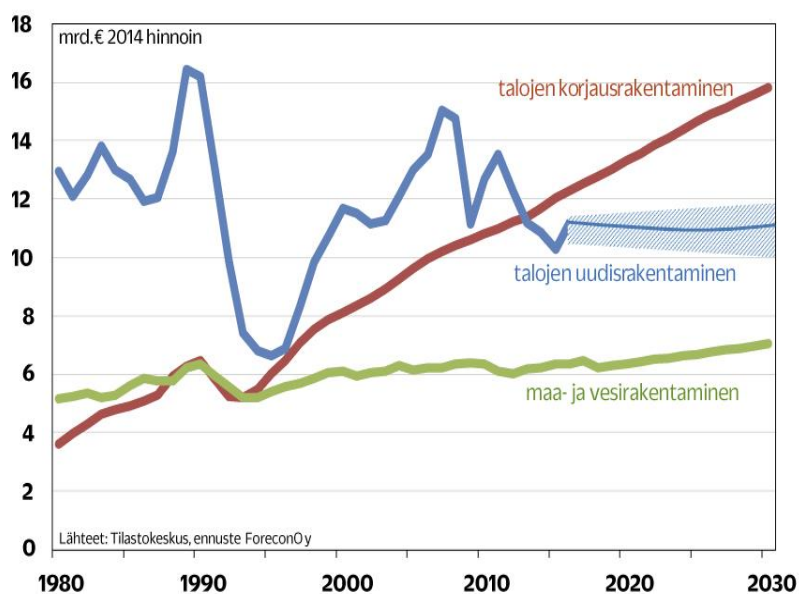
2.7	Höyrysulku eristeen sisässä	27
2.7.1	Esittely	27
2.7.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	28
2.7.3	Korjausvaihtoehdot	28
2.8	Betoniväliseinä alalaatan päällä.....	29
2.8.1	Esittely	29
2.8.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	29
2.8.3	Korjausvaihtoehdot	30
2.9	Tiiliseinä alalaatan päällä	30
2.9.1	Esittely	30
2.9.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	30
2.9.3	Korjausvaihtoehdot	31
2.10	Kellarin seinä	31
2.10.1	Esittely	31
2.10.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	32
2.10.3	Korjausvaihtoehdot	33
2.11	Aluskate	34
2.11.1	Esittely	34
2.11.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	34
2.11.3	Korjausvaihtoehdot	35
2.12	Villaeristeinen yläpohja	36
2.12.1	Esittely	36
2.12.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	36
2.12.3	Korjausvaihtoehdot	37
2.13	Tuulettuva alapohja	38
2.13.1	Esittely	38
2.13.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	39
2.13.3	Korjausvaihtoehdot	40
2.14	Märkätila, väliseinän alapuu pintalaatan päällä.....	41
2.14.1	Esittely	41
2.14.2	Riskit ja mahdolliset vauriot	42
2.14.3	Korjausvaihtoehdot	43

2.15 Märkätila, väliseinän alapuu alalaatan päällä.....	43
2.15.1 Esittely	43
2.15.2 Riskit ja mahdolliset vauriot	44
2.15.3 Korjausvaihtoehdot	45
3 TILAAJAN HAASTATTELU	46
4 YHTEENVETO.....	47
5 POHDINTA.....	48
LÄHTEET	49

1 JOHDANTO

Mihin tahansa meneekin, näkee huputettuja rakennuksia, keltaisia työvaatteita ja aidattuja työmaa-alueita. Rakentaminen on osa kaupunkikuvaa, koska sitä on aina. Rakentamisen määrä Suomessa oli huipussaan ennen 1990-alun lamaa ja kiihtyi taas voimakkaasti lamavuosien jälkeen 90-luvun puolivälin jälkeen. Tällöin rakennettiin paljon uudisrakennuksia. Tulevaisuudessa rakentamisen määrä vuodessa joko laskee tai kasvaa reilulla miljardilla vuoteen 2030 mennessä (kuva 1). Tämä tarkoittaa, että uusia rakennuksia ei ole tarvetta tehdä yhtä paljon kuin esimerkiksi lamavuosien jälkeen. Huomattava piirre rakentamisen määrässä on korjausrakentamisen tasainen kasvu laman jälkeen ja vain pieni notkahdus sen aikana. Kasvun uskotaan jatkuvan tasaisesti 2030-luvulle asti ja lähes saavuttavan 90-luvun talojen uudisrakentamisen huippumäärän. Korjausrakentaminen tulee siis näyttämään yhä suurempaa osaa rakentamisessa tulevaisuudessa. Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy:ssä työskentelevä diplomi-insinööri, Pekka Korhonen, on kirjoittanut kattavan artikkelin korjausrakentamisesta, sen kasvusta ja haasteista tulevaisuudessa: Uutta osaamista ja uusia osaavia rakentajia tarvitaan kipeästi kiinteistöjemme peruskorjaamiseen. Oikea-aikainen korjaaminen säästää resursseja ja rahaa. Myös korjaamisen prosesseja ja tekniikoita on kehitettävä. (Korhonen 2008.)

Rakentamisen määrä vuoteen 2030



KUVA 1. Rakentamisen määrä vuoteen 2030 (Rakennuslehti.fi)

1.1 Tausta ja tavoitteet

Työn tavoitteena on toimia oppaana 1970- ja 80-luvulla rakennettujen pientalojen korjaamisessa. Tässä oppaassa esitellään aikakauden riskirakenteet Hometalkoiden vuonna 2012 julkaiseman opetusmateriaalin ”Tunnista ja tutki riskirakenne” mukaisessa järjestyksessä. Oppaassa esitellään yleisimmät riskirakenteet, niiden aiheuttamat riskit ja vauriot sekä korjausvaihtoehdot. Tietoa oppaaseen kerätään korjausrakentamiseen liittyvästä kirjallisuudesta, internetistä ja Rakennustiedon julkaisemista RT- ja Ratu-korteista. Kerätty tieto varmistetaan useamman eri lähteen avulla ja kirjoitetaan puhtaaksi työhön.

Työ ei esitle yhtä absoluuttisen oikeaa korjausvaihtoehtoa rakenteelle, koska eri laajuisissa ja tavanomaisesta poikkeavissa rakennuskohteissa voi olla järkevämpää käyttää jotain muuta korjaustapaa kuin mitä tässä oppaassa on esitelty. Oppaan korjausvaihtoehdon tai –vaihtoehtojen valinnassa on huomioitu tärkeimpänä kosteusvaurioitumisriskin poistaminen: rakennetta ei ole järkevää korjata vain väliaikaisesti kosteusteknisesti toimivaksi, jos sillä on vakava riski vaurioitua tulevaisuudessa uudestaan. Seuraavaksi korjausvaihtoehdon valinnassa on huomioitu kustannukset: työssä pyritään siihen, että korjauskustannukset pysyvät järkevissä rajoissa ja että ei ylikorjata. Ylikorjaamisen välttämisen varmistamiseksi, korjauskohteessa on tehtävä kuntotutkimuksia. Tämän oppaan avulla on mahdollista tehdä kuntoarvioita, sillä työssä esitellään rakenne ja siinä aistein havaittavat vauriot. Pelkän kuntoarvion avulla ei kuitenkaan pystytä toteamaan vaurioiden laajuutta, vaan se toimii perustana kuntotutkimukselle.

1.2 Rakennustoimisto Ilpo Brandt Oy

Yritys on perustettu Kiuruvedellä vuonna 1979, jolloin myös sen ensimmäinen rakentama rakennus, Kiuruveden päivähuoltola valmistui. Brandt on rakentanut lähinnä Iisalmessa ja Kiuruvedellä. Tänä kesänä Vieremälle valmistuu Vieremän koulukeskuksen kolmas vaihe, joka tulee olemaan 28 vuotta toimineen yrityksen 75:s rakentama kohde. Yrityksen tunnettuja rakentamia kohteita ovat Kiuruvedellä valimo, vanhainkoti ja kulttuuritalo (kuva 2), ja Iisalmessa jalkapallohalli.



KUVA 2. Rakennustoimisto Ilpo Brandt Oy:n rakentama Kiuruveden kulttuuritalo (Ibrandt.fi)

1.3 Lyhenteet ja määritelmät

Diffuusio = Ilmiö, jossa molekyylit pyrkivät siirtymään väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan tasoihin mahdolliset pitoisuuserot ajan mittaan. Molekyylit liikkuvat satunnaisen lämpöliikkeen eli Brownin liikkeen mukaan. Esimerkiksi kosteuden siirtyminen maaperästä betoniseen alalaattaan.

Kapillaarikatko = Hyvin vettä läpäisevä maakerros, joka estää veden kapillaarisen nousun rakennuksen alapohjarakenteisiin.

Kapillaarisuus = Pintajännityksestä johtuva nesteiden nousu aineen huokosiin. Esimerkiksi pohjavedestä kosteuden siirtyminen maaperän ylempiin osiin.

Kondensoituminen = Kaasumaisessa olomuodossa oleva aine (esimerkiksi vesihöyry) tiivistyy nesteeksi. Kaasu tiivistyy nesteeksi, kun ilman tai pinnan lämpötila laskee. Esimerkkinä rakennuksen sisäilmasta nouseva vesihöyry tiivistyy kylmän peltikatteen pinnalle nesteeksi.

Kuntoarvio = Pääasiassa aisteilla todettu rakennuksen korjaustarpeen toteaminen. Kuntoarvio ei riitä korjaustarpeen laajuuden selvittämiseen.

Kuntotutkimus = Kuntotutkimus on menettely, jossa rakennuksen jokin rajattu osa-alue, rakennusosa tai laitteisto tutkitaan asiantuntijan toimesta sellaisilla menetelmillä ja siinä laajuudessa, että kyseisen osa-alueen kunto, vauriomekanismit, soveltuvat korjausmenetelmät ja korjausten suositeltava ajankohta saadaan selville riittävällä tarkkuudella. (Taloyhtio.net.)

Kylmäsilta = Ulkoilmaa vasten olevassa rakenteessa on kohta, josta puuttuu lämmön siirtymistä eristävä kerros. Kylmäsilta voi muodostua esimerkiksi sokkelivalussa, kun lämmöneriste rikkoontuu tai siirtyy paikaltaan. Rakennuksen sisäpuolella oleva lämmin ilma pyrkii siirtymään konvektion vaikutuksesta kohti ulkoilmaa näiden kylmäsiltojen avulla jäädyttäen rakennetta.

Ylikorjaaminen = Korjataan vauriotuneen rakenteen lisäksi/sijaan kunnossa olevaa rakennetta. Esimerkiksi vaihdetaan ikkunat, joilla on vielä runsaasti käyttöikää jäljellä.

2 RISKIRAKENTEET

Riskirakenne on rakennuksen osa, jolla on riski vaurioitua kosteuden rasituksen vuoksi. Usein tällainen rakenne on rakennettu oman aikansa hyvän rakennustavan mukaisesti, mutta rakentamisen kehittyessä vuosien saatossa se on todettu kosteusteknisesti toimimattomaksi. Riskirakenne voi syntyä myös työn aikana tehdyistä virheistä. Riskirakenne syntyy, kun rakenne joutuu altistumaan kosteudelle pitkäksi aikaa eikä se pääse kuivamaan tarpeeksi tehokkaasti. Pitkäaikainen kosteudelle altistuminen aiheuttaa rakenteen mikrobivaurioitumista eli homehtumista. Rakenteen puiset osat, kuten esimerkiksi alajuoksut ja runkotolpat, lopulta lahoavat kosteuden rasituksen vuoksi.

Maaperästä kapillaarisesti nouseva- sekä diffuusion avulla siirtyvä kosteus edesauttavat kosteuden siirtymistä rakennuksen maan alla sijaitseviin rakenteisiin. Varsinkin silloin, kun kosteuden siirtymistä näihin rakenteisiin ei ole mitenkään estetty. Sade- ja sulamisvedet lisäävät nekin osaltaan rakennuksen kosteuskuormaa, jos niitä ei ole suunniteltu ohjattavaksi pois päin rakennuksesta. Myös sisäilman kosteus voi aiheuttaa riskirakenteen, jos se pääsee kondensoitumaan.

Rakennusmateriaaleilla ja rakenteilla on omakohtainen käyttöikä. Käyttöiän ylittyessä rakenteesta tai materiaalista voi muodostua riskirakenne tai se voi edesauttaa riskirakenteen syntyä, jos sitä ei korjata tai vaihdeta ajoissa.

Riskirakenteita voidaan tutkia kuntoarvion ja –tutkimuksen avulla. Kuntoarvio on aistien varaista rakenteiden tutkimista, jossa voidaan epäillä kosteusvauriota. Kuntoarvion pohjalta ei kuitenkaan voida tehdä kovinkaan kattavia korjaustoimenpiteitä, vaan se toimii lähinnä pohjana kuntotutkimukselle. Kuntotutkimuksessa rakenteita avataan ja niistä otetaan näytteitä tarkempia tutkimuksia varten. Tutkimuksen pohjalta selvitetään korjattava määrä sekä toimenpiteet ja vältytään kunnossa olevien rakenteiden korjaamiselta eli ylikorjaamiselta. Sekä uudis- että korjausrakentamisessa on huolehdittava hyvästä laadunvalvonnasta ja laadukkaasta jälkihoidosta. Näillä toimenpiteillä pyritään estämään rakenteisiin jäävä kosteus, jolloin niistä ei muodostu riskirakenteita.

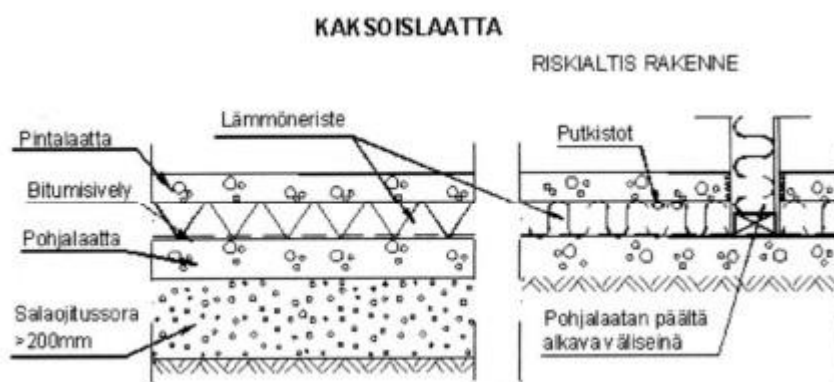
Myös työturvallisuuteen on kiinnitettävä erityisesti huomiota: jokaiseen korjaustyöhön pitää perehtyä huolellisesti. Rakennustiedon julkaisemissa Ratu-korteissa on esitelty korjaustöiden vaiheita askel askeleelta aina henkilösuojauksesta työn tekemiseen turvallisesti. Tilaajan on huolehdittava korjauskohteen haitta-ainetutkimuksen teettämisestä, jotta saataisiin selville onko rakennuksessa terveydelle haitallisia aineita. Tilaajan ohje haitta-ainetutkimukseen löytyy RT-kortista RT 18-11244. Myös vioittuneiden materiaalien hävittämiseen täytyy kiinnittää huomiota, koska jos niitä ei hävitetä ohjeiden mukaisesti voivat ne olla terveydelle vaarallisia. RT-kortissa Rakentamisen jätehuolto (RT 69-11183) on esitelty rakennusjätteiden oikeanlainen lajittelu ja hävittäminen.

Tässä luvussa käsitellään 1970- ja 80-lukujen aikana rakennettujen pientalojen yleisimmät riskirakenteet, niiden aiheuttamat riskit ja vauriot sekä korjausvaihtoehdot. Rakenteita tarkastellaan siinä järjestyksessä kuin ne on esitelty Hometalkoiden julkaisemassa opetusmateriaalissa ”Tunnista ja tutki riskirakenne”.

2.1 Puurakenteinen väliseinä eristämättömän alalaatan päällä

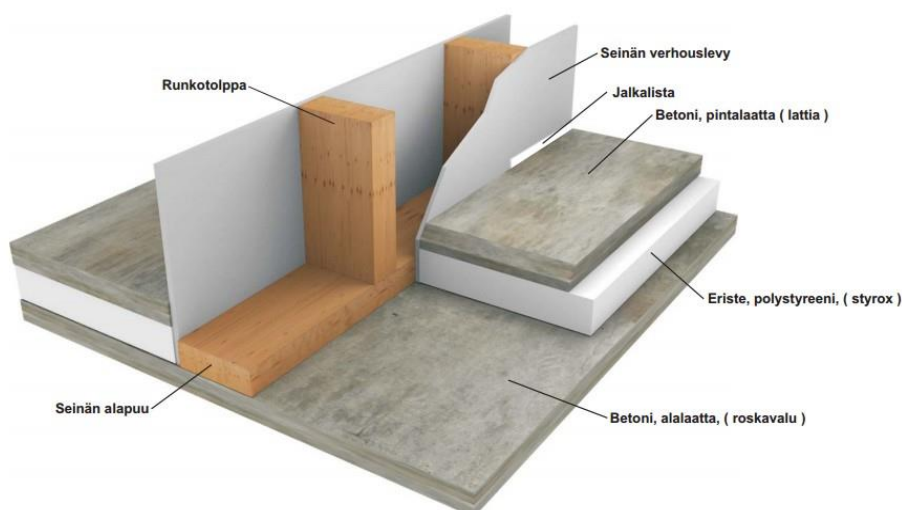
2.1.1 Esittely

Puurakenteista väliseinää eristämättömän laatan päällä käytettiin 1950-luvulta aina 90-luvun puoleen väliin saakka Hometalkoiden vuonna 2012 julkaiseman Tunnista ja tutki riskirakenne-opetusmateriaalin mukaan. Kyseiselle rakennustavalle oli ominaista, että seinärungon alapuu asennettiin suoraan betonisen alalaatan päälle kuvien 3 ja 4 esittämällä tavalla. Seinän verhouslevyt kiinnitettiin alapuuhun ja runkotolppiin, ja polystyreenieriste asennettiin alalaatan päälle väliseinänlevyn alaosaan vasten. Eristeen päälle valettiin lopuksi betoninen pintalaatta. Tätä rakennustapaa kutsutaan kaksoislaattarakenteeksi.



KUVA 3. Puurakenteisen väliseinän liittyminen kaksoislaattarakenteeseen (Sisäilmäyhdistys.fi)

2.1.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



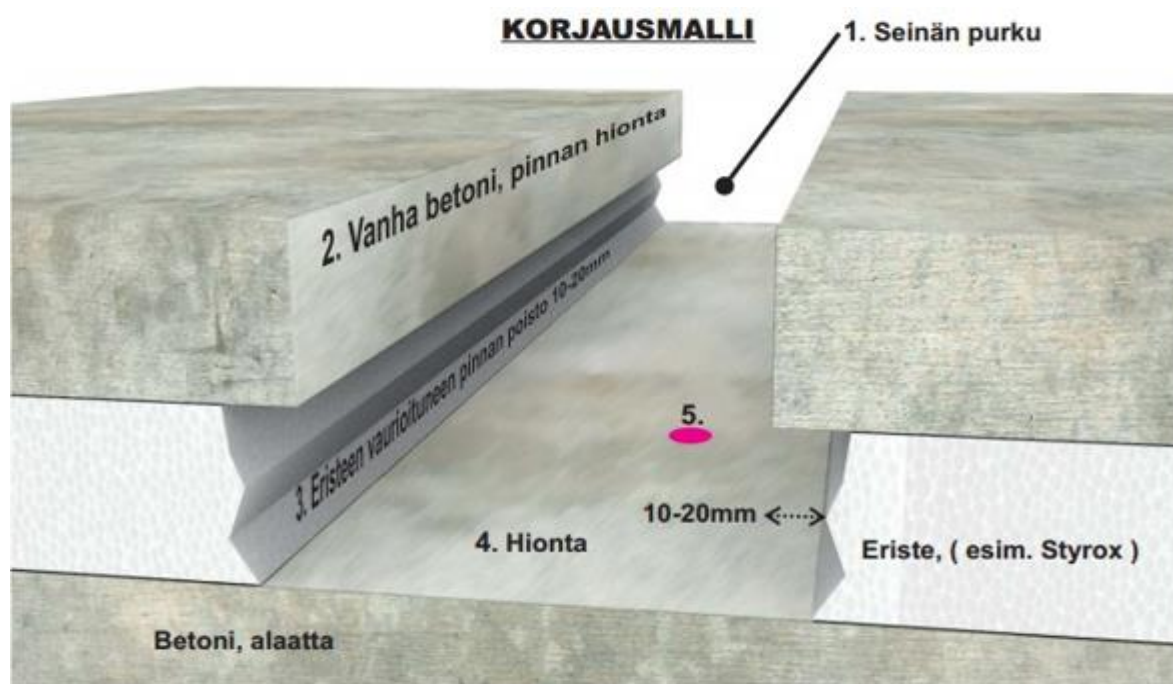
KUVA 4. Puurakenteinen väliseinä eristämättömän alalaatan päällä (Hometalkoot 2012)

Väliseinän alaosa voi joskus olla avattuna lohduuttoman näköinen. Maakosteus on noussut diffuusiolla ja usein myös kapillaarisesti betonirakenteeseen, josta se tasaantuu sitten väliseinien alaosiin ja lahottaa joskus jopa runkotolpat. Maanvaraisia betonilaattoja tehtiin yleisesti 1960–1980 luvuilla ilman sen alapuolisia lämpöerityksiä. Rakennetta nimitettiin niin sanotuksi roskavaluksi, jonka päältä oli hyvä rakentaa, kun hiekka ei enää pölissyt talon sisäpuolella. Siihen aikaan ei osattu ajatella, että maaperän ilmatilan suhteellinen kosteus on lähes sata prosenttia (RH 100%) ja maaperä usein myös kapillaarista laatua. Edellä mainittuna aikana asennettiin yleisesti pikihuopa seinän alapuun ja lattian väliin. Se katkaisi vain kapillaarisen kosteuden siirtymän, mutta ei estänyt eristekerroksen kautta tulevaa diffuusiokosteutta. Diffuusiokosteus siirtyy useimmiten lattiaeristeen ja alapuun välisestä raosta seinän alaosan rakenteisiin. (Rakennustaito.fi.) Seinän alaosan puurungon vaurioitumisen lisäksi myös seinälevyt voivat homehtua ja lahota.

2.1.3 Korjausvaihtoehdot

Puurakenteinen väliseinä eristämättömän alalaatan päällä korjataan Laurisen (2011) mukaan siten, että alimman laatan päältä lähtevät puiset seinärakenteet puretaan alaosaan. Vanhat betonipinnat hiotaan, puhdistetaan ja imuroidaan, ja laattojen välissä olevasta eristeestä poistetaan noin 10 - 20 millimetriä mahdollisesti vaurioitunutta eristettä kuvan 5 mukaisesti. Jos on mahdollista, niin pohjalaatta hiotaan, puhdistetaan ja imuroidaan. Alalaatan suhteellinen kosteus, RH, selvitetään porareikämittauksella; mittaus on tärkeää tehdä, jotta tiedetään voidaanko alalaatta jättää paikalleen vai onko se purettava.

Jos alalaatta on kapillaarisessa tilassa (RH 98% tai yli) niin silloin pitää harkita alalaatan poistamista. Jos alalaatta on diffuusioalueella (RH alle 98%) voidaan alalaatta jättää paikalleen. (Hometalkoot 2012.)



KUVA 5. Puurakenteinen väliseinä eristämättömän alalaatan päällä, korjausmalli (Hometalkoot 2012)

Alimmainen betonilaatta eristetään bitumikermikaistalla ja uusitaan eriste umpisolueristeellä. Jos seinä on kantava, tarvitaan rakennesuunnittelijan selvitys kantavuudesta. Tiivistetään eriste reunoilta uretaanivaahdolla ja valetaan pintalaatta. (Rakennustaito.fi.) Jos seinä on kantava, tuetaan rakennuksen väli- tai yläpohja korjauksen ajaksi. Pintalaatan päälle asennetaan kosteuseristys, jolla estetään mahdollisten ilmavuotojen pääsy sisäilmaan ja eristyksen päälle kiinnitetään alajuoksu ja runkotolpat, joihin sisäverhouslevyt kiinnitetään. On myös muistettava, että verhouslevyt on jätettävä lattiapinnasta 10–15 millimetriä ylös (Rakennustaito.fi).

2.2 Valesokkeli

2.2.1 Esittely

Suomessa rakennettiin 60-luvulta alkaen aina 90-luvun alkuun saakka matalaperustaisia pientaloja, joiden perustusrakennetta kutsuttiin valesokkeliksi (Rakennustaito.fi). Näihin pientaloihin kuuluivat omakoti- sekä rivitalot, mutta myös yksikerroksiset palvelutalot. Näissä rakennuksissa on usein tiiliverhous ja tasa- tai loiva harjakatto.

Ulkoa katsottuna valesokkelitalon tunnistaa parhaiten ulko-ovesta, jonka alareuna on satoja millejä alempana kuin perusmuurin yläpinta (kuva 6). Valesokkelirakenteeseen kuuluu myös se, että sisällä lattiapinta on jotakuinkin maan pinnan tasalla (Rakennustaito.fi). Tällaisessa rakennuksessa ei ole usein rappusia, vaan sinne kävellään suoraan sisään.



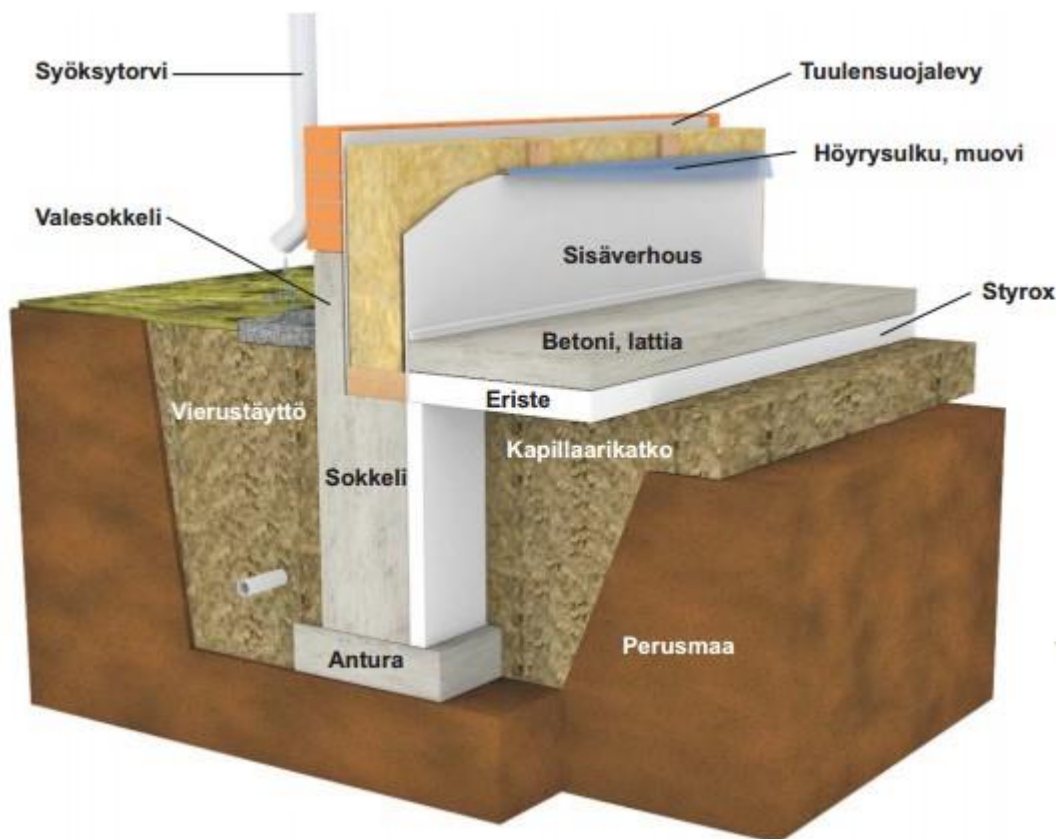
KUVA 6. Valesokkelin tunnistaa siitä, että sokkelin yläosa on korkeammalla kuin ulko-oven alareuna (Brandt 2017)

Valesokkeli nimi johtuu sen harhaanjohtavasta rakenteesta eli ulkoa päin valesokkeli näyttää aivan normaalilta sokkelilta, jonka pitäisi siis olla varsinaisen rakennuksen rungon alla. Kuitenkin sisäpuolella valesokkelia alkaakin heti maanpinnasta tai jopa sen alapuolelta puurunko. Tämän takia myös valesokkelit aiheuttavat huomattavan määrän ongelmia, koska maakosteus siirtyy erittäin helposti etenkin puurungon alimpana osana olevaan alajuoksuun. (Rytmirakennus.fi.) Alajuoksu voi näin ollen homehtua ja lopulta jopa lahota.

Ulkoilmaan rajoittuvat seinärakenteet on liitettävä sokkeliin ja maanvastaiseen lattiarakenteeseen siten, että kosteuden haitallinen siirtyminen ja kertyminen seinärakenteeseen sokkelin tai viereisen lattiarakenteen kautta on estetty ja seinän alareunan kuivuminen on tarvittaessa mahdollista. (RakMK C2 1998.) Määräys 5.1.1 on tulkittavissa niin, että valesokkeli ei ole enää nykyisin hyvän rakentamistavan mukainen rakenne, koska se mahdollistaa kosteuden siirtymisen seinärakenteeseen.

Rakentamista koskevat asetukset uudistetaan vuoteen 2018 mennessä vuonna 2013 voimaan tulleen maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen (958/2012) mukaisesti. Aiempia Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiä ja ohjeita voidaan siirtymäajan puitteissa soveltaa kunnes uudet säännökset on annettu. (Ym.fi.)

2.2.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



KUVA 7. Valesokkelirakenne (Hometalkoot 2012)

Valesokkeli on kosteusvaurioiden kannalta riskirakenne, jonka kunnan tarkastus vaatii ammattilaisen silmää ja tarkastusta. Valesokkeli ei kuitenkaan vaurioidu aina, mutta riskirakenteissa väijyy mikrobivaurioitumisen uhka. Tavallinen pientaloasukas tai julkisen rakennuksen käyttäjä ei piileviä ongelmia välttämättä huomaa – paitsi kosteuden ja homeen aiheuttamana mahdollisena sisäilmaongelmana. (Rakennustaito.fi.)

Valesokkelirakenteen omaavien asuinrakennusten tyypillisiin piirteisiin kuuluu salaojituksen sijaitseminen väärässä korossa tai sen toimimattomuus. Salaojituksen tarkoituksena on estää veden pääseminen rakennuksen rakenteisiin kuljettamalla vesimassa pois rakennuksen läheltä; sen tehtävänä on näin pitää pohjavesi perustuksien alapuolella. Salaojituksen sijaitessa kuvan mukaisessa korossa (kuva 7), pääsee pohjavesi kosketuksiin suoraan rakennuksen perustusten kanssa. Kosteus pääsee näin kulkeutumaan diffuusion ja kapillaarisuuden avulla korkeammalle rakenteisiin sokkeliä pitkin. Maaperän kallistukset ovat usein joko liian vähäisiä tai niitä ei ole ollenkaan, jolloin sade- ja sulamisvedet jäävät rakennuksen reunoille lisäten sokkelin kosteuskuormaa. Myös rakennuksen liepeillä olevat kasvit, pensaat ja puut sekä puutteellinen kapillaarikatko rakennuksen alla lisäävät kosteuden siirtymistä rakenteisiin.

Sokkelissa on usein halkeamia ja muotissa käytettyjen, myöhemmin lahonneiden puutappien reikiä, joista kosteus pääsee rakenteen sisälle. Maakosteus siirtyy kapillaarisesti tai diffuusilla ulkoseinän alaosan puurakenteisiin. Valesokkelin alaosa ei tuuletu ja tiiliverhoustaloissa tuuletusrako voi olla laastia täynnä. (Rakennustaito.fi.) Seinärakenteen alajuoksun alla oleva sokkelin yläpinta voi olla epätasainen ja siihen on voinut jäädä rakentamisajalta jätettä, esimerkiksi sahanpurua, joka voi homehtua kosteuden päästessä kosketuksiin sen kanssa. Usein myös alushuopa puuttuu alajuoksun ja sokkelin välistä. Rakennuksen alustäytön päällekin on voinut jäädä jätettä, joka kosteuden kanssa kosketuksiin joutuessaan alkaa homehtua.

Alajuoksun kosteusvaurioihin saattaa johtaa osaltaan myös sisäpuolelta puurakenteisiin siirtyvä lämpö ja kosteus, joilla ei ole toimivaa ulospääsyä puurakenteesta. Näin kosteus tiivistyy esimerkiksi sokkelin sisäpintaan. Alajuoksuun voi nousta kosteutta myös kapillaarisesti alapuolisesta anturasta tai betonilaatasta. Korjausta kaipaava valesokkelirakenne vaikuttaa rakennuksen sisäilmaan seinän ja lattian rajakohdan vuotamisen kautta. Ulkoilma jäähdyttää rakennetta ja mahdolliset mikrobien aineenvaihdunnan tuotteet kulkeutuvat sisäilmaan. Toisaalta taas maaperäiset mikrobit kulkeutuvat sisäilmaan. (Rakennustaito.fi.) Seinän alapuu ja sitä vasten olevien levyjen alaosat ovat usein mikrobivaurioituneet. Alapuun painekyllästys hidastaa puun vaurioitumista, mutta ei estä sitä kokonaan. Ympäröivät levyt ovat usein vaurioituneet vaikka painekyllästetty puu olisi kunnossa. (Hometalkoot 2012.) Alapuu voi homehtua tai jopa lahota, ja myös seinärakenteen eristeet voivat kastua ja homehtua. Valesokkelirakenteissa höyrynsulku ei ole yleensä ehjä, mikä sekkin edesauttaa kosteuden etenemistä rakenteissa, ja sokkelin ja ulkoseinän puurungon välissä on usein jäätä tai vettä. Tiiliverhotuissa rakennuksissa tuuletusraossa voi olla laastia, joka tukkii ilmankierron rakenteessa.

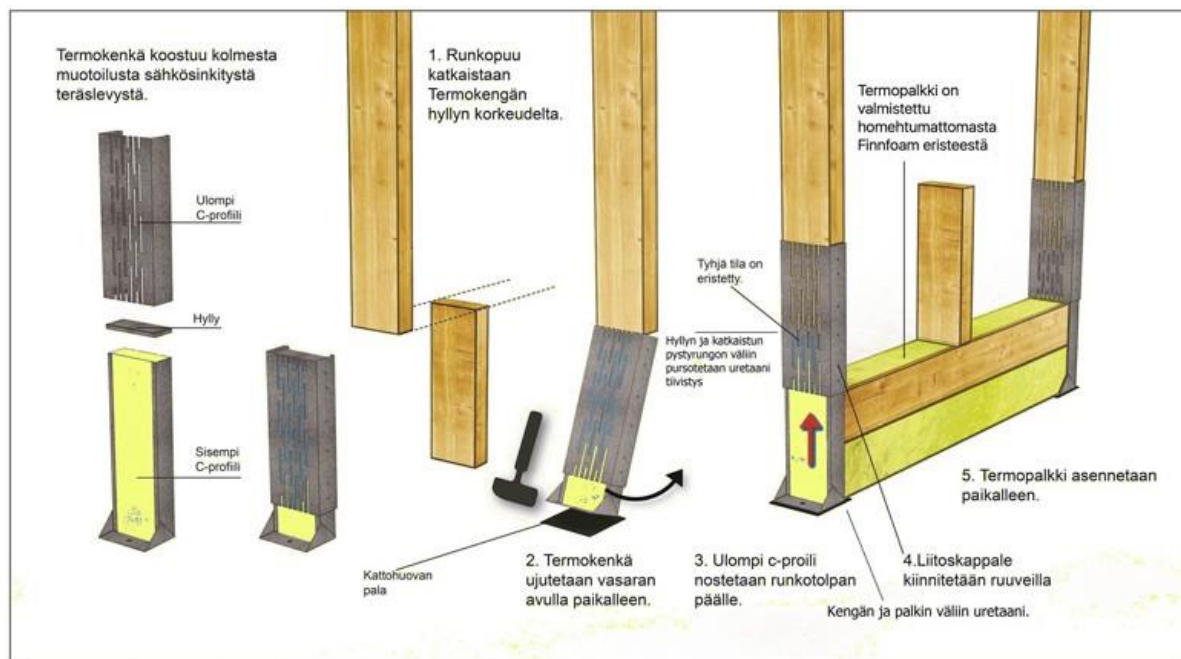
Virheestä aiheutuvia tyypillisiä ongelmia ovat rakenteen kastuminen, josta seuraa (Fise.fi.)

- rakenteiden mikrobivauriot (home- ja lahovauriot)
- pintamateriaalien irtoaminen ja värimuutokset
- pintamateriaalien, liimojen ja tasoitteen mikrobivauriot sekä kemialliset hajoamisreaktiot, joiden seurauksena sisäilmaan haihtuu terveydelle haitallisia yhdisteitä
- sokkeliin liittyvien puuosien vaurioituminen ja lahoaminen, esim. ulkoseinän kantava puurunko.

Sokkelin ja maanvaraisen laatan vastaiset eristeasennukset ovat usein puutteellisia ja ne voivat päästää osaltaan kosteutta lattian ja seinän välistä sisäilmaan, joka voi ilmetä hajuna. Myös home pääsee tällä tapaa vaikuttamaan sisäilmaan, kun se alkaa kasvamaan seinälevyn alareunassa. Rakenteiden väljyyden vuoksi, ulkoilma pääsee kulkeutumaan seinän ja lattian välistä sisäilmaan; tätä kutsutaan ilmapuodoksi ja se aiheuttaa sisäilmaan epäpuhtauksia ja lattian sekä seinän liitoskohtiin vedon tuntua. Ulkoisesti nähtäviä vaurioita voivat olla sokkelin maalin hilseily ja tiiliverhouksen kastuminen.

2.2.3 Korjausvaihtoehdot

Tähänastisessa korjausmenetelmässä seinärungon alaosa on nostettu ylemmäs muuraamalla lekaharkko valesokkelin sisälle. Harkkomuurausmenetelmän useat vaiheet nostavat kustannuksia, ja sen suorittaminen talvella pakkaskautena jäiseen sokkeliin on vaativa toimenpide. Lisäksi seinän lämmöneristyskyky heikkenee merkittävästi. Termokenkä-menetelmän (kuva 8) U-arvo on selvästi parempi kuin harkkorakenteen. Harkon U-arvo on 1,429 W/m²K ja Termorakenteen 0,283 W/m²K. (Talotek 2011.)



KUVA 8. Termokenkä-menetelmä (Finnfoam.fi)

Kengitys tehdään talon sisäpuolelta, missä ongelmakohtakin on eli puurunkoon ja erityisesti sen alaosaan. Ensimmäisenä puretaan sisäseinien levytykset, jonka jälkeen päästään käsiksi alajuoksuihin ja pystyrunkoon. (Rytmirakennus.fi.) Alapuu poistetaan kengitystä varten kokonaan ja runkotolppia katkotaan rungon alaosaan halutulle korkeudelle asti puun terveen osan puolelle. Työ etenee kengityksessä vaiheittain runkotolppa kerrallaan (Rytmirakennus.fi.), jolloin rakennuksen vakavuuden säilyttämiseksi ei tarvita lisätueta.

Kengitykseen voidaan käyttää joko metallisia runkotolppapakenkiä tai erilaisia valesokkelikorjauksiin tehtyjä valmiskorjauksia käyttäen kuten termokengillä (Rytmirakennus.fi.), riippuen rakennuskohteesta. Jos alajuoksu ja/tai runkotolpat ovat ehtineet mikrobivaurioitumaan, on tärkeää puhdistaa koko seinän alaosa orgaanisesta aineesta ja homeitiöistä. Työn lopuksi seinän alaosa lämpöeristetään, jotta kylmäsiltoja ei syntyisi. Tämän jälkeen rakenne voidaan levyttää kiinni. Työssä on huomioitava, että perusmuurin ja eristeen väliin tulee jättää ilmarako rakenteen tuulettumista varten, ja sokkelin ja eristeen alareunaan tehdään lisäksi vedenpoistoreiät kosteuden poistamisen vuoksi. Seinän ja lattian tiiveys varmistetaan polyuretaanivaahdolla ja liimamassalla.

Muita valesokkelirakenteen korjausvaihtoehtoja ovat (Rakennustaito.fi.)

- Alennetaan ja muotoillaan maan pintaa sokkelin ulkopuolella.
- Tarkistetaan/uusitaan salaojitus ja asennetaan sadevesiviemäri.
- Suojataan sokkelin ulkopinta maakosteuskontaktilta esimerkiksi sokkelilevyillä.

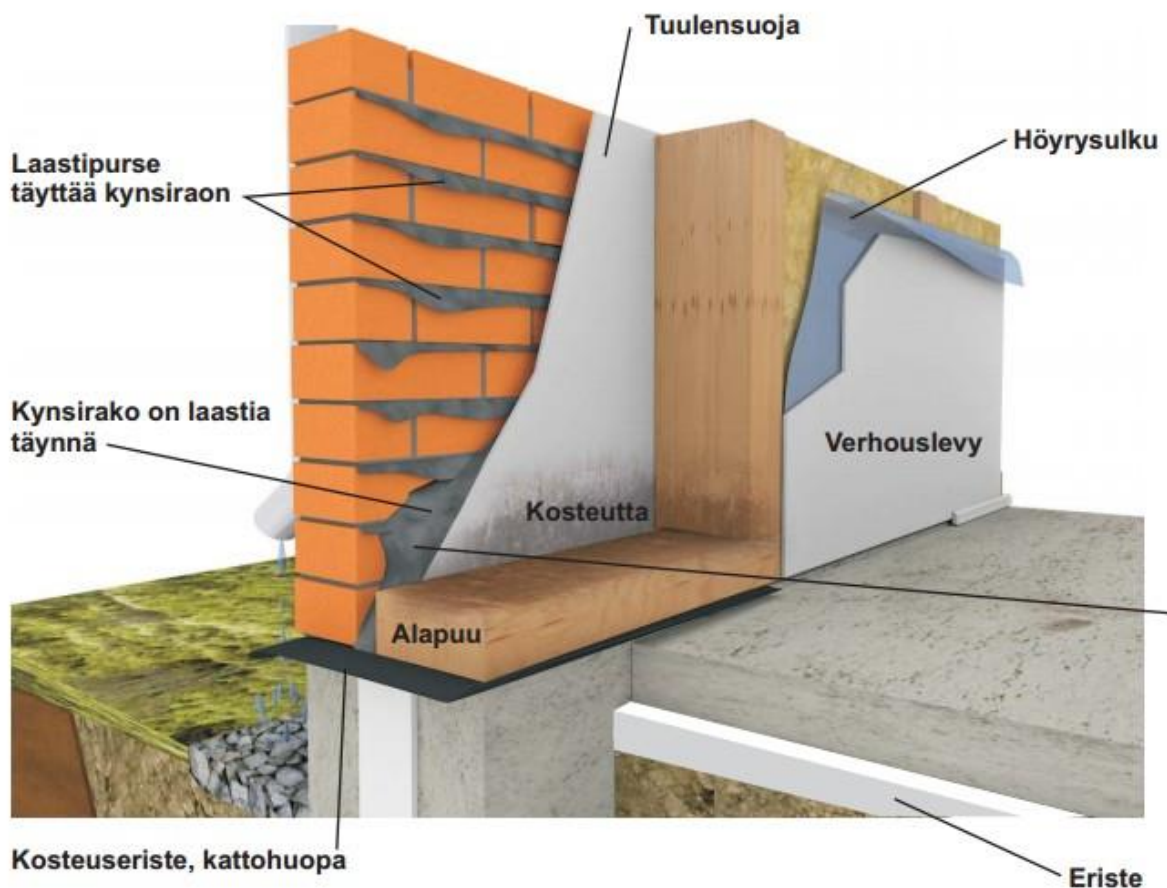
Valesokkelirakennetta korjattaessa tulee kiinnittää huomiota maanpinnan muotoiluun ja korkeusasemaan. Maanpinta muotoillaan viettämään sokkelista pois päin, minkä lisäksi maanpinta tulee alentaa rungon alajuoksua ja lattiapinnan korkeusasemaa alemmaksi. Lattia- ja maanpintojen korkeuseron tulee olla vähintään 300 mm. (Fise.fi.) Maanpinnan suositeltu laskeminen ulkoseinään nähden on vähintään 1:20. (Kärki & Öhman 2007.) Salaojituksessa on suositeltavaa käyttää kahta rinnakkaista putkea ja salaojasoraa.

2.3 Tiiliseinän tuuletusväli

2.3.1 Esittely

Puurunkoisen tiiliseinän verhouksen takana on ”kynsirako” eli tuuletusväli. Tuuletusväli määritettiin aikoinaan niin, että muurarin sormi mahtui puurungon ja tiiliverhouksen väliin. Muurauksen aikana laasti valui ”kynsirakoon” ja varsinkin tuuletusvälin alaosa on usein tukossa. Kun ohje tuuletusvälistä astui voimaan, alettiin tiiliverhouksen alareunasta avaamaan joka kolmannen tiilen laastisauma. Kynsirakoa alettiin käyttämään 60-luvulla ja sitä käytetään yhä tänä päivänäkin ulkoseinärakenteissa.

2.3.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



KUVA 9. Tiiliseinän "kynsirako" (Hometalkoot 2012)

Tiiliverhoutuissa puisissa ulkoseinissä ja perusmuurissa kriittisiä kohtia ja kosteusvaurioita aiheuttavat huonosti toimiva seinärakenteen ja perusmuurin liitos, jolloin vettä seinärakenteesta poisjohtava bitumikermi on asennettu väärin tai sitä ei ole ollenkaan. Ulkoseinärakenteen tuuletuksen puutteellisuus, joka aiheutuu liian kapeasta tuuletusraosta ja tuuletusraon tukkeutuminen laastipurseiden takia. Liian tiivistä tai muuten sopimattomasta kuorimuurin pinnoituksesta ja rakenteen vaakasuuntaisista liitoksista puuttuu vuotovesien poistumismahdollisuus. Rakenteen sisäpinnan ilma- ja höyrytiiviyys (höyryn- tai ilmansulku) on huono sekä ikkunoiden ja muiden läpivientien puutteelliset tiivistykset ovat puutteelliset. (RIL 250-2011.) Tyypillistä tiiliverhoillun talon seinälle on, että verhouskassa ei ole tuuletusrakoa ja "kynsirako" on tukossa laastin vuoksi kuvan 9 mukaisesti. Tiiliverhous sinänsä kestää hyvin sään aiheuttamia kosteuskuormia, mutta sisemmät rakenteet eivät pääse tuulettumaan kunnolla/ollenkaan laastipurseiden vuoksi.

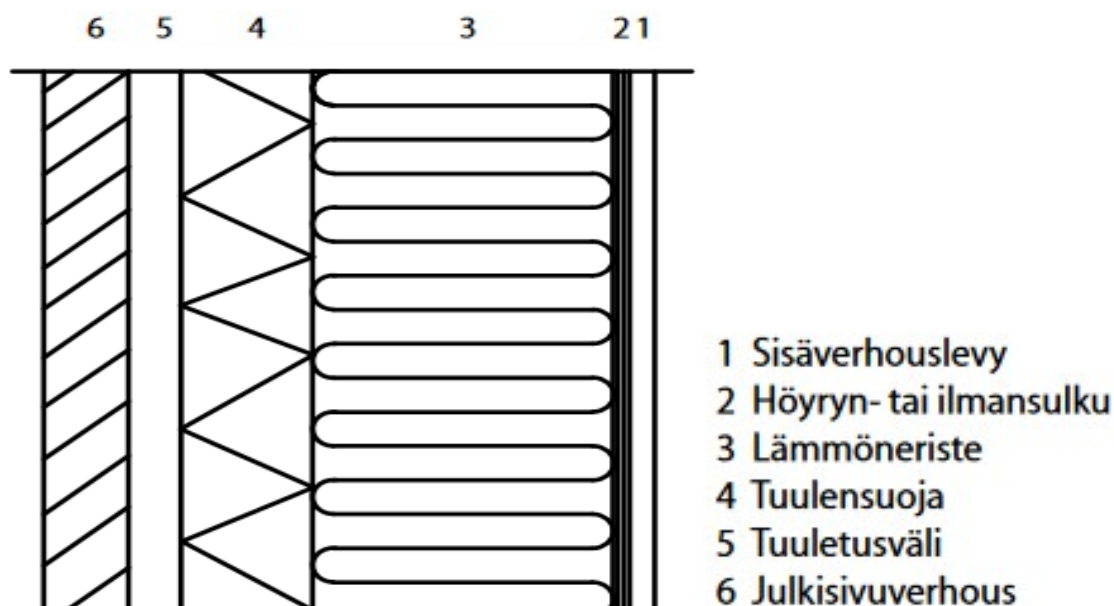
Viistossa taivaalta tuleva sadevesi imeytyy tiiliseinän saumojen läpi laastia pitkin rakenteen sisälle, josta se valuu tuuletusvälissä ulkoseinän alaosaan. "Kynsirakon" pohjalle kertynyt laastimäärä sitoo kosteuden ja siihen kertyneet epäpuhtaudet pääsevät helposti sisäilmaan seinän alapuun ja lattian saumasta. Seinän ja lattian sauman kohdalla voi olla mahdollisia ilmapuotoja. Alapuun alla oleva alushuopa siirtää kosteuden tiiliseinästä alapuuhun, koska se ei päästä kosteutta lävitseen perusmuuriin. Kosteus voi siirtyä myös alapuun ja alushuovan välistä lattiarakenteisiin.

Seinän alapuun herkistyessä kosteudelle, voi se ajan kuluessa homehtua ja jopa lahota. Verhouslevyn alaosaan voi ilmestyä kosteutta ja pinnoitteet voivat irtoilla, ja mikäli seinärakenteessa on tuulensuojalevy, on sen alaosa usein täynnä kosteutta.

2.3.3 Korjausvaihtoehdot

Edullisin tapa korjata seinärakenne tuuletusväleineen on purkaa puurunkoinen seinä sisältä käsin. Verhouslevyt poistetaan iskemällä keskelle levyä reikä esimerkiksi purkuraudalla tai vasaralla. Levyä voidaan leikata puukkosahalla ja loput verhouslevyistä irroitetaan purkuraudalla. Lämmöneristeet poistetaan ja hyväkuntoiset säästetään tarvittaessa uutta seinää varten. Tuulensuojalevyn yläreunaan tehdään reikiä, jotta puukkosahalla voitaisiin leikata levyyn siivuja purkamisen helpottamiseksi. Runkotolpat sahataan ja jäävät rakenteet puretaan esimerkiksi purkuraudalla. Jos sokkelin päällä on kosteuseriste, tarkastetaan sen kunto; mikäli eristys on kunnossa, voidaan se jättää rakenteeseen. Tiiliseinän laastipurseet irroitetaan esimerkiksi lastalla ja seinän alaosaan valuneet laastit poistetaan esimerkiksi petkeleellä. Irrotetut laastipurseet siivotaan ja sokkelin pinta tai sen päällä olevan vesieristeen yläpinta imuroidaan. Jos eriste on rikki, leikataan se rikkoontuneelta osaltaan ja limitetään uusi vedeneristys vanhan kanssa. Lopuksi vedeneristyksen päälle asennetaan puinen alajuoksu ja runkotolpat.

Tuulensuojalevystä leikataan joko vaaka- tai pystysuuntaisia siivuja ja ne pujotetaan runkotolppien välistä puurungon ja tiiliseinän väliin. Levyyn tehdään pystysuuntaiset reiät runkotolppien molemmille puolille, joiden läpi työnnetään reikäkisko. Reikäkisko ruuvataan kiinni runkotolppiin ja kisko kirii levyn tukevasti vasten puurunkoa. Mineraalivillaeristeet asennetaan tuulensuojalevyä vasten ja seinän sisäpintaan kiinnitetään höyrynsulku, joka limitetään sokkelin päällä kulkevan vedeneristyksen kanssa. Lopuksi asennetaan haluttu sisäverhouslevy. (Brandt 2017-05-11.) Kuvassa 10 on esitelty periaate tässä korjausvaihtoehdossa kuvailusta seinärakenteesta.



KUVA 10. Esimerkki ulkoseinärakenteesta tuuletusväliä, jossa julkisivuverhouksena on käytetty tiiltä (Brandt 2017-06-06)

Tehokkain, mutta myös kallein tapa korjata seinärakenteen kosteusvaurio ja ennalta ehkäistä tulevat riskit on purkaa tiiliseinä puurunkoiseen. Tämä on kuitenkin suositeltavaa, jos tiiliseinä on huonossa kunnossa ja jos kosteusvaurio on levinnyt puurungossa laajalle alueelle. On kuitenkin mietittävä, onko rakennetta järkevää korjata, jos sen arvioidut kustannukset ovat korkeat. Usein onkin järkevämpää purkaa koko rakennus ja rakentaa uutta kuin purkaa suuri osa rakennusta ja rakentaa se uudelleen.

Tiiliseiniä voidaan purkaa pienkuormaajan kauhalla työntämällä tai kaivinkoneen kauhalla repimällä tai työntämällä. Purkutyössä varotaan, että rakenne ei sortuessaan aiheuta vaaraa tai vahinkoa. Varmistetaan, että työn aikana purettavan rakenteen toisella puolella ei ole ketään. (Ratu 82-0379.) Jätteet poistetaan ja tarkistetaan kosteuseriste. Mikäli se on kunnossa, voidaan sitä käyttää uudessa rakenteessa. Suositeltavaa on kuitenkin poistaa kosteuseriste, puhdistaa sokkelin pinta ja asentaa tilalle uusi eristys; eristyksen päälle asennetaan uusi alajuoksu ja runkotolpat. Uusi tuulensuojalevy asennetaan puurungon ulkopintaan ja uudet ja mahdollisesti osa vanhoista mineraalivilloista asennetaan puurungon sisään tuulensuojalevyä vasten. Kosteuseristys kiinnitetään runkotolppiin ja alajuoksuun, ja seinän ja sokkelin kosteuseristeet limitetään niin, että kosteus ei rakenteeseen päästessään pääse kulkeutumaan sisäpuolelle rakennusta. Seinärakenne viimeistellään ruuvaamalla uusi verhou levy runkotolppiin ja alajuoksuun kiinni.

Julkisivumuuraus erotetaan perustuksesta bitumikermikaistalla. Kaista asennetaan alusrakenteen päälle niin, että se johtaa tiilimuurausten taakse kulkeutuneen veden vedenpoistoaukkoihin ja estää kapillaarisen veden nousun perustuksista tiilimuuraukselle. (Ratu 41-0289.) Uusi tiilimuuraus tehdään ja huomioidaan tuuletusväli (ainakin 30 mm) ja että sinne ei joudu laastia. Lisäksi muurauksen saumojen tulee olla tiiviitä, jotta kosteus ei pääse niiden kautta rakenteeseen.

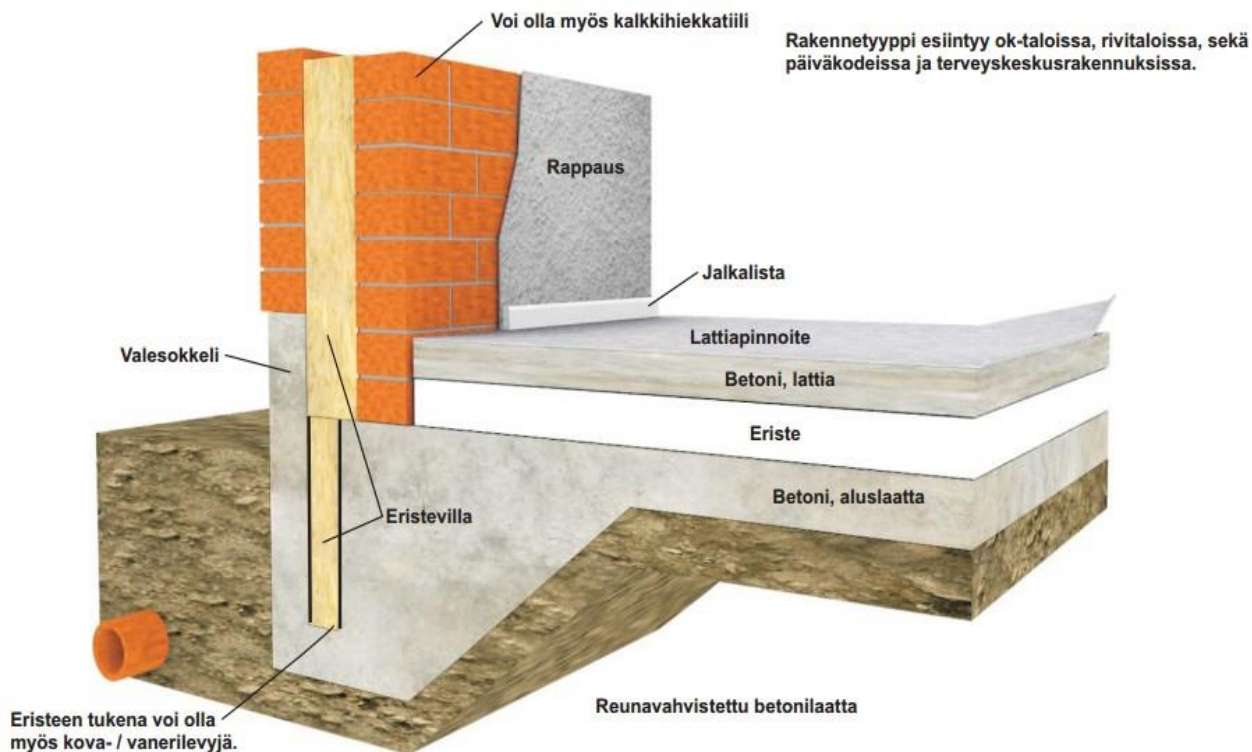
Ensimmäisessä tai toisessa kerroksessa joka toinen – neljäs pystysauma jätetään suunnitelmien mukaan avoimeksi tuuletusta ja vedenpoistoa varten. Tuuletus- ja vedenpoistoreiät jätetään myös aukkojen yläpuolelle. (Ratu 41-0289.)

2.4 Tiiliseinä ja valesokkeli

2.4.1 Esittely

Tiiliseinä ja valesokkeli on tyypillinen 1960-, 70- ja 80-luvun taloissa käytetty seinärakenne, jossa ei ole ollenkaan käytetty tuuletusväliä; tämä teki rakenteesta erityisen alttiin kosteudelle. Rakenteella ominaista on muurattu tiilirunko ja -verhous, joiden väliin asennettiin eristevilla kuvan 11 mukaisesti. Sisäverhous pinnoitettiin rappaamalla.

2.4.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



KUVA 11. Tiiliseinä ja valesokkeli (Hometalkoot 2012)

Valesokkelirakenteissa ja matalaperustuksissa ulkoseinien puurungot lähtee betonilattian alapuolelta, tavoitteena katkaista kylmäsilta perustusten liitoksesta. Kyseinen rakenne aiheutti seinän alajuoksun ja runkotolppien alaosien vakavat kosteus- ja homevauriot, kuten edellä on jo todettu. Muita ulkoseinän vauriota aiheuttaa mm. seinän tuuletusraon puuttuminen. Esimerkiksi tuulen painama viistosade, aiheuttaa kosteuden tunkeutumisen ulkoverhouksen läpi seinärakenteen sisään. Jos seinärakenteesta puuttuu tuulettuva ilmaväli ja kosteus ei pääse pois rakenteesta, aiheuttaa se rakenteessa vaurioita. (Laurinen 2011.)

Seinärakenteen kosteusongelmia lisää ikkunapeltien liian pienet kallistukset, pellin tippanokan puuttuminen ja huolimaton asentaminen. Viistosateella kosteus pääsee tunkeutumaan ikkunan ympäröiviin rakenteisiin. Esimerkiksi tiilverhotusta ulkoseinästä puuttuva tuuletusväli ja seinään viettävä kallistus ikkunapellityksessä aiheuttaa seinärakenteen pitkään kosteana pysymistä. Lisäkosteusrasitusta seinärakenteille tuo räystäskourujen ja syöksytorvien mahdollinen vuotaminen sekä erilaiset ulkopuolella seinää olevat kasvit ja puut, jos ne ovat kasvaneet lähelle seiiniä ja jopa kiipeilevät ulkoseinillä (villiviini). (Laurinen 2011.)

Lisäksi maaperän kosteudesta johtuvat kapillaarisuus ja diffuusio siirtävät kosteutta perustuksiin, ja sokkelihalkaisun ja seinän eristeisiin, joista se pääsee lopulta lattian ja seinän liitoskohdasta rakennuksen sisälle aiheuttaen sisäilmaongelmia. Sokkelihalkaisun ja sen eristyksen aiheuttamista kosteusongelmista kerrotaan tarkemmin luvussa 2.6 "Reunavahvistettu laatta." Kosteutta edistää myös kapillaarikatkon puuttuminen. Salaoja voi olla myös väärässä korossa, sitä ei ole tai se ei toimi ja perustukset voivat olla pohjaveden peitossa. Myös aiemmin, luvussa 2.2 "Valesokkeli" mainittu maaperän kallistusten puuttuminen rakennuksen reunoilta aiheuttaa lisää kosteuskuormaa; kosteus aiheuttaa seinän eristeiden homehtumista ja tiilipinnan tai sen rappauksen homehtumista.

2.4.3 Korjauvaihtoehdot

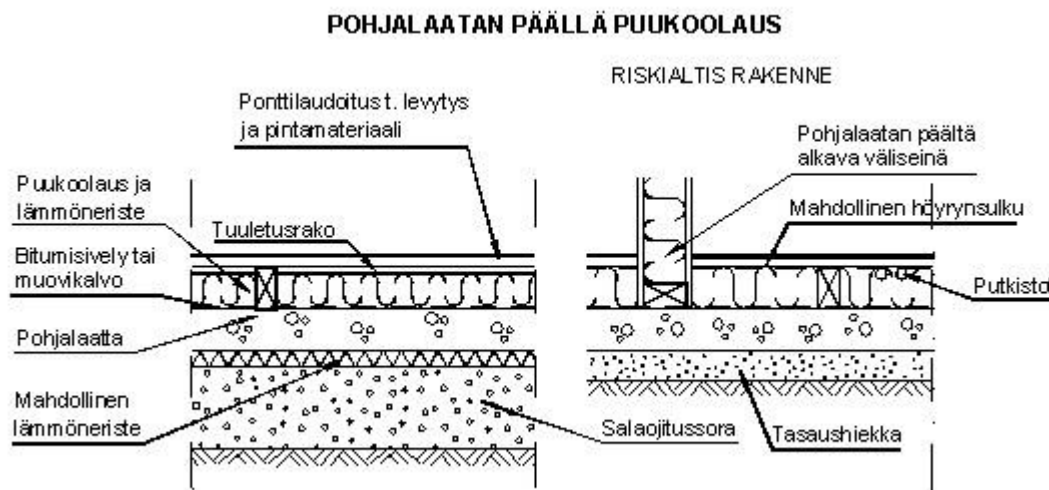
Tiiliseinä ja valesokkeli korjataan siten, että vanha ulkokuorimuuraus puretaan pois. Seinän mineraalivillaeristeet puretaan pois. Sokkelirakenteen valesokkeliosuus leikataan poikki vaakasuuntaisesti varsinaisen sokkelin yläpinnan tasosta. Kantavan pystyrungon pinta puhdistetaan muurauslaastipurseista. Sokkelin lämpöhalkaisun eristeet poistetaan soveltuvalla työmenetelmällä. Lämpöhalkaisun onkalo ja kantavan sisäkuoren ulkopinta imuroidaan huolellisesti puhtaaksi pölystä ja muusta jätteestä. (Moilanen 2011.) Tässä kohta vielä muutama vuosi sitten suoritettiin rakenteelle desinfiointi, mutta nykyään se ei ole enää suositeltavaa: desinfiointiaineet saattavat aiheuttaa limakalvojen ja hengitysteiden ärsytystä. Tästä syystä rakenteiden puhdistaminen ja rakenteissa olevien epäpuhtauksien hallinta on hyvä yleensä toteuttaa ilman desinfiointiaineita. (Hometalkoot 2013.) Henkilökohtaisesta suojautumisesta on huolehdittava käyttöturvallisuustiedotteen mukaisesti. Puhdistettu kantavan rungon tiilipinta tasoitetaan esim. tiilitasoitteella suoraksi. (Moilanen 2011.)

Korjausvaihtoehdona käytetään mineraalivillaeristyksen asentamista kantavan rungon ulkopintaan. Sokkelihalkaisun voi myös betonoida "kiinni" ja perusmuuri eristetään ulkopuolelta.

Mineraalivillaeristys vaihtoehdon valinta edellyttää sokkelirakenteen huomattavaa leventämistä erityisine tukirakenteineen. Lisäksi harjakattoisessa rakennuksessa räystäsrakenteita on jatkettava. Nämä lisätyöt voivat kasvattaa korjausten kustannuksia niin korkeiksi, että korjaaminen ei ole enää taloudellisesti järkevää. (Moilanen 2011.) Useimmiten täystiilirakenteinen seinä on edullisinta ja yksinkertaisinta purkaa kokonaan, sillä ulkokuorimuuraus joudutaan joka tapauksessa purkamaan kokonaan jotta rakenteen eristykseen ja sokkelin yläpintaan päästäisiin käsiksi.

2.5 Puulattia eristämättömän betonilattian päällä

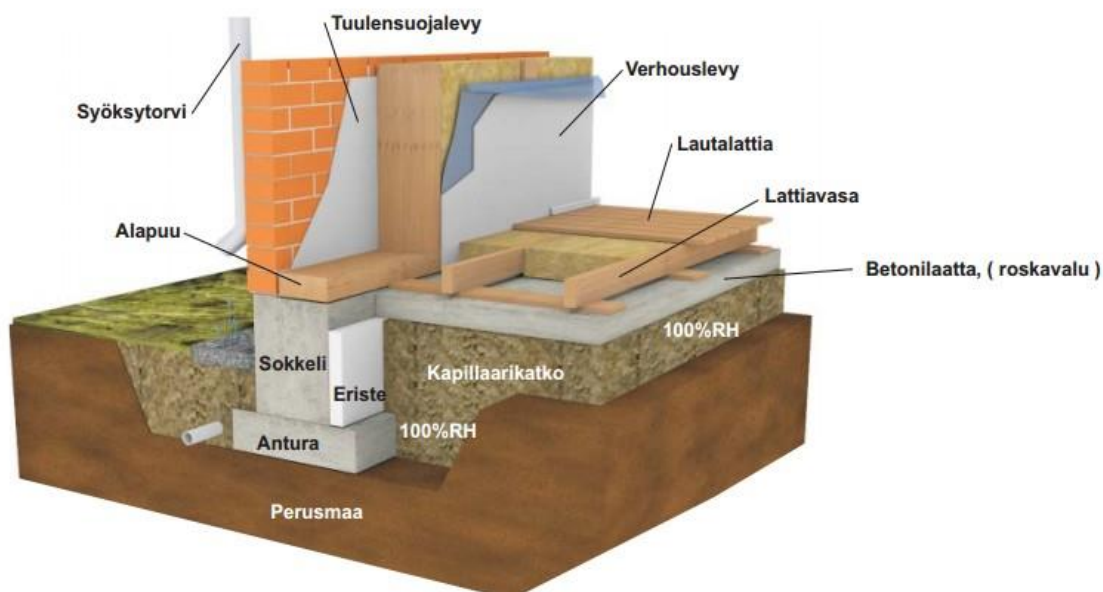
2.5.1 Esittely



KUVA 12. Esimerkkikuva puukoolatusta lattiarakenteesta eristämättömän maanvaraisen laatan päällä (Sisäilmäyhdistys.fi)

1980-luvulla yleisenä lattiarakenteena käytettiin puukoolattua lattiaa, joka rakennettiin suoraan maanvaraisen betonilaatan päälle. Rakennetta käytettiin runsaasti jo 50-luvulla ja harvakseltaan vielä 90-luvun alkupuolella. Puukoolauksen sisään asennettiin joko mineraalivilla- tai sahanpurueriste. Edellä esitetyssä kuvassa (kuva 12) on kuvattu puukoolauksen sisälle mineraalivillaeriste.

2.5.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



KUVA 13. Periaatekuva koolatusta puulattiasta eristämättömän betonilaatan päällä (Hometalkoot 2011)

Maanvaraisen betonilaatan alta puuttuvat lämpöeristeet ja yleensä maakosteus imeytyy ja nousee laatan päällä oleviin puurakenteisiin aiheuttaen rakenteen kostumisen, homehtumisen ja lahoamisen. Esimerkiksi alapuolelta tuleva maakosteus aiheuttaa myös vaurion, kun rakenne ei pääse kuivumaan, jos lattiassa on höyrynsulkukerros. Rakennusaikainen betonin kosteus voi myös vaurioittaa puulattian rakenteita. Lisäksi sisäilman kosteus voi tiivistyä reuna- ja nurkkaalueiden kylmiin laatan pintoihin, varsinkin jos rakenteessa ei ole höyrynsulkua. Pahimmillaan lattiarakenteen sisässä oleva mikrobivaurio tuottaa itiöitä, rihmastoja ja aineenvaihduntatuotteita voi päästä huoneilmaan, riippuen lattian tiivyydestä ja pintamateriaalista. (Laurinen 2011.) Mikäli puulattian eristeenä käytetään sahanpurua, voi se homehtua ja lahota eristeen alimmissa kerroksissa joissa suhteellinen kosteus on korkeinta.

Lattiarakenne on aina riskirakenne, kun lämmöneriste on maanvaraisen betonilaatan päällä kuvan 13 mukaisesti. Riski pienenee, jos myös betonilaatan alla on lämmöneristys (Sisäilmayhdistys.fi). Putkien vesivuodot tai ulkoiset pintavedet aiheuttavat laajoja kosteusvaurioita päästessään lattian eristyksiin; lattian pintamateriaalit voivat vaurioitua kosteuden nousun vuoksi ja seinien alaosiin voi tulla vaurioita rakennuksen sisäpuolella.

2.5.3 Korjausvaihtoehdot

Uusimalla betonilaatan päällistä lattiaosaa ei yleensä saada kosteusteknisesti toimivaa rakennetta. Paras korjausvaihtoehto olisi purkaa puulattia, lämmöneristeet ja betonilaatta pois. Betonilaatan alla oleva maa-aines vaihdetaan kapillaarikatkokerrokseen, jonka päälle asennetaan uudet lämmöneristeet sekä valetaan uusi lattialaatta. Jos vielä halutaan rakenteeseen puukoolattu lattia, pitää betonilaatan pinnalle asentaa kosteussulku/vedeneristys ja erottaa puutavara betonilaatasta bitumikermillä. (Laurinen 2011.)

Muita rakenteen korjausvaihtoehtoja ovat (Sisäilmayhdistys.fi.)

- Veden tunkeutuminen ulkoa lattian sisään tai välittömästi sen alle estetään muuttamalla maanpinta rakennuksesta poispäin viettäväksi ja rakentamalla sadevesien poistojärjestelmä. Katto- ja seinävuodot korjataan.
- Pohjaveden nousua lattiarakenteeseen tai välittömästi sen alle vähennetään rakentamalla puuttuva tai korjaamalla virheellinen tai toimimaton salaoja.
- Putkivuodot korjataan. Putket siirretään näkyviin huonetiloihin tai suojaputkiin. Jos sisätiloihin siirrettävät putket ovat aikaisemmin luovuttaneen lämpöä perustukseen, tulee muutoksesta aiheutuvat mahdolliset routavaurioriskit ja niiden estämiseksi tarvittavat lisätoimenpiteet selvittää. Putkien siirtämisen aiheuttama lämpötilan aleneminen voi myös lisätä reuna-alueen kosteutta.
- Silmin nähden homeinen puu-, eriste- ja levytavara poistetaan siten, että vaurioituneen osan lisäksi vielä noin 50 mm terveeltä näyttävää materiaalia poistetaan.
- Mikäli alempi betonilaatta poistetaan kokonaan, tulee sen alle asentaa 80% lämmöneristeestä. Betonilaatan alapuolisen maa-aineksen kapillaarinen nousukorkeus selvitetään ja yleensä täyttö joudutaan uusimaan, täyttönä käytetään pestyä sepeliä halk. 6...32 mm.

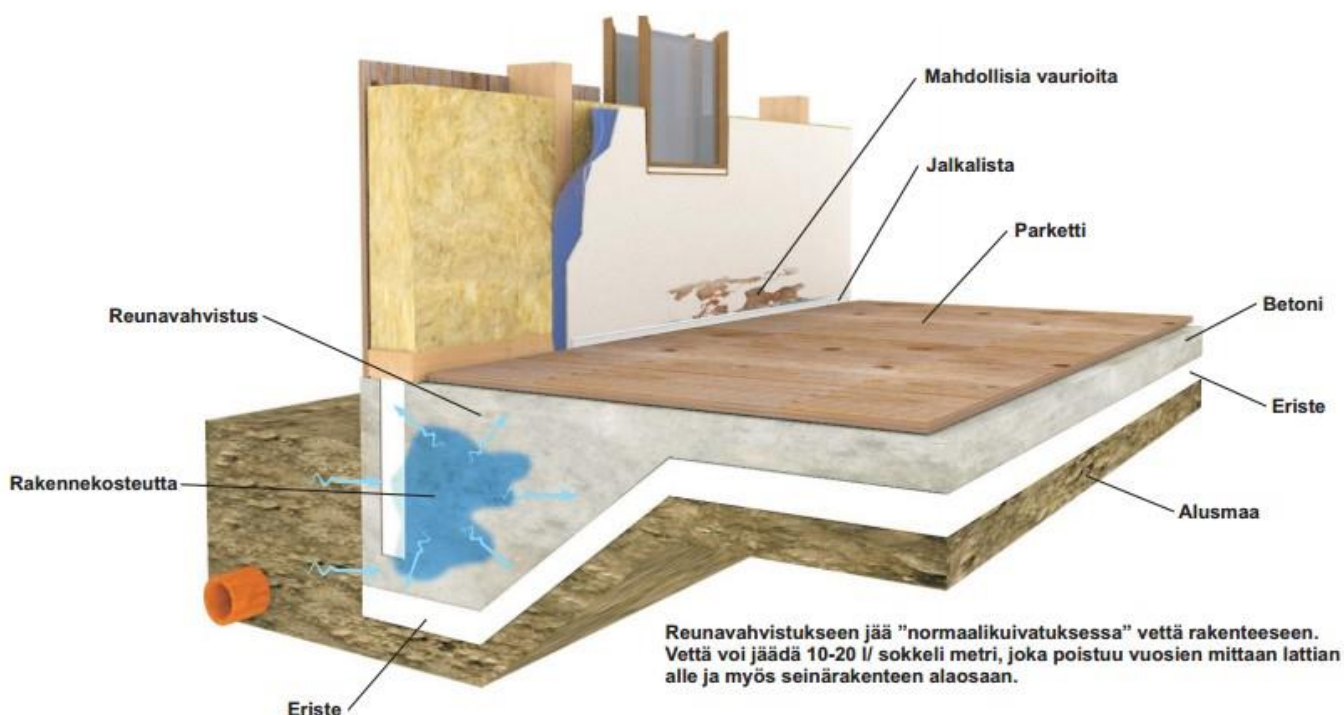
Jos ulkoseinien puurunkojen alaosat on tarpeellista korjata, toteutetaan korjaus samalla tavalla kuin luvussa "2.2 Valesokkeli" Termokenkä-menetelmällä. Alajuoksua voidaan nostaa myös muuraamalla kevytsoraharkot pystytolppien kohdille.

2.6 Reunavahvistettu laatta

2.6.1 Esittely

Reunavahvistettu laatta on 1980-luvulla yleistynyt matalaperustamistapa, jossa perustukset on rakennettu routarajan yläpuolelle. Yhä nykyäänkin käytetty rakentamistapa – tosin modernisoitunut – jossa perusmuuri on hyvin matala. Reunavahvistettu laatta oli 80-luvulla valesokkelirakenteen ohella yleinen perustamistapa pientaloihin joissa oli maanvarainen alapohja.

2.6.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



KUVA 14. Periaatekuva reunavahvistetusta laatasta (Hometalkoot 2012)

Hyvin yleistä 1980-luvulla rakennetuissa reunavahvistetuissa laatoissa on, että rakenteeseen on jäänyt rakentamisen aikaista kosteutta joka on ajan kuluessa siirtynyt seinän alaosan rakenteisiin ja lattian alle. Tyypillistä maatavasten rakennetuille alapohjille on, että ne joutuvat kosketuksiin maaperästä nousevalle kapillaariselle kosteudelle. Mikäli kyseessä on kuvan 14 mukainen puurunkoinen rakennus, voivat sokkelihalkaisun eristeet kastua sekä rakentamisen aikaisen kosteuden siirtymisen ja maaperän kosteuden vuoksi. Kosteus leviää ylöspäin seinän alaohjauspuuhun ja runkotolppien alaosiin. Valesokkelista kertovassa luvussa (2.1) selitetään tarkasti, mitä vaikutuksia maanvastaisella laataalla on rakenteiden kosteuskäyttäytymisen suhteen.

Samassa luvussa kerrotaan myös puisen seinärakenteen kosteusvaurioitumisesta ja sen seurauksista, sekä salaojituksen ja maaperän kallistusten vaikutuksista rakenteisiin. Mahdollisen parketin alusmuovi voi homehtua maaperästä diffuusion ja kapillaarisuuden avulla kohoavan kosteuden vuoksi. Myös betoniin jäänyt rakentamisen aikainen kosteus voi kosteusrasittaa alusmuovia ja laatan valun aikana on voinut syntyä kylmäsiltoja eristeen rikkoontuttua (Kuva 15). Tällaisia rakennusvirheitä syntyy vielä nykyaikanakin. Kylmäsiltoja aiheuttavat ulkoseinien ja lattioiden rajapintaan vedon tuntua.



KUVA 15. Eristyksen rikkoontuminen valuvaiheessa aiheuttaa kylmäsiltoja rakenteeseen (Hometalkoot 2012)

2.6.3 Korjausvaihtoehdot

Reunavahvistettu laatta korjataan Laurisen (2011) mukaan niin, että sokkelin ulkopuoli kaivetaan auki siten, että saadaan sokkelin vierustat kuivatettua ja salaoja- ja sadevesijärjestelmät uusittua. Sokkelin kostunut ja vaurioitunut lämmöneriste poistetaan sisäpuolelta avaamalla ulkoseinärakennetta niin, että saadaan lämmöneristeet poistettua (sokkelihalkaisu) ja betonisokkeli puhdistettua mekaanisesti. Uusi lämmöneriste asennetaan ja tiivistetään, ja sokkelin ulkopinta oikaistaan slammauksella ja siihen asennetaan perusmuurilevy. Lisäksi ulkopuolelle tehdään tarvittavat routasuojaukset. Mikäli seinän alaosan puurakenteissa on havaittavissa runsasta kosteutta tai jo alkanutta homevaurioitumista, tulee kyseiset vaurioituneet rakenteet poistaa kokonaisuudessaan aina runkotolppien terveen rakenteen puolelle asti ja korvata uusilla. Jos alkuperäiset mineraalivillaeristeet ovat silmin nähden hyvässä kunnossa ja kuivia, voidaan ne asentaa uuteen puurunkoon. Uusi vedeneristys limitetään lattian ja yläpohjan höyrynsulkujen kanssa ja uusi sisäverhouslevytys kiinnitetään puurunkoon. Lopuksi avattu seinä tulee tiivistää tarkasti seinän ja lattian liitoskohdasta elastisella massalla, jotta vältyttäisiin ilmavuodoilta.



KUVA 16. Nykyään reunavahvistetun laatan kuivumista voidaan jouduttaa kuvan mukaisesti kierrättämällä lämmintä ja kylmää ilmaa hyvin tiiviissä tilassa sekä/tai lämmityslevyillä. Näin laattaaan ei jää rakentamisesta aiheutunutta kosteutta. (Brandt 2017)

2.7 Höyrysulku eristeen sisässä

2.7.1 Esittely

Höyrysulkumuovin asentaminen seinän eristeiden väliin (kuva 17) yleistyi 1980-luvulla ja rakennustapa on käytössä yleisesti yhä nykyäänkin.



KUVA 17. Nykyaikainen puurunkoinen seinärakenne, jossa höyrysulkumuovi on asennettu eristeiden väliin (Isover.fi)

2.7.2 Riskit ja mahdolliset vauriot

Piispan (2014) kirjoittamassa artikkelissa Höyrynsulullisessa puurunkoseinässä pahin homeriski, haastattelee hän insinööri Johannes Ahokaista, joka toteaa että riskit ovat erilaisia erimateriaalisilla seinillä. Ahokainen on laskenut vaikutuksia eri rakenteisiin: riskialttein on tuulettumaton, esimerkiksi moderni, höyrysulullinen, mineraalivillainen puurunkorakenne, kun taas perinteinen, diffuusioavoin massiiviseinä rakenne pystyy tilanteen mukaan sekä varastoimaan että luovuttamaan kosteutta sekä sisä- että ulkoilmaan. Ahokainen toteaa, että höyrysulullisessa puurunkoseinässä vesihöyry pääsee helposti tuulensuojamateriaalien ja mineraalivillojen läpi kohtaamaan muovisen höyrynsulun pinnan väärältä puolelta: Lämpimän ulkoilman kosteus tiivistyy sisätilan viilennyksestä kylmenneeseen höyrynsulkuun kastaen seinärakenteen sen sisäosista alkaen. Seinärakenteen kastuminen aiheuttaa rakenteen homehtumisen ja lopulta lahoamisen. Rakennusajasta, ja seinän ja lattian tiiviudesta riippuu, pääsevätkö seinärakenteen kastumisesta aiheutuneet epäpuhtaudet aiheuttamaan sisäilmaongelmia.

Jos jäädytetään huonetta, jossa on tuulettumaton ulkoseinä, vähennetään samalla sisäilmassa olevaa kosteutta, jolloin tunkeutuu ulkoilman kosteus seinärakenteeseen niin pitkälle kuin pääsee eli villojen läpi aina höyrynsulkuun saakka: "Seinärakenne ja lämmöneriste alkavat kastua pahimmasta mahdollisesta paikasta. Höyrynsulku kun estää rakenteen kuivumisen sisäänpäin, ja lämmöneristeen suuri paksuus hankaloittaa sen tuulettumista ulospäin. Mitä paksumpi lämmöneriste ja tehokkaampi höyrynsulku, sen vakavampi tilanne", Söderlund kuvaa. (Piispa 2014.)

Seinärakenteessa, jossa on puuverhous ja kantava puurunko on havaittu puutteita lähinnä höyrynsulkumuovin asentamisessa. Höyrynsulkumuovi on asennettu väärin, limitykset ovat liian vähäiset ja teippaukset puutteellisia, lisäksi läpivientikohdat ovat tiivistämättä, jopa selkeitä reikiä on havaittavissa (pistorasiat ulkoseinillä). (Laurinen 2011.) Nykyään höyrynsulkumuovin asentamiseen kiinnitetään aikaisempaa enemmän huomiota ja tällä tavoin pyritään minimoimaan kosteusvaurioiden syntyminen, joka olisi seurausta toimimattomalle höyrynsululle. Lisäksi höyrynsulkumuovi voidaan asentaa nykyisin esimerkiksi 50 millimetrin syvyyteen seinärakenteeseen rakennuksen sisäpuolelta katsottuna. Tämä rakennustapa suojelee höyrynsulkua esimerkiksi seinään asennettavien taulujen kiinnitysrei'iltä.

2.7.3 Korjausvaihtoehdot

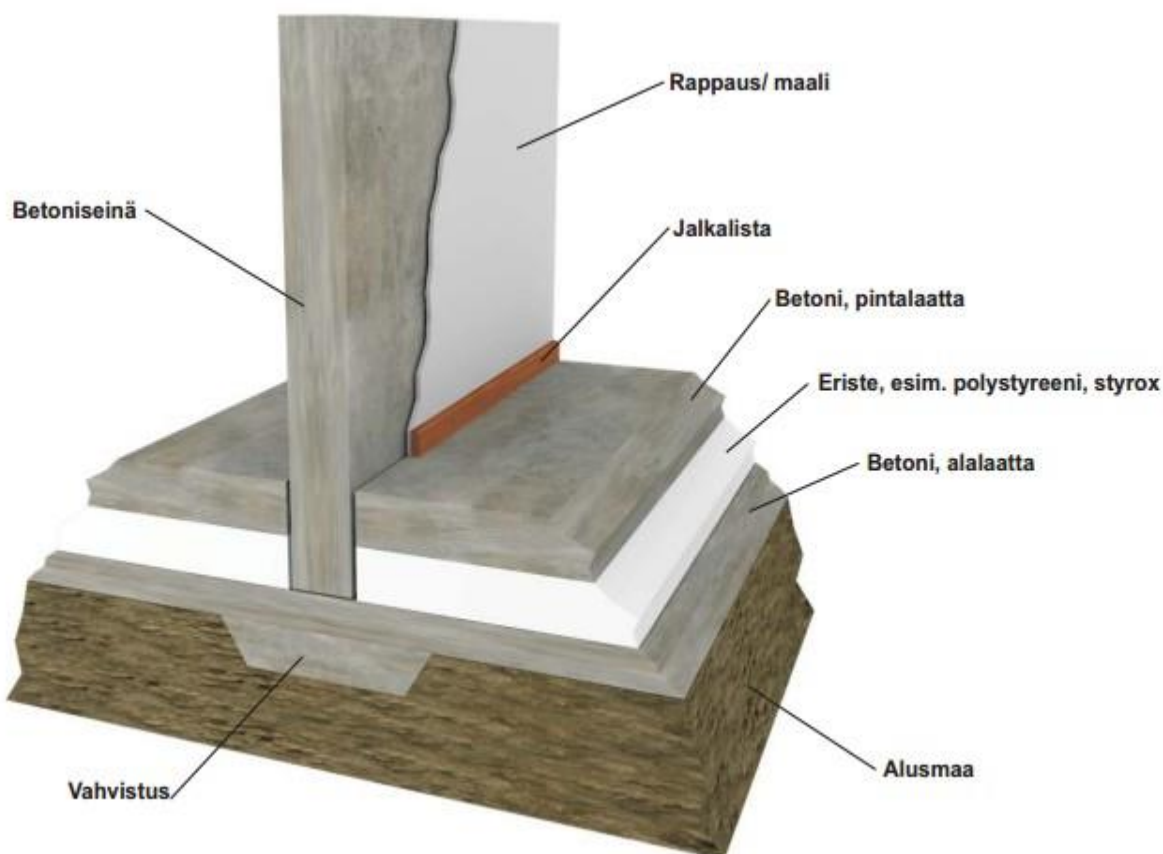
Höyrynsulkumuovin puutteita päästään korjaamaan, poistamalla seinän pintaverhous. Muovin limitykset teipataan ja läpiviennit tiivistetään. Höyrynsulun läpiviennit ja pistorasian kohdat voidaan tiivistää elastisella massalla. Tapauskohtaisesti selvitetään onko järkevää/mahdollista asentaa uusi höyrynsulkumuovi. Uuden höyrynsulun saumat limitetään (200 mm) ja teipataan. Kalvojen liitoskohta voidaan myös varmistaa puristusliitoksen avulla. Ikkunoiden kohdalla höyrynsulkumuovi tulee ulottua > 10 mm karminpäälle. Lisäksi seinän yläosan ja yläpohjan muovit limitetään ja teipataan sekä seinän alaosan muovit pitäisi saada tiiviisti lattian liitoksen kanssa. (Laurinen 2011.)

2.8 Betoniväliseinä alalaatan päällä

2.8.1 Esittely

Betonisia väliseiniä alettiin rakentaa alalaatan päälle 50-luvulla ja Hometalkoiden (2012) mukaan rakennustapa oli varsinkin 80-luvulla hyvin yleisesti käytetty väliseinärakenne. Rakenteessa alalaatta on valettu maata vasten ja sen päälle on asennettu polystyreenieriste, jonka päälle on valettu betoninen pintalaatta kuvan 18 mukaisesti. Betoninen väliseinä lähtee alalaatan päältä ja seinän kohdalle alalaatan alapintaan on tehty vahvistus, jotta alapohja kestäisi seinän painon aiheuttaman rasituksen.

2.8.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



KUVA 18. Betoniväliseinä eristämättömän alalaatan päällä (Hometalkoot 2012)

Seinän virheellinen liitos alapohjarakenteeseen on usein väliseinän kosteusvaurioitumisen syy. Tyypillisesti ongelmia voi esiintyä seuraavissa rakenteissa (Sisäilmäyhdistys.fi.):

- Kevytrakenteinen väliseinä ulottuu maanvaraisen lattian alapuolelle eristyskerrokseen tai maaperään.
- Tiili tai betoniväliseinä ulottuu yhtenäisenä ilman kapillaarikatkoa lattiatason alapuolelle.
- Väliseinä alkaa kaksoislattarakenteessa pohjalaatan päältä.
- Kevytrakenteinen väliseinä alkaa puukorotetun lattian sisältä.

Maaperän kosteus nousee alapohjaan kapillaarisesti ja diffuusion avulla; kosteus pääsee nousemaan helposti seinärakennetta pitkin, koska seinä on liitetty suoraan alalaataan. Tämä aiheuttaa betonipinnan homehtumista, ja laasti tai maalipinnan homehtumista ja/tai hilseilyä. Myös jalkalistan tausta voi homehtua.

2.8.3 Korjausvaihtoehdot

Mikäli seinärakenteesta halutaan toimiva ja että kosteus ei pääse jatkossa uudestaan nousemaan alalaatan kautta rakenteeseen, on betoniväliseinä purettava kokonaan ja rakennettava uusi rakenne. Kevytbetoniseinä puretaan esimerkiksi piikkauskoneella. Tämän jälkeen kaksoislaattarakenteeseen tehdään korjaustoimenpiteet, jotka on esitelty luvussa 2.1 "Puurakenteinen seinä eristämättömän alalaatan päällä". Kun seinäura on valettu umpeen pintalaatan yläosan tasolle, rakennetaan uusi väliseinä mikäli se on tarpeen. Jos kyseessä on ollut ei-kantava seinä, voidaan uusi seinä jättää halutessa rakentamatta.

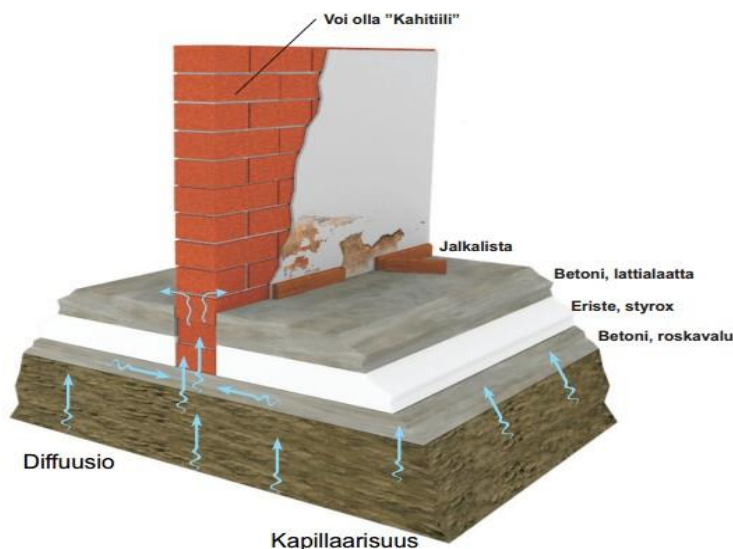
Mikäli väliseinä halutaan rakentaa, voidaan se muurata esimerkiksi tiilistä tai harkoista. Brandtin (2017-04-06) mukaan betonista väliseinää on mahdoton enää valaa entisen tilalle, mutta betoninen vaikutelma seinään saadaan rappaamalla tiili- tai harkkopinta.

2.9 Tiiliseinä alalaatan päällä

2.9.1 Esittely

1980-luvulla käytettiin paljon tiiliseiniä väliseinäratkaisuina. Seinä muurattiin lattian kaksoislaattarakenteen sisään alalaatan päälle ja laatan päälle asennettiin lämmöneristeet sekä lämmöneristeiden päälle valettiin betoninen pintalaatta kuvan 19 mukaisesti. Lopuksi tiiliseinä joko maalattiin tai siihen tehtiin rappaus.

2.9.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



KUVA 19. Tiiliseinä alalaatan päällä (Hometalkoot 2012)

Kaksoislaattarakenteen suurin ongelma on kosteuden siirtyminen maaperästä kapillaarisesti ja diffuusion avulla; kosteus pääsee siirtymään vapaasti betoniseen alalaattaan ja sieltä väliseinärakenteeseen. Betonilaattojen pinnat pääsevät homehtumaan ja kosteuden siirryttyä seinästä pinnoitteeseen, myös laasti- tai maalipinta homehtuu ja se voi hilseillä. Jalkalistan tausta voi homehtua, kun kosteus ei pääsee tuulettumaan seinän ja lattian saumasta.

2.9.3 Korjausvaihtoehdot

Ennen tiiliseinän purkamista varmistetaan, että seinä ei ole kantava. Kantavat seinät on merkitty pohjapiirustuksiin. Myös vanhat ei-kantavat seinät ovat saattaneet ajan kuluessa tulla kantaviksi. Purkutyön aloitusedellytykset varmistetaan rakennesuunnittelijalta. Purettavat ja säilytettävät seinät merkitään selvästi. (Ratu F52-0335.) Kaksoislaatan korjaaminen kosteusteknisesti toimivaksi edellyttää väliseinärakenteen purkamista, jotta alalaattaan ja lämmöneristeisiin päästäisiin käsiksi. Seinän purkuvälineenä voidaan käyttää esimerkiksi lekaa tai piikkauskonetta, ja purkutyöt aloitetaan oviaukon kohdalta purkamalla seinän yläosa. Tiilet voidaan käyttää seinässä uudelleen, jos piikataan laastisaumat rikki; tiilet puhdistetaan laastijäämistä esimerkiksi taltalla lyömällä. Usein on kuitenkin järkevintä korvata vanhassa rakennuksessa tiilet uusiin.

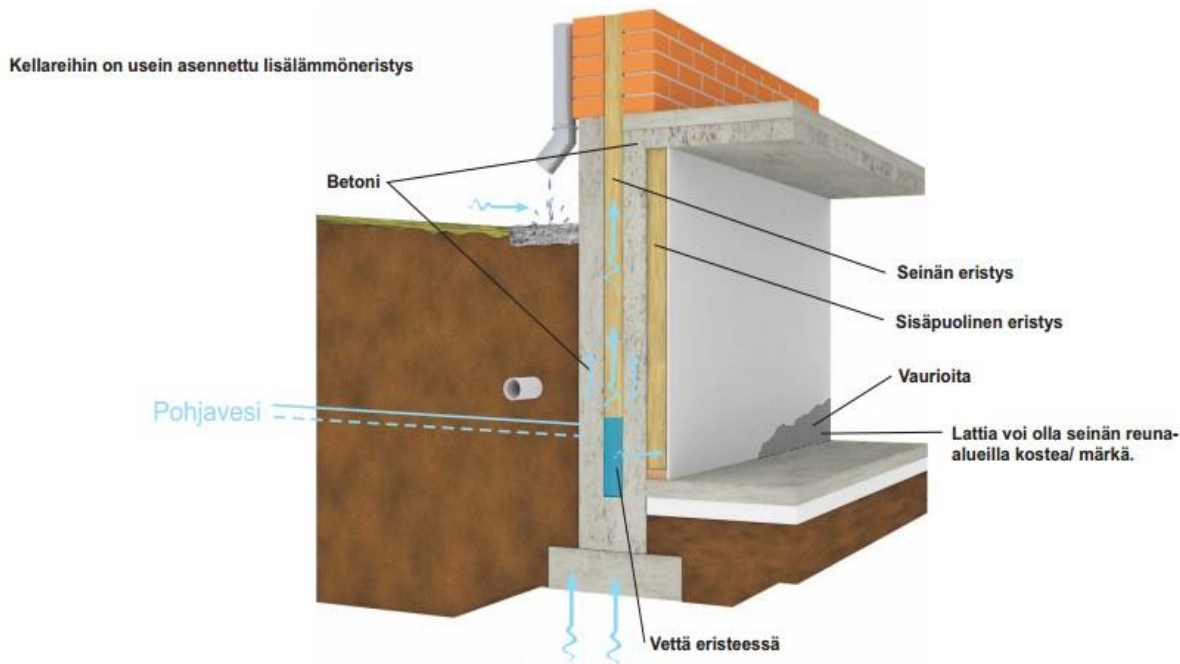
Näiden purkutöiden jälkeen tehdään kaksoislaattarakenteeseen liittyvät korjaustyöt, jotka on esitelty luvussa "2.1 Puurakenteinen väliseinä eristämättömän alalaatan päällä". Kun seinäuralle on valettu uusi pintabetonilaatta, voidaan entisen väliseinän tilalle rakentaa uusi seinä; seinämateriaalina voidaan käyttää tiilen sijasta myös puuta (levyseinä). Usein seinä jätetään rakentamatta, jos huoneeseen halutaan lisää tilaa.

2.10 Kellarin seinä

2.10.1 Esittely

Kellarinseinät rakennettiin 80-luvulla betonista valamalla tai harkoista muuraamalla. Betonisissa kellarinseinissä mineraalivillaeristys asennettiin joko sokkelihalkaisun sisään tai perusmuuria vasten kellarin sisäpuolelta; näiden yhdistelmääkin käytettiin. Sokkelihalkaisussa käytetty eristys nousi aina ulkoseinärakenteeseen asti. Myös harkkomuurausta käytettiin kellarinseinässä; siinäkin eriste asennettiin muurausta vasten kellarin sisäpuolelta käsin. Kellarinseinän alaosa asennettiin joko anturan päälle tai sitten ylemmäs maakerroksessa alkamaan perusmuurin vierestä. Sekä betonisessa että muuratussa kellarinseinässä, eristys voitiin asentaa myös sokkelin ulkopinnalle, mutta eristyksen asentaminen kellarinseinän sisäpuolelle oli kuitenkin yleisempää.

2.10.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



KUVA 20. Betoninen kellarin seinä lisälämmöneristyksellä (Hometalkoot 2012)

Kellarillisen omakotitalon perustuksissa vauriot ovat yleensä johtuneet kellarin seinän vesieristysten ja salaojien vioista ja/tai salaojien huollon puutteesta. Maanpinnan kallistus rakenteisiin päin, pintavesien tunkeutuminen rakenteisiin ja katon sadevesien kulkeutuminen seinärakenteisiin lisäävät kellarin seinärakenteen kosteusrasitusta. (Laurinen 2011.) Jos lämmöneristeet on asennettu kuvan 20 mukaisesti kellarin seinärakenteen sokkelihalkaisuun, on silmällä nähtävien vaurioiden tunnistaminen usein hankalaa mikäli seinärakenteen harkoista muurattua- tai betonista sisäpintaa ei ole verhoiltu. Tällaisissa rakenteissa on suositeltavaa tehdä kuntotutkimus kosteusvaurion selvittämiseksi.

Joskus, varsinkin betonisessa seinässä, kosteusvaurion voi tunnistaa kalkkihärmästä ja kosteudesta seinän alaosassa. Vielä paremmin kosteusvaurion tunnistaa, jos kellarinseinä on lisälämmöneristetty kellarin sisäpuolelta käsin (Kuva 20). Seinäverhouksen alaosissa on usein selvästi havaittavissa näkyviä vaurioita ja lattia on kostea seinän reuna-alueilta. Jos seinärakenne on samanlainen kuin kuvassa 20, voi kosteus siirtyä sokkelihalkaisun eristeestä helposti aina seinärakenteisiin asti, sillä kosteuden siirtymistä rakenteessa ylöspäin ei ole estetty. Seinän eristeet homehtuvat kosteuden pitkäaikaisesta vaikutuksesta ja mikäli seinärakenteessa on lisälämmöneristys, on kosteusvaurio yleensä vakavampi. Lisäksi lisälämmönerityksen seinämässä käytetyt puurakenteet voivat homehtua; homevaurion voi tunnistaa myös kellarin ummehtuneesta ilmasta tai homeen hajusta.

2.10.3 Korjausvaihtoehdot

Kellarin seinien korjaustarve todetaan kosteusteknisessä tutkimuksessa. Tämän lisäksi kyseessä olevassa rakenteessa joudutaan usein korjaussuunnittelua varten tekemään seuraavia tutkimuksia (Sisäilmäyhdistys.fi.):

- Terveydelle vaarallisilla aineilla käsiteltyjen rakenteiden kartoitus. Esim. kreosootti, jota on käytetty vedeneristeenä.
- Rakenteiden tutkiminen avaamalla.

Kellarinseinien korjaus on mittava ja kallis työ, koska seinärakenteen tekeminen toimivaksi vaatii maamassojen kaivamisen perustusten alapuolelle asti. Tämä sen vuoksi, että uudet salaojat ja sadevesijärjestelmä saataisiin asennettua oikeisiin korkoihinsa anturoiden alapuolelle. Rakennuksen nurkkiin asennetaan salaojien tarkastuskaivot ja salaojien purku tehdään joko tontin omaan purkukaivoon tai kaupungin/kunnan verkostoon (Laurinen 2011). Sokkelin pinta puhdistetaan, tasoitetaan ja paikataan. Näiden toimenpiteiden jälkeen asennetaan veden- ja lämmöneristykset, ja perusmaan päälle asetetaan suodatinkangas ja tämän päälle salaojasorakerros. Kankaan tarkoituksena on estää maa- ja salaojakerrosta sekoittumasta keskenään. Anturan päälle, perusmuuria vasten tehdään kallistusvalu, kellarin seinän alaosaan ja anturalle asennetaan kumibitumikermi (Laurinen 2011). Perusmuurilevy ja lämmöneristeet asennetaan kellarinseinän ulkopintaan, jotta ei syntyisi kylmäsiltoja ja estettäisiin talon ympärillä olevan maan jäätyminen eli routiminen. Seinän vierusta peitetään maakerroksilla haluttuun korkoasemaan, niin että perusmuurilevy ja lämmöneristeet jäävät maan alle. Uusi maanpinta kallistetaan 1:20 rakennuksesta pois päin; näin varmistetaan pintavesien kulkeutuminen pois rakennuksen reunoilta.

Mikäli kellariin on tehty lisälämmöneristys, kannattaa sisäverhous ja sen takana olevat eristeet poistaa kokonaan. Paljas betoniseinä puhdistetaan hiekkapuhaltamalla. Lattiarakenteesta saadaan toimiva, kun se puretaan kokonaan ja tehdään uuden lattian alle toimiva kapillaarikatko. Kapillaarikatkon päälle asennetaan uudet lämmöneristeet ja lopuksi valetaan uusi pintalaatta. Riippuen käyttötarkoituksesta, uusi lattiarakenne voidaan myös esimerkiksi laatoittaa.

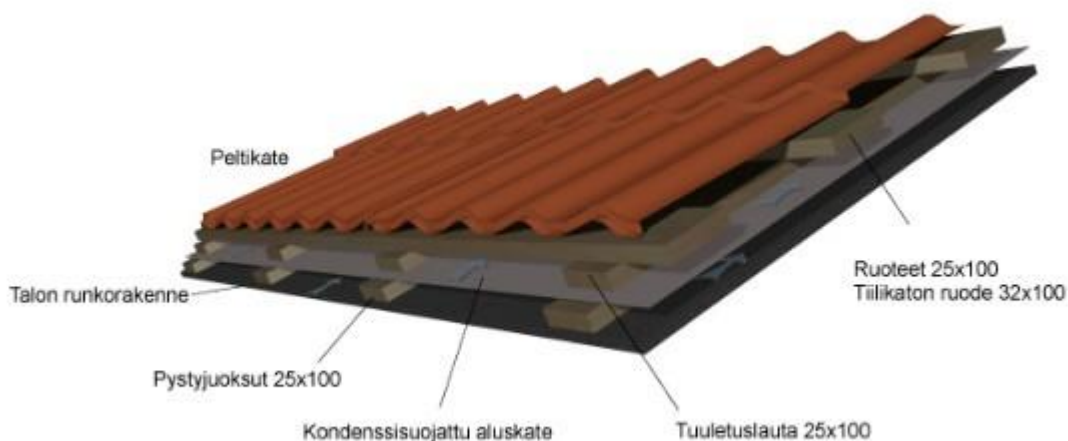
On kuitenkin syytä miettiä, onko järkevää tehdä edellä mainittuja korjauksia, sillä maatyöt pelkästään nostavat kustannuksia voimakkaasti. Korjauksen tekeminen on kuitenkin perusteltua seuraavissa tilanteissa (Sisäilmäyhdistys.fi.):

- Rakennuksen vierellä kaivetaan maaperää muiden syiden takia. (Uudet täytöt läpäisevät vettä paremmin kun vanhat, jolloin vaurioita usein ilmenee kaivutöiden jälkeen.)
- Rakennuksessa tehdään isoja pihakorjauksia tai talon viereen rakennetaan rakenteita, jotka estävät vedeneristeen uusimisen tai lisäämisen myöhemmässä vaiheessa. Eristeet myös uusitaan aina salaojituksen uusimisen yhteydessä.
- Kellariin tehdään laaja peruskorjaus, erityisesti jos toisarvoisia tiloja otetaan käyttötiloiksi tai olosuhteita muuten muutetaan.
- Kellariin nousee pohjavettä tai seinän läpi tapahtuu suoria vesivuotoja.
- Maaperän kosteus kastelee seinää maanpinnan tasosta lattiatasoon asti eli ei ole kyse pelkästä kapillaarisesta noususta tai imeytyvistä pintavesistä esim. syöksytorvien kohdalla.

2.11 Aluskate

2.11.1 Esittely

Aluskatteen tärkein tehtävä on suojata kattorakenteita sekä ulkoa että sisältäpäin tulevalta kosteudelta. Pelkkä vesitiivis katemateriaali ei riitä suojaamaan ulkoapäin tulevalta kosteudelta, sillä saumakohtien ei voida luottaa olevan vesitiiviitä. Kaikki epäjatkuvat katteet lisäksi kondensoivat vettä alapuolelleen, mikä valuu aluskatteelle. Aluskatteen tehtävä on pysäyttää ulkoapäin tuleva kosteus. Myös talon sisäpuolella muodostuu kosteutta, jonka tulee haihtua ettei talo homehdu. Osa kosteudesta häviää normaalin ilmanvaihdon mukana, mutta ilmanvaihtojärjestelmälläkin on rajansa. Toimiva aluskate huolehtii, että tiivistynyt kosteus ei jää rakenteisiin. (Ormax.fi.) Usein kattorakenteiden ongelmat johtuvatkin juuri aluskatteen toimimattomuudesta tai sen puuttumisesta. Aluskatetta alettiin käyttää yleisesti tiili- ja peltikattorakenteissa 1980-luvulla. Kuvassa 21 on esitelty nykyaikainen vesikattorakenne, jossa aluskate on kondenssisuojattu.



KUVA 21. Periaatekuva nykyaikaisesta toimivasta vesikattorakenteesta, jossa aluskate on kondenssisuojattu laudoituksen avulla (Pisaneeraus.fi)

2.11.2 Riskit ja mahdolliset vauriot

Aluskate on 80-luvulla rakennettujen rakennusten kattorakenteiden yksi suurimpia riskejä. Tämä johtuu siitä, että aluskatteen reikäisyys tai sen puuttuminen kokonaan edesauttaa ilman nousemisen vesikatteen alapintaan ja toisaalta taas kondensoituneen veden tippumisen yläpohjan lämmöneristeisiin. Vaikka yläpohjalle olisi järjestetty hyvä tuuletus, ei se riitä poistamaan kosteutta tarpeeksi tehokkaasti aluskatteen puuttuessa tai sen toimimattomuuden vuoksi. Runsaat vesimäärät taas näkyvät yleensä myös asunnon sisällä joko katossa tai seinissä (Rytmirakennus.fi). Tyypillistä aluskatteen asentamisessa 80-luvulla oli, että sitä ei viety ulkoseinän yli, jotta vesi valuisi kattorakenteista ulos. Tämä aiheuttaa sen, että aluskatetta pitkin valuva vesi kulkeutuu ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin aiheuttaen ulkoseinärakenteiden homehtumisen. Osa kondensoituneesta vedestä ehtii haihtumaan, jolloin aluskatteen päätyminen ennen ulkoseinää ei yleensä tuota ongelmia, mutta esimerkiksi peltikaton vuotaessa katon läpi tulevat vedet pääsevät kulkeutumaan suoraan seinärakenteisiin aluskatetta pitkin.

Myös aluskatteen asentamisessa on löydetty paljon virheitä, kun sen limitykset on jätetty liian lyhyiksi tai ne on asennettu väärinpäin. Läpiviennit on jätetty tiivistämättä, jolloin vuotovedet pääsevät valumaan aluskatetta pitkin suoraan yläpohjarakenteisiin. Aluskatteen puuttuminen voi aiheuttaa tuulensuojapaperiin kosteusrasitusta. Sisäilman kosteus ja lämpövuotojen seurauksena paperin alapinta voi homehtua ja vesikatteen kondenssiveden pääsy voi vaurioittaa paperin yläpintaa (Laurinen 2011). Joissakin tapauksissa aluskate on asennettu niin, että se on liian löysällä ja siihen muodostuu ”pusseja” kun vesi sulaa ja jäätyy.

2.11.3 Korjausvaihtoehdot

Yleisin syy yläpohjan kosteusvaurioihin ovat kattovuodot. Vesikatteen pintamateriaali voidaan korjata vaurion laajuuden mukaisesti, joko paikkakorjauksella tai uusimalla rakenne kokonaan. Vesikaton läpiviennit on huolehdittava kuntoon, eli esimerkiksi vesikaton lävistävät hormit on varustettava läpivientikauluksilla, jotta vesi ei pääse valumaan yläpohjaan. Yläpohjan vaurioituneet lämmöneristeet poistetaan, höyrynsulku puhdistetaan ja tiivistetään ilmapuotokohdat (Laurinen 2011). Ulko- ja sisäkatto on purettava kokonaan, mikäli kosteusvauriot ovat levinneet laajalle alueelle ja puiset kattoristikot puhdistetaan höyläämällä. Kaikki puiset kattorakenteen puuosat vaihdetaan, jotka ovat kärsineet lahovaurioista. Sisäkaton verhoukset, höyrynsulut ja mineraalivillaeristeet uusitaan (Laurinen 2011).

Kattovuodoissa, voidaan joko paikata vesikatetta ja aluskatetta tai pahempien ongelmien kohdalla voi olla syytä harkita myös koko katon uusimista. Kondenssiveden tapauksessa olennaista olisi lisätä kattoon aluskate, oikea oppisesti aluskate tulisi vesikatteen alle, mutta jos koko katon uusiminen ei ole ajankohtaista voidaan aluskate lisätä monesti myös alapuolelta, jolloin se estää kosteuden nousua vesikatteeseen ja ohjaa mahdolliset kondenssivedet pois yläpohjan alueelta. (Rytmirakennus.fi.)

Jos kattorakenteet uusitaan kokonaan, on muistettava jättää lämmöneristeen ja aluskatteen väliin vähintään 100 millimetrin tuuletusväli. Kun katemateriaalina käytetään tiiltä tai peltiä, on aluskatteen ja katteen välille tehtävä tuuletusväli ristiinkoolaamalla. Aluskate on vietävä tarpeeksi pitkälle ulkoseinän yli. Sivuräystäillä tuuletuksen tulee toimia jokaisessa kattoristikkovälissä ja talon päädyissä harjalle tulee asentaa tuuletusventtiilit (Laurinen 2011).

2.12 Villaeristeinen yläpohja

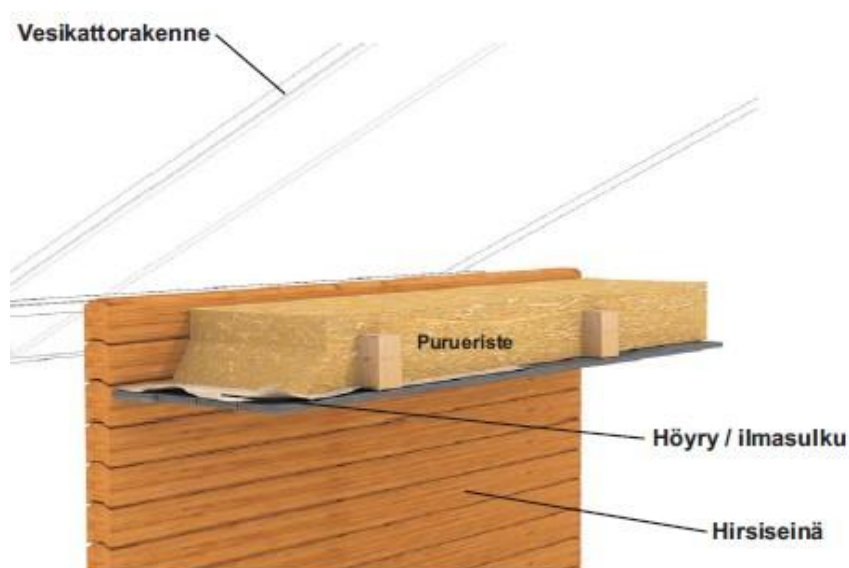
2.12.1 Esittely



KUVA 22. Kuvassa nykyaikainen, pientaloissa käytetty, ristikkorakenteinen yläpohja (Isover.fi)

1950-luvulta aina 70-luvulle asti yläpohjien lämmöneristeinä käytettiin purueristeitä (kuva 23). 70-luvulla mineraalivillaeristeet syrjäyttivät purueristeet ja mineraalivillaa käytetäänkin pientalojen yläpohjissa yhä tänäkin päivänä yhdessä lasivillan kanssa. Markkinoiden suurin eristeiden valmistaja Isover suosittelee käyttämään nykyisissä pientalojen yläpohjissa levy- ja puhallusvillan yhdistelmää, jotta rakenne tulisi tiiviiksi (kuva 22). Isoverin suosittelemat eristepaksuudet ylhäältä alaspäin ovat: 350 millimetriä puhallusvillaa, 100 millimetriä levyvillaa ja 0,22 millimetrin höyrynsulkumuovi. Kattopinnan sisäverhoukseen voidaan käyttää esimerkiksi kipsilevyä tai puista kattopaneelia. Sisäverhouksen päällä on höyrynsulkumuovi ja harvalaudoitus, jota vasten mineraalivillaeristys sitten tuetaan; eristyksen päälle jää tuulettuva ilmatila ennen vesikattorakenteita.

2.12.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



KUVA 23. Periaatekuva hirsiseinästä ja sen yläpohjassa käytetystä purueristyksestä 1950-70-luvuilla. 70-luvulla purueristys vaihtui villaeristeisiin (Hometalkoot 2012)

Vakava rakennusvirhe, joka tehdään vielä usein nykyaikanakin, on höyrynsulkumuovin virheellinen asentaminen ulkoseinän ja yläpohjan liitoksessa. Höyrynsulkua ei viedä yläpohjalta ulkoseinärakenteen sululle, jolloin sisäilma pääsee kulkeutumaan yläpohjaan virheellisen liitoksen kautta. Tästä aiheutuu kondensoitumista, eli sisäilmasta noussut kosteus tiivistyy hirsiseinän sisäpintaan. Kosteusrasitus aiheuttaa hirsiseinän sisäpinnan lahoamista ja yläpohjan eristeiden homehtumista ulkoseinälinjalla. Myös höyrynsulkumuovi voi olla vaurioitunut. Home- ja lahovauriot ovat vakavimpia pohjois- ja itäpuolella, koska auringon säteilemä lämpö edistää rakenteiden kuivumista päivällä ja vielä illallakin, jolloin se paistaa etelästä ja lännestä. Home- ja lahovauriot aiheuttavat sisäilmaongelmia ja terveyshaittoja, kun pilaantunut yläpohjan ilma pääsee kulkeutumaan sisäilmaan yläpohjan- ja ulkoseinärakenteen virheellisen liitoksen kautta.

Yläpohjan yleisin homehtumisen syy on kuitenkin vesikatteessa olevat vuodot, jotka päästävät veden suoraan yläpohjan rakenteisiin. Varsinkin jos aluskate puuttuu tai jos se on asennettu väärin, voivat homevauriot muodostua hyvinkin vakaviksi yläpohjassa. Aluskatteesta ja vesikatteen vuodoista löytyy enemmän tietoa luvussa ”2.11 Aluskate”. Jos yläpohjan höyrynsulun asennuksessa on puutteita tai jos siinä on reikiä ja viiltoja, pääsee sisäilma kondensoitumaan yläpohjan eristeiden alapintaan. Kosteusvauriota edistää, jos yläpohjan tuuletus on heikko tai sitä ei ole järjestetty ollenkaan (yläpohjaan on voitu asentaa jälkikäteen lisälämmöneristys, jolloin kattorakenteen tuuletus estyy). Nämä ongelmat aiheuttavat yläpohjan eristeiden ja puuosien home- ja lahovaurioitumista; kosteusvaurio on havattavissa talvella, kun yläpohjaan muodostuu jäätä ja kosteutta.

2.12.3 Korjausvaihtoehdot

Tärkeintä villaeristeisen yläpohjarakenteen korjaussuunnittelussa on selvittää home- ja lahovaurioiden laajuus. Kuntotutkimusmenetelmiä tähän ovat esimerkiksi lämpökuvaus ullakosta talvella tai muuna kylmänä vuodenaikana, tai aistinvaraisesti arvioimalla. Varsinkin lahovauriot näkyvät selvästi hirressä ja puussa ylipäättään. Vaurion laajuus on tärkeää selvittää, jotta saadaan tietää onko rakennetta järkevää korjata vai onko se viisainta purkaa ja rakentaa uudestaan.

Kaikki yläpohjan lämmöneristeet ja ilmansulku/höyrynsulku puretaan pois. Ulkoseinien osalla yläpohjan sisäverhousta avataan n. 300 mm leveydeltä, että ulkoseinän uusi höyrynsulku saadaan liitettyä yläpohjan uuteen AL-PU eristeeseen. (Moilanen 2011.) Vaurioituneet yläpohjakannattajat puhdistetaan mekaanisesti ja imuroidaan. Jos kuntotutkimus on tehty huolella, ei kaikkia lämmöneristeitä tarvitse poistaa – vain vaurioituneet. Tässä korjausvaihtoehdossa sisäkattoa puretaan sen verran, että haluttuun kohtaan yläpohjaa päästään käsiksi eikä sisäkattoa tarvitse poistaa kokonaan. Tämä tapa edellyttää kuitenkin tarkkaa kuntotutkimusta, jolla vaurion laajuus on tarkkaan tiedossa. Lisäksi yläpohjan kokonaiskorkeus on oltava riittävä, jotta siellä mahtuu työskentelemään.

Jos yläpohja on matala, täytyy korjaus tehdä huonetilasta käsin. Tällöin kaikki sisäkattojen ja ulkoseinien verhoilu poistetaan. Ulkoseinien höyrynsulkumuovi poistetaan rakenteen yläosista niin pitkästi kuin seinän eristeet uusitaan. Uusi höyrynsulku limitetään jäävän höyrynsulun kanssa ja teipataan tarkoitukseen valmistetulla erikoisteipillä (Fise.fi). Höyrynsulun limitykset ja teippaukset ulkoseinän ja yläpohjan välillä tehdään kuvan 24 mukaisesti, ja ulkoseinän yläosan vaurioituneet eristeet poistetaan esimerkiksi 50 millimetrin matkalta ja korvataan vastaavilla uusilla eristeillä.



KUVA 24. Höyrynsulun limitys ja teippaus ulkoseinän ja yläpohjan liitoksessa (Tiivistalo.fi)

Yläpohjan ruodelaudat ja vanha höyrynsulku/ilmansulkumateriaali puretaan pois. Yläpohjan reuna-alueen mikrobivaurioituneet eristeet poistetaan esim. 1m etäisyydeltä ulkoseinästä. Seinärakenteen ja yläpohjan rakenneosat, joita ei poisteta, puhdistetaan mekaanisesti hiomalla / teräsharjaamalla /höyläämällä. Puhdistus tehdään myös vesikaton kannattajille ja kannattajien tukirakenteille vaikka ne jäisivät uuden eristekerroksen yläpuolelle. Puhdistetut rakenteet imuroidaan pölyttömiksi. (Moilanen 2011.) Kun yläpohjarakenteet on imuroitu, voidaan uudet mineraalivillaeristeet asentaa.

Sisäpuolelta tehtävässä korjauksessa liitoksen alapuolelle asennetaan joustava kumikaista (yleensä EPDM-kumia) ja se kiinnitetään rakenteisiin ruuveilla kiinnitettävien puurimojen tai metallilistojen avulla. Tarvittaessa liitos voidaan koteloida ulkonäkösystä. Alakatot ja katossa olevat talotekniikka-asennukset voivat hankaloittaa sisäpuolisen korjauksen tekemistä. (Fise.fi.)

2.13 Tuulettuva alapohja

2.13.1 Esittely

Tuulettuva alapohja, eli rossipohja tai ryömintätilainen alapohja, on 80-luvulta aina näihin päiviin asti käytössä ollut alapohjaratkaisu. Sitä pidetään yleisesti toimivana rakenneratkaisuna – etenkin vanhoissa rakennuksissa. Rossipohjan etuna maanvaraisiin 80-luvulla rakennettuihin alapohjiin pidetään sen kykyä tuulettaa maaperästä nouseva kosteus ulos alapohjarakenteista; maaperän kosteus onkin yksi suurimpia kosteusvaurioiden aiheuttajia aikakauden rakennuksissa. Vanhemmissa rakennuksissa tuuletus on usein painovoimainen, mutta uudemmissa koneellinen poistoilmanvaihto on varsin yleinen tapa (Rakennustieto.fi).

2.13.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



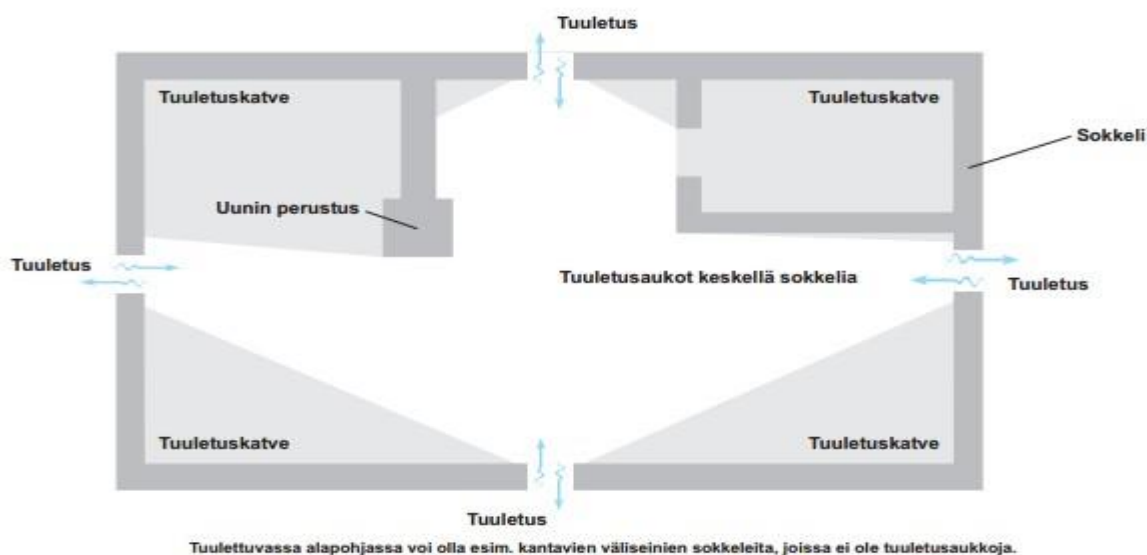
KUVA 25. Tuulettuva alapohjarakenne (Hometalkoot 2012)

Suuri riskitekijä ryömintätilaisen alapohjan kosteusvaurioitumiselle on ryömintätilan heikko tuuletus. Vuodelta 1981 oleva RT 08-10132 neuvoi, että perustusten routavaurioiden estämiseksi tuuletusluukut suljetaan talvikauden alussa ja avataan uudelleen keväällä (Laurinen 2011). Tämä on aiheuttanut muun muassa sen, että luukkuja on unohdettu avata jälleen kesän alkaessa ja onkin olemassa korjauskohteita joissa luukut ovat olleet kiinni aina 80-luvulta asti. Nykyään tiedostetaan yleisesti, että luukkujen tulee olla auki ympäri vuoden tuuletuksen varmistamiseksi.

Kosteusvaurioita rossipohjaisiin rakenteisiin ovat aiheuttaneet myös 1980-luvulle tyypilliset ongelmat kuten salaojituksen puutteet, pintavesien pääsy rakenteeseen sekä maaperästä kapillaarisesti nouseva kosteus. Näistä asioista on kerrottu tarkemmin luvussa "2.2 Valesokkeli". Nämä ongelmat ovat aiheuttaneet alapohjan kosteusvaurioitumista; varsinkin, jos tuuletusaukot on jätetty kiinni, voivat kosteuden aiheuttamat vauriot olla hyvinkin vakavia. Alapohjaan on voinut jäädä rakentamisen ajalta orgaanista ainesta, joka on kosteuden vuoksi alkanut homehtumaan. Myös rakennuksen ulkopuolelta voi rakenteeseen päästä sinne kuulumatonta ainesta. Muottilaudat on voitu jättää perustuksiin valun jälkeen ja kun maapohjaa ei ole muotoiltu anturoihin viettäväksi, voi alapohjasta löytyä seisovaa vettä.

Vaikka alapohjassa olisikin järjestetty tuuletus aukkojen avulla, on ne yleensä sijoitettu väärin, eivätkä ne riitä tuulettamaan rakennetta kunnolla. Alapohjaan jää tuuletuskatveita, jotka eivät tuuletetu olleenkaan (Kuva 26). Esimerkiksi kantavien väliseinien perusmuurit voivat aiheuttaa alapohjaan suuriakin tuuletuskatveita, jotka ovat otollisia paikkoja homevaurioitumiselle. Katveet voivat aiheuttaa alapohjan puisten runko-osien homehtumista ja lopulta niiden lahoamista. Rossipohjan selvä vaurio usein onkin tästä lahoamisesta johtuva purueristeiden putoaminen

ryömintätilaan, jolloin myös eristeet homehtuvat. Tyypillinen ulkoseinän ja lattian löyhä liitos edesauttaa epäpuhtaan ilman siirtymisen ryömintätilasta sisäilmaan (esitetty kuvassa 25). Tästä huoneteilaan aiheutuu sisäilmaongelmia ja lattian ja seinän liitosalueilla voi tuntua vetoa, kun kylmä ilma pääsee lämpimään sisäilmaan. Liitosalueen ilmavuodot on voidaan tarkistaa lämpökuvauksella tai savukokeella. Ryömintätilaisen alapohjan vauriot on usein helppo todeta silmämääräisesti, mutta ”näkyvätön” kosteusvaurio pystytään toteamaan ottamalla näyte purueristeen ylä- ja alapinnasta tuuletuksen katvealueelta.



KUVA 26. Tuuletuksen katveet heikentävät rossipohjan tuulettumista (Hometalkoot 2012)

2.13.3 Korjausvaihtoehdot

Kuten muissakin 80-luvun aikaisissa alapohjissa, myös tuulettuvassa alapohjassa korjaaminen aloitetaan rakennuksen ulkopuolisilla maatoilla. Näihin töihin kuuluvat salaoituksen korjaaminen, sokkelin veden- ja lämmöneristämiset sekä rakennuksen reuna-alueiden maaperien oikeanlaiset kallistukset. Luvussa ”2.2 Valesokkeli” on selitetty tarkasti aikakauden rakennuksen reuna-alueiden maaperään liittyvät korjausratkaisut. Kun tarvittavat edellä mainitut muutokset on tehty, aloitetaan alapohjan korjaaminen.

Sisäpuolelta pitää yleensä purkaa kaikki muut rakenteet pois paitsi kantavat palkit. Jos kantavat vaakarakenteet ovat lahovaurioituneita tai silmämääräisesti selvästi homehtuneita, pitää nekin poistaa. Myös sokkeleiden betoni puhdistetaan sisäpuolelta esimerkiksi hiekkapuhaltamalla. Kantavista palkeista poistetaan näkyvä home esim. höyläämällä tai hiekkapuhaltamalla. Joissain erikoistapauksissa ryömintätila on mahdollista korjata altapäin lattiapintoja purkamatta. (Kärki & Öhman 2007.) Tämä vaatii kuitenkin poikkeuksellisen korkean ryömintätilan, jossa on mahdollista työskennellä eikä tämä tavallisesti ole mahdollista pientaloissa.

Ryömintätilan maa-aines pitää yleensä vaihtaa, koska se sisältää orgaanisia aineksia ja maa-aines on humusmaan ja hiekan sekoitusta. Pohjamaa muotoillaan viettämään rakennuksen keskeltä anturoihin päin. Ryömintätilan maaperän kosteuden haihtumisen vähentämiseksi hyvä keino on asentaa lämmöneriste esim. kevytsora maanpinnalle. Tällöin tilan lämpötila nousee ja suhteellinen kosteus laskee sekä maaperän lämpötila laskee, joten haihtuminen vähenee. Lämmöneristeen alle tulee sijoittaa kapillaarikatkosora, joka estää kapillaarisen veden pääsyn rakenteisiin. (Laurinen 2011.) Jos rakennuksen alla olevaa maanpintaa joudutaan vaihtamaan, kaivetaan sitä pois vähintään 300 millimetrin verran. Maa-ainesten sekoittumisen estämiseksi, asennetaan pohjamaan päälle tarvittaessa suodatinkangas. Kärjen ja Öhmanin kirjoittaman Homevaurioiden korjausoppaan mukaan suodatinkankaan päälle levitetään 200-300 millimetriä kevytsoraa.

Korjaustöiden yhteydessä on suositeltavaa parantaa myös ryömintätilan ilmanvaihdon tehokkuutta. Tuuletusaukkoja on lisättävä, niin että alapohjaan ei jää tuuletuskatveja. Lisäksi tuuletusaukkojen nykyinen suosituskoko on neljä promillea koko ryömintätilan pohja-alasta. Mikäli ryömintätilan tuuletusta on tarpeen parantaa vielä tästä, voidaan tilan keskialueelle asentaa poistoilmaputki, joka vieään vesikatolle. Poistoilmaputken ulkopinta kylmenee ajoittain alle kastepisteen, joten putki on sekä lämmöneristettävä että suojattava sisäilman vesihöyryltä (Kärki & Öhman 2007).

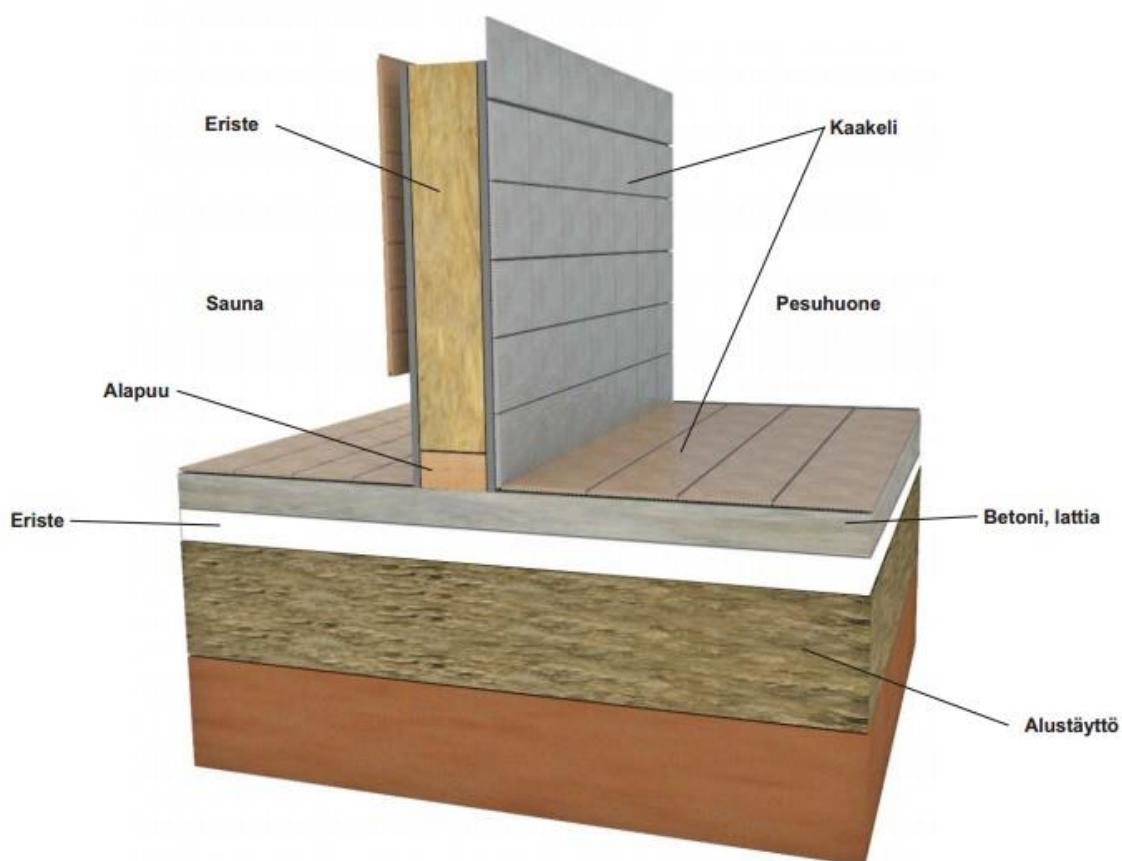
Ryömintätalallisen alapohjan kosteus- ja homevauriot eivät välttämättä kokonaan poistu, vaikka korjaustoimenpiteitä tehdään. Rakenteisiin voi ajan myötä tulla uusia vaurioita, kuten mikrobikasvustoa, koska tilassa on kasvustolle otolliset olosuhteet tehtiinpä mitä tahansa. Tavoitteena on, että haitalliset mikrobit ja niiden aineenvaihduntatuotteet eivät pääse maaperästä ja ryömintätalallisesta alapohjasta sisäilmaan eli vuotokohdat on tiivistettävä huolellisesti. Esimerkiksi putkiläpiviennit ja muut liitokset ja saumat tiivistetään ilmatiiviiksi. Lattian ja seinän liitoksen voi tiivistää vielä sisäpuolelta vesieristysmassalla ja vahvikekankaalla. (Laurinen 2011.) Putkiläpiviennit ja muut liitokset tiivistetään polyuretaanivaahdolla ja –massalla. Ryömintätalaa voidaan lämmittää koneellisella ilmanvaihdolla, jolloin rakenne pääsee myös kuivumaan tehokkaasti.

2.14 Märkätila, väliseinän alapuu pintalaatan päällä

2.14.1 Esittely

1980-luvulla märkätilojen väliseinät rakennettiin kahdella tapaa: alapuu asennettiin joko pintalaatan päälle kuvan 27 mukaisesti tai kaksoislaattarakenteella tyypilliseen tapaan alalaatan päälle. Pintalaatan päälle asennettuna sen vauriot ja korjaus ovat tulleet huomattavasti edullisemmaksi ja vähemmän työlääksi toteuttaa, kun pintalaattaa ei ole tarvinnut piikata auki ja kaksoislaattarakennetta ei ole pitänyt korjailta. Rakenteessa rakennuksen alustäytön päälle on asennettu eriste ja sen päälle on valettu betonilattia. Seinärunkona toimi puu ja se verhoiltiin pesuhuoneen puolelta kaakeloimalla ja saunan puolelta paneloimalla. Pintamateriaalit kiinnitettiin kipsilevyseinään, joka ruuvattiin seinän puurunkoon. Rakenteen eristeenä toimi mineraalivillieriste.

2.14.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



KUVA 27. Pesuhuoneen ja saunan välinen seinä pintalaatan päällä (Hometalkoot 2012)

1980-luvun talojen yleisin vauriotyyppi on kipsilevystä tehtyjen suihkuseinien vaurioituminen ja homehtuminen (Laurinen 2011). Seinien vaurioituminen johtuu märkätilojen heikosta vedeneristämisestä: vedeneriste on joko rikkiöntunut tai sitä ei ole ollenkaan. Tilanne on tällainen sekä seinissä että lattioissa. Kosteuden siirtymistä lattiarakenteeseen ja seinärakenteen alapuuhun edistävät heikot saumat ja seinän sekä lattian välisen liitoksen puutteellinen vedeneristys. Alaohjauspuu altistuu kosteudelle ja se homehtuu ja lahoaa lopulta; myös mineraalivilla homehtuu, kun kosteus siirtyy alapuusta siihen.

Seinän alapuun tilanteen saa parhaiten selville poistamalla pesuhuoneen ja saunan välisen oven karmin alta kaakelin (Tutkimuspaikassa on pieniin kosteusriski). Tutkimus kuvaamalla, avaamalla rakennetta, piikkimittarilla kosteuden mittaaminen. (Hometalkoot 2012.) Alaohjauspuussa on usein näkyviä vaurioita, mikäli seinärakenne on vaurioitunut.

2.14.3 Korjausvaihtoehdot

Märkätilojen väliseinien korjaaminen on mittava työ. Yleensä koko tilan lattialaatoitus joudutaan uusimaan, koska siinä ei ole vesieristettä ollenkaan, ja melkein yhtä usein on uusittava kaikki seinätkin (Kärki & Öhman 2007). Purkutyöt aloitetaan seinälaatoituksen piikkaamisella, josta siirrytään lattian piikkaustöihin. Laatat ovat yleensä niin tiukasti kiinni kipsilevyssä, että ne on otettava levyn mukana irti. Kipsilevyn pinta rikkoontuu helposti, kun keskelle levyä lyö esimerkiksi purkuraudalla. Kun levyyn on tehty reikä, voi purkua jatkaa leikkaamalla levyä puukkosahalla. Levyt on kiinnitetty seinän runkotalppiin nauloilla, joten levyt irroitetaan niistä esimerkiksi purkuraudan avulla. Jotta seinärakenteesta saadaan kosteusteknisesti toimiva, on suositeltavaa poistaa koko puurunko ja korvata se kivirakenteisilla materiaaleilla, esimerkiksi tiilellä. Vanhojen seinärakenteiden purkamisen jälkeen poistetaan lattian pinnasta homevaurioitunut laasti/betonipinta esimerkiksi timanttilaikalla (Kärki & Öhman 2007). Kun lattia on hiottu, muurataan uusi seinä tiilistä tai harkoista.

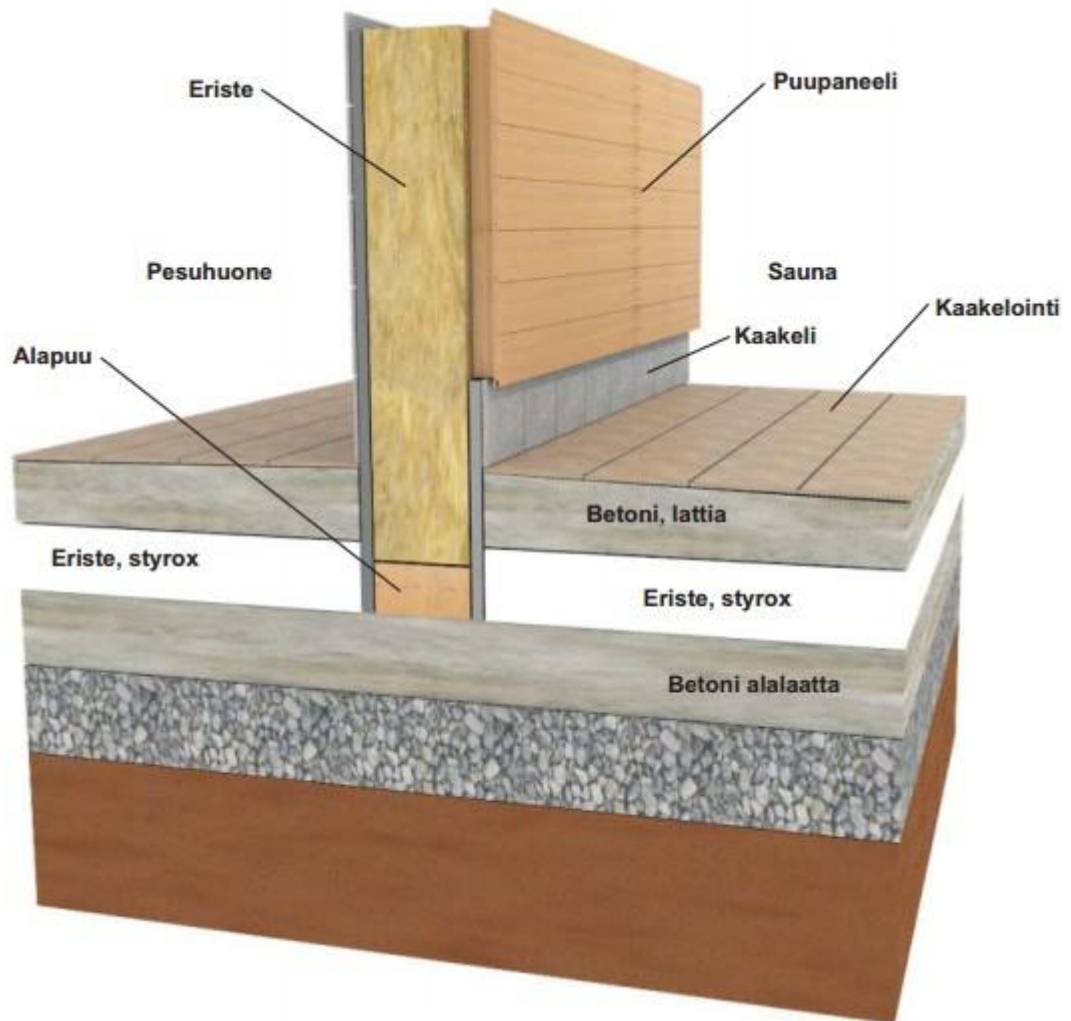
Pesuhuoneen uudet seinät tasoitetaan laatoitusta varten sementtiseideaineisella, kosteuden kestäväällä tasoitteella. Lattian kallistusvalun ja seinien tasoitetöiden jälkeen seinä- ja lattiapinnat vesieristetään, kunhan ensin on todettu ne riittävän kuiviksi. (Laurinen 2011.) Seinän vedeneristys limitetään lattian vedeneristyksen ylösnoston päälle tai ylösnoston yläreuna tehdään muuten tiiviiksi. (Ratu F6-0329.) Laatat asennetaan seinään ja lattiaan kiinnityslaastilla, ja kun rakenteet ovat kuivuneet, saumataan laatat ylhäältä alaspäin, seinän yläosasta lattiaan. Sisä- ja ulkonurkat, seinä- ja lattialaatoituksen väliset saumat sekä läpivientien kohdat saumataan materiaaleihin soveltuvalla joustavalla saumamassalla (Ratu F6-0329).

2.15 Märkätila, väliseinän alapuu alalaatan päällä

2.15.1 Esittely

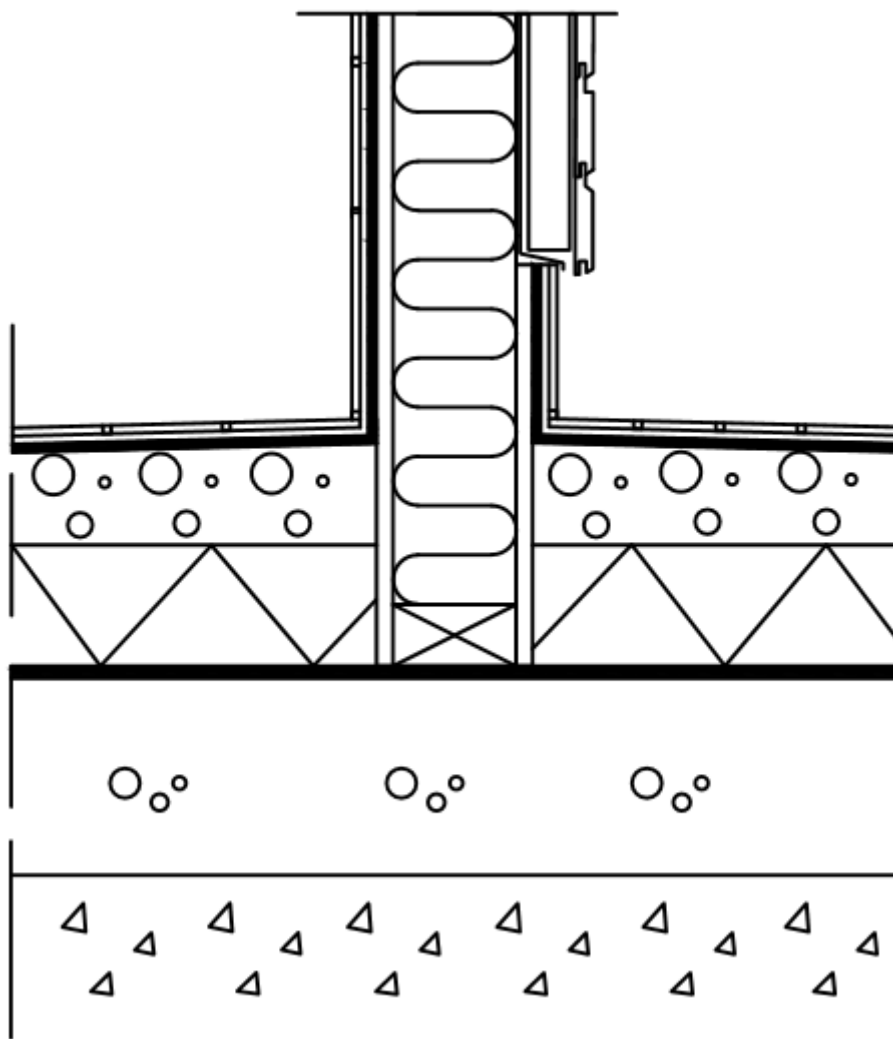
Toinen - ja huomattavasti riskialttiimpi - väliseinärakenne märkätiloissa 80-luvulla oli kaksoislaattarakenteeseen upotettu seinä. Rakenne on väliseinältään samanlainen kuin edellisessä luvussa esitelty rakennustapa, mutta tässä tapauksessa seinä on rakennettu alalaatan päälle kuvassa 28 esitellyllä tavalla. Lämmöneriste on asennettu betonilaattojen väliin, eikä laatan alle niin kuin edellisessä luvussa esiteltiin. Kaksoislaattarakenteeseen upotettu väliseinä on työläämpi ja kalliimpi korjata kuin edellisessä luvussa esitelty pintalaatan päälle rakennettu seinä.

2.15.2 Riskit ja mahdolliset vauriot



KUVA 28. Havainnekuva pesuhuoneen väliseinästä alalaatan päällä (Hometalkoot 2012)

Maaperän kosteus nousee kapillaarisesti ja diffuusion avulla alustäytön läpi aina alalaattaan asti. Alaja ylälaattojen päällä voi olla kosteuseristys kuvan 29 mukaisesti, mutta useimmiten se puuttuu tai se vuotaa, jolloin kosteus pääsee vapaasti siirtymään puiseen seinärunkoon. Tämä aiheuttaa puurungon alaosan homehtumista ja lahoamista sekä mineraalivillaeristeen homehtumista. Kosteus voi kulkeutua seinärakenteeseen myös lattialaatoituksen saumojen raoista, jos vesieristys puuttuu tai jos se on rikki. Kosteus voi päästä seinärakenteeseen seinän ja lattian saumasta, jossa vedeneristystä ei ole liitetty toisiinsa tai jos se puuttuu kokonaan. Kosteusvaurion tutkiminen tapahtuu samalla tavalla kuin miten luvussa 2.14 "Märkätila, väliseinän alapuu pintalaatan päällä" on esitelty.



KUVA 29. Pesuhuoneen väliseinä alalaatan päällä, jossa kosteuseristys on korostettu paksulla mustalla viivalla (Brandt 2017-06-07)

2.15.3 Korjausvaihtoehdot

Märkähuoneiden väliseinien korjaaminen kosteusteknisesti toimivaksi vaatii kaksoislaattarakenteen korjaamisen. Seinärakenne puretaan ja lattialaatoitus poistetaan luvun 2.14 "Märkätila, väliseinän alapuu pintalaatan päällä" mukaisesti. Kaksoislaattarakenteen korjaaminen on esitelty luvussa 2.1 "Puurakenteinen väliseinä eristämättömän alalaatan päällä". Suositeltavaa on rakentaa uusi väliseinärakenne tiilistä tai harkoista, koska ne kestävät kosteutta paremmin kuin puu. Lisäksi seinä on helpompi tehdä muuraamalla, koska nykyään on olemassa kylpyhuoneisiin valmiiksi mitoitettuja harkkopaketteja. Puisessa levyseinässä vaaditaan paljon tarkkaa mittaamista ja levyjen käsittely pienessä tilassa on työlästä. Seinän muuraus, lattian laatoittaminen sekä näiden vedeneristämiset on esitelty aiemmin mainitussa kuvussa 2.14.

3 TILAAJAN HAASTATTELU

Opinnäytetyössä haastateltiin myös työn tilaajayrityksen Rakennustoimisto Ilpo Brandt Oy:n toimitusjohtajaa Ilpo Brandtia. Brandtin mukaan 1980-90-luvuilla yritys rakensi uudisrakennuksia paljon omakustantaisina. Rivitaloja rakennettiin kolmen tai neljän talon ryhmissä ja ne myytiin asunnoiksi yksityisille henkilöille. Tuohon aikaan Kiuruveden ympäristön maaseuduilla alkoi sukupolven vaihdos, jolloin muuttoliikennettä oli paljon kaupunkiin. Eläköityville ihmisille rakennettiin paljon juuri rivitaloja asumiskäyttöön. Yrityksen alkuaikoina kaikki rakentaminen oli uudisrakentamista, kunnes vasta vuonna 1994 yritys saneerasi ensimmäisen korjauskohteensa – 15 vuotta yrityksen ensimmäisen kohteen valmistumisen jälkeen. Vuonna 2006 yritys rakensi viimeisen omakustantaisen kohteensa. Brandtin mielestä peruskorjaaminen on lisääntynyt runsaasti viime aikoina, eikä uusille rakennuksille ole tarvetta Kiuruvedellä eikä muissa lähiseudun pienissä kunnissa.

Kilpailu urakoista on kiristynyt, kun satojen tuhansien hintaisissa kohteissa myös hyvin pienet yritykset osallistuvat tarjouskilpailuun. Urakkahinnan noustessa miljoonan seuduille, urakoitsijat vähenevät huomattavasti, mutta tilalle tulevat suuret rakennusliikkeet kauempaakin. Kysyttäessä miten rakentaminen on vuosien varrella muuttunut, Brandt kertoo ettei ole pitänyt yrityksessä juurikaan toimistohenkilökuntaa, mikä on ilmennyt esimerkiksi lisääntyneissä paperitöissä vuosien varrella. Lisäksi laadunvalvonta on tarkentunut huomattavan paljon viime vuosina rakentamisessa. Brandtin mukaan korjaus- ja uudisrakentamisen suhde Kiuruvedellä ja sen lähikunnissa on noin 70-80 prosenttia korjausrakentamisen eduksi. Hänen mielestään sekä saneeraus- että uudisrakentaminen kasvaa ja suuri syy tähän ovat viime aikoina paljon esillä olleet sisäilmaongelmat. Uudisrakentaminen lisääntyy, kun rakennuksia puretaan kokonaan ja rakennetaan jälleen uudestaan.

Riskirakenteista kysyttäessä, Ilpo Brandt kertoo tehneensä pari vuotta sitten kotiinsa valesokkelikorjauksen. Tuolloin ulkoseinärakenteet avattiin rakennuksen sisäpuolelta ja seinän alaosa nostettiin harkon avulla. Rakenteen alajuoksussa käytettiin aikanaan painekyllästettyä puuta, joka oli hidastanut kosteuden leviämistä lämmöneristeisiin. Mineraalivillat olivatkin tästä syystä kuivia. Brandtin mukaan 70-luvun alussa koettu energiakriisi vaikutti valesokkelirakenteen suosioon, kun rakenteella pyrittiin välttämään kylmäsiltojen muodostuminen rakennuksiin. Rakennetta pidettiin tuohon aikaan hyvän rakentamistavan mukaisena ratkaisuna. Brandtin mukaan vanhatkin rakennustavat voivat olla toimivia, jos rakenteissa mahdollistetaan tarpeeksi hyvä tuuletus ja kosteuden pääsy pystytään estämään tarpeeksi tehokkaasti.

4 YHTEENVETO

Sekä 70- että 80-luvulla pientaloille ominainen perustamistapa on ollut maanvarainen alapohja. Tämä rakentamistapa on altistanut rakennuksen maan alle jäävien rakenteiden kosteusrasittumisen maaperästä kapillaarisesti ja diffuusion avulla nousevan kosteuden vuoksi. Kapillaarikatkon ja usein myös lämmöneristyksen puuttuminen maanvaraisen laatan alta on edesauttanut kosteuden tunkeutumista alapohjarakenteisiin. Valesokkelirakenteessa maan alle jäävä puurunkoinen ulkoseinärakenne on usein päässyt mikrobivaurioitumaan ja jopa lahoamaan. Kaksoislaattarakenne on aiheuttanut kosteusvaurioita rakennusten väliseiniin varsinkin silloin, kun kosteuseristystä ei ole asennettu seinän alle. Rossipohja on ollut ratkaisuna toimiva, jos rakenteeseen on varmistettu tarpeeksi hyvä tuuletus. Riittävä tuuletus on varmistanut alapohjaan kertyvän kosteuden siirtymisen pois rakenteesta. Usein tuuletus on kuitenkin puutteellista, mikä edesauttaa mikrobivaurioitumista alapohjan rakenteissa. Kosteus on päässyt nousemaan sokkelihalkaisun villaeristeissä aina seinärakenteeseen asti. Reunavahvistettuun laattaan on jäänyt rakentamisaikaista kosteutta, joka on ajan kuluessa levinnyt seinärakenteisiin ja lattian alle. Lisäksi perustuksia ja alapohjia kosteusrasittavat salaojituksen sijaitseminen perustusten yläpuolella, sen toimimattomuus tai sitä ei ole järjestetty ollenkaan. Maaperiä ei usein ole muotoiltu, jolloin sade- ja sulamisvedet ovat jääneet rakennuksen reunoille ja ne ovat päässeet rasittamaan perusmuuria. Myös rakennusten liepeille jätetty kasvillisuus on päässyt omalta osaltaan siirtämään kosteutta rakenteisiin.

Kivirakenteiset seinät ovat kestäneet kohtuullisen hyvin kosteuden aiheuttamaa rasitusta, kun taas puurunkoiset väli- ja ulkoseinät ovat päässeet kohdekohtaisesti homehtumaan ja jopa lahoamaan. Kosteusvaurio leviää helposti puurunkoisen ulkoseinän lämmöneristeisiin. Paineekyllästetty puu on ollut yleensä hyvä valinta rakennuksen puurunkoon ja se on usein estänyt kosteuden leviämisen rakenteessa. Rakenteiden väljät liitokset ovat aiheuttaneet kosteuden pääsyn esimerkiksi seinän ja lattian liitoksesta rakennuksen sisälle aiheuttaen sisäilmaongelmia. Ulkoseinärakenteen tuuletuksessa on yleensä vakavia ongelmia, kun tuuletusväliä ei ole tai tiiliseinien alaosassa se on täynnä laastia. Kosteuseristyksessä on monesti ongelmia, kun seinän ja lattian tai seinän ja väli/yläpohjan liitoksissa on puutteita. Eristyksessä voi olla myös reikiä ja viiltoja. Yläpohjissa ongelmana on usein aluskate, jota joko rakenteessa ei ole tai sitä ei ole viety ulkoseinän yli. Vesikatossa voi olla vuotoja, jotka valuttavat vettä yläpohjarakenteisiin – etenkin silloin, kun aluskate ei ohjaa vettä pois rakenteesta. Höyrynsulun liitoksen vuotaessa, sisäilman kosteus pääsee kulkeutumaan yläpohjarakenteisiin ja kondensoitumaan kylmille pinnoille lämpötilan huomattavan muutoksen vuoksi. Yläpohjien heikko tuuletus tai sen puuttuminen vaikuttavat myös osaltaan kosteusvaurioiden muodostumiseen.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä korjausopas 1970-80 lukujen pientalojen riskirakenteista, niiden aiheuttamista riskeistä ja vaurioista sekä vaurioiden korjaamisesta. Oppaaseen etsittiin tietoa korjausrakentamiseen liittyvästä kirjallisuudesta, Rakennustiedon julkaisemista RT- ja Ratu-korteista sekä haastatteluista työn toimeksiantajan Ilpo Brandtin kanssa. Lopuksi tieto varmistettiin useamman lähteen avulla ennen sen lisäämistä oppaaseen. Työn tarkoituksena oli olla alunperin korjaustutkimus aikakauden riskirakenteista, mutta työn edetessä siitä muodostui korjausopas. Rakenteiden tarkastelu rajattiin työn alussa niiden kosteustekniseen toimivuuteen ja kosteuden aiheuttamien vaurioiden korjaamiseen. Oppaalle asetettiin tavoitteeksi toimia myös apuvälineenä rakenteiden kuntoarvioiden tekemisessä. Kuntoarvio tehdään aistien varaisesti ja tässä työssä esitellään, miten riskirakenteet tunnistetaan, missä niiden kosteusriskit ja -vauriot voivat sijaita ja miten nämä vauriot voivat ilmetä.

Tavoitteet työn osalta saavutettiin, kun oppaaseen kerättiin viimeisin tieto aikakauden pientalojen riskirakenteista ja niiden korjaamisesta. Oppaassa olisi voitu kertoa vielä tarkemmin, miten rakenteille tehdään kuntotutkimuksia vaihe vaiheelta ja millä välineillä. Työtä on kuitenkin mahdollista laajentaa ja päivittää tulevaisuudessa, sillä korjausrakentaminen on jatkuvasti muuttuva rakentamisen muoto. Rakenteiden korjaamisen suunnittelussa on syytä pohtia, kannattaako rakennetta kunnostaa ollenkaan. Toisinaan korjaamisella ei saada rakennetta enää kosteusteknisesti toimivaksi kuin vain joksikin aikaan. Joissakin tapauksissa taas korjaamisen kustannukset voivat kasvaa niin suuriksi, että on järkevämpää ennemmin rakentaa uutta kuin korjata vanhaa. Kuntotutkimus on aina syytä tehdä, jotta vaurioiden laajuus saataisiin kokonaisuudessaan selville ja että yllätyksiltä vältyttäisiin.

LÄHTEET

BRANDT, Ilpo 2017-04-06, 2017-05-11. Toimitusjohtaja. [haastattelu]. Rakennustoimisto Ilpo Brandt Oy.

Finnfoam.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-03-29] Saatavissa: <http://www.finnfoam.fi>

Polku: finnfoam.fi. Käyttökohteet. Seinät. Valesokkelin korjaus.

Fise.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-03-28] Saatavissa: <http://www.fise.fi>

Polku: fise.fi. Rakennusvirhepankki. Virhekortisto. Suunnittelu. Valesokkelirakenne.

HOMETALKOOT. 2012. Tunnista ja tutki riskirakenne, opetusmateriaali, pientalojen riskirakenteet.

HOMETALKOOT. 2013. Homevaurioituneen rakenneosan puhdistusohje.

HOMETOHTORI 2016-12-21. Valesokkelin kosteus kuriin. Rakennustaito.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-03-14]. Saatavissa: <http://rakennustaito.fi/rakentaminen/hometohtorin-klinikka/>

HOMETOHTORI 2016-12-21. Ongelmana laho väliseinä? Rakennustaito.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-04-04]. Saatavissa: <http://rakennustaito.fi/rakentaminen/hometohtorin-klinikka-2/>

Ibrandt.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-19] Saatavissa: <http://www.ibrandt.fi>

Polku: ibrandt.fi. Rakenteilla.

Isover.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-02] Saatavissa: <http://www.isover.fi>

Polku: isover.fi. Rakenneratkaisut. Ristikkorakenteinen yläpohja.

KORHONEN, Pekka 2008. Korjausrakentaminen kasvaa – miten pystymme vastaamaan haasteisiin. Rakennustieto.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-03-13]. Saatavissa:

<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK080601.pdf>

KORTELAINEN, Mikko 2016-4-27. Töitä tarjolla – korjaaminen kasvaa neljällä miljardilla vuoteen 2030. Rakennuslehti.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-03-13]. Saatavissa:

<http://www.rakennuslehti.fi/2016/04/toita-tarjolla-korjaaminen-kasvaa-neljalla-miljardilla-vuoteen-2030/>

KÄRKI J-P. & ÖHMAN H. 2007. Homevaurioiden korjausopas. Kuopio. [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-03-29].

Saatavissa: http://www.sisailmatalo.fi/files/2213/9629/6058/Homevaurioiden_korjausopas.pdf

LAURINEN, Minna 10/2011. 1980-luvun pientalojen rakenneratkaisut. Niiden yleisimmät ongelmakohdat ja korjausehdotukset. Aducate Reports and Books 10/2011. Kuopio.

MOILANEN, Tapani 13/2011. 70-luvun pientalon korjausopas. Aducate Reports and Books 13/2011. Kuopio.

Ormax.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-04-19] Saatavissa: <http://www.ormax.fi>

Polku: ormax.fi. Kattotuotteet. Aluskatteet.

PIISPA, Mira 2014. Höyrynsulullisessa puurunkoseinässä pahin homeriski. Soderlund.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-04-04].

Saatavissa: http://www.soderlund.fi/kuvitus/ASOY_2014_seinaartikkeli.pdf

Rakennustieto.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-04] Saatavissa: <http://www.rakennustieto.fi/lehdet/ry/index/lehti/62E6JvIqa.html>

RAKENNUSTIETO OY. 2005. Tiilimuuraus. Menekit ja menetelmät. Ratu-kortti 41-0289. Helsinki.

RAKENNUSTIETO OY. 2008. Kylpyhuoneen korjaus, menekit ja menetelmät. Ratu-kortti F6-0329. Helsinki.

RAKENNUSTIETO OY. 2009. Muuratun väliseinän purku ja uusiminen. Ratu-kortti F52-0335. Helsinki.

RAKENNUSTIETO OY. 2011. Purkutyö. Menekit ja menetelmät. Ratu-kortti 82-0379. Helsinki.

RAKENNUSTIETO OY. 2012. Asuntojen märkätilojen korjaus. RT-kortti 84-11093. Helsinki.

RAKENNUSTIETO OY. 2014. Puurunkorakentaminen, paikalla rakennettu puurunko. Menekit ja menetelmät. Ratu-kortti 0416. Helsinki.

RAKENNUSTIETO OY. 2015. Rakentamisen jätehuolto. RT-kortti 69-11183. Helsinki.

RAKENNUSTIETO OY. 2016. Haitta-ainetutkimus. Tilaajan ohje. RT-kortti 18-11244. Helsinki.

Rytmirakennus.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-04-21] Saatavissa: <http://www.rytmirakennus.fi>

Polku: rytmirakennus.fi. Rakennevauriokorjaukset. Homevauriokorjaukset. Yläpohjan homevaurio.

Sisailmayhdistys.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-04-03] Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi>

Polku: sisailmayhdistys.fi. Terveelliset tilat. Kunnossapito ja korjaaminen. Maanvastaiset rakenteet. Maanvastainen kaksoislaatta tai puukorotettu lattia.

Sisäilmäyhdistys.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-04-06] Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi>

Polku: sisäilmäyhdistys.fi. Terveelliset tilat. Kosteusvauriot. Kosteusvaurioituminen. Välipohja- ja väliseinärakenteet.

Sisäilmäyhdistys.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-04-12] Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi>

Polku: sisäilmäyhdistys.fi. Terveelliset tilat. Kunnossapito ja korjaaminen. Maanvastaiset rakenteet. Kellarin seinät.

SUOMEN RAKENNUSINSINÖÖRIEN LIITTO. 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. RIL 250-2011. Helsinki.

TALOTEK OY. 2011. Seinien kosteusvaurioiden korjaus Termokenkä- ja Termopalkki –menetelmällä. Oulu.

Taloyhtio.net [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-16] Saatavissa: <http://www.taloyhtio.net>

Polku: taloyhtio.net. Korjausremontointi. Kuntotutkimus.

Tiivistalo.fi. Höyrynsulun asentaminen. [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-04] Saatavissa: http://www.tiivistalo.fi/wp-content/uploads/2016/03/korjausrakentaminen_hoyrynsulku.pdf

Ym.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-19] Saatavissa: <http://www.ym.fi>

Polku: ym.fi. Rakentamismääräykset.

YMPÄRISTÖMINISTERIÖ. 1999. RakMK C2, Kosteus, määräykset ja ohjeet 1998. Helsinki.