

Sisäilman laadun parantaminen tiivistyskorjauksella

Harri Hiekkänen

Opinnäytetyö

30.05.2013 Jyväskylässä

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Harri Hiekkänen			
Työn nimi Sisäilman laadun parantaminen tiivistyskorjauksella			
Päiväys	30.5.2013	Sivumäärä/Liitteet	82/Liite 1.
Ohjaaja(t) Pasi Haataja, lehtori			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Jyväskylän Controlteam Oy			
Tiivistelmä Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia 70-, 80-, ja 90-luvun puurakenteisen talon alapohjan tiivistyskorjausta ja tarjota korjausehdotuksia erilaisiin sisäilmaa huonontaneisiin ongelmiin. Samalla käsiteltiin myös rakennuksen tiiveyden merkitystä uudisrakentamisessa. Työn oli määrä tuottaa tarkistuslista uudisrakennuksen tiivistyksestä suunnittelutyötä helpottamaan. Opinnäytetyön aihe lähti Controlteam Oy:n tarpeesta tutkia tiivistyskorjauksia ja saada apuvälineitä korjaussuunnitteluun. Työssä määriteltiin yleisimpiä sisäilmaa huonontavia fysikaalisia tekijöitä, kemiallisia epäpuhtauksia ja mikrobiologisia epäpuhtauksia. Tiivistyskorjauksien laajuutta käsiteltiin, koska suppealla ja laajalla korjauksella pyritään usein eri lopputuloksiin. Oikeanlaisten korjausmateriaalien käyttö tiivistyskorjauksessa on tärkeää, joten niihin tutustuttiin valmistajilta saatujen tietojen perusteella. Työssä otettiin myös huomioon puhtauden hallinta suunnittelun osana. Tämän jälkeen lähdettiin muodostamaan korjaustapaehdotuksia 70-luvun ongelmallisiin rakenneratkaisuihin ja samalla korjausehdotuksiin pyrittiin tarjoamaan havainnollistavia esimerkkejä Controlteam Oy:n meneillään olevista korjauskohteista. Korjaustapaehdotuksia tehtiin lisäksi myös 80- ja 90-luvun ongelmarakenteista. Työn toisessa osiossa tarkasteltiin rakennuksen tiiviyttä uudisrakentamisen näkökulmasta ja pyrittiin listaamaan asiat, johon piirustuksissa ja suunnitelmissa on syytä kiinnittää huomiota. Tiiveys jaettiin palotiiveyteen, ilmatiiveyteen ja vedeneristykseen. Työhön pyrittiin löytämään hyväksi havaitut ja toimivat ratkaisut uudisrakentamisen kannalta. Opinnäytetyön tuloksena tehtiin excel-taulukko, jonka avulla voidaan tarkistaa korjaussuunnitelmat ja saadaan lisätietoa suunnittelun avuksi. Tutustumalla eri korjausoppaisiin, määräyksiin ja ohjeisiin saatiin kerättyä paketti korjaussuunnittelun apuvälineeksi. Työstä saadaan myös tietoa eri korjausmateriaalien valmistajista, joten niistä on helpompi etsiä lisätietoa tarvittaessa.			
Avainsanat Sisäilman laatu, tiivistyskorjaus, homeongelmat, kosteusvauriot			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering			
Author(s) Harri Hiekkänen			
Title of Thesis Indoor Air Quality Improvement By Sealing			
Date	30 May 2013	Pages/Appendices	82/1. Appendice
Supervisor(s) Mr. Pasi Haataja, lecturer			
Client Organisation/Partners Controlteam Ltd. Jyväskylä			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to define the sealing repair and to demonstrate how to improve indoor air quality in the houses of 1970's, 1980's and 1990's. How to make air- and humidity-proof structures in new construction production was also dealt with. The aim was to draw up a checklist to ensure air- and humidity-proofness. The thesis was commissioned by Controlteam Ltd. Jyväskylä.</p> <p>First the indoor air quality impairing physical, chemical and microbiological impurities was determined. It was also important to define the extent of sealing repairs because wide and concise repairs aim at different goals. Next the right sealing materials were reviewed and it was noted that cleanliness control is a big part of sealing repairs. The rest of the repair part consisted of sealing repair options for the houses of 70's, 80's and 90's and also some of the risky building materials used in the previously mentioned era were listed. Real-life examples of different renovation projects were used to demonstrate the problems and how to repair them.</p> <p>In the second part of the thesis, the significance of air- and humidity-proof structures in new building were demonstrated through different directives and instructions including the Finnish National Building Code, RakMk. Important points were shown with the help of some structural drawings and captions.</p> <p>As a result a checklist was produced for checking the proofness in new buildings. Also the whole thesis would serve as a useful overview of the whole sealing repair field, since the information is scattered around.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Quality of indoor air, sealing repair, mold issues, water damage</p>			

SISÄLTÖ

KÄSITTEET	7
1 JOHDANTO.....	8
2 RAKENNUKSEN TIIVEYDEN VAIKUTUS SISÄILMAAN JA SEN LAATUUN	10
2.1 Sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät	10
2.1.1 Fysikaaliset olot ja niiden ohjeavot	10
2.1.2 Kemialliset epäpuhtaudet, kuidut, hiukkaset ja niiden ohjeavot	11
2.1.3 Mikrobiologiset olot ja niiden ohjeavot	14
2.2 Kosteus-, home- ja lahovauriot	14
2.2.1 Kosteusvauriot	14
2.2.2 Home- ja lahovauriot.....	16
2.3 Rakennuksen tiivistämisen periaate ja käytettävät materiaalit.....	17
2.3.1 Alapohjan tiivistyskorjausvaihtoehdot.....	19
2.3.2 Ikkunoiden, ovien ja muiden läpivientien tiivistys	23
2.3.3 Yläpohjan tiivistys	25
2.4 Puhtaudenhallinta tiivistyskorjauksen rinnalla	25
3 70-LUVUN PUURAKENTEISEN TALON ONGELMAT JA TIIVISTYSKORJAUS.....	28
3.1 Rakentaminen 70-luvulla	28
3.2 Alapohjat	28
3.2.1 Maanvaraiset lattiat	29
3.2.2 Sokkelit	36
4 80-LUVUN PUURAKENTEISEN TALON ONGELMAT JA TIIVISTYSKORJAUS.....	49
4.1 Rakentaminen 80-luvulla	49
4.2 Alapohjat	49
4.2.1 Ryömintätilallinen alapohja	49
4.2.2 Märkätilojen seinät ja lattiat	56
5 90-LUVUN PUURAKENTEISEN TALON ONGELMAT JA TIIVISTYSKORJAUS.....	61
5.1 Rakentaminen 90-luvulla	61
5.2 Alapohjat	61
5.2.1 Putket tai putkikanaalit	61
5.3 IV-koneet.....	64
6 RISKIMATERIAALIT.....	65
6.1 Rakennuslevyt.....	65
6.2 Pintamateriaalit	67
6.3 Liimat.....	69

7	TIIVEYS UUDISRAKENTAMISESSA	70
7.1	Tiivistyksen syyt ja tiivistystavat	70
7.2	Määräykset.....	71
7.3	Rakenteiden tiivistäminen	72
7.3.1	Alapohjat	74
7.3.2	Ovet sekä ikkunat.....	76
7.3.3	Yläpohjat	78
7.3.4	Läpiviennit seinissä ja yläpohjissa	80
8	TOTEUTUS JA PÄÄTELMÄT.....	82
	LÄHTEET	86

LIITTEET

Liite 1 Tiivistyskorjauksen tarkistuslista

KÄSITTEET

Absoluuttinen kosteus on ilman sisältämän veden ja kuivan ilman massasuhte [g/kg].

Asbesti on useiden rakennusmateriaaleissa käytettyjen kuitumineraalien yleisnimitys.

Höyrynsulku on rakennekerros, jonka vesihöyrynvastus on oleellisesti muita rakenneosia suurempi.

Ilmansulku on rakennekerros, jonka tarkoituksena on estää ilmavirtaus sen suojaamassa rakennusosassa.

Kapillaarinen virtaus on huokosalipaine-eron aiheuttaman nestemäisen veden siirtymistä aineen huokosissa.

Kosteudeneristys tarkoittaa ainekerrosta, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen kosteuden siirtyminen kapillaarivirtauksena tai vesihöyryn diffuusiona rakenteeseen ja rakenteessa.

Rakennuksen vaippa tarkoittaa kokonaisuutta jonka muodostavat rakennusosat, jotka erottavat lämpimän ja puolilämpimän tilan ulkoilmasta, maaperästä tai lämmittämättömästä tilasta ja johon eivät kuulu puolilämmintä ja lämmintä tilaa toistaan erottavat rakennusosat.

Ryömintätila tarkoittaa rakennuksen alapohjan, sokkelin ja perusmaan rajoittamaa tarkoituksellisesti järjestettyä ilmatilaa.

Suhteellinen kosteus ilmoitetaan mitatun absoluuttisen vesisisällön ja sellaisen absoluuttisen vesisisällön, jossa ilma sisältäisi samassa lämpötilassa suurimman mahdollisen määrän vettä, suhteena.

Vedeneristys tarkoittaa ainekerrosta, joka saumoineen kestää jatkuvaa kastumista ja jonka tehtävä on estää nestemäisen veden haitallinen tunkeutuminen rakenteeseen painovoiman vaikutuksesta tai kapillaarivirtauksena, kun rakenteen pinta kastuu.

Vedenpaine-eneristys tarkoittaa ainekerrosta, joka saumoineen ja tukirakenteineen kestää jatkuvaa vedenpainetta ja jonka tehtävänä on estää nestemäisen veden haitallinen tunkeutuminen rakenteeseen vedenpaineen vaikutuksesta. (RakMk C2 Kosteus Määräykset ja ohjeet 1998).

VOC-päästöt ovat tässä asiayhteydessä rakennusmateriaaleista ja mikrobikasvustoista haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (Sisäilmayhdistyksen www-sivut).

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoitus on selvittää rakennustapoja 70-luvusta nykypäivään ja erityisesti rakenteiden tiiveyden merkitystä sisäilman laatuun. Samalla tarkastellaan erilaisia riskimateriaaleja, joita on vuosikymmenien saatossa käytetty rakennusmateriaaleina, erityisesti sisäverhousmateriaaleja. Erilaisten esimerkkitapausten ja ongelman määrittämisen jälkeen työssä tarjotaan hyväksi havaittuja korjausvaihtoehtoja mukaan lukien käytettävät materiaalit ja työtavat. Korjausten päämääränä on sisäilman laadun parantaminen, niin epäpuhtauksien kuin lämpötilankin osalta. Lisäksi työssä otetaan huomioon uudisrakentamisen tiiveysvaatimukset ja yritetään ennakoida rakennusten tiiveyden vaikutusta myös tulevaisuuden kannalta. Syy aiheen tutkimiseen tuli paitsi ajankohtaisuutensa vuoksi, myös Controlteam Oy:n tarpeesta tutkia ja kerätä tietoa rakennusten riskirakenteista ja materiaaleista. Samalla voidaan myös tarkastella uudisrakennusten tiiveyden merkitystä ja mihin sillä pyritään nykyrakentamisessa. Tottakai aiheen valintaan vaikuttaa myös omakohtainen kiinnostus rakennusfysiikkaan ja sisäilman laadun parantamiseen.

Tutkimustyötä opinnäytetyötä varten tehdään tutkimalla pääasiassa vanhoja piirustuksia ja aiheesta tehtyjä tutkimuksia, Controlteam Oy:n menneitä ja nykyisiä korjauskohteita, sekä korjausoppaita. Työssä myös tehdään työmaakäyntejä mahdollisuuksien mukaan.

Työn tavoitteena on parantaa rakennesuunnittelijoiden tietoutta rakennusten tiiveyden merkityksestä ja antaa työkaluja korjauskohteisiin tehtäviin suunnitteluratkaisuihin. Tiedon lisäämisen lisäksi opinnäytteen lopputuloksista kasataan suunnittelijoiden käyttöön tarkistuslista uudisrakennusten suunnittelua varten. Sen avulla suunnittelijan on mahdollista varmistua, että suunniteltu rakenne täyttää tiiveyden osalta niille asetetut vaatimukset.

Aiheena rakennuksen tiiveyden vaikutukset sisäilman laatuun on merkittävä. 70- ja 80- luvun rakennukset ovat tulossa tai ovat jo korjausta vaille ja monissa on havaittu puutteita, niin sisäilman laadun kuin tiiveydenkin osalta. Sisäilma- tiiveysongelmien korjaus on usein monimutkaista ja tapauskohtaista, eikä niihin aina kiinnitetä esimerkiksi peruskorjausten yhteydessä tarpeeksi huomiota. Tämän takia aihe on

tutkimisen arvoinen ja tietoa hyväksi havaituista rakenteista sekä menetelmistä on hyödyllistä kerätä yhteen.

Työn toimeksiantaja toimii suunnittelutoimisto Controlteam Oy. Controlteam Oy toimii pääasiassa Länsi- ja Itä-Suomen läänin alueella ja heillä on paljon kokemusta korjaussuunnittelusta. Myös todellisia esimerkkejä saadaan työhön heidän korjaussuunnittelukohteistaan.

2 RAKENNUKSEN TIIVEYDEN VAIKUTUS SISÄILMAAN JA SEN LAATUUN

2.1 Sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät

Sisäilman laatuun on alettu kiinnittää huomiota viime vuosikymmeninä enemmän. Siihen on osaltaan vaikuttanut se, että tiloja ja rakennuksia käyttäviä ihmisiä kuunnellaan paremmin kuin ennen ja myös heidän terveyteensä kiinnitetään enemmän huomiota. Ehkä vielä enemmän asiaan on kuitenkin vaikuttanut se, että 70-luvun ja 80-luvun alun rakennukset alkavat pikkuhiljaa tulla korjauksen piiriin ja näin aikanaan tehdyt rakennus- ja suunnitteluvirheet tulevat konkreettisemmin ilmi. Myös koneellisen ilmastoinnin tulo on vaikuttanut siihen, että rakennus pitää rakentaa entistä huolellisemmin tiiveyden näkökulmasta. Rakennuksen tiiveys vaikuttaa oleellisesti sisäilman laatuun, niin ilman fysikaalisiin, mikrobiologisiin kuin kemiallisiin oloihin.

2.1.1 Fysikaaliset olot ja niiden ohjearvot

Sisäilman fysikaaliset ominaisuudet käsittävät lämpötilan, ilmankosteuden, ilman liikkeen, säteilyn (radon), valaistuksen ja melun. Näistä lämpötila, ilmankosteus ja säteily ovat eniten ihmisten terveyteen vaikuttavia tekijöitä, kun taan valaistus, melu ja ilman liike ovat tärkeämpiä viihtyvyyden kannalta. Myös ilmanvaihto on osa sisäilman laatua, sillä sisäilman on vaihdettava ohjearvojen puitteissa. (Asumisterveysohje 2003, 9–47.)

Ilman fysikaalisia oloille on asetettu ohjearvoja, jotka eivät kuitenkaan ole määräyksiä:

Lämpötila määritellään joko välttäväksi tai hyväksi, riippuen ilman lämpötilasta sekä seinien, lattian ja pinnan pienimmän pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksistä (TI). Huoneilman lämpötilassa >18 °C on välttävä ja >20 °C on hyvä. (Asumisterveysohje 2003, 9–47.)

Suhteellisen ilmankosteuden asunnossa tulisi olla 20–60 %. Kuiva ilma heikentää hengitysteiden värekarvojen liikettä sekä hidastaa liman poistumista hengitysteistä. Näin ollen limakalvojen vastustuskyky tulehduksia vastaan heikkenee. Liiallinen kosteus taas edistää mikrobikasvun riskiä rakenteissa. (Asumisterveysohje 2003, 9–47.)

Säteilyn eli radonin osalta ohjearvot voidaan jakaa uudisrakennusten ja vanhojen rakennusten kesken. Uusissa rakennuksissa radonpitoisuudet huoneilmassa saavat olla maksimissaan 200 Bq/m³ ja vanhoissa rakennuksissa 400 Bq/m³. Radonmittaus suoritetaan talvella huoneilman radonpitoisuuksien ollessa usein moninkertaiset kesään verrattuna. Mittauksen tarkoituksena on selvittää, ylittääkö vuoden keskimääräiset pitoisuudet sosiaali- ja terveysministeriön päätöksessä mainitut ohjearvot. (Asumisterveysohje 2003, 9–47.)

Melun ohjearvot jaetaan päivä- ja yöaikaan, yöllä huoneessa oleva melutaso on hieman tiukempi. Melutason ohjearvot jaetaan myös rakennuksen käyttötarkoituksen sekä melun taajuuden (lähteen) mukaan. Esimerkiksi asunnon makuuhuoneessa melutason ohjearvo päivällä on L Aeq,07 – 22 h= 35dB ja yöllä L Aeq,22 – 07 h= 30dB. Lisäksi makuuhuoneeseen yöllä kuuluvien matalien äänien (10–200 Hz) taso ja musiikista tulevan (200–400 Hz) äänen taso on määriteltävä erikseen. (Asumisterveysohje 2003, 9–47.)

Ilman liike tai veto johtuu ilman paine- ja lämpötilaeroista. Sisäilman laadun kannalta veto määritetään ilman liikkeenä metreinä sekuntia kohden. Mitä lämpimämpää ilman on, sitä kovempi ilman liike tarvitaan, jotta se aiheuttaisi vedon tuntua. Asuintiloissa ilman liike saa olla maksimissaan 0,2 m/s. Tiloille, joissa ei juuri oleskella tai joissa tarvitaan suuri ilmanvaihtokerroin, ei ole järkevää määrittää ilman nopeudelle ohjearvoja, esimerkiksi vessat ja varastot. (RakMk D2 2012.)

Valaistus määritetään useimmiten silmämääräisesti, tarpeen mukaan. Makuuhuoneeseen tuskin tarvitsee kirkasta tai kovaa valoa vaan pehmeää ja vähän hämärääkin. Työhuoneeseen sen sijaan kirkas ja kova valo sopii jo käyttötarkoituksensakin puolesta.

2.1.2 Kemiaalliset epäpuhtaudet, kuidut, hiukkaset ja niiden ohjearvot

Kemiaalliset epäpuhtaudet, kuidut sekä hiukkaset ovat poikkeuksetta terveyteen vaikuttavia sisäilmatekijöitä, pitoisuuksien mukaan. Niitä ovat mm. ammoniakki, asbesti, formaldehydi, hiilidioksidi, hiilimonoksidi eli häkä, styreeni, sisäilman hiukkaset sekä tupakansavu. Suurin osa kyseisistä sisäilman epäpuhtauksista saadaan mitattua suodatinmenetelmällä, keräimillä ja sähkökemiallisilla laitteilla.

Usein epäily kemiallisista epäpuhtauksista alkaa niiden aiheuttamasta hajusta sisäilmassa. Kuidut ja hiukkaset eivät kuitenkaan useimmiten aiheuta minkäänlaista hajua, joten ne ovat siksi vaarallisia. (Asumisterveysohje 2003, 56–70.)

Ammoniakkia voi vapautua ilmaan rakennusmateriaaleista, esimerkiksi jostakin kostuneesta liima-aineesta tai muista hajoavista orgaanisista aineista. Sen normaali pitoisuus huoneilmassa on 10–20 µg/m³. Yli 40 µg/m³ pitoisuuksia voidaan pitää kohonneina ja tällöin tulisi pyrkiä selvittämään kohonneiden pitoisuuksien aiheuttaja. Jos ilmassa on pistävä ammoniakkinen haju, on hyvin todennäköistä, että aiheuttajasta haihtuu sisäilmaan myös muita VOC-yhdisteitä. (Asumisterveysohje 2003, 56–70.)

Asbesti on yleisnimitys luonnossa esiintyville mineraalikuiduille, joita on käytetty 60- ja 70-luvulla rakennusmateriaaleissa erityisen paljon sen hyvien ominaisuuksien vuoksi. Sisäilmassa sitä saa olla maksimissaan 0,01 kuitua/m³. Tärkeä on myös tutkia eri tasojen ja pintojen pöly ja etsiä siitä mahdollisia asbestikuituja, jos sisäilmassa epäillään kuituja olevan. (Asumisterveysohje 2003, 56–70.)

Formaldehydi on peräisin ureaformaldehydihartsin hajoamisesta, jota on käytetty mm. erilaisissa liima-aineissa, pinnoitteissa ja siliävissä tekstiileissä, kuten monia muitakin aldehydeja. Hartsin hajoaminen johtuu usein materiaalin kostumisesta. Formaldehydin hajukynnys huoneilmassa on noin 35 µg/m³. Jotkut ovat sille hyvin herkkiä ja oirehtivat jo pienemmilläkin pitoisuuksilla. Sallittu pitoisuus huoneilmassa formaldehydille on 100 µg/m³. (Asumisterveysohje 2003, 56–70.)

Hiilidioksidi on pääasiassa huoneilmassa, koska ihmisten uloshengityksen vuoksi. Suuret hiilidioksidipitoisuudet ovat osoituksena tilan riittämättömästä tuuletuksesta. Esimerkiksi luokkahuoneessa, jossa on paljon ihmisiä joskus pitkiäkin aikoja, voi hiilidioksidipitoisuudet nousta liian korkeiksi. Tämä aiheuttaa päänsärkyä, väsymystä ja työskentelytehon laskua. Hiilidioksidi pitoisuuden maksimi arvo huoneilmassa on 2 700 mg/m³ (1 500 ppm). (Asumisterveysohje 2003, 56–70.)

Hiilimonoksidi eli häkää voi huoneilmaan tulla väärin toimivan tulisijan kautta, huonosti eristetyistä autotallista, ulkoa liikenteestä tai huoneistoon sijoitetusta laitteesta. Se vähentää veren kykyä kuljettaa happea kudoksiin, josta seuraa lievässä tapauksessa lievän hiilidioksidimyrkytyksen tapaisia oireita. Pahimmillaan häkämyrkytys voi aiheuttaa kuoleman. Sen suurin sallittu pitoisuus huoneilmassa on 8 mg/m^3 . (Asumisterveysohje 2003, 56–70.)

Styreenia esiintyy ilmassa, jos rakennusmateriaaleissa käytetään polyesterihartsin eri komponentit eivät ole reagoineet keskenään täydellisesti. Sen normaali pitoisuus sisäilmassa on $1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ja sen haistaa yli $75 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ pitoisuuksilla. Kuitenkin styreenin sallittu pitoisuus sisäilmassa on $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. (Asumisterveysohje 2003, 56–70.)

Erilaiset sisäilman hiukkaset voivat olla peräisin ulkoa liikenteestä sekä teollisuudesta. Myös katupölyä voi kulkeutua sisäilmaan esim. korvausilman mukana. Hiukkasiin luetaan myös esimerkiksi kodin tekstiileistä tuleva pöly. Hiukkaset voidaan luokitella kokonsa mukaan hengitettäviin hiukkasiin eli halkaisijaltaan alle $10 \text{ } \mu\text{m}$ tai pienhiukkasiin eli halkaisijaltaan alle $2,5 \text{ } \mu\text{m}$. Hiukkasista eniten ihmisen terveyteen vaikuttavia ovat pienenhiukkaset, jotka pääsevät kokonsa puolesta syvälle keuhkoihin hengitysteiden kautta ja leijuvat pidempään pienemmän kokonsa vuoksi. Hiukkaspitoisuuksia voidaan mitata kokonaisleijuman perusteella (TSP), jossa ilmasta mitataan kaikki siinä olevat hiukkaset. Kokonaisleijuman perusteella ilmassa saa olla hiukkasia enintään $120 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, 24 tunnin keskiarvo, $20 \text{ } ^\circ\text{C}$, 1 atm . (Asumisterveysohje 2003, 56–70.)

Tupakansavun indikaattorina käytetään ilman nikotiinimäärää. Asuintiloihin ei anneta omia ohjeita, mutta uusien ja saneerattavien ravintoloiden savuttomien tilojen ihmässä saa olla maksimissaan $0,5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Tupakansavun kulkeutumista tilasta toiseen voidaan mitata merkkiaineella, jonka pitoisuus voidaan mitata vastaanottotilassa. (Asumisterveysohje 2003, 56–70.)

2.1.3 Mikrobiologiset otot ja niiden ohjeet

Pinnat ja materiaalit, jotka ovat toistuvasti tai jatkuvasti kosteita, ovat riskialttiita erilaisille mikrobeille, kuten homeille, sienille ja hiivoille. Useimmiten mikrobikasvusto on seuraus rakenteen kosteusvauriosta. Mikäli rakenteita ei ole kunnolla tiivistetty, voi kasvustosta kulkeutua sisäilmaan itiöitä, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä eli VOC-yhdisteitä, mykotoksiineja, allergeeneja tai kuivunutta rihmastoa. (Seuri & Reiman 1996, 32)

Mikrobinäytteet otetaan pintanäytteinä, materiaalinäytteinä ja ilmanäytteinä. Näytteistä saadaan selville yleensä vain itiömäärä ja sen perusteella on yritettävä tehdä päätelmiä sisäilman laadusta. Pintanäyte otetaan sekä vaurioituneelta (kontaminoituneelta) pinnalta sekä vertailupinnalta. Jos vauriokohdan pintanäytteessä on 1 000 itiötä /cm² ja vauriokohdalla on vähintään 100 kertaa enemmän itiöitä, kuin vertailupinnalla, voidaan katsoa esiintyvän sienikasvustoa. Materiaalinäytteessä riittää, kunhan vauriokohdan näytteessä on 100 kertaa enemmän itiöitä, kuin vertailukohdan näytteessä. Ilmanäytteessä pitää olla yli 500 itiötä/m³, jolloin mikrobikasvuston esiintyminen on todennäköistä. (Asumisterveysohje 2003, 71–84.)

2.2 Kosteus-, home- ja lahovauriot

2.2.1 Kosteusvauriot

Kosteusvauriot rakenteissa johtuvat joko rakenteiden ulkopuolelta tai sisäpuolelta tulevasta kosteuskuormasta. Märkätilojen kosteusongelmat johtuvat lähes poikkeuksetta sisäpuolisesta kosteusrasituksesta, mutta ulkoseinien, yläpohjan ja alapohjan kosteusongelmiin liittyy monesti myös ulkoinen tekijä. Tämä tekijä voi olla mm. puutteellinen salaojitus tai sadeveden poisto rakennuksen vieressä, maan kallistus rakennukseen päin, ulkoseinän puutteellinen tuuletus, sadeveden pääsy yläpohjaan tai veden kapillaarinen nousu rakennuksen alustäyttöön.



Kuva 1. Rakennuksen kosteuslähteet. Muokattu lähteestä (RT 80-10712 Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot 1999). Kuva Harri Hiekkänen 2013.

Kosteusvaurioiden määrittäminen ja mittaus lähtee kuntoarviosta, joka tehdään yleensä silmämääräisesti ja rakenteita rikkomatta. Arviossa voidaan myös suorittaa yksinkertaisia mittauksia, kuten ilman suhteellisen kosteuden mittauksia ja lämpötilamittauksia. Näin saadaan tieto rakenteen mahdollisesta korjaustarpeesta. (RT 80–10712 Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot 1999.)

Kuntoarvion perusteella tehdään kuntotutkimus, joka on tarkempi, kuin kuntoarvio. Siinä silmämääräisen tarkastelun lisäksi rakennetta avataan ja tarpeen tullen otetaan näytteitä laboratoriotutkimuksia varten. Tutkimuksessa suoritetaan myös tarkempia mittauksia, kuten pintakosteusmittauksia materiaaleista, jotka ovat oletetun kosteusvaurion alueella. Mittausreikiä voidaan myös porata esimerkiksi alaohjauspuuhun, jos halutaan mitata kosteutta sen sisältä sekä alapinnasta. Mittauksissa täytyy ottaa huomioon myös vuodenaikasta johtuvat ilmankosteuden vaihtelut. Esimerkiksi kellarinseinien ja maan alla olevien rakenteiden kosteusvaurioita kannattaa tutkia keväällä ja alkukesällä, kun maat sulavat. (RT 80–10712 Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot 1999.)

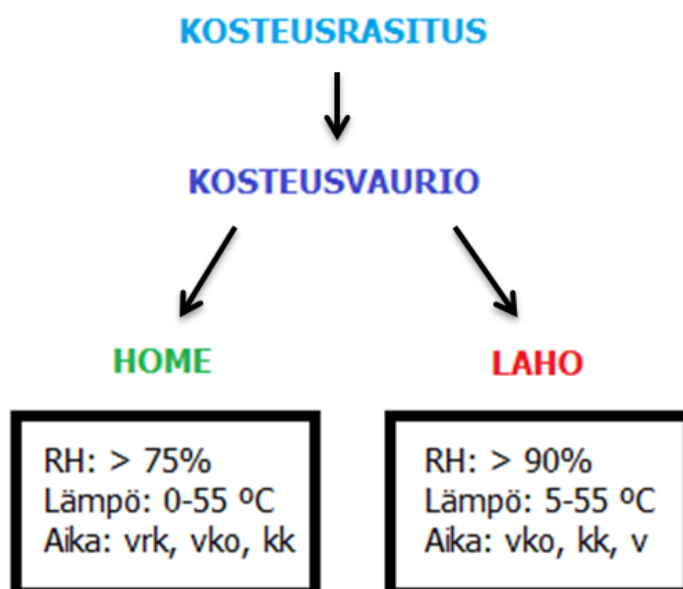
2.2.2 Home- ja lahovauriot

Homevaurio on seuraus kosteusvauriosta. Jos kosteus- ja lämpöolosuhteet ovat oikeat, ajan kuluessa kosteusvauriokohtaan alkaa muodostua mikrobikasvustoa. Vaikka kosteusvaurioitunut alue pääsisikin kuivamaan tilapäisesti, jää mikrobikasvusto materiaaliin ja jatkaa kasvuaan, jos kohta kastuu uudelleen. Homevaurio ilmenee materiaalissa pinnan värjäytymisenä ja tunkkaisena hajuna. Homevaurio vaatii 0–55 °C:n lämpötilan ja yli 75 % ilman suhteellisen kosteuden. Mikrobikasvun alkamiseen kosteusvauriokohdassa menee muutama viikko, mutta optimaalisissa olosuhteissa ja hyvän kasvualustamateriaalin ollessa kyseessä, voi homeen kasvu alkaa jo 2 päivän kuluessa vauriosta.

Homevaurion korjauksessa home poistetaan materiaalista mekaanisesti hiomalla, harjaamalla tai kaapimalla. Jos vaurioitunut materiaali on vaihdettavissa, kuten jokin orgaaninen eriste, on kontaminoitunut materiaali vaihdettava, mutta esimerkiksi kantavissa rakenteissa se on hankalaa. Materiaalien vaihdot pyritään ulottamaan aina materiaalin saumakohtaan asti ja vähintään 0,2–0,5 metriä vaurioituneen alueen ulkopuolelle. Homeen poiston ja mahdollisten materiaalien korvaamisen jälkeen homevaurion kärsinyt alue desinfioidaan, esimerkiksi hypokloriitilla tai poikkeustapauksissa biosideillä, jos ei olla varmoja pysyykö rakenne jatkossa kuivana. (RT 80–10712 Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot 1999.)

Lahovaurio on pahin kosteuden aiheuttama vaurio orgaanisille rakennusmateriaaleille. Lahovaurio vaatii syntyäkseen 5–55 °C:n lämpötilan ja yli 90 % suhteellisen kosteuden. Lahovaurio ei synny hetkessä, vaan se vaatii useimmiten kuukausia tai jopa vuosia kehittyäkseen. Lahottajasienet alkavat hajottamaan materiaalia silmännähtävästi ja myöhemmin materiaalin lujuus laskee huomattavasti.

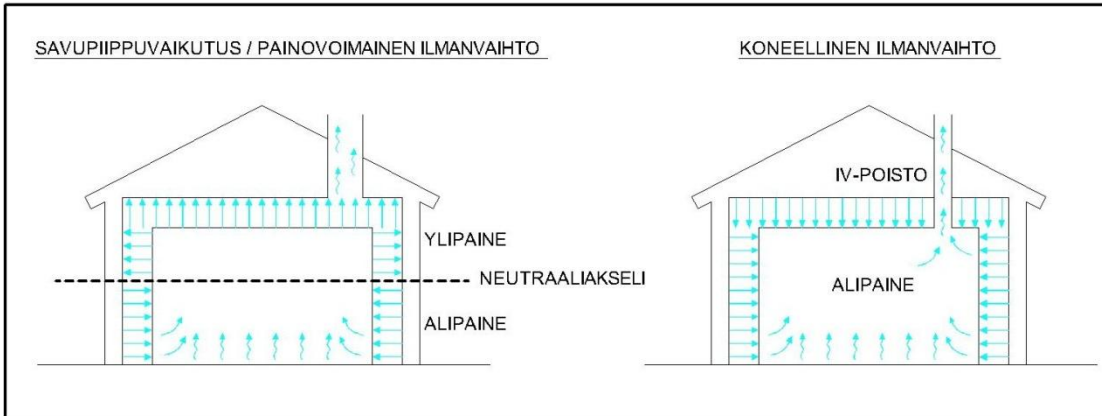
Lahovaurion korjaamiseen vaaditaan jo suurempia toimenpiteitä, kuin homevaurion korjaamiseen. Lahonnut materiaali on poistettava kokonaan, oli kyseessä sitten kantava tai ei-kantava rakennusosa.



Kuva 2. Vaatimukset home- ja lahovaurion syntyyn. Muokattu lähteestä (Pasi Haataja 2012). Kuva Harri Hiekkänen 2013.

2.3 Rakennuksen tiivistämisen periaate ja käytettävät materiaalit

Rakennuksen tiivistämisessä on keskityttävä oleellisiin kohtiin, kuten seinän ja lattian rajapintaan, seinän ja katon rajapintaan sekä rakennuksen sisävaipan lävistäviin reikiin ja läpivienteihin. Erityisesti seinän ja lattian rajapinta on kriittinen sisäilman mikrobiepäpuhtauksien ja radonin kannalta. Rakennuksessa, jossa on painovoimainen ilmanvaihto, neutraaliakselin alapuolinen osa sisäilmasta on alipaineinen ulkoilmaan verrattuna. Tätä ilmiötä kutsutaan savupiippuvaikutukseksi. Mikäli ulkoilmalla tai alapohjasta tulevalla korvausilmalla on reitti alapohjasta tai seinän alaosaan sisäilmaan, paine-ero pyrkii tasoittumaan. Tämän rakenteiden läpi tulevan korvausilman mukana voi alapohjasta ja seinän alaosaan tulla sisäilmaan epäpuhtauksia, kuten itiöitä ja mikrobikasvuston hajoamis- ja aineenvaihduntatuotteita sekä maaperässä olevaa radon-kaasua. Lisäksi alapohjan ilmavuodot aiheuttavat vetoa. Rakennus täytyy rakentaa siten, että korvausilma saadaan tulemaan rakennukseen järjestettyä reittiä pitkin, kuten esimerkiksi ikkunan takaiskuventtiilistä tai tuloilmakanavista. Tuuli vahvistaa savupiippuvaikutusta riippuen, miltä puolelta taloa milloinkin tuulee. On myös mahdollista, että savupiippuvaikutuksen, IV-koneiden ja tuulen luoma alipaine vaikuttaa kaikki yhtä aikaa.



KUVA 3. Paine rakennuksissa. Muokattu lähteestä (RT 05–10710 Kosteus rakennuksissa 1999). Kuva Harri Hiekkanen 2013

Jos rakennukseen luodaan alipaine ulkoilmaan nähden koneellisesti, esimerkiksi poistoilmanvaihdolla tai poisto- ja tuloilmanvaihdolla, silloin rakennuksen koko sisävaipan tiiveyden merkitys korostuu mikrobivaurioiden kannalta. Tällöin neutraaliakseli nousee, kunnes lopulta häviää, kun sisällä on tarpeeksi alipainetta.

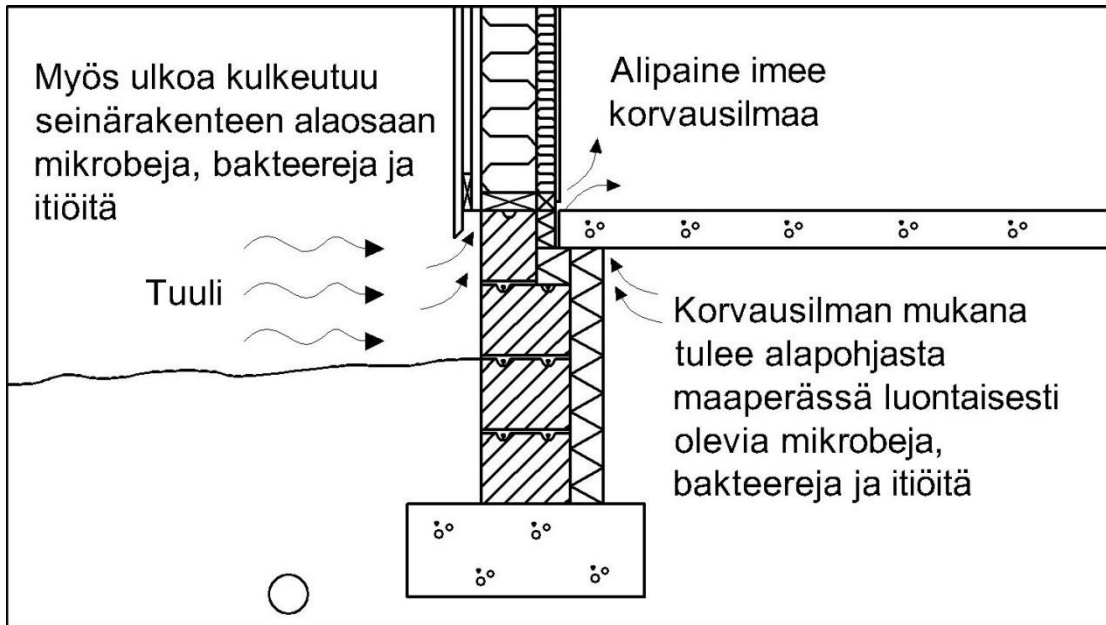
Tiivistyksessä käytettävät materiaalit täytyy valita niin, että ne eivät enää lisää päästöillään sisäilman kuormitusta. Kaikkien tiivistyskorjauksessa käytettävien materiaalien täytyy kuulua vähäpäästöisimpään M1-luokkaan. Tiivistyskorjaukseen on tarjolla tuotteita useilta eri valmistajilta. Eri valmistajilla on hieman erilainen työjärjestys tuotteidensa käytön suhteen, mutta periaate on sama. M1-luokiteltuja tiivistyskorjausmateriaaleja Suomessa valmistaa Betton Oy, Ardex Oy sekä BASF Oy.

Taulukko 1. Yleisimmät tiivistyskorjausmateriaalit ja valmistajat.

Valmistaja	Rajapintojen tiivistys	Lattian/seinän kapselointi	Karmien tiivistys
Betton Oy	Codex BST 75-saumanauha + Codex HS 600-, NC 220- tai Epoxidicht-vesieristemassa	Uzin PE 460/PE480-erpoksihjustin	Codex BST 75-saumanauha (itseliimautuva)
Ardex Oy	Ardex SK 12-vahvikenauha + Ardex 8+9- vedeneristemassa	Ardex EP 2000-höyrynsulukäsittely	Ardex STB 15-75-itseliimautuva vahvikenauha
BASF Oy	—	Masterseal 255 kapselointiaine	—

2.3.1 Alapohjan tiivistyskorjausvaihtoehdot

Alapohjan tiivistäminen koskee pääasiassa seinän ja lattian rajapintaa. Koska ilma on lattian rajassa aina alipaineista, pyrkii korvausilma tulemaan mahdollisia vuotokohtia pitkin alapohjasta ja seinän alaosaan sisäilmaan. Tämä ilmiö on ongelmallinen, koska ulkoseinän alaosan ulkoilmaan rajoittuvissa rakenteissa ja rakennuksen täyttömateriaaleissa on aina jonkin verran mikrobeja, esimerkiksi sädesientä. Korvausilman tullessa rakenteiden läpi, se tuo mukanaan epäpuhtauksia rakenteista ja ulkoilmasta. Tilannetta pahentaa alapohjaan tai seinän alaosaan tuleva kosteusvaurio ja siihen kehittyvä homekasvusto. Tällöin mikrobeiden joutumisen riski sisäilmaan kasvaa huomattavasti. Alapohjan ja seinien alaosan kosteusvauriot johtuvat kuvassa 1 kuvatuista ulko- ja sisäpuolisista kosteusrasituksista.



Kuva 4. Ilman kulku alapohjan ja seinän rajapinnasta. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

Alapohjarakenteiden korjauksessa on paljon korjausvaihtoehtoja ja ongelmia on aina tarkasteltava kunkin tapauksen mukaan, kuinka kattava korjaus tehdään. Tässä työssä tiivistyskorjaukset jaotellaan sekä suppeaan, että laajaan, korjausvaihtoehtoon.

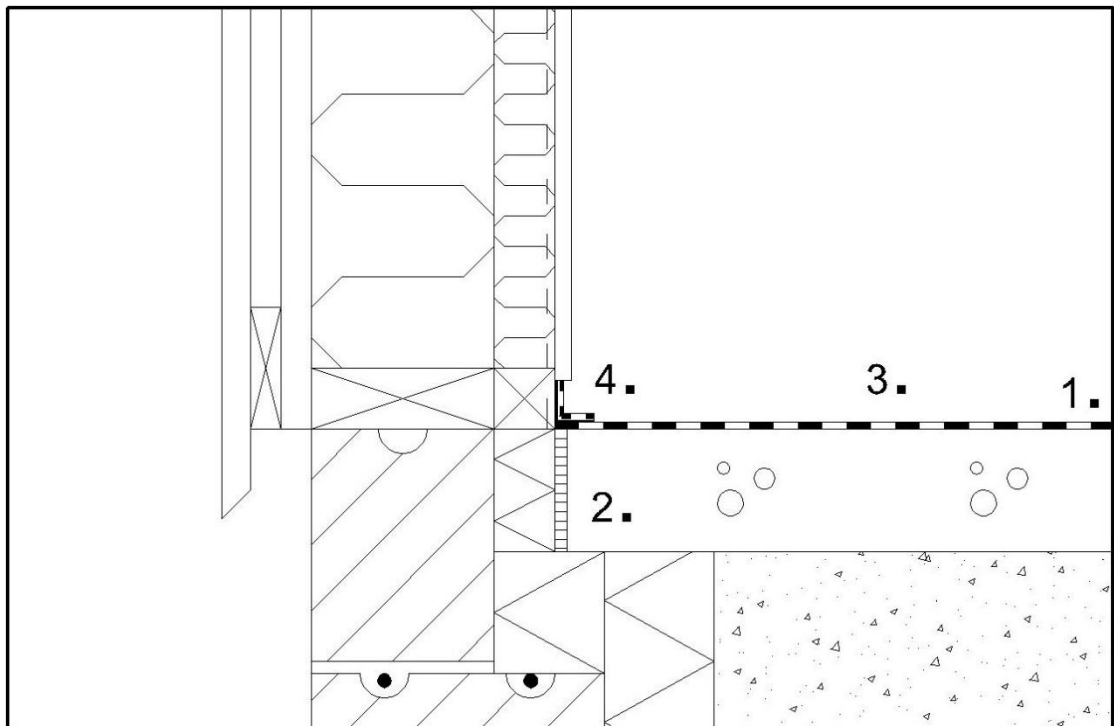
Suppea korjausvaihtoehto

Kaikkein kevyimmässä korjauksessa ulkopuolisen kosteuden pääsy rakenteisiin estetään. Ongelmia aiheuttava kosteus rakenteisiin tulee suurimmaksi osaksi maanpinnan vajovesistä, viistosateesta sekä rännien ja kourujen vuodoista. Kun ulkopuolisen kosteusrasituksen aiheuttamat riskit on korjattu, tehdään tiivistyskorjaus. Tämä vaihtoehto tulee kyseeseen, jos kosteus- ja homevauriot rakenteessa eivät ole kovin suurella alalla ja korjattaviin rakenteisiin on mahdollista päästä käsiksi suhteellisen helposti. Tiivistyskorjauksiin käytetään aina M1-päästöluokan materiaaleja, jotta sisäilmaongelmien uusimisriski saadaan materiaalipäästöjenkin puolesta pienemmäksi. Jos rakenteet lahoavat, ongelmakohtaan kapselointi ei ole paras vaihtoehto. Korjaustavan huono puoli on myös se, että vaurioitunutta aluetta ei korjata tai vaihdeta, vaan se ainoastaan puhdistetaan, kapseloidaan ja estetään epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan vaurioituneelta alueelta. Näin ongelman aiheuttaja voi jäädä elämään ja aiheuttaa rakenteellista heikkenemistä, kuten lahoamista ja betonin pakkasrapautumista.

Vaurioituneen alueen kapselointi ja tiivistys edellyttää korjauksen onnistumiseksi aina seuranta home- ja kosteusmittauksilla korjaustoimenpiteiden jälkeen.

Vaikka perusteellinen korjaus ja materiaalien vaihto olisi turvallisempi ja parempi ratkaisu, kustannussyistä voidaan päätyä kevyempään korjausvaihtoehtoon. Tällöin rakennuksen suunniteltu elinkaari on myös otettava huomioon. Pelkällä ulkopuolisen kosteusrasituksen vähentämisellä ja tiivistyskorjauksella saadaan rakennuksen elinkaarta pidennettyä yleensä enintään 5 vuotta, jolloin laajempien toimenpiteiden suunnittelulle jää enemmän aikaa. Jos esimerkiksi rakennus ei enää sovi sille suunniteltuun käyttöön ja rakennuksessa ilmenee sisäilmaongelmia, on se käyttäjille ja omistajalle ongelma. Uuden rakennuksen rakentamisen kustannukset ovat suuret ja laajan korjauksen kustannukset mahdollisesti vielä suuremmat, mutta pienempi korjaus yhdistettynä kustannustehokkaaseen tiivistyskorjaukseen lisää rakennuksen elinikää ja antaa aikaa suunnitella laajempaa korjausta tai uuden rakennusta.

Seuraavassa kuvassa on esitetty lattian ja seinän saumojen tiivistyksen periaate sekä lattian kapselointi:



Kuva 5. Seinän ja lattian rajapinnan tiivistys sekä lattian kapselointi. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

1 Rakenteet puretaan homepurkutyönä Ratu 82–0239- kortin mukaisesti. Betonipinnat puhdistetaan mekaanisesti hiomalla ja kaikki vanhat tasoiitteet/pinnoitteet sekä niiden mahdolliset liimat poistetaan pinnasta lujaan alustaan asti. Hiontapöly poistetaan imuroimalla, jonka jälkeen rakenteet desinfioidaan asianmukaisilla aineilla. Desinfioinnin jälkeen rakenteet imuroidaan.

2 Seinän ja lattian rajapinnan mahdolliset raot täytetään saniteettisilikonilla tai polyuretaanivaahdolla.

3 Lattia tiivistetään kapillaari- ja diffuusiokosteuden nousun estävällä kvartsiepoksipinnoitteella ja tasoiitteella sekä uudella pinnoitteella. Mikäli kuntotutkimukset osoittavat, että lattiarakennetta ei ole tarpeellista kapseloida, tehdään pelkkä kohdan 4. mukainen seinän ja lattian rajapinnan tiivistys.

4 Seinän ja lattian rajapintaan asennetaan vahvikenauha, joka liimataan vedeneristemassalla. Nauha painetaan tuoreeseen vedeneristeeseen lastalla niin, että alle ei jää ilmataskuja. Saumanauha päällystetään kauttaaltaan vedeneristysmassalla. Nauhan päälle tuleva vedeneristysmassa ulotetaan noin 10mm:n päähän vahvikenauhan reunoista.

Laaja korjausvaihtoehto

Toinen vaihtoehto on tehdä kattavampi korjaus, jossa kosteusvaurion aiheuttaja poistetaan, kostuneet, homehtuneet ja lahonneet rakenteet korvataan uusilla ja tehdään rakenne sellaiseksi, etteivät aikaisemmat ongelmat enää uusiudu. Tällöin tiivistyskorjaus on osana suurempaa korjauskokonaisuutta, ks. 3.2.

Rakenteet puretaan homepurkutyönä Ratu 82–0239- kortin mukaisesti. Rakenteet jotka voidaan säilyttää, puhdistetaan mekaanisesti esimerkiksi hiomalla ja desinfioidaan tarkoitukseen valitulla desinfiointiaineella valmistajan ohjeita noudattaen. Ongelman korjaamisen jälkeen tehdään tiivistyskorjaus ja mahdollinen hömepölysiivous, ks. kohta 3.2.2..

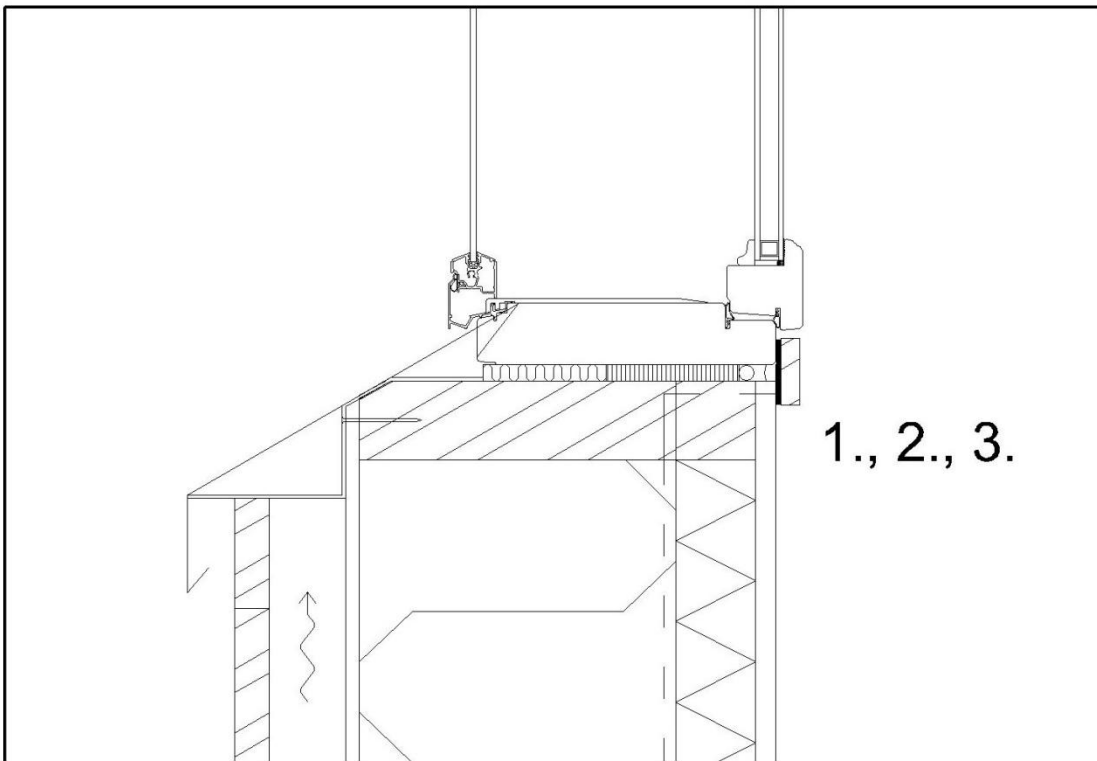
2.3.2 Ikkunoiden, ovien ja muiden läpivientien tiivistys

Tilanteissa, jossa rakennuksen sisävaippaan joudutaan tekemään reikä/reikiä, ilmavuotojen riski kasvaa ja rakenteen tiiveys huononee. Useimmiten rakennuksen sisävaipan huonosti tiivistetyt aukot aiheuttavat sisäilman laadun huononemista lämpötilan laskun ja vedon muodossa, mutta mikrobikasvuston muodostuminen vuotokohtaan on myös mahdollista. Vaikka ikkunoiden, ovien ja muiden läpivientien ilmavuodot eivät olisi merkittäviä mikrobikasvun kannalta, ne käsittävät pientaloissa ilmavuodoista 31 % ja kerrostaloissa jopa 72 % (Aho & Korpi 2009, 9). Näin ollen niihin on suhtauduttava vakavasti.

Seinän kapselointi ja ikkunoiden, ovien ja läpivientien tiivistys:

Myös seinä voidaan kapseloida ja yleensä tämä tehdään samalla tavalla, kuin lattian kapselointi. Seinässä olevat saumat ja halkeamat pitää vahvistaa vahvikenauhalla, jotta rakenteen mahdollinen eläminen ei hajota pintaa. Lopuksi seinäpinta kapseloidaan samalla materiaalilla, kuin lattiakin.

Ikkunoiden ja ovien tiivistys tehdään vahvikenauhalla ja vedeneristysmassalla seuraavan kuvan mukaisesti. Markkinoilla on myös liimanauhaa, jolla ikkunoiden ja ovien saumojen tiivistykset voidaan tehdä samaan tapaan, mutta nopeammin ja vähemmällä työllä.



Kuva 6. Ikkunoiden, ovien ja läpivientien tiivistys. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

1 Ikkunoiden listat irrotetaan, mahdollinen lika poistetaan saumoista, tilkkeitä korjataan ja mahdolliset raot täytetään homesuojatulla silikonilla.

2 Karmit ja ikkunan pielet puhdistetaan hyvän tartunnan varmistamiseksi. Tartuntaa voidaan parantaa pohjustamalla pinnat. Mikäli kyseessä on betonisandwich-seinä, ikkunan pieliä voidaan tasoittaa tasoitteella. Sauma tiivistetään liimattavalla saumanauhalla ja nurkkiin liimataan nurkkavahvikekangas vedeneristysmassalla. Liimattava saumanauha voidaan myös korvata vedeneristeellä ja vahvikenauhalla.

3 Uudet ikkunalistat asennetaan paikalleen siten, että ikkunoiden saumoihin asennettu vahvikenauha ei rikkoonnu.

Ikkunoiden, ovien ja läpivientien tiivistyskorjaus voidaan tehdä laajemminkin, mikäli niiden saumat ovat vuotaneet ja tilkkeet sekä seinän eristeet ovat kärsineet kosteudesta tai homevaurion. Ikkunoiden, ovien ja läpivientien karmien/kehysten ja seinärakenteen välinen sauma tyhjenetään vanhoista tilkkeistä ja puhdistetaan. Seinärakenteesta poistetaan vaurioitunut eriste ja mahdollinen homeenpoisto tehdään kohdan 2.4 mukaan. Poistetun eristeen paikalle asennetaan uusi eriste ja

tämän jälkeen sauma täytetään polyuretaanivaahdolla, ulko- että sisäpuolelle asennetaan solumuovinauha ja lopuksi elastinen saumamassa sekä päälle lista.

Läpivientien tiivistys tehdään samalla periaatteella, kuin ikkunoiden ja ovien karmien tiivistys.

2.3.3 Yläpohjan tiivistys

Rakennuksessa, jossa on painovoimainen ilmanvaihto, ei yläpohjan tiiveysongelmat välttämättä näy sisäilmassa epäpuhtauksina, koska huoneen yläosassa neutraaliakselin yläpuolella on ylipaine ulkoilmaan verrattuna ja sisäilma pyrkii voimakkaasti ylöspäin. Se kuitenkin asettaa vaatimuksia yläpohjan tiiveydelle. Jos yläpohjan höyrynsulussa on reikiä tai aukkoja, josta kostea ja lämmin sisäilma pääsee vapaasti yläpohjaan, tiivistyy ilmassa oleva vesihöyry yläpohjan eristeisiin tai viimeistään vesitiiviiseen vesikattorakenteeseen. Silloin yläpohjaan kehittyy lähes varmasti kosteusvaurio ja myöhemmin homevaurio. Myös energiataloudellisesti yläpohjan ilmapuodot ovat pahoja, koska lämpö karkaa ilman mukana. Koneellisella ilmastoinnilla myös huoneen yläosa saadaan alipaineiseksi, jolloin tiiveysongelmilla on samansuuntaisia vaikutuksia, kuin alapohjassa ja ulkoseinien alaosissa.

2.4 Puhtaudenhallinta tiivistyskorjauksen rinnalla

Koska ilman epäpuhtaudet leviävät ainakin yhtä tehokkaasti kuin huonepöly, on puhtaudenhallinta tärkeä osa sisäilmanlaadun parantamiseen tähtäävässä korjauksessa. Korjattava alue on rajattava ja eristettävä erityistä tarkkuutta noudattaen sekä kontaminoituneet materiaalit on kuljetettava ulos rakennuksesta oikeaa reittiä pitkin. Tiloihin, joissa sisäilman laadun kanssa on ollut ongelmia, on tehtävä kattava siivous varsinaisen korjaustyön jälkeen.

Ennen korjaustöihin ryhtymistä, on IV-kanavat tulpattava huolellisesti. IV-kanavat puhdistetaan korjauksen jälkeen tarvittaessa. Myös pölyn ja mikrobien leviäminen korjattavista tiloista pitää estää. Tämä voidaan tehdä väliaikaisilla seinillä, esim. muoviseinillä, jotka tehdään tiivistetään mahdollisimman tiiviiksi. Väliaikaisin seinin erotettu tila tulee alipaineistaa tuulettimella, jotta on hienopölysuodatin. Alipainetuulettimen poistoilma johdetaan rakennuksen ulkopuolelle vähintään 3

metrin päähän seinistä ja ilmanottoaukoista. Korjattavista tiloista on järjestettävä kulkureitti ulos niin, että ei tarvitse kulkea puhtaiden tilojen kautta. Myös korjattavien tilojen laatikostot, kaapit, komerot jne. teipataan umpeen työn ajaksi. Tällä toimenpiteellä pyritään vähentämään korjauksen jälkeistä siivoustarvetta. (Purku- ja siivoustyöohje, Sisäilmakorjaukset.)

Rakenteiden purku suoritetaan korjaussuunnitelman ja Ratu 82-0239- kortin mukaisesti ja kukin urakoitsija huolehtii töistään aiheutuneista jätteistä. Purkujäte pakataan sitä mukaan kun sitä syntyy polyeteenipusseihin, suljettaviin jätekärryihin tai vaunuihin ja kuljetetaan suoraan jätelavalle tai muualle jätteelle tarkoitettuun paikkaan. Jätteiden käsittely ja siirrot hoidetaan niin, että jäte ei leviä sille kuulumattomiin paikkoihin. Jätelava tai jätteiden säilytyspaikka ei saa sijaita liian lähellä rakennusta tai ilmanottoaukkoja. (Purku- ja siivoustyöohje, Sisäilmakorjaukset.)

Ennen varsinaista homepölysiivousta tehdään normaali rakennussiivous, jossa poistetaan irtorokat lattialta, seinät, lattiat ja katto imuroidaan ja nihkeäpyyhitään sekä ikkunat pestään. (Purku- ja siivoustyöohje, Sisäilmakorjaukset.)

Homepölysiivousta tai desinfiointisiivousta aloitettaessa on varmistuttava, että ilmanvaihtokanavat ovat tulpattu sekä alipaineistus ja väliaikainen ilmastointi on purettu. Siivous etenee puhtaalta alueelta likaiselle ja siivous aloitetaan aina katosta, josta edetään alaspäin. Myös tilat, joista on ollut ilmayhteys vaurioituneelle alueelle, tulee siivota. Imurointi tehdään imurilla, jossa on mikro- tai HEPA-suodatin. Hyllyjen taustat, avoimilla hyllyillä olevat tavarat, sähköjohdot ja muut pölyä keräävät tavarat ja pinnat imuroidaan. Sisäkattopinnat ja alaslaskettujen kattojen yläpinnat sekä niissä oleva tekniikka on myös imuroitava. Imuroinnin jälkeisenä päivänä suoritetaan nihkeäpyyhintä pinnoille soveltuvalla pesuaineella. Pyyhintä toistetaan 2-3 vrk kuluttua ja pinnoille käytetään puhdistusainetta laimennusohjeen mukaan. Kaikki irtotavarat, kuten mapit ja kansiot, ilmapuhalletaan, nihkeäpyyhitään ja desinfioidaan siirtotilassa, josta ne siirretään oikeille paikoilleen. Laajoissa homepölysiivouksissa voidaan puhdistettujakin tiloja joutua osastoimaan. (Purku- ja siivoustyöohje, Sisäilmakorjaukset.)

Sisäilman hajunpoisto ja desinfioiti tehdään aerosolimaisella aineella, joka levitetään koko siivottavalle alueelle. Tiloissa ei tällöin saa olla huonekasveja tai elektroniikkaa. Tämän toimenpiteen varoaika on yleensä 24 tuntia. Tilat on tuuletettava desinfioinnin jälkeen. (Purku- ja siivoustyöohje, Sisäilmakorjaukset.)

Normaalia siivousta tehostetaan yleensä homepölysiivouksen jälkeenkin tietty jakso, jotta siivouksen teho tulee paremmin esiin. Siivouksen tuloksia voidaan tarkastella silmämääräisesti tai pinnoilta voidaan siivouksen jälkeen ottaa mikrobi- ja pölynäytteitä. (Purku- ja siivoustyöohje, Sisäilmakorjaukset.)

3 70-LUVUN PUURAKENTEISEN TALON ONGELMAT JA TIIVISTYSKORJAUS

3.1 Rakentaminen 70-luvulla

1970-luku oli rakentamisessa murrosvaihetta, johtuen kaikista uusista rakentamisen sovellutuksista. Aikaisemmin 1960-luvulla alkanut elementtirakentaminen oli nuorta ja elementtikerrostalolähiöitä nousi tiiviiseen tahtiin suurimmissa kaupungeissa. Aikaisemmin yleiset puu- ja tiilirakenteet menettivät hieman merkitystään, kun teräsbetonielementit yleistyivät. Tätä ilmiötä vauhditti 60- ja 70-luvun vaihteessa laadittu avoin BES-rakennusjärjestelmä, jonka tavoitteena oli yhtenäistää ja standardisoida betonielementtirakentamista. Elementtirakentaminen ja sen tuoma yksinkertaisuus mm. rakennusten julkisivuun aiheutti närkästystä, sillä talot olivat yksinkertaisen näköisiä laatikoita ilman mitään rakennustaiteellisia arvoja. (Neuvonen 2006, 207.)

Vaikka 70-luvun elementtitaloissa paljastui myöhemmin useita ongelmia, eivät ne olleet kuitenkaan sisäilmaongelmien näkökulmasta kärjessä. 1970-luvun puolivälin jälkeen asuinkerrostalojen rakentaminen väheni huomattavasti huippuvuodestaan 1974 ja tuotanto siirtyi omakoti-, pari- ja rivitaloihin (Neuvonen 2006, 210). Näissä taloissa sisäilmaongelmat ovat yleinen ongelma, johtuen alapohjan huonosta tiiveydestä. Lisäksi rakennusmateriaaleista johtuvat päästöt sisäilmaan lisäävät sisäilmaongelmia entisestään.

3.2 Alapohjat

70-luvulla ongelmia aiheuttivat alapohjat sekä alapohjan ja seinän liittymät. Rakennuksissa käytettiin paljon valesokkelirakennetta ja lattian pinta pyrittiin tekemään lähelle maan tasoa, jotta lattia ikään kuin olisi jatkoa ovella loppuvalle maan pinnalle. Esteettömyyden lisäksi haluttiin kuitenkin, että talossa on näkyvä sokkeli. Kyseistä rakennetta suosittiin hyvin pitkälti ulkonäköseikkojen vuoksi. Alapohjatyyppeinä yleisiä olivat maanvarainen raakavalubetonilaatta, jonka päälle rakennettiin joko puurakenteinen tai betonirakenteinen pintalattia. Raakavalulaatta toimi hyvänä työtasona, mutta sen tuomia ongelmia myöhemmin rakennuksen käytössä ei osattu ennakoida. Raakavalulaatan alla ei ollut vettä läpäisemätöntä materiaalia tai kapillaaritonta täyttömateriaalia, joten maan kosteus ja vesi pääsivät

useimmiten kosketuksiin lattian kanssa. Myös väliseinät ulotettiin potentiaalisesti kostean raakavalulaatan päälle. Alapohjan tiiveyden merkitystä ei vielä ymmärretty, koska koneellinen ilmastointikin oli melko uusi Suomessa.

3.2.1 Maanvaraiset lattiat

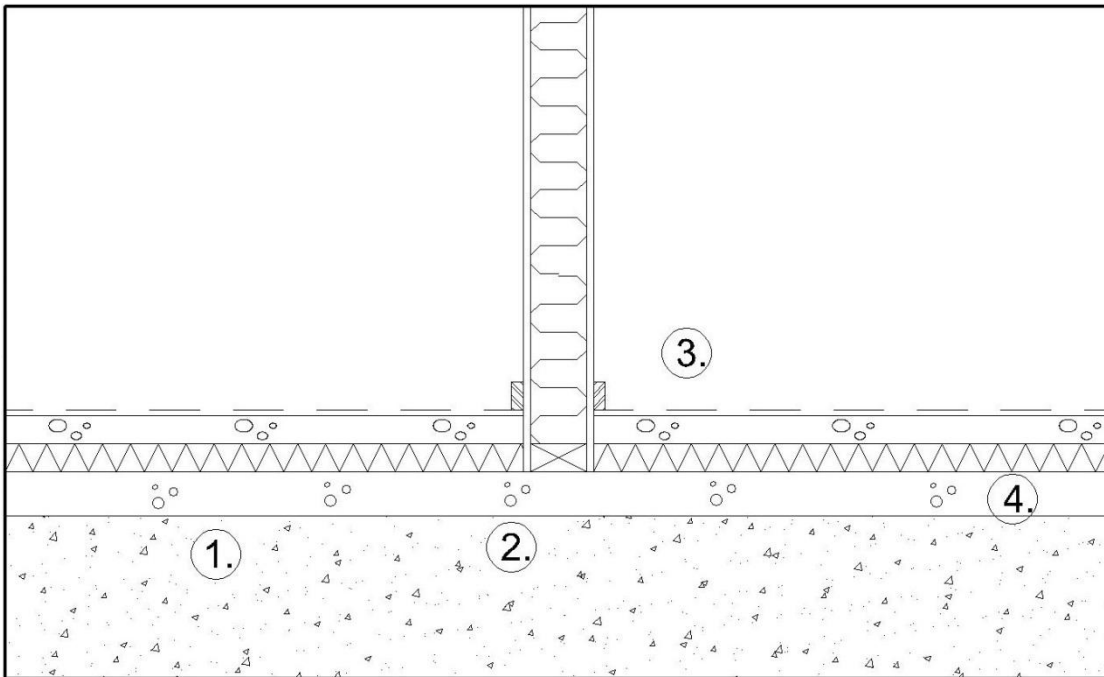
Raakavalu-eriste-pintavalu-lattia oli 70-luvulla yleinen alapohjatyyppi. Lattiat rakennettiin niin, että lattian alimman työtasoksi tarkoitettun betonilaatan, raakavalun, päälle asennettiin lämmöneristys ja päälle valettiin pintalaatta, joka toimi lattiapintana.

Rakenne ei automaattisesti ole ongelmallinen, mutta kantavat väliseinät ulotettiin usein raakavalulaattaan asti, jolloin seinän alaosa altistuu kosteudelle. Rakennuksen alla olevan maan voi olettaa olevan kosteaa (suhtellinen kosteus > 98 %), jolloin kosteus siirtyy aina raakavalulaatan kautta väliseinän alaosaan (Kääriäinen 2012). Tämä voi aiheuttaa sekä esteettisiä, että terveydellisiä ongelmia.

Mikäli väliseinä on tiili tai betonirakenteinen, kosteuden nousun huomaa kalkkihärmeestä, maalin irtoilusta tai seinän värjäytymisenä alaosaan kosteuden vaikutuksesta.

Puurakenteisen väliseinän ollessa kyseessä, alkaa alaohjauspuu homehtua ja sitä seuraa lahoaminen. Kosteus siirtyy vähitellen myös väliseinän pystyrunkoon, joka alkaa homehtua ja lahota alapäästään. Puurakenteisessa väliseinässä myös levytys ulottui raakavaluun asti ja niiden vauriot alkavat ensimmäisenä näkymään ulkopuolelta päin kostumisena tai värjäytymisenä homekasvuston vuoksi. Myös seinän sisäpinnassa oleva pinnoite tai maali voi alkaa kuplimaan ja irtoilemaan.

Raakavalun yksi tärkein ominaisuus oli sen toiminta hyvänä alustana rakennustyölle. Sen pinnalle kertyi tietysti rakennusjätettä rakentamisen edetessä, esimerkiksi sahanpurua tai muuta orgaanista materiaalia. Laatan pinnalle kertynyt rakennusjäte jätettiin usein paikalleen, kun lattia rakennettiin valmiiksi. Raakavalulaatan päästäessä kosteutta läpi, alkaa sen ja eristeen välissä olevaan jätteeseen kertyä mikrobikasvustoa. 70-luvulla ei väliseinien ja lattian tai ulkoseinien ja lattian rajapintojen tiiveyteen kiinnitetty paljoakaan huomiota, joten alipaineen vaikutuksesta mikrobit pääsevät suhteellisen helposti sisäilmaan.



Kuva 7. Raakavalu-eriste-pintavalu-lattia. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

1 Huono täyttömateriaali aiheuttaa kosteuden nousun raakavalun alapintaa, josta se diffuusion avulla pääsee hiljalleen raakavalulaatan läpi.

2 Raakavalulaatan päältä aloitettu puurakenteinen väliseinä, jonka alaosa levytyksineen on altis kosteudelle. Levyt ja alaohjauspuu kostuvat, koska raakavalulaatta ilman vedeneristystä alapinnassaan päästää kosteutta lävitseen.

3 Huonon väliseinän alaosan ja lattian rajapinnan tiivistyksen vuoksi, mikrobit ja muut epäpuhtaudet pääsevät sisäilmaan pintalaatan alta väliseinän alaosasta.

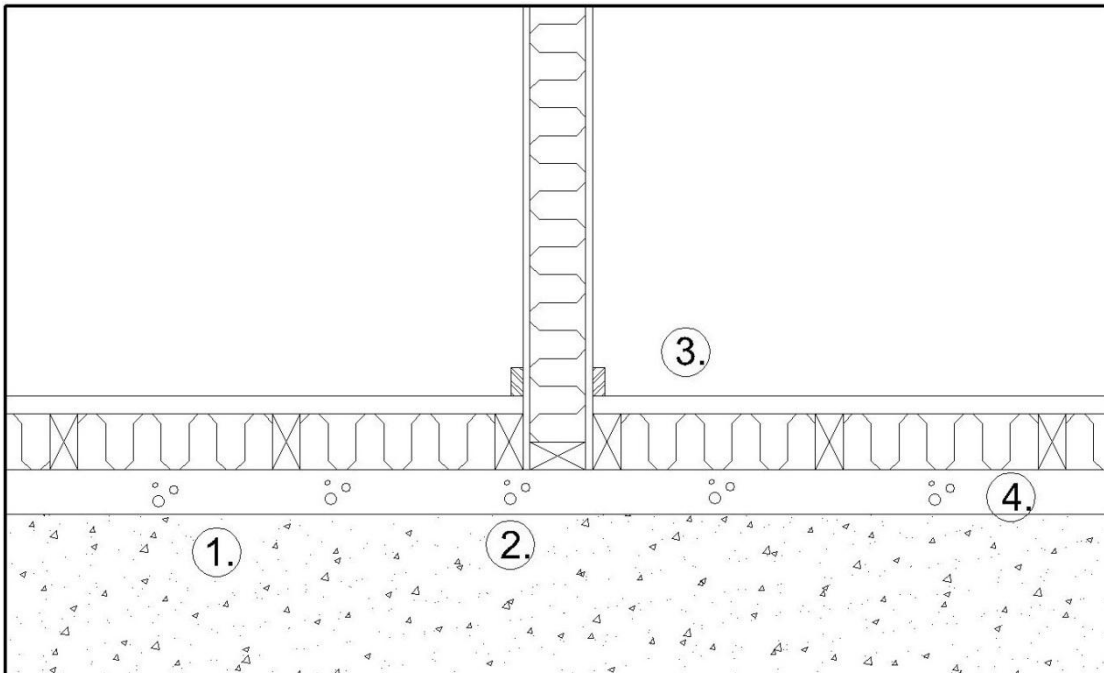
4 Raakavalulaatan päälle jätetty orgaaninen aines pahentaa tilannetta kostuessaan ja homehtuessaan. Myös betonilaattojen välissä oleva eriste voi olla esimerkiksi korkki- tai lastuvillalevyä, jolloin sekin kostuessaan homehtuu ja alkaa lahoamaan helposti.

Raakavalun päälle rakennettu puurakenteinen lattia on toinen lattiarakenne, joka on 70-luvulle tyypillinen.

Raakavalun päälle tehtiin koolaus sahatavarasta ja koolauksen väliin asennettiin lämmöneriste. Eriste saattoi olla mitä vain aina mineraalivillasta sahanpuruun. Ongelmat tässä lattiatyypissä ovat samansuuntaisia kuin betonisen raakavalu-eriste-pintavalu-lattian kanssa.

Kosteus nousee raakavalun läpi täyttömaasta ja kostuttaa puisen koolauksen sekä lämmöneristeen alapinnan, mikäli laatan alla ei ole minkäänlaista vettä läpäisemätöntä materiaalia, esimerkiksi solumuovieristystä. Toisena, ja ehkä jopa yleisempänä, ongelmana rakenteessa on raakavalulaatan reuna-alueiden ja sokkelin kylmyys, mihin sisäilmassa oleva kosteus pääsee diffuusion avulla. Rakenteen kosteuspitoisuus saattaa tämän ilmiön vuoksi kylminä aikoina nousta mikrobikasvustolle suotuisaksi. Ongelmaa vahvistaa mahdolliset ilmavuodot sokkelin yläosasta alaohjauspuun alta.

Myös tässä alapohjatyypissä kantavat väliseinät alkavat usein raakavalun päältä, jolloin kosteusvauriot niiden alapäässä ovat mahdollisia. Huono väliseinän alaosan ja lattian välisen sauman tiivistys johtaa tämänkin rakenteen kanssa monesti sisäilmaongelmiin. Näitä ongelmia vahvistaa huomattavasti nykyaikaisen ilmastoinnin asentaminen rakennukseen, jolloin alipaine sisällä kasvaa ja korvausilma pääsee tulemaan rakenteiden läpi sisäilmaan.



Kuva 8. Raakavalun päälle tehty puulattia. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

1 Huono täyttömateriaali aiheuttaa kosteuden nousun raakavalun alapintaa, josta se diffuusion avulla pääsee hiljalleen raakavalulaatan läpi.

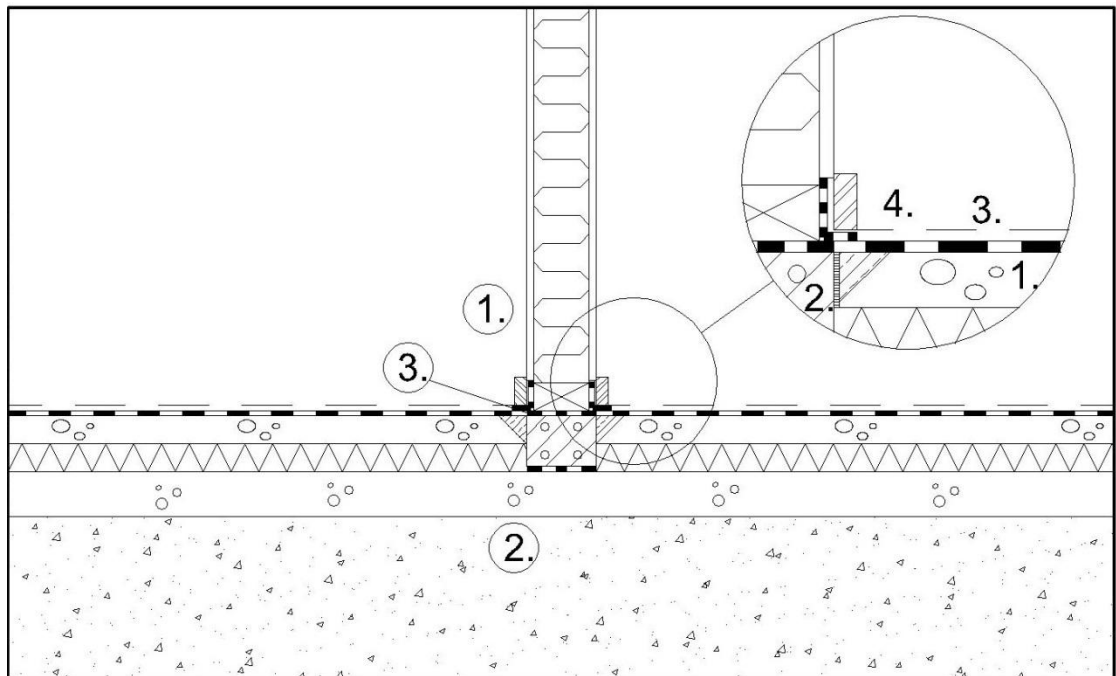
2 Raakavalun päältä aloitettu puurakenteinen seinä, jonka alaosa levytyksineen on altis kosteudelle. Levyt ja alaohjauspuu kostuvat, koska raakavalulaatta ilman vedeneristystä alapinnassaan päästää kosteutta lävitseen.

3 Huonon väliseinän alaosan ja lattian rajapinnan tiivistyksen vuoksi, mikrobit ja muut epäpuhtaudet pääsevät sisäilmaan pintalaatan alta väliseinän alaosasta.

4 Raakavalulaatan päälle jätetty orgaaninen aines pahentaa tilannetta kostuessaan ja homehtuessaan. Raakavalun päälle rakennetussa puulattiassa eristeenä käytettiin usein puupohjaisia eristeitä, kuten kutterin lastua. Puupohjainen eriste alkaa homehtua alapinnastaan, kuten muutkin lattian puosat.

Korjaaminen:

Lattioiden korjaaminen vaatii yleensä muutakin kuin pelkkää tiivistyskorjausta. Raakavalu-eriste-pintavalu- lattian ollessa kyseessä, on tärkeä tutkia, onko ongelma raakavalun päällä olevassa orgaanisessa ja hajoavassa aineksessa vai väli/ulkoseinissä, joiden rakenteet ulottuvat raakavalun päälle. Jos seinän alajuoksu ei ole suojassa kosteudelta ja siinä on home- tai lahovaurio, on se vedeneristettävä ja kengitettävä. Seuraavassa kuvasarjassa on esitetty korjausehdotus kyseisiin ongelmiin:



Kuva 9. Korjattu raakavalu-eriste-pintavalu- lattia. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

1 Rakenteiden purku suoritetaan homepurkutyönä Ratu 82–0239- kortin mukaisesti. Seinän alaosan tolpat katkaistaan tarvittavalta korkeudelta, jotta korjaustyö pystytään suorittamaan. Seinä tuetaan sitä mukaa, kun korjaustyötä suoritetaan ja seinän pystytolppia katkaistaan.

2 Seinän alle muodostunut onkalo puhdistetaan mekaanisesti, desinfioidaan ja imuroidaan. Pintalaatan reunat voidaan leikata viistoiksi, jotta asennustyöhön saadaan lisää tilaa sekä harkon ympäryrs saadaan valettua tiiviiksi (Ympäristöministeriö 1997, 25). Raakavalun päälle asennetaan vedeneriste ja sen

jälkeen onkaloon muurataan kevytsoraharkko. Harkko leikataan tarvittaessa sopivaksi, jotta sen yläpinta saadaan pintalaatan tasolle.

3 Harkon reunat valetaan tiiviiksi ja valun ja harkon väliin laitetaan irroituskasta. Harkon päälle asennetaan vedeneriste ja uusi alajuoksu. Pystyolpat kiilataan yläjuoksuun.

Tiivistyskorjaus (kohdan 2.3.1. mukaan):

1 Rakenteet puretaan homepurkutyönä Ratu 82-0239- kortin mukaisesti. Betonipinnat puhdistetaan mekaanisesti hiomalla ja kaikki vanhat tasoitteet/pinnoitteet sekä niiden mahdolliset liimat poistetaan pinnasta lujaan alustaan asti. Hiontapöly poistetaan imuroimalla, jonka jälkeen rakenteet desinfioidaan asianmukaisilla aineilla. Desinfioinnin jälkeen rakenteet imuroidaan.

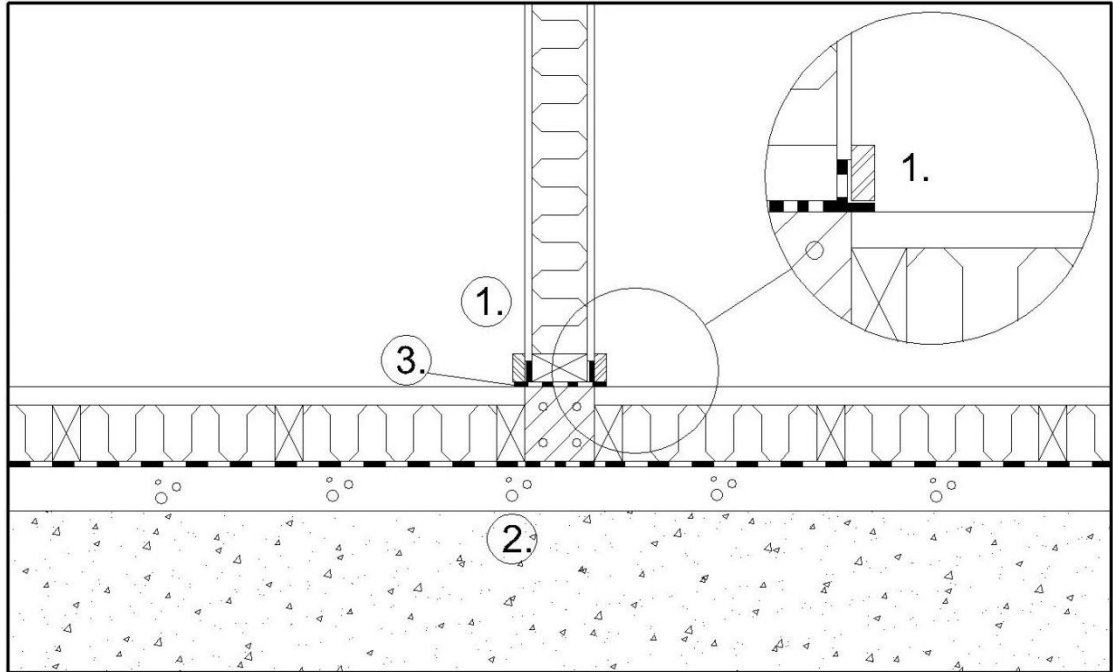
2 Seinän ja lattian rajapinnan mahdolliset raot täytetään saniteettisilikonilla tai polyuretaanivaahdolla.

3 Lattia tiivistetään kapillaari- ja diffuusiokosteuden nousun estävällä kvartsiepoksipinnoitteella ja tasoitteella sekä uudella pinnoitteella. Mikäli kuntotutkimukset osoittavat, että lattiarakennetta ei ole tarpeellista kapseloida, tehdään pelkkä kohdan 4. mukainen seinän ja lattian rajapinnan tiivistys.

4 Seinän ja lattian rajapintaan asennetaan vahvikenauha, joka liimataan vedeneristysmassalla. Nauha painetaan tuoreeseen vedeneristeeseen lastalla niin, että alle ei jää ilmataskuja. Saumanauha päällystetään kauttaaltaan vedeneristysmassalla. Nauhan päälle tuleva vedeneristysmassa ulotetaan noin 10mm päähän vahvikenauhan reunoista.

Samansuuntaiset ongelmat pätevät myös raakavalulattiaan, jonka päälle on asennettu puinen lattiarakenne. Tässä rakenteessa on kuitenkin suurempi riski, että ongelma on raakavalun päällä olevat lattiapalkit ja puupohjainen eriste. Näin ollen lattian puurakenteet joudutaan purkamaan ja korvaamaan uudella. Se pitää ottaa huomioon korjaustarvetta kartoittaessa ja lattiapalkkien sekä eristeen alapinnan

kosteus on tutkimusrei'istä tutkittava tarkoin. Alla korjausehdotus kyseiseen ongelmaan:



Kuva 10. Korjattu raakavalun päälle tehty puulattia. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

1 Rakenteet puretaan homepurkutyönä Ratu 82–0239- kortin mukaisesti. Lattian pintarakenteet puretaan kantavaan betonilaattaan asti. Seinän alaosan tolpat katkaistaan tarvittavalta korkeudelta, jotta korjaustyö pystytään suorittamaan. Seinä tuetaan sitä mukaa, kun korjaustyötä suoritetaan ja seinän pystytolppia katkaistaan.

2 Maanvaraisen laatan pinta puhdistetaan mekaanisesti, desinfioidaan ja imuroidaan. Tämän jälkeen lattia kapseloidaan kohdan 2.3.1. mukaisesti. Seinän kohdalle asennetaan vedeneristys sitä mukaan kun seinän kevytsoraharkkokengitys etenee. Harkko leikataan tarvittaessa sopivaksi, jotta sen yläpinta saadaan pintalaatan tasolle. Uusi lattiarakenne asennetaan paikoilleen ja eristeenä käytetään eristettä, joka ei sisällä orgaanista materiaalia.

3 Lattian pintarakenne tiivistetään kevytsoraharkon kylkeen elastisella saumausmassalla. Seinän pystytolpat kiilataan vanerikiiloilla uuteen alajuoksuun.

Tiivistyskorjaus (kohdan 2.3.1. mukaan):

1 Seinän ja lattian rajapintaan asennetaan vahvikenauha, joka liimataan vedeneristemassalla. Nauha painetaan tuoreeseen vedeneristeeseen lastalla niin, että alle ei jää ilmataskuja. Saumanauha päällystetään kauttaaltaan vedeneristysmassalla. Nauhan päälle tuleva vedeneristysmassa ulotetaan noin 10 mm:n päähän vahvikenauhan reunoista.

Esimerkki:

Molemmasta lattiatyypistä hyvänä korjausesimerkkinä toimii Keski-Suomessa oleva vanha koulurakennus. Vaikka kyseinen rakennus on valmistunut juuri 80-luvun alussa (1981), on siinä lähes kaikki 70-luvulle tunnusomaiset riskirakenteet. Rakennukselle tehtiin kuntoarvio ja sen jälkeen kuntotutkimus, koska rakennuksen käyttäjät olivat oireilleet sisäilmaongelmiin sopivilla tavoilla. Koulurakennuksessa on 4. kerrosta, joista yksi on suurimmaksi osaksi maan alla. Kellarikerroksessa ongelmat ovat olleet pahimpia ja se ei ole yllättävää ottaen huomioon 70- ja 80-luvun alapohjarakenteet.

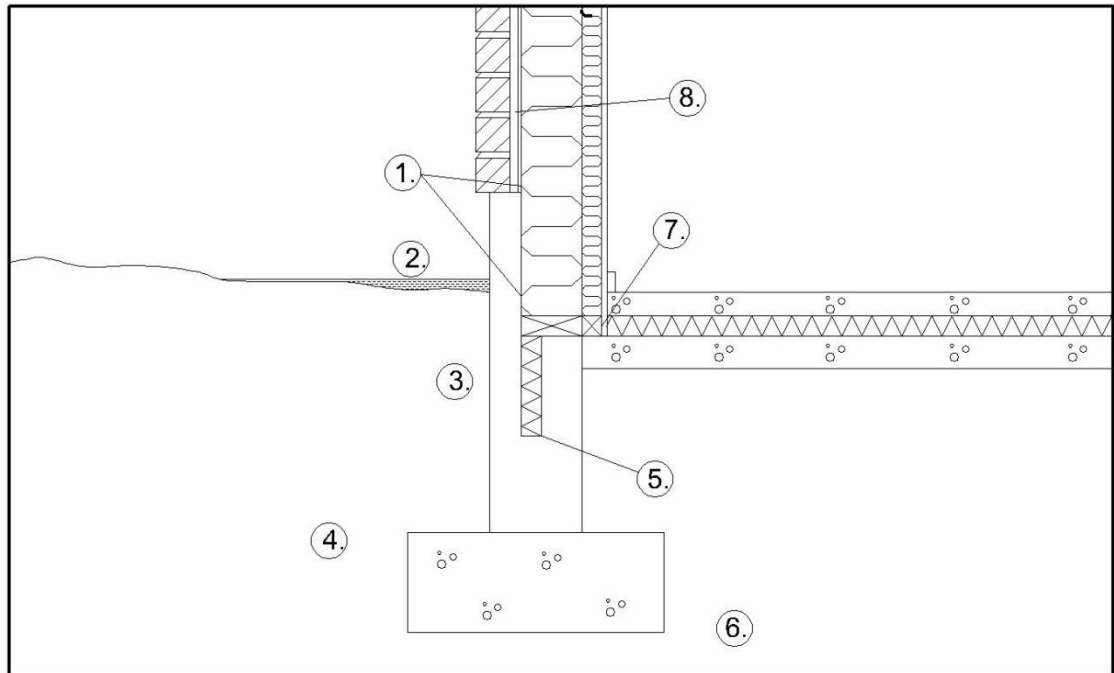
Rakennuksen sokkelirakenteena oli betoninen valesokkelirakenne, jossa pystyeristeenä on Tojax-lastuvillalevy. Salaojitus oli muuten kunnossa, mutta rakennuksen vieressä käytetyt täyttömateriaalit eivät olleet tarpeeksi karkeita nykyvaatimusten mukaisesti. Sokkelin ulkopuolinen vedeneristys oli myös olematonta. Alapohjatyypinä rakennuksessa toimi sekä raakavalun päälle tehty puulattia sekä raakavalu-eriste-pintavalu- lattia. Lisäongelmia aiheutti kellarikerroksen lattian alle tehty putkikanaali, johon oli jätetty orgaanista rakennusjätettä rakennusaikana.

Korjauksessa keskityttiin lähinnä kellarikerrokseen. Korjaukseen kuului salaojituksen parantaminen, maan tasaaminen pois päin rakennuksesta, sokkelin vedeneristyksen parantaminen, sokkelin kuivatus ja kapselointi sisäpuolelta, raakavalun päälle rakennetun puulattian sekä raakavalun purkaminen sekä osan raakavalu-eriste-pintalaatta- lattian kapselointi.

3.2.2 Sokkelit

Valesokkelirakenne oli yleinen 70-luvun sokkelirakenne. Siinä betonisokkeliin valettiin ulkokuori, joka nousi lattiapintaakin korkeammalle ja sokkelin sisässä oli pystyssä lämmöneristelevy. Valesokkelirakenne on riskirakenne, jossa ongelmien

aiheuttajia on monia. Joissakin valesokkeleissa ei ole ollut paljon ongelmia, mutta johtuu ainoastaan siitä, että alaohjauspuu on maanpintaan nähden hieman korkeammalla. Näin ollen rakenteen kosteusrasitus pienenee ja silloin valesokkeli voi jopa toimiakin.



Kuva 11. Valesokkelin ongelmat. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

1 Tiilijulkisivun muurauksesta aiheutuneet laastipurseet tukkivat muurauksen takaisen tuuletusraon ja saumoista pursuava laasti ohjaa vettä tuulensuojalevyn pintaan.

Tuuletusrako puuttuu ulkoseinän puurungon ja sokkelin pystyeristeen sekä julkisivumuurauksen ja puurungon välissä tai se on liian pieni.

2 Sade- ja sulamisvedet seisovat seinän vieressä maan viettäessä rakennukseen päin.

3 Huono tai olematon vedeneristys sokkelin ulkopinnassa aiheuttaa sokkelin ja mahdollisesti sen yläpuolisten rakenteiden kastumisen. Myös paikalleen jätetty muottilaudoitin saattaa aiheuttaa ongelmia kostuessaan. Muottilaudoitin alkaa ajan myötä homehtua ja lahota, jolloin huonosti tiivistetystä seinän ja lattian rajapinnasta mikrobeilla on suora reitti sisäilmaan. (Kääriäinen 2012.)

4 Puuttuvan tai toimimattoman salaojituksen seurauksena perusmaan kosteus pääsee nousemaan sokkelirakenteeseen. Kun vesi on päässyt betonikuoren toiselle puolelle, syntyy lämmöneristeeseen ja alaohjauspuuhun kosteusvaurio, josta voi kehittyä edelleen home- ja lahovaurio.

5 Ulkokuoren sisäpuolella on pystylämmöneriste, usein orgaanisesta aineesta valmistettu levy, esim. lastuvilla- tai korkkilevy, ja ulkoseinän kantava runko alaohjauspuineen. Sokkelin eriste ulottuu maan alle noin 500 mm.

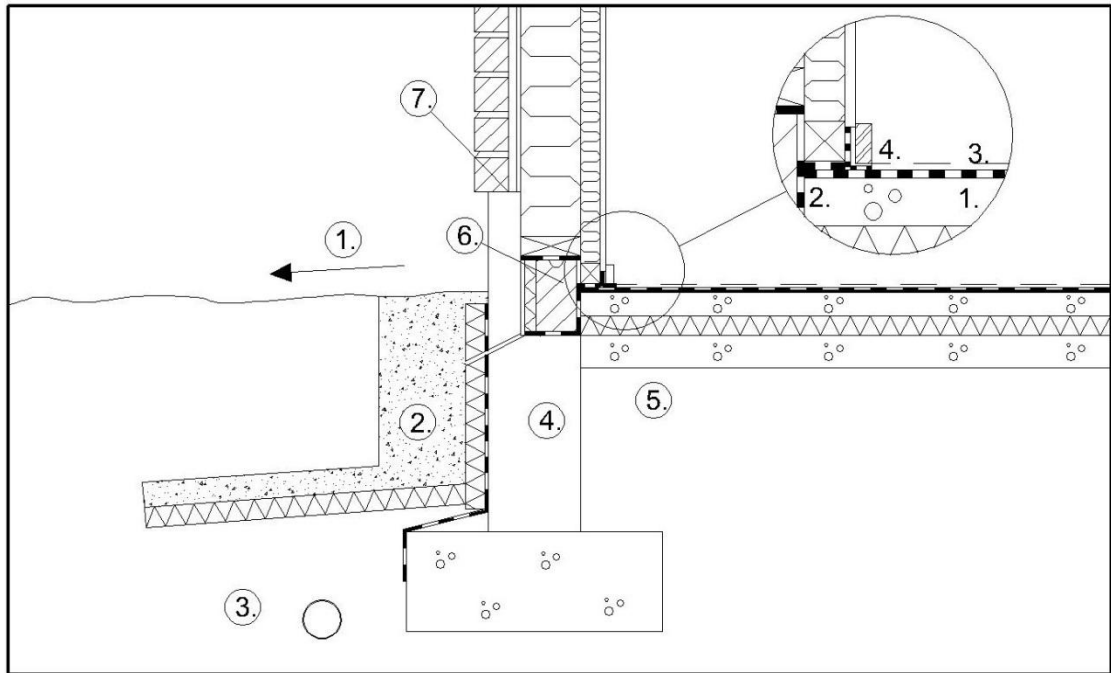
6 Rakennuksen maanvaraisen lattian ja perustusten alapuolinen maatäyttö tehty huonoista täyttömateriaaleista.

7 Raakavalun päälle viety ulkoseinän puuranka verhouksilevyineen.

8 Tuulensuojalevy on kartonkipintainen ja herkästi homehtuva kosteusvaurion sattuessa.

Korjaaminen:

Valesokkelin korjaus on tapauskohtaista. Jos kosteusmittaukset ja muut tutkimukset osoittavat, että alaohjainpuu sekä eriste ovat kunnossa, voi korjaustavaksi riittää vain pelkkä tiivistyskorjaus. Tällöin voidaan olettaa, että epäpuhtaudet sisäilmaan tulevat joko ulkoilmaan rajoittuvista rakenteista tai alapohjan täyttömateriaaleista. On kuitenkin otettava huomioon, että märkinä vuodenaikoina tilanne voi olla toinen. Keväällä lumien sulaessa tai syksyllä sateiden jälkeen, mittaukset voivat antaa arvoja, joiden mukaan mikrobikasvulle on sokkelin halkaisevassa eristeessä ja alaohjainpuussa suotuisat olosuhteet. Seuraavassa kuvassa on esitetty valesokkelin korjaukseen korjausvaihtoehto, jossa korjausvaihtoehdoksi on valittu laajempi korjaus, jota tukee alapohjan ja seinän rajakohtaan tehtävä tiivistyskorjaus:



Kuva 12. Korjattu valesokkelirakenne. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

- 1** Seinän viereinen maa tasataan ja kallistetaan rakennuksesta poispäin 1:20 vähintään 3 metrin matkalla lammikoitumisen estämiseksi.
- 2** Seinän vieressä käytetään kapillaaritonta täyttömateriaalia. Sokkelin ulkopintaan lisätään vedeneristys ja lämmöneriste. Routaeriste lisätään ja se kallistetaan rakennuksesta ulospäin. Myös anturan päälle tehdään viiste laastista, jotta vesi ei jää sokkelin päälle seisomaan.
- 3** Uudet salaojaputket lisätään, mikäli niitä ei ole. Jos paikalla on jo vanhat salaojaputket, niiden toimivuus tarkistetaan.
- 4** Valesokkelin pystyeriste poistetaan ja eristeen syvennys puhdistetaan, desinfioidaan ja täytetään laastilla. Tämä on tapauskohtaista, koska joskus pystyeristeen poisto johtaa kylmäsilan muodostumiseen. Tällöin eriste kannattaa korvata nykyaikaisella ja kosteuden kestäväällä eristeellä ja varmistaa sen tuulettuminen.
- 5** Runkotolpat tuetaan ja katkaistaan korjauksen etenemisen mukaan, alajuoksu poistetaan ja rakenne puhdistetaan, desinfioidaan sekä imuroidaan.

6 Vanhan alajuoksun paikalle muurataan kevytsoraharkko, jonka alle ja päälle asennetaan vedeneristys. Näin kosteus ei pääse nousemaan harkkoon eikä harkon päälle asennettavaan uuteen seinän alajuoksupuuhun. Seinäntolpat kiilataan vanerilapuilla uuteen alajuoksuun.

7 Ulkoseinän tiilimuurauksesta avataan joka 3. pystysauma ensimmäisestä tiilivarvissta. Näin ulkoseinän tuulettuvuus paranee.

Tiivistyskorjaus (kohdan 2.3.1. mukaan):

1 Rakenteet puretaan homepurkutyönä Ratu 82-0239- kortin mukaisesti. Betonipinnat puhdistetaan mekaanisesti hiomalla ja kaikki vanhat tasoitteet/pinnoitteet sekä niiden mahdolliset liimat poistetaan pinnasta lujaan alustaan asti. Hiontapöly poistetaan imuroimalla. Mikäli rakenteissa on hometta, se puhdistetaan mekaanisesti hiomalla, harjaamalla tai puhaltamalla ja tämän jälkeen rakenteet desinfioidaan asianmukaisilla aineilla. Desinfioinnin jälkeen rakenteet imuroidaan.

2 Seinän ja lattian rajapinnan mahdolliset raot täytetään saniteettisilikonilla tai uretaanivaahdolla.

3 Lattia tiivistetään kapillaari- ja diffuusiokosteuden nousun estävällä kvartsiepoksipinnoitteella tai pelkästään tasoitteella ja uudella pinnoitteella. Jos pintalaatan alla oleva eriste on kuiva ja siinä ei ole mikrobivaurioita, kosteuden nousun estävä pinnoite ei ole välttämätön.

4 Seinän ja lattian rajapintaan asennetaan vahvikenauha, joka liimataan vedeneristemassalla. Nauha painetaan tuoreeseen vedeneristeeseen lastalla niin, että alle ei jää ilmataskuja. Saumanauha päällystetään kauttaaltaan vedeneristysmassalla. Nauhan päälle tuleva vedeneristysmassa ulotetaan noin 10 mm:n päähän vahvikenauhan reunoista.

Esimerkki:

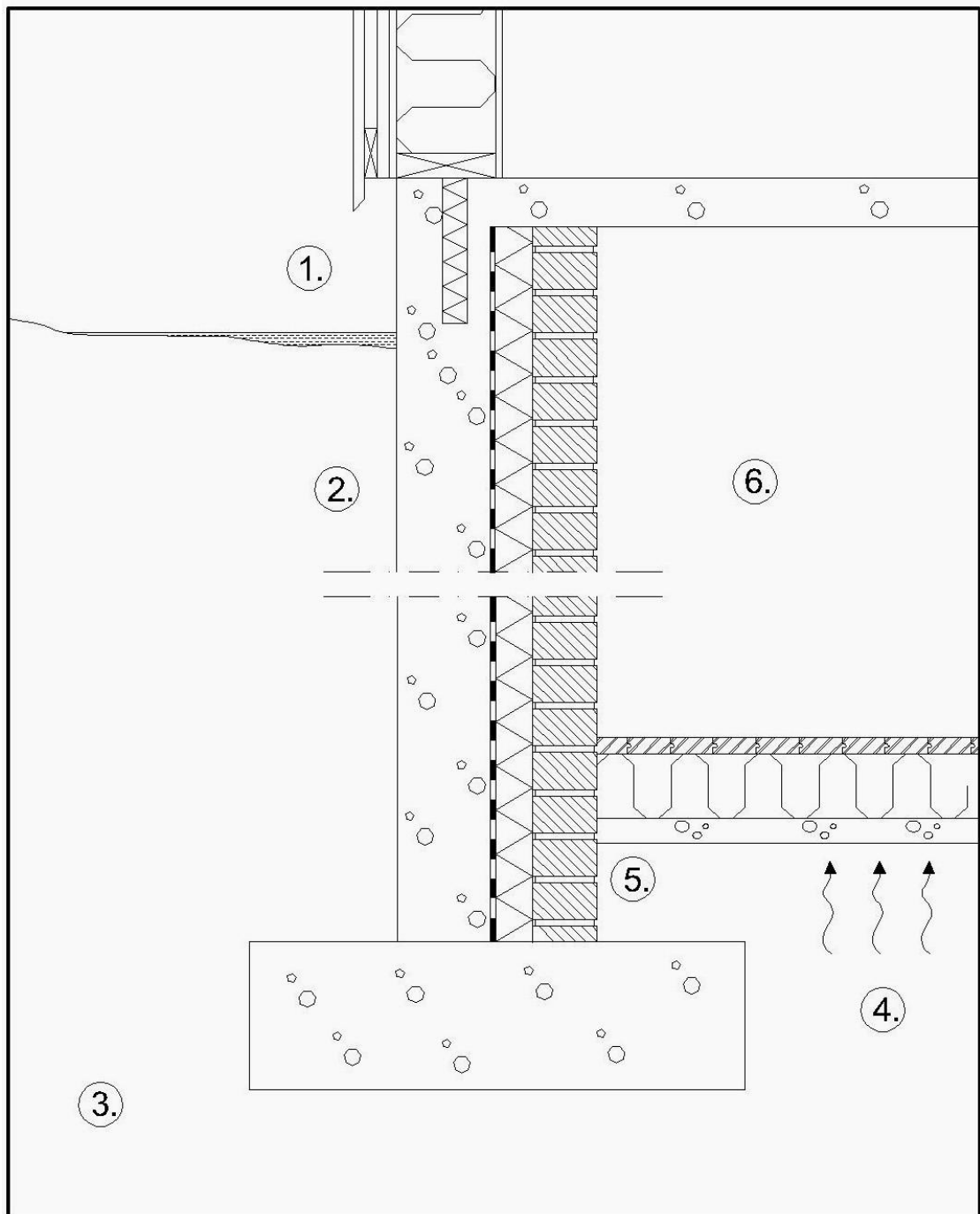
Edellä kuvatut ongelmat ovat yleisiä 70-luvun puurakenteisissa taloissa ja Controlteam Oy:llä on ollut vastaavanlaisia korjaussuunnittelukohteita. Korjausehdotuksen tapainen korjaus tehtiin mm. vuonna 2012 Keski-Suomessa sijainneeseen yksikerroksiseen puurakenteiseen taloon, jonka julkisivumateriaalina oli 85 mm paksu tiiliverhous ja sokkelirakenteena valesokkeli. Epäily koski talon ulkoseinän alajuoksua, jonka epäiltiin olevan sokkeliin kosketuksissa ilman vedeneristystä. Kuntoarvio osoitti, että rakennetta joudutaan avaamaan, koska ongelmien olemassaolo oli selvää. Kyseessä oli riskirakenne, jossa oli lähes kaikki mahdolliset riskitekijät. Pahin kohta oli ulkoseinän kohdassa, jonka ulkopuolella maanpinta oli lähes lattian pinnan tasossa, sisäpuolella oli keittiön tiskauspiste, tiiliseinän ensimmäisessä varvissa olevat tuuletusraot olemattomat sekä valesokkelirakenne. Sisällä tiskauspisteen lattiassa oli muovimatto ja seinässä laatoitus ja niiden alla ei luonnollisesti ollut vedeneristystä. Vesi pääsi lattian ja seinän rajapinnasta sekä matalalla olevien ikkunoiden alareunan saumasta seinärakenteisiin. Seinän eristeet olivat märkiä 1 metrin korkeudelle asti, seinän runkotolpat olivat silminnähden kostuneet noin 20 senttimetrin korkeudelle ja niissä oli myös valkeaa mikrobikasvustoa. Valesokkelissa oleva pystyeriste oli myös kostunut.



Kuva 13. Kostuneet ja homevaurioituneet runkotolpat. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

Korjaustavaksi valittiin runkotolppien kengitys kevytbetoniharkoilla. Lisäksi lattiaan lisättiin vedeneriste ja se pinnoitettiin uudelleen. Lattian vedeneriste nostettiin seinälle uuden ikkunan alapintaan ulottuvan Kahi-tiilimuurauksen taakse. Sokkelin pystyeriste päätettiin poistaa kokonaan ja se korvattiin uritetulla eristelevyllä. Uria pitkin valesokkelirakenne pääsisi kuivamaan paremmin. Seinärakennetta purettaessa kävi myös ilmi, että ulkoseinän höyrynsulku ei ollut kovin tiivis. Höyrynsulku korjattiin sekä seinien ja lattian rajapintaan tehtiin tiivistyskorjaus työn kohdan 2.3.1 mukaan. Lisäksi kohteen salaojitusta parannettiin.

Kellarin seinät vanhoissa 70-luvun rakennuksissa kuuluvat myös riskiryhmään. Toisaalta ulkopuolelta tuleva kosteus aiheutti ongelmia, mutta myös seinän rakenne oli selvä riski. Seuraavassa kuvassa on yleisesti kellarin seinässä käytetty rakenne virheineen.



Kuva 14. Kellarin seinän ongelmat. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

1 70-luvulla yleinen ongelma oli maan tasaus seinän vieressä, jolloin vesi jää sokkelin viereen seisomaan. Myös huonosti vettä johtavat täyttömateriaalit pahentavat ongelmaa.

2 Sokkelin ulkopinnassa ei ollut vedeneristystä, vaan luotettiin siihen, että sokkelirakenne on vedenpitävä.

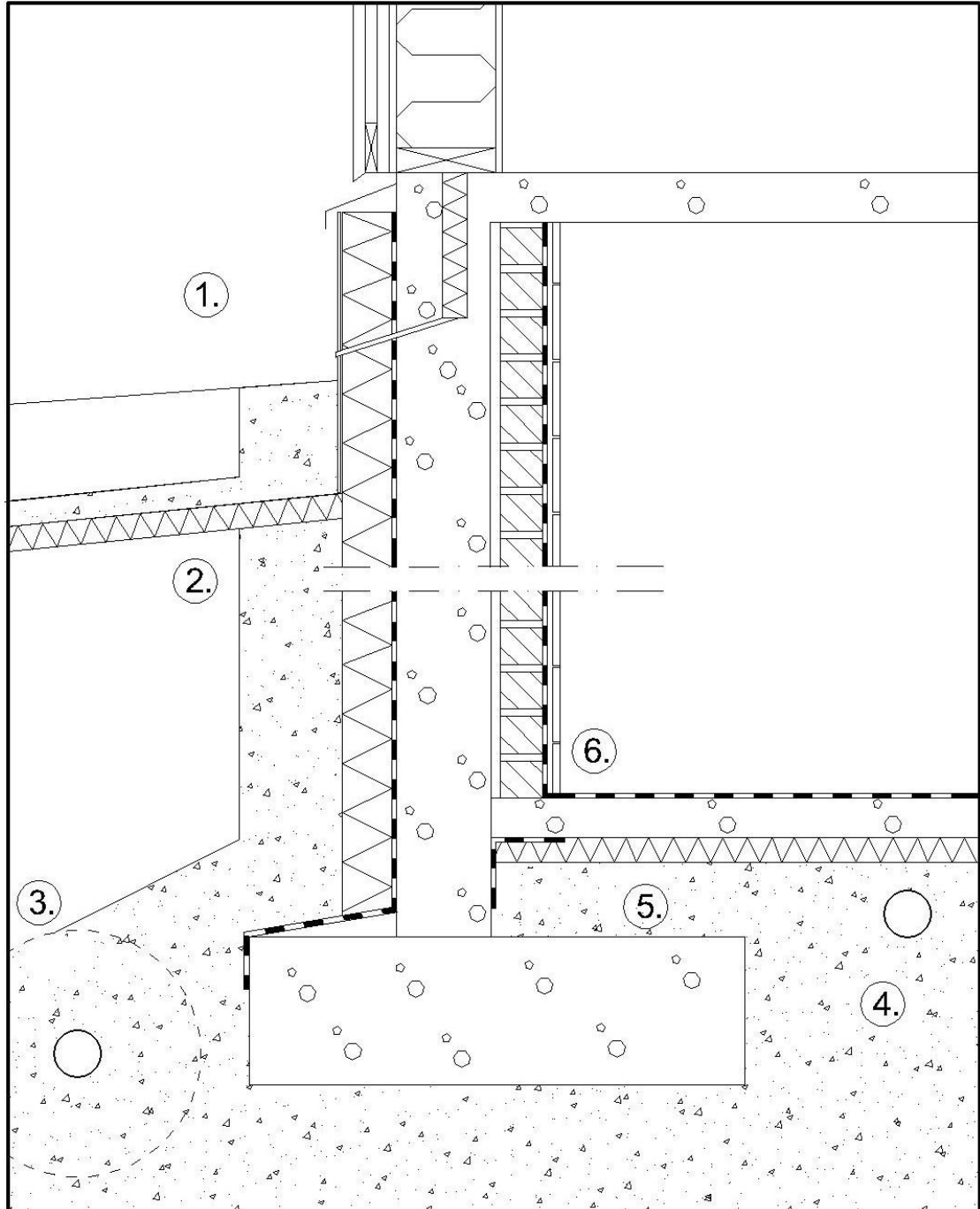
3 Salaojitus oli puutteellinen tai puuttui kokonaan. Monesti myös salaojan ympäristäyttö oli liian hienoa ainesta tai suodatinkangasta ei käytetty, jolloin salaoja tukkiintuu hienoaineksesta.

4 Täyttömateriaalit ovat kapillaarisia, jolloin kosteus pääsee nousemaan maanvaraisen betonilaatan alapintaan. Pikkuhiljaa kosteus pääsee laatasta läpi, sillä betonirakenne ei ole pidemmällä aikavälillä vesitiivis.

5 Eristyksenä käytettiin sokkelin sisäpuolista eristystä ja sen eteen muurattiin tiilimuuraus. Sokkelissa saatettiin käyttää bitumisivelyä sen kantavan rakenteen sisäpinnassa. Eristeenä käytettiin orgaanisesta materiaalista tehtyä eristettä, kuten lastuvillalevyä tai korkkilevyä ja se ulotettiin monesti sokkeliin asti. Tämä aiheuttaa samantyyppisiä ongelmia, kuin kantavan väliseinän ulottaminen raakavaluun, eli eriste alkaa kostua ja homehtua alapäästään. Kosteus alkaa nousta myös tiilimuurauksessa, jos se alkaa anturan päältä.

6 Usein märkätiloja sijoitettiin kellariin, jolloin ulkopuolisen kosteusrasituksen lisäksi sisäpuolista kosteusrasitusta kertyy huomattavasti. Eristyksenä käytettiin sokkelin sisäpuolista eristystä ja sen eteen muurattiin vielä tiilimuuraus. Eristeenä käytettiin orgaanisesta materiaalista tehtyä eristettä, kuten lastuvillalevyä ja se saatettiin ulottaa sokkeliin asti. Tämä aiheuttaa samantyyppisiä ongelmia, kuin kantavan väliseinän ulottaminen raakavaluun, eli eriste alkaa kostua ja homehtua puolelta, joka on kosketuksissa sokkeliin sekä alapinnastaan.

Korjaaminen:



Kuva 15. Korjattu kellarin seinä. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

1 Maa kallistetaan 1:20 pois päin seinästä vähintään 3 metrin matkalla, jotta vesi ei pääse lammikoitumaan seinän viereen.

2 Sokkelin vierustäyttö tehdään salaojasoralla tai muulla karkealla materiaalilla, joka ei ole routivaa ja on hyvin vettä läpäisevää. Sokkelin eristys siirretään sisäpuolelta ulkopuolelle ja sokkeliin liimataan kumibitumikermi. Eristeen yläosa nostetaan maanpinnan yläpuolelle mahdollisimman ylös, jotta rakenteeseen ei muodostu kylmäsiltaa. Eriste suojataan ulkopuolelta perusmuurilevyllä. Jos sokkelissa on pystyeriste, sokkeliin asennetaan tuuletusputket.

3 Uudet salaojaputket asennetaan tai vanhat puhdistetaan. Salaojan ympärille laitetaan vähintään 200 mm salaojasoraa ja suodatinkangas.

4 Mikäli lattia avataan ja uusitaan kokonaan, on silloin järkevää lattian alustäytötkin vaihtaa kapillaarittomaan salaojasoraan tai sepeliin. Samalla voidaan asentaa radonputket. Uuden maanvaraisen betonilaatan alle laitetaan EPS- tai muu vastaava eriste, joka ei kostuessaan homehdu.

5 Kellarin seinä puretaan kantavaan rakenteeseen asti ja puhdistetaan. Tämän jälkeen muurataan tiiliseinä vanhan tilalle ja muuraus aloitetaan uuden betonilaatan päältä. Tiiliseinän ja sokkelin väliin jätetään ilmarako. Tiilimuuraus pinnoitetaan tarpeen mukaan. Kantava sokkeli voidaan injektoida alapäästään epoksilla, jos voidaan olettaa, että anturan alla on yhä kapillaarista maa-ainesta ja vesi pääsee nousemaan anturan kautta sokkelirakenteeseen. Seinän vierustoille asennetaan radonkermit.

6 Mikäli kellarissa on märkätiloja, tehdään uudet seinäpinnat sen mukaan.

Tiivistyskorjaus:

Yllä esitetyllä korjausratkaisulla rakenteesta saadaan lähes uuden veroinen. Raakavalun päällä olevaa puurakenteista lattiaa ei ole järkevää kapseloida, varsinkaan jos lattian eristeestä tai puuosista tehdyt mittaukset osoittavat, että ne ovat kosteus- tai homevaurioituneet. Tiivistys voidaan hoitaa radonkermillä, joka estää epäpuhtauksien tulon sisäilmaan laatan alta ja lisäksi estää radonkaasun pääsyn sisäilmaan. On kuitenkin tapauskohtaista, kuinka pahat mahdolliset vauriot ovat vai onko niitä ollenkaan.

Esimerkki:

Esimerkkinä kellarin seinän ulkopuolisesta korjauksesta toimii koulurakennus Pohjois-Pohjanmaalta, joka on rakennettu vuonna 1950. Koulurakennukseen on kuitenkin tehty laajennuksia 60-, 70-, ja 90-luvuilla. Kyseisessä kohteessa oli havaittu sisäilmaongelmia ja tarkemmassa kuntotutkimuksessa niiden syyksi paljastui pääasiassa seinän ja lattian välistä tuleva mikrobipitoinen korvausilma sekä kostuneet pinta-materiaalit, jotka aiheuttivat sisäilmaan VOC-päästöjä. Pintakosteusmittauksissa kosteusarvot olivat paikoin koholla. Myös ulkopuolella ongelmia oli havaittavissa mm. jo päältä päin pihan kallistusten puutteina. Rakennus on kooltaan suuri ja sen eri osatkin on rakennettu eri aikakausilla. Tämän vuoksi sisäilmaongelmien aiheuttajiakin on sen mukainen määrä. Esimerkkinä tässä käytetään kuitenkin vain muutamaa ongelmien aiheuttajaa.



Kuva 16. Sokkelin vedeneristyksen ja salaojituksen parantaminen. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

Koulurakennuksen ongelmina olivat myös maan pintojen kallistukset rakennukseen päin, huono salaojitus sekä puutteellinen sokkelin ulkopuolinen vedeneristys. Kyseiset puutteet korjattiin kohdan 3.2.2 mukaisesti.

4 80-LUVUN PUURAKENTEISEN TALON ONGELMAT JA TIIVISTYSKORJAUS

4.1 Rakentaminen 80-luvulla

80-luvulla rakentaminen monipuolistui entisestään, kun uusia rakenneratkaisuita alettiin käyttää. Rakentaminen oli siirtynyt 70-luvun puolivälin kerrostalorakentamisen huipusta enemmän pientalorakentamiseen.

4.2 Alapohjat

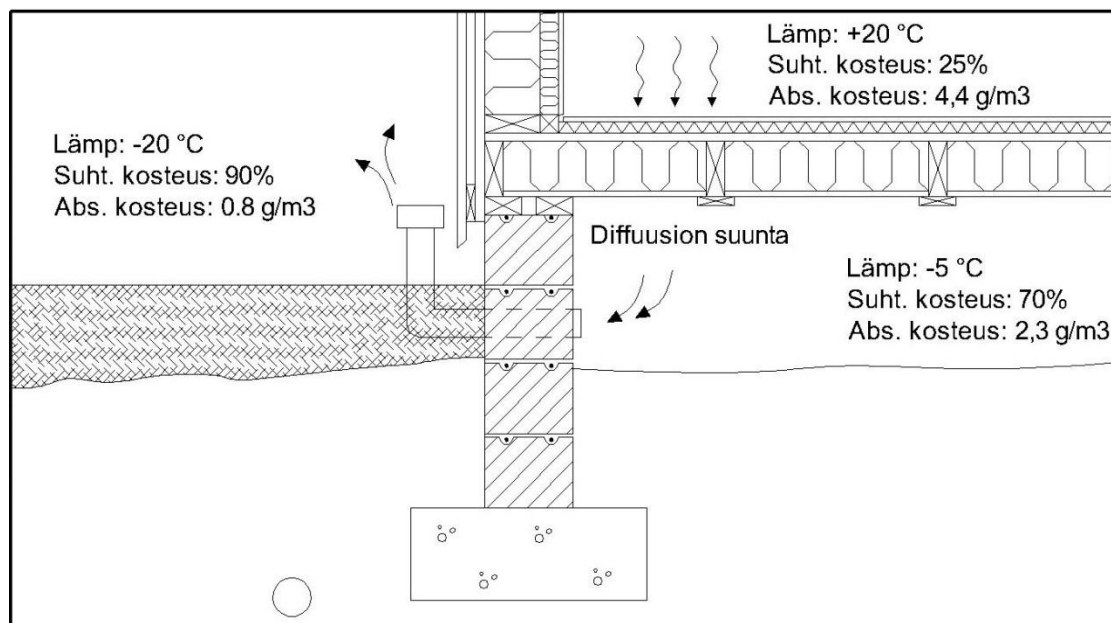
70-luvulla esiintyneiden ongelmallisten rakenteiden määrä väheni 80-luvulle tultaessa, vaikka samoja rakenteita vuosikymmenen alkupuolella jonkun verran tehtiinkin. Vettä läpäisemätön eriste asennettiin maanvaraisen betonilaatan alle ja perustusten alla sekä lattioiden alla käytettiin pääasiassa hyvin vettä läpäiseviä täyttömateriaaleja. Valesokkeleita ei juuri enää tehty ja lattiatkin nostettiin maan pinnan tasosta korkeammalle, jolloin monet ongelmat korjaantuivat. Kuitenkin 80-luvulla eteen tulivat uudet ongelmat, etenkin ryömintätalallisissa alapohjissa eli rossipohjissa.

4.2.1 Ryömintätalallinen alapohja

Ryömintätalallinen alapohja voidaan laskea aina riskirakenteeksi, koska kaikista kosteuden poistoon ja hallintaan tehdyistä rakenneratkaisuksista huolimatta, ryömintätilaan muodostuu kosteutta suotuisissa sääoloissa joka tapauksessa. Tämän vuoksi ryömintätilojen suunnittelussa, toteutuksessa ja erityisesti tiivistämisessä on noudatettava erityistä tarkkuutta. Ryömintätilan toteutus on riskialtista nykyajan tiedoillakin, joten 80-luvulla ei pystytty rakentamaan tiloja oikein tiedon puutteen takia. Ryömintätilan kannalta ongelmallisin ilmiö on kosteuden diffuusio, jossa kostea ilma pyrkii aina siirtymään kuivempaan ilmaan päin.

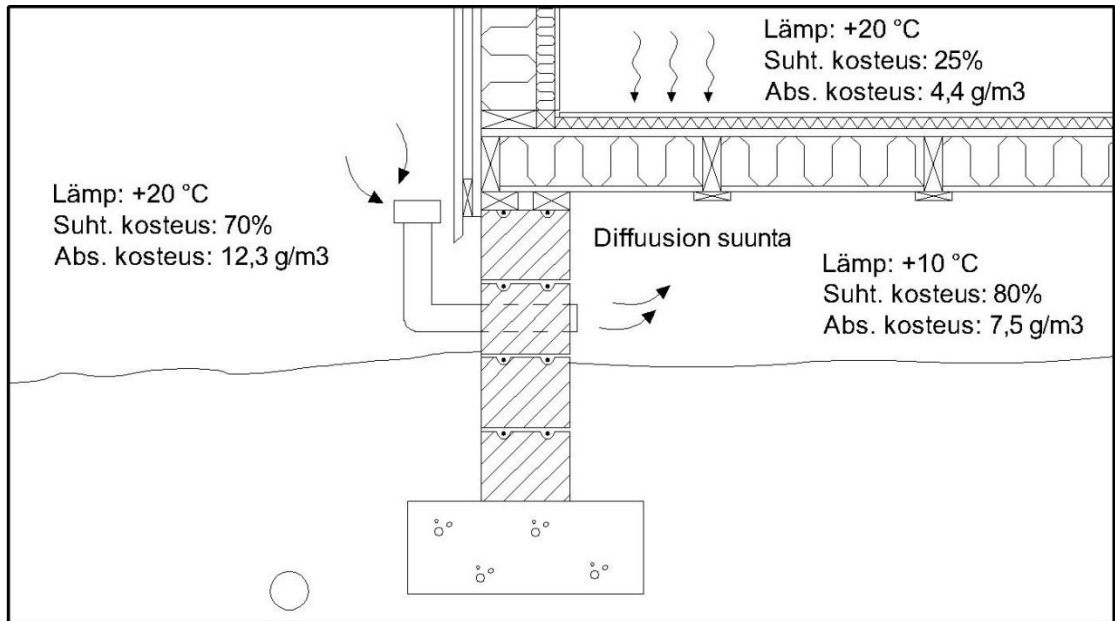
Talvisaikaan kosteus ulkona -20 asteisessa ilmassa on hyvin vähäinen, koska mitä kylmempää ilma on, sitä vähemmän se kykenee sitomaan vesihöyryä eli kosteutta. Ryömintätilan ilma on tällöin -10 ja 0 asteen välillä ja sen vesihöyrypitoisuus on suurempi. Sisällä ilma on +20 asteista ja sisältää yhä enemmän kosteutta, kuin ryömintätilan ilma. Näin ollen diffuusion suunta on ryömintätilan suuntaan, koska

diffuusion suunta on aina pienempään ilman vesihöyrypitoisuuteen päin. Vesihöyrypitoisuus ilmoitetaan yleensä absoluuttisena kosteutena, g/m^3 .



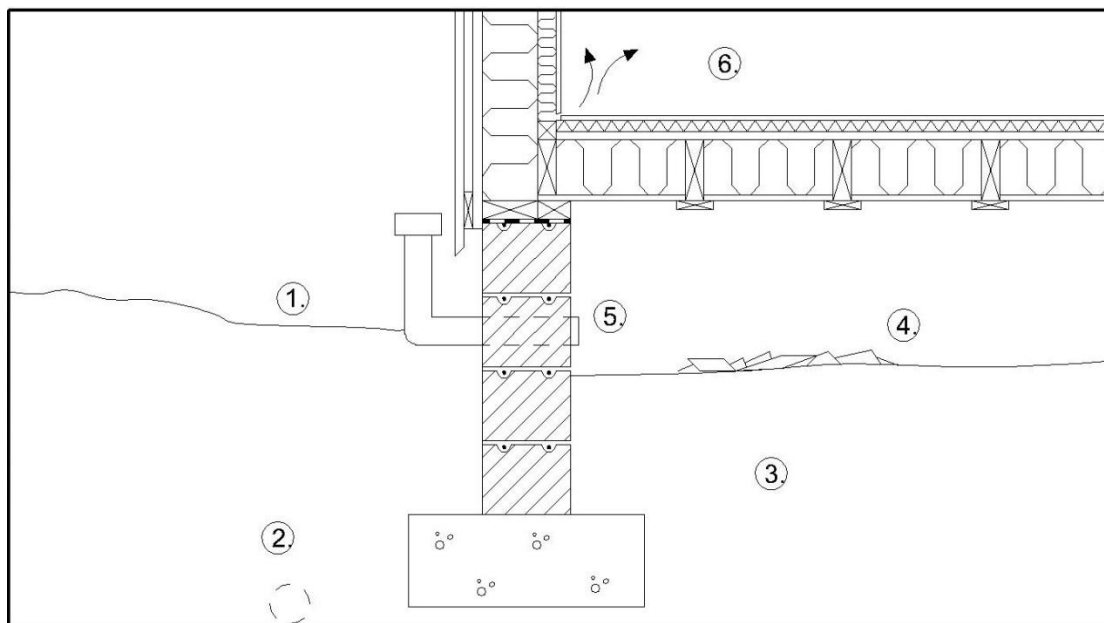
Kuva 17. Ilman absoluuttinen kosteus ja diffuusio talvella. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

Kesällä tilanne muuttuu, kun ulkoilma on yli +20 asteista ja sen kyky sitoa kosteutta suuri. Ryömintätilassa perusmaa ei ole ehtinyt lämmentä ja pitää ryömintätilan ilman kylmänä. (Ympäristöministeriö 1997) Mitä kylmempää ilma on, sitä pienempi sen vesihöyrykapasiteetti on. Täten kun ulkoa virtaa ryömintätilaan lämmintä ja kostea ilmaa, se alkaa kondensoitua ryömintätilan rakenteisiin. Diffuusion vaikutus rossipohjan kokonaiskosteusrasitukseen ei ole merkittävä, jos sen tuuletus on kunnossa, jolloin diffuusion tuoma kosteus pääsee kuivumaan.



Kuva 18. Ilman absoluuttinen kosteus ja diffuusio kesällä. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

Rossipohja on diffuusion lisäksi altis muillekin kosteusrasituksille. Ryömintätilan alla olevasta perusmaasta voi tulla kosteusrasitusta sekä sade- ja sulamisvedet voivat aiheuttaa ongelmia ryömintätilan kosteudenhallinnan suhteen. Myös tyypillistä 80-luvun ryömintätiloille oli, että tilaan jätettiin orgaanista materiaalia, joka sitten kostuessaan alkaa homehtua ja lahota. Seuraavassa kuvassa on esitetty ryömintätilan yleisimpiä ongelmia.



Kuva 19. Ryömintätilan ongelmat 80-luvulla. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

1 Maan vietto rakennukseen päin aiheuttaa lammikoitumista, joka edesauttaa kosteusvaurioitumista ja pakkasrapautumista.

2 Salaojien puuttuminen tai huono toimivuus vaikuttaa perustusten kuivana pysymiseen.

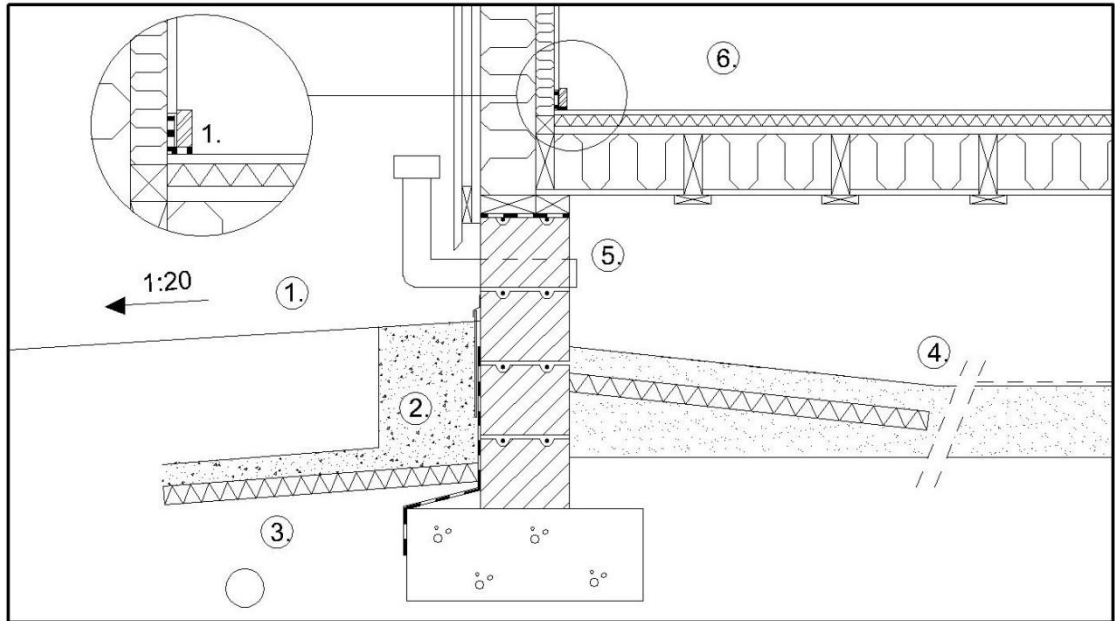
3 Kapillaarinen täyttömateriaali aiheuttaa kosteuden nousua ryömintätilaan alaiseen maatyttöön ja nostaa ryömintätilan kosteuspitoisuutta.

4 Ryömintätilaan jätetty orgaaninen materiaali tai jäte alkaa kostuessaan homehtua ja lahota. Jätteen mikrobikasvustosta pääsee ryömintätilan ilmaan epäpuhtauksia, jotka voivat päästä sisäilmaan.

5 Ryömintätilan tuuletus on puutteellinen, jos tuuletusaukkoja ei ole tilan seinissä tarpeeksi. Tämä edesauttaa ryömintätilan ilmassa olevan vesihöyryn kondensoitumista pintoihin. Myös tilassa mahdollisesti olevat mikrobi- ja itiöpitoisuudet pääsevät kasvamaan, jos ilma ei tuuletu kunnolla. Lisäksi ryömintätilan korkeus voi olla liian pieni eli alle 800mm.

6 Ryömintätilan ilman epäpuhtaudet tulevat korvausilman mukana lattian ja seinän rajapinnasta sisäilmaan, mikäli alapohjan tiivistys on huono.

Korjaaminen:



Kuva 20. Ryömintätilan ongelmien korjaaminen. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

- 1** Maan pinta tasataan ja kallistetaan pois päin rakennuksesta 1:20 vähintään 3 metrin matkalla.
- 2** Rakennuksen sokkelin ulkopintaan asennetaan vedeneriste ja mahdollisesti perusmuurilevy. Sokkelin vierustäytössä käytetään salaojasoraa vähintään 200 mm:n päähän sokkelista. Routaeristeet lisätään ja ne kallistetaan pois päin rakennuksesta. Anturan päälle tehdään viiste, jotta vesi ei jää seisomaan sen päälle.
- 3** Uudet salaojaputket lisätään, mikäli niitä ei ole. Jos paikalla on jo vanhat salaojaputket, niiden toimivuus tarkistetaan.
- 4** Ryömintätilasta poistetaan orgaaninen materiaali ja tarvittaessa täyttömaata vaihdetaan. Ryömintätilaan maasta nousevaa kosteutta pyritään estämään kapillaarikatkoksi asennetulla sepelillä, soralla, kevytsoralla tai muulla karkealla materiaalilla, jonka paksuus on oltava vähintään 200–250 mm. Tilan maapohjaan asennetulla eristeellä pyritään estämään kuvassa 15. ja 16. kuvattua kosteuden diffuusiota. Eriste estää mahdollisesti kylmää maata viilentämästä ryömintätilaan tullutta ilmaa.

5 Mahdollisesti kosteus- tai homevaurioituneet tuulensuojalevyt ja eristeet vaihdetaan uusiin. Rakenteiden purku suoritetaan homepurkutyönä Ratu 82–0239-kortin mukaisesti. Kantavat rakenteet puhdistetaan mekaanisesti, desinfioidaan ja imuroidaan. Ryömintätilan tuuletusta pitää myös lisätä, mikäli tilan tuuleuspinta-ala on vähemmän kuin 4 ‰. (RT 80-10854 Pientalon perustukset ja alapohjien liittymät 2005)

6 Rakennuksen sisäpuolella tehdään tarvittaessa homepölysiivous kohdan 2.4. mukaan. Myös seinän ja lattian rajapintaan suoritetaan tiivistyskorjaus.

Tiivistyskorjaus:

1 Seinän ja lattian rajapintaan asennetaan vahvikenauha, joka liimataan vedeneristemassalla. Nauha painetaan tuoreeseen vedeneristeeseen lastalla niin, että alle ei jää ilmataskuja. Saumanauha päällystetään kauttaaltaan vedeneristysmassalla. Nauhan päälle tuleva vedeneristysmassa ulotetaan noin 10mm päähän vahvikenauhan reunoista.

Esimerkki:

Hyvänä esimerkkinä rossipohjasta toimii samainen koulurakennus kohdasta 3.2.1. Vaikka koulurakennuksessa ryömintätila onkin kokonaan betonirakenteinen, se havainnollistaa selvästi osan ryömintätilojen ongelmista.



Kuva 21. Ryömintätilan ongelmat. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

Yllä olevasta kuvasta nähdään jo monta ryömintätiloihin liittyvää ongelmaa. Ensinnäkin rossipohjiin jätettiin aikanaan paljon rakennusjätettä ja muuta orgaanista materiaalia, joka pääsee homehtumaan ja lahoamaan ajan saatossa. Kuten jo kohdassa 4.2.1. todetaan, ryömintätila on aina riskirakenne, koska tiettyinä vuodenaikoina ilman kosteuden diffuusion suunta käy ulkoa ryömintätilaan ja edelleen rakennuksen sisätilaan päin. Näin ollen ryömintätilan pintoihin tiivistyy välillä kosteutta ja siksi siellä ei saa olla orgaanista materiaalia.

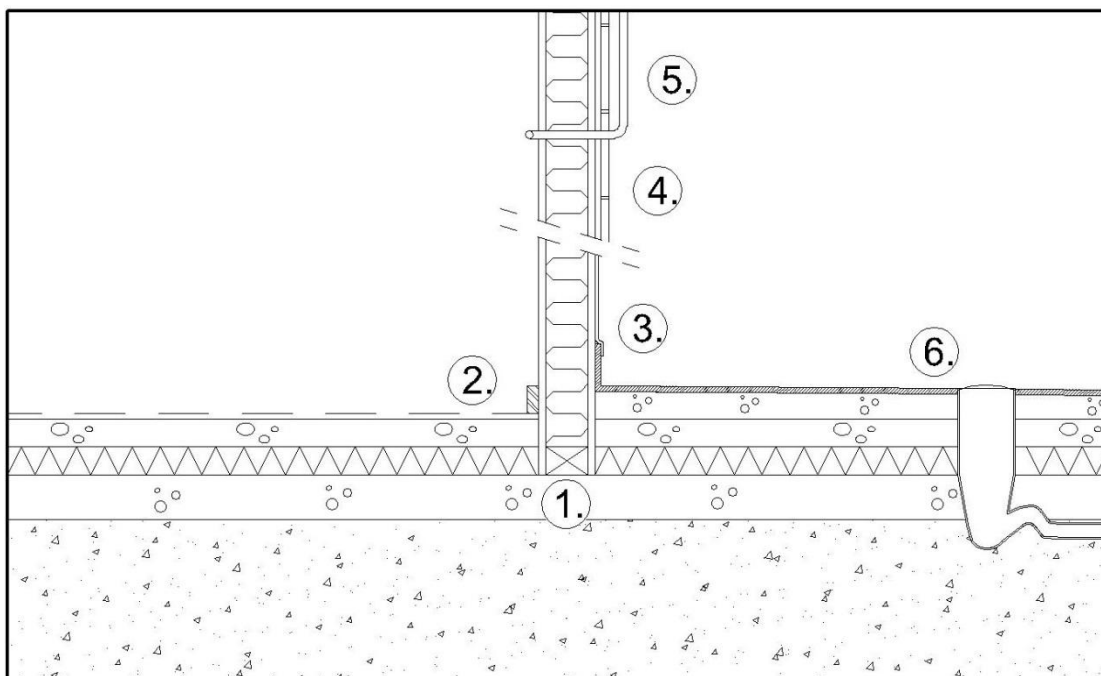
Toiseksi betoniseen peruspilariin on jätetty muottilautoitus paikoilleen. Sen luomat ongelmat ovat samanlaisia kuin muunkin kuvassa näkyvän orgaanisen rakennusjätteen.

Kolmanneksi ryömintätilassa ei ole täyttömaahan tehty kaatoja tai sitä ei ole muotoiltu sokkeleista poispäin ja maapohja näyttää varsin kuoppaiselta. Tämä voi aiheuttaa veden lammikoitumista ryömintätilaan.

4.2.2 Märkätilojen seinät ja lattiat

80-luvulla märkätiloissa ei käytetty vedeneristystä, vaan silloin pintoihin siveltiin vain "kosteussulku". Kyseinen aine oli nykyaikaisten vedeneristemassojen kanssa käytettävän tartuntaa parantavan pohjakäsittelyaineen näköistä vaaleaa nestettä. Kosteussulun tarkoitus oli tukkia materiaalin huokosia, jotta vesi ei pääsisi materiaalin sisään. Aikaisemmin märkätiloissa ei käytetty minkäänlaista kosteussulkua tai vedeneristystä.

80-luvulla rakennettujen puurakenteisten rakennusten märkätilojen ongelmat ovat pääasiassa niiden seinissä. Lattian ja seinän rajapintojen tiivistys oli usein puutteellista ja saumassa oli vain usein pelkkä silikonimassa estämässä veden pääsyn rakenteisiin. Saumamassa on vesitiivis jonkin aikaa, mutta rakenteen eläminen, massan vanheneminen ja huono tartunta aiheuttaa halkeamia ja rakoja. Tällöin kosteus pääsee pikkuhiljaa kastelemaan seinänrangan alaosan sekä seinän pinnassa olevan verhoulevyn alapään. Seuraavassa kuvassa on esitetty märkätiloihin liittyviä ongelmia:



Kuva 22. Märkätilojen seinän ja lattian ongelmat. Kuva Harri Hiekkanen 2013.

1 Väliseinä aloitettu raakavalun päältä, jolloin seinän alajuoksu on riskialtis kostumaan maanvaraisen betonilaatan läpi tulevasta maan kosteudesta.

2 Väliseinän tiivistys on huono, jolloin pintavalun ja raakavalun väliin päässyt kosteus ja sen aiheuttama mahdollinen homekasvusto aiheuttaa itiö- ja mikrobipäästöjä sisäilmaan.

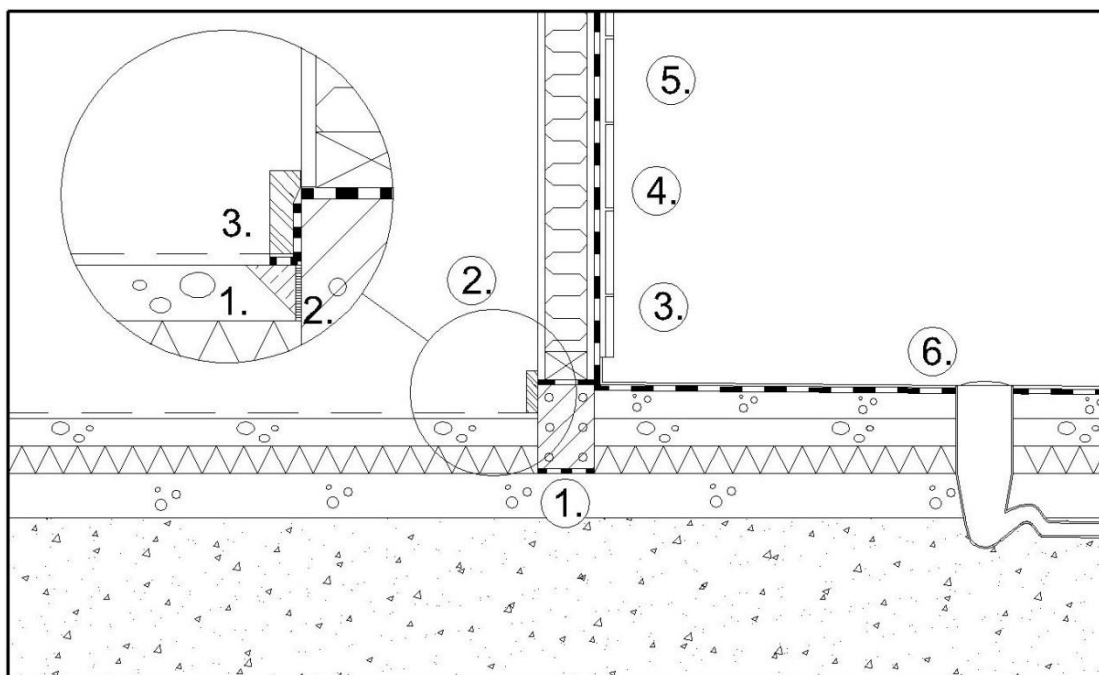
3 Seinän ja lattian rajapinta 80-luvulla rakennetuissa märkätiloissa ei ole tiiveydeltään ja vedeneristävydeltään nykymääräysten tasoa. Mikäli lattian pintamateriaalina on muovimatto, se on usein puutteellisesti limitetty ja tiivistetty seinän pintamateriaalin kanssa. Jos seinän pintamateriaalina on muovitapetti, se alkaa ajan kuluessa irrota limityskohdastaan lattian pintamateriaalin kanssa. Keraamisilla laatoilla päällystetyn lattian ja seinän rajapinta tiivistettiin yleensä pelkällä silikonilla, jolloin se ajan kuluessa halkeilee ja irtoilee tartuntapinnastaan. Kaikissa tapauksissa kosteus lopulta pääsee seinärakenteeseen. (Ympäristöministeriö 1997, 40.)

4 Laatoitetussa seinässä ei käytetty vedeneristystä, jolloin sen takana oleva mahdollinen rakennuslevy pääsee kostumaan.

5 Läpiviennit seinissä aiheuttavat 80-luvun taloissa ongelmia, koska niiden tiivistys on huono. Usein myös läpivientien sijoitus on valittu huonosti ja ne läpäisevät seinän juuri suihkun alapuolella seinän alaosassa, jolloin niiden saumat kastuvat lähes poikkeuksetta, kun suihkua käytetään.

6 Lattiakaivon ja lattian pintamateriaalin liitos ei ole vedenpitävä.

Korjaaminen:



Kuva 23. Korjattu märkätila. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

1 Rakenteiden purku suoritetaan homepurkutyönä Ratu 82–0239- kortin mukaisesti. Väliseinän alaosa puretaan sitä mukaan kun seinää kengitetään kevytsoraharkolla kohdan 3.2.1. mukaisesti.

2 Väliseinään tehdään tiivistyskorjaus märkätilojen vastakkaiselta puolelta, jotta korvausilma ei tule pinta- ja raakavalulaatan välistä.

3 Lattian pintamateriaali puretaan kantavaan rakenteeseen asti ja uusi vedeneriste asennetaan. Seinän pintamateriaali puretaan ja sekä seinän, että lattian vedeneriste limitetään ja tiivistetään rajapinnastaan.

4 Seinän pintamateriaalia puretaan tarpeeksi ylös, jotta mahdolliset vaurioituneet rakennuslevyt ja eristeet voidaan vaihtaa ja vedeneriste asentaa uuden seinän pintamateriaalin alle kosteusrasitukselle altistuviin kohtiin.

5 Seinän alaosissa ja kosteusrasitetuissa kohdissa olevat läpiviennit siirretään turvallisempaan kohtaan ja tiivistetään asianmukaisesti.

6 Lattiakaivon tiivisterenkaat uusitaan ja lattian vedeneriste liitetään tiivisterenkaisiin tiiviisti (Ympäristöministeriö 1997).

Märkätilojen korjauksessa on paljon huomioitavia asioita, esimerkiksi roiskesuojatut kiinnitykset seinissä ja tiiviit läpiviennit, joiden toteutus ja suunnittelu on tehtävä tarkoin. RT 84-11093- kortissa, *Asuntojen märkätilojen korjaus. Korjausrakentaminen*. esitetään yksityiskohtaisesti märkätilojen korjausmenetelmiä ja niiden suunnittelua.

Tiivistyskorjaus (kohdan 2.3.1. mukaan):

1 Betonipinnat puhdistetaan mekaanisesti hiomalla ja kaikki vanhat tasoitteet/pinnoitteet sekä niiden mahdolliset liimat poistetaan pinnasta lujaan alustaan asti. Hiontapöly poistetaan imuroimalla. Mikäli rakenteissa on hometta, se puhdistetaan mekaanisesti hiomalla, harjaamalla tai puhaltamalla ja tämän jälkeen rakenteet desinfioidaan asianmukaisilla aineilla. Desinfiointin jälkeen rakenteet imuroidaan.

2 Seinän ja lattian rajapinnan mahdolliset raot täytetään saniteettisilikonilla tai uretaanivaahdolla.

3 Seinän ja lattian rajapintaan asennetaan vahvikenauha, joka liimataan vedeneristemassalla. Nauha painetaan tuoreeseen vedeneristeeseen lastalla niin, että alle ei jää ilmataskuja. Saumanauha päällystetään kauttaaltaan vedeneristysmassalla. Nauhan päälle tuleva vedeneristysmassa ulotetaan noin 10mm päähän vahvikenauhan reunoista.

Myös lattiapinnat voidaan ottaa tiivistyskorjauksen piiriin ja kapseloida, mikäli se nähdään tarpeelliseksi. Ylhäällä on kuitenkin oletuksena, että kosteus- ja homevauriot esiintyvät märkätiloja erottavan seinän alaosassa, ja kosteus on peräisin märkätiloista.

5 90-LUVUN PUURAKENTEISEN TALON ONGELMAT JA TIIVISTYSKORJAUS

5.1 Rakentaminen 90-luvulla

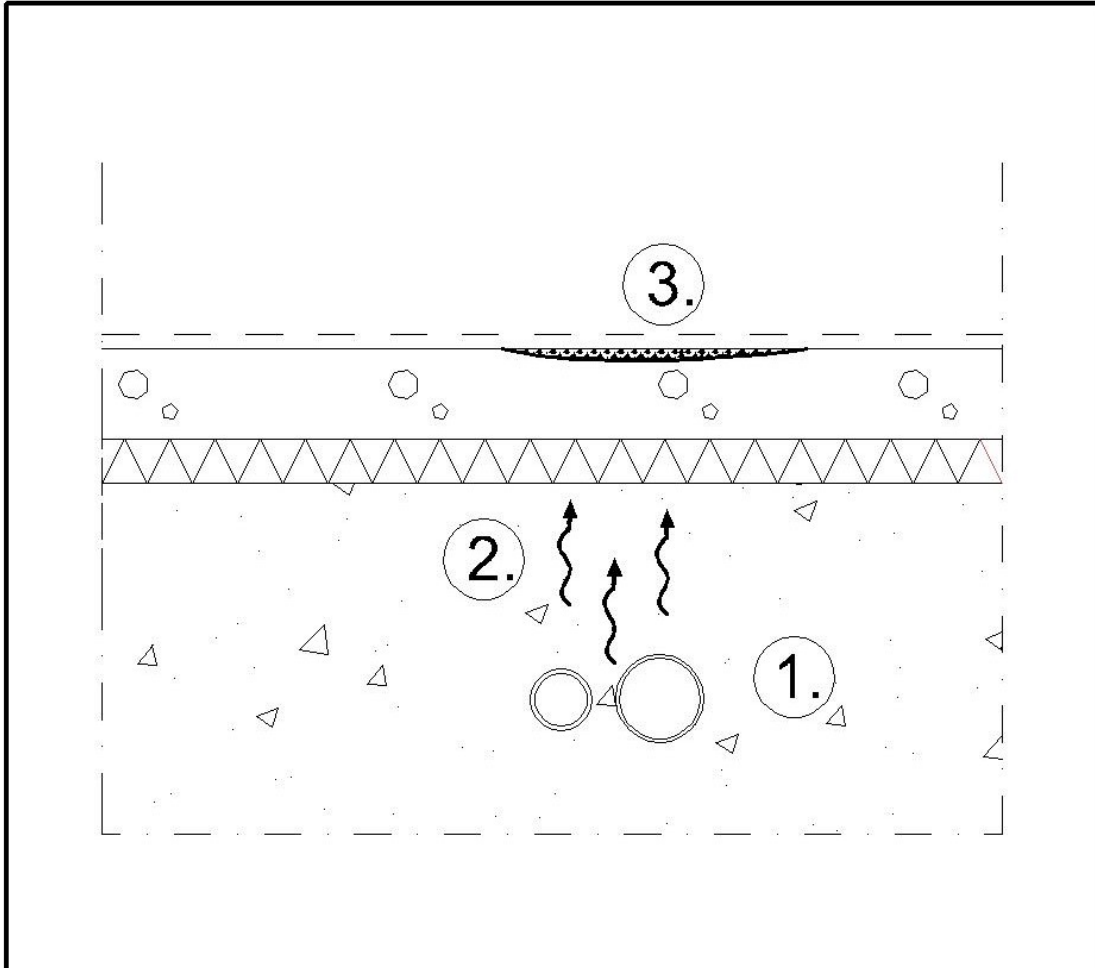
90-luvun taloissa tavataan paljon samansuuntaisia alapohjaongelmia, kuin 80-luvun taloissakin, vaikka valesokkelit ja puupohjaisten eristeiden käyttö alapohjassa vähentyikin verrattain 80-lukuun. Vielä 90-luvun alussakaan ei kunnan vedeneristystä käytetty märkätiloissa ja märkätilojen seinärakenteena käytettiin yhä usein levyrakenteista seinää. Ryömintätilan ongelmat olivat samoja kuin 80-luvulla, rakenteet homehtuivat, koska kosteudenhallintaa ryömintätilassa ei täysin ymmärretty. Lisäksi sokkelin ja ulkoseinän liitokset tuottivat päänvaivaa, koska talojen tiiveys ei vielä ollut tarvittavalla tasolla, jotta esimerkiksi IV-laitteiden korvausilma olisi saatu sisään hallitusti. Voitaisiinkin luonnehtia, että 90-luvulla pääasiassa ongelmia tuottivat alapohjat. 90-luvun loppua kohti alettiin kuitenkin huomata edellä mainittujen ongelmien syyt. Vedeneristystä alettiin käyttää märkätiloissa sekä niiden seinät tehtiin yhä useammin kivirakenteisina, jolloin kosteusvauriota ei heti seuraa homehtuminen. Myös ryömintätilojen tuuletuusta lisättiin ja ymmärrettiin kylmän maan vaikutus ryömintätilaan kulkeutuneeseen lämpimään ulkoilmaan.

5.2 Alapohjat

5.2.1 Putket tai putkikanaalit

Lämpöeristämättömät putkikanaalit tai yksittäiset putket olivat ongelmana 90-luvulla ja aikaisemmilla vuosikymmenilläkin. Jos putkikanaalissa kulkevat putket ovat lämpimämpiä kuin huoneilma, ilman sisältämän vesihöyryn diffuusion suunta kääntyy päinvastaiseksi (Kääriäinen 2012). Tällöin putket lämmitävät ilmaa maanvaraisen laatan alla ja se sitoo enemmän kosteutta. Lämmin ilma nousee maanvaraisen laatan alla olevan lämmöneristeen alapintaan ja kosteus tiivistyy siihen. Vaikka lattian alla paljon käytetty EPS-eristelevy on vedenpitävää, sekin vettyy ajan kuluessa, jos kosteus on jatkuvaa. Levyn kostuessa kosteus pääsee nousemaan maanvaraisen laatan läpi pintamateriaalin alapintaan. Jos pintamateriaalina on muovimatto, sisäilmaongelmat voivat alkaa maton liiman kostuttua, jolloin maton liimassa olevat orgaaniset ainesosat ja lisäaineet reagoivat ja syntyy ihmiselle vaarallisia orgaanisia

yhdisteitä, kuten esimerkiksi formaldehydiä tai styreeniä. Seuraavassa kuvassa on esitetty putkikanaalien ongelmia:



Kuva 24. Putkien aiheuttamat ongelmat. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

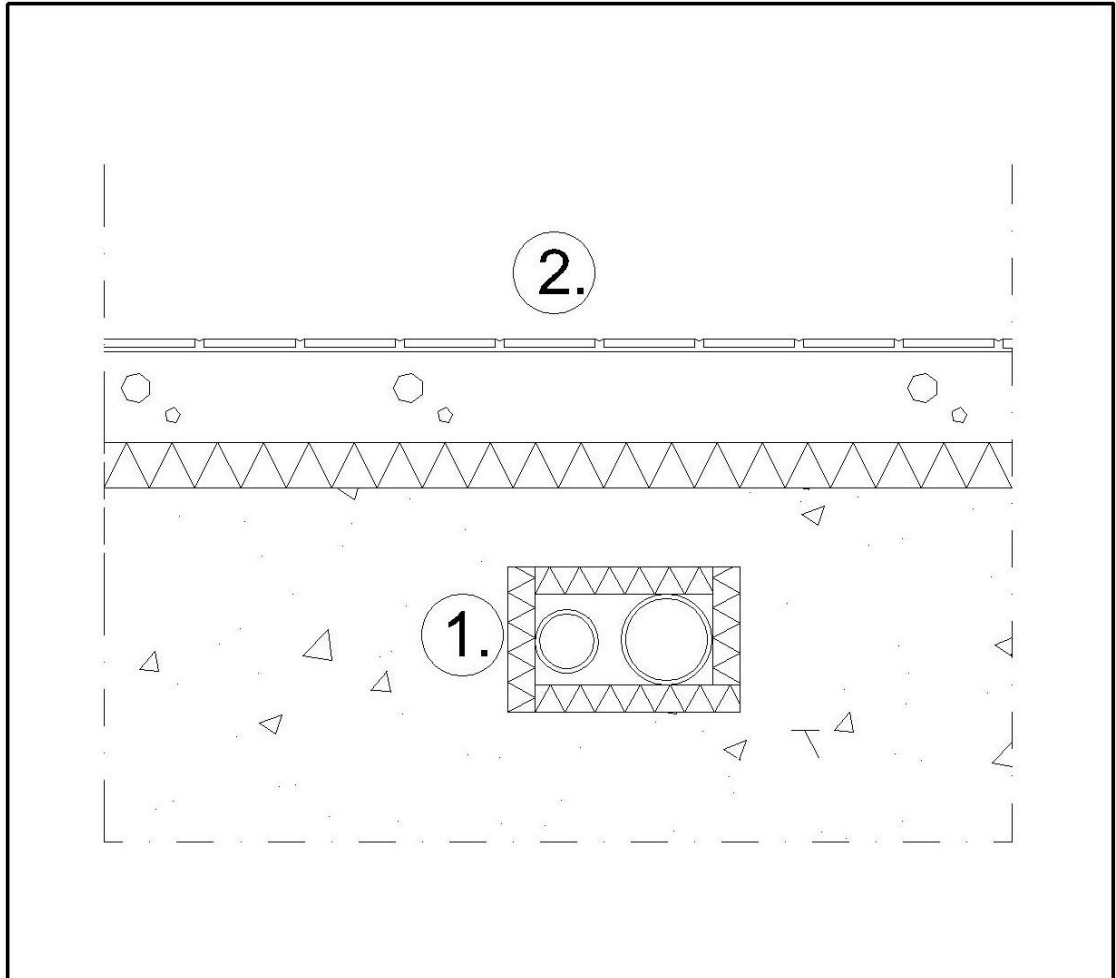
1 Putki/putkikanaali ei ole lämmöneristetty, jolloin lämpimät putket lämmittävät niitä ympäröivää ilmaa (Kääriäinen 2012).

2 Lämmin ilma pystyy varastoimaan enemmän kosteutta kuin kylmä ilma. Ilman kosteuspitoisuus putkien ympärillä nousee ja kun ilma sisältää sisäilmaa enemmän kosteutta, kosteuden diffuusion suunta muuttuu ja kostea ilma pyrkii nousemaan ylöspäin. (Kääriäinen 2012.)

3 Lopulta lämmin ilma kohtaa betonilaatan päällä olevan vesitiiviin pinnoitteen, jolloin kosteus tiivistyy sen ja betonilaatan väliin (Kääriäinen 2012). Lattiapinnoitteen liimassa olevasta formaldehydistä saattaa liiman kostumisen seurauksena päästä

sisäilmaan epäpuhtauksia. Lattian alla olevat nykyaikaiset lämmöneristeet kestävät suhteellisen hyvin kosteutta, mutta esimerkiksi polystyreenieristekin vettyy, kun kosteusrasitus on pitkäaikaista ja jatkuvaa. Vaihtoehtoisesti juuri putkien kohdalla voi eristeessä olla huonosti limitetty saumakohta.

Korjaaminen:



Kuva 25. Putkien aiheuttamien ongelmien korjaaminen. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

1 Lattia aukaistaan putkien kohdalta ja ne eristetään. Mikäli putket ovat kanaalissa, se puretaan ja putket eristetään.

2 Lattian pintamateriaaliksi valitaan laatoitus tai jokin muu materiaali, joka päästää lävitseen kosteutta.

5.3 IV-koneet

IV-koneet olivat osa 90-luvun ongelmaa, koska niiden jatkuvaa huollon tarvetta ei täysin ymmärretty. Mm. LTO:n ongelmana oli se, että sen suodattimia ei puhdistettu tarpeeksi usein. Kun LTO:n läpi virtaa sisäilmasta tullutta likaista ilmaa, ilman suodattimet pitää puhdistaa tietyin välein.

Ilmanvaihtokanavissa saatettiin käyttää myös mineraalikulitulevyjä, joiden kuidut pääsivät sisäilmaan (Kääriäinen 2012). Edellämainitut ongelmat vaikuttavat lähes poikkeuksetta sisäilman laatuun huonontavasti ja ovat näin ollen riski.

6 RISKIMATERIAALIT

Riskimateriaaleja käytettiin 1970-luvulla niin ala-, väli ja yläpohjissakin. Kuitenkin alapohjassa olevat riskimateriaalit ovat talossa asumisen kannalta kriittisimpiä, koska niiden aiheuttamat päästöt tulevat helpoiten korvausilman mukana sisäilmaan. Talossa, jossa on painovoimainen ilmanvaihto, mikrobit ja mahdolliset materiaalien päästöt tulevat lähes yksinomaan alapohjasta ja sen mahdollisista riskimateriaaleista. Josa rakennuksessa on koneellinen ilmanvaihto, ei asia ole yhtä selvä ja epäpuhtaudet sisäilmaan voivat tulla muualtakin.

1980-luvulla käytettiin pääasiassa samoja materiaaleja kuin 70-luvullakin, mutta 80-luvun loppua kohden, orgaaniset rakennusmateriaalit vähenivät ja epäorgaaniset lisääntyivät.

6.1 Rakennuslevyt

Lastulevy

Lastulevyt valmistetaan puulastuista tai sahanpurusta liimaamalla kovassa paineessa. Lastulevyjen käyttö oli yleistä 70-luvun rakentamisessa ja silloin levyjen valmistukseen käytettävä liimasideaine oli ureaformaldehydiliimaa. Suurin osa sisäilmaan tulleesta formaldehydipäästöistä on johtunut kyseisellä liimattujen levyjen käytöstä. Ureaformaldehydiliima tekee myös levystä huonosti kosteutta kestävä, eikä se ole soveltunut kuin kuiviin sisätiloihin. Paremmiin kosteutta kestävien levyjen formaldehydipitoisuudet ovat vielä suuremmat. (Palomäki 1993, 103-104.)

Nykyään valmistettavan E1-luokan lastulevyn ureaformaldehydipitoisuudet ovat monta kertaa pienemmät, kuin vuosikymmeniä sitten. Lastulevyt suositellaan pintakäsitteltävän, jotta niiden orgaaniset päästöt pysyvät pieninä. Erityisesti levyn reunat on käsiteltävä maalilla tai muilla pinnoitteilla. Korkea lämpötila sekä levyn altistuminen kosteudelle lisää formaldehydin muodostumista. (Palomäki 1993, 104.)

Vanerit

Vanerit valmistettiin samalla tavalla, kuin lastulevyt, paitsi niissä käytettiin puuviiluja. Liima-aineena käytettiin formaldehydipohjaista liimaa. Ulkokäyttöön tehtyjen vanerien liima-aineena käytetään fenolihartsia- tai fenoliformaldehydiliimaa ja niiden formaldehydipäästöt ovat vähäiset. Sen sijaan sisäkäyttöön tehtyjen levyjen päästöt olivat suuret, koska niiden liima-aineena käytettiin väritöntä ureaformaldehydiliimaa. (Palomäki 1993, 104.)

Lastuvillalevy

Lastuvillalevy oli paljon käytetty lämmöneriste 70-luvun rakentamisessa. Levyä käytettiin mm. valesokkelissa sokkelin halkaisuun sekä akustiikkalevyinä. Lastuvillalevy valmistettiin lastuvillasta (puuainesta) sekä portlandsementistä. Sementin asemasta saatettiin käyttää kipsiä tai magnesiamaassaa. Levyn lämmöneristyskyky oli aikansa eristeisiin verrattuna hyvä eikä se sisältänyt mitään mistä olisi voinut tulla päästöjä sisäilmaan, mutta myöhemmin ongelmia alkoi aiheutua sen taipumuksesta vaurioitua helposti kosteuden vaikutuksesta. Lastuvillalevy on optimaalinen kasvupaikka homeelle kostuessaan ja se saatettiin jopa valaa betonisokkelin sisään, jolloin kostuminen oli taattu. Monien tuntema Tojax-levy oli yksi sen ajan lastuvillalevyistä. (Tehno 1968, 173.)

Vaikka lastuvillalevyjä nykyään vielä valmistetaankin, on niiden kosteudensietokyky saatu paremmaksi sideaineiden ja liimojen avulla. Niitä ei kuitenkaan enää käytetä paikoissa, joissa ne voivat altistua kosteudelle.

Kuitusementtilevyt

Kuitusementtilevyt olivat paljon käytettyjä rakentamisessa 70-luvulla. Kuitusementtilevyt valmistettiin sementistä sekä kuiduista ja tuohon aikaan kuituina käytettiin tietysti asbestikuituja niiden hyvien ominaisuuksien vuoksi. Käsitellyssä valmiissa pinnassa asbesti ei niinkään haittaa rakennuksessa olevia ihmisiä, koska valmiista pinnasta ei juuri vaarallisia asbestikuituja pääse sisäilmaan. Sen sijaan

asbesti on suuri ongelma sitä käsitteleville, kuten rakennustyömaalla työskenteleville (Palomäki 1993, 105).

Asbestin käytölle annettiin täyskielto 1994 rakentamisessa, vaikka jo 80-luvun lopussa sitä ei juurikaan käytetty. Käytännössä ennen 1987 rakennetuissa taloissa voi olettaa olevan jotain materiaalia, mikä sisältää asbesti. Nykyään kuitusementtilevyt ovat vielä paljolti käytössä rakentamisessa, mutta asbestikuitujen sijasta niissä käytetään sidekuituina orgaanisia kuituja mineraalijauhetta. (Palomäki 1993, 105.)

Puuaineiset lämmöneristeet

Puulämmöneristeinä 70-luvulla käytettiin hienojakoisia materiaaleja, kuten sahanpurua, sahajauhoa, kutterinlastua ja turvepehkuja. Sahanpurua sekä sahajauhoa käytettiin pääasiassa seinissä ja kutterinlastua sekä turvepehkuja yläpohjissa. Alapohjissa puulämmöneristeitä käytettiin raakavalun päälle tehdyssä puulattiassa (ks. 3.2.1.) sekä valesokkelirakenteissa (ks. 3.2.2). Alapohjassa lämmöneriste pääsi usein kosketuksiin kosteuden kanssa ja homehtui muutaman sentin paksuudelta alapinnastaan. Alapohjassa on vähän happea, joten homehtuminen ja lahoaminen ei tapahdu siellä niin nopeasti. Siksi ongelmat saattavat tulla esiin vasta vuosikymmenten päästä. Huonon alapohjan tiivistyksen vuoksi homekasvuston mikrobit pääsevät korvausilman mukana sisäilmaan. (Palomäki 1993, 104-105.)

Nykyään puuaineisia lämmöneristeitä ei juurikaan käytetä sellaisinaan, vaikka erilaisia puuta sisältäviä lämmöneristeitä valmistetaankin. Hirsirakentamisessa puuaineiset lämmöneristeet ovat kuitenkin säilyttäneet paikkansa, koska hirsirakenteissa tarvitaan lämmöneristettä, joka pystyy sitomaan kosteutta sekä päästämään sitä lävitseen niin kuin hirsikin.

6.2 Pintamateriaalit

Muovipäällysteet

Muovipäällysteiden käyttö alkoi 50-luvulla muovilaatoilla ja nykyään muovipäällysteet ovat yleisimpiä lattian pinnoitusmateriaaleja. Muovipäällysteissä käytetään PVC-

muovia, joka on kestumuovia ja muokkaantuu helposti lämmön vaikutuksesta. 70-luvulla muovipäälysteissä käytettiin paljon asbestikuituja, mutta niistä koitui enemmän terveyshaittoja päälysteiden valmistajille sekä asentajille. (Palomäki, 1993, 142-143)

Muovimattojen ongelmana ovat olleet niiden VOC-päästöt, jotka voivat maton kostuessa olla huomattavat. Pahin VOC-yhdiste, jota muovimatoista pääsee sisäilmaan, on 2-etyyliheksanoli. Se on muovimattojen pehmittiminä käytettyjen aineiden hajoamistuote ja sen esiintyminen indikoi myös yleensä kosteus- ja homeongelmaa. Nykyään pehmittimien käyttöä pyritään rajoittamaan muovipäälysteissä.

Linoleumipäälysteet

Linoleumi, 70-luvulla myös linolina tunnettu, valmistettiin sekoittamalla hartsien kanssa keitettyä ilmastettua pellavaöljyä korkki-, puu-, tai kivijauhoon. Sekoitukseen saatettiin lisätä myös pigmenttejä tuomaan haluttua väriä. (Tehno 1968, 464.)

Linoleumin valmistuksessa käytettävät öljyt koostuvat siis erilaisista rasvahapoista ja epäpuhtauksista, jolloin maton päästöt riippuvat niistä. Uutena matto emittoi VOC-yhdisteitä sisäilmaan mutta erityisen paljon yhdisteitä haihtuu myöhemmin maton vanhetessa ja hajotessa. Linoleum tuottaa hajotessaan lähtöaineitaan ja tässä tapauksessa rasvahappoja, joiden hajotessa syntyy aldehydejä ja ketoneja. (Palomäki 1993, 148.)

Tekstiilipäälysteet

Tekstiilipäälysteet eli kokolattiamatot voivat olla kudottuja, tuftattuja, huopaa, poimupuristettuja tai flokattuja. Oli matto mitä tahansa näistä em. tyypeistä, on sen valmistukseen käytetty todennäköisesti erilaisia käsittelyhartseja. Kokolattiamattojen VOC-päästöt sisäilmaan syntyvät näiden hartsien hajoamistuotteena, joka on usein formaldehydi. Myös maton pohjana usein käytetystä kumista saattaa sisäilmaan emittoitua styreeniä ja isododekeenia. (Palomäki 1993, 147-148.)

VOC-päästöjen lisäksi tekstiilimatot säilövät muita ilman epäpuhtauksia kuten pölyä. Pöly puolestaan varastoi edelleen muita hiukkasia, kuten esimerkiksi tupakoinnissa syntyviä suurimolekyylisiä yhdisteitä. (Palomäki 1993, 148.)

6.3 Liimat

Ureaformaldehydiharts

Ureaformaldehydiharts on liima, jota on käytetty mm. lastulevyissä, paneeleissa ja huonekaluissa. Liiman formaldehydi reagoi mm. kosteuden kanssa, jolloin se vapautuu liima-aineesta sisäilmaan. Liimasta aiheutuu myös formaldehydipäästöjä, vaikka se ei kostuisikaan, jos liimaa sisältävää rakennusmateriaalia ei pinnoiteta.

Nykyään liimat eivät sisällä enää läheskään niin paljoa formaldehydiä, vaikka se yhä onkin osa monta liima-ainetta.

7 TIIVEYS UUDISRAKENTAMISESSA

7.1 Tiivistyksen syyt ja tiivistystavat

Rakennuksen tiiveys voidaan jakaa kolmeen; palotiiveyteen, ilmatiiveyteen ja vesitiiveyteen.

Palotiiveyttä edellytetään, jos mahdollisen palon leviäminen halutaan estää tilasta toiseen. Tilat voivat olla saman rakennuksen eri palo-osastoja tai erillisiä lähekkäin olevia rakennuksia. Rakennukselle määritetään paloluokka P1, P2, tai P3 mm. sen koon ja käyttötarkoituksen perusteella. (RakMk E1. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011, 2011)

Palo-osastointi tehdään useimmiten kantavilla seinärakenteilla, jotka tehdään palamattomasta materiaalista. Palamaton seinärakenne ei kuitenkaan yksin riitä palo-osastointiin, vaan se pitää tiivistää kohdista, joissa se liittyy muihin rakenteisiin, paloa kestäville tiivistysmateriaaleilla. Näitä ovat esimerkiksi erilaiset paloeristeet ja massat. (RakMk E1. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011, 2011)

Ilmatiiviillä rakenteella tarkoitetaan rakennetta, joka ei päästä ilmaa lävitseen. Usein ilmansulkuun käytettävä materiaali toimii myös ilman vesihöyryn pysäyttävänä kerroksena. Tällöin sen vesihöyryn vastus on suuri, jolloin se ei päästä myöskään ilmankosteutta lävitseen. Ilmansulun sijasta voidaankin useimmiten käyttää sanaa höyrynsulku. Höyrynsulkumuovi on esimerkki materiaalista, jota käytetään rakenteessa estämään ilmankosteuden kulku ja samalla ilman kulku rakenteen vaipan läpi. Ilmatiiveyden kannalta seinän ja katon rajapinnat, seinän ja lattian rajapinnat, ikkunoiden ja ovien saumat sekä läpivientien saumat ovat kriittisimpiä paikkoja, joista suurin osa ilmavuodoista tapahtuu.

Rakenteen ilmatiiveydellä on suurin merkitys rakennuksen sisäilmaan laatuun ja myös kohtalaisen suuri vaikutus talon energiataloudellisuuteen. Neutraaliakselin alapuolelta tulevan korvausilman mukana voi tulla sisäilmaan epäpuhtauksia ja neutraaliakselin yläpuoliset ilmavuodot kuluttavat energiaa ja saattavat aiheuttaa kosteusvaurioita yläpohjaan.

Vesitiiviyttä rakenteissa tarvitaan yläpohjan vesikatteessa ja sen läpäisevissä rakenteissa, rakennuksen märkätiloissa sekä alapohjassa. Vesitiiveydenkin kannalta kriittisimpiä ovat rakenteen saumakohtat sekä läpiviennit. Vaikka rakenteeseen vuotava vesi ei aiheuta näkyviä ongelmia, se usein homehduttaa puurakenteen, jonka jälkeen vesivuodon ongelmat ilmenevät sisäilman laadun huononemisenä homeitiöiden ja mikrobien päästessä sisäilmaan. Betoni-, harkko- ja tiilirakenteissa vesi aiheuttaa pakkasrapautumista. Vesitiiveydestä käytetään laajemmassa määrin muita nimityksiä, kuten kosteussulku, vedeneristys tai vedenpaine-eristys.

7.2 Määräykset

Rakennukseen tiiveyteen liittyen on olemassa sekä suosituksia ja ohjeita sekä määräyksiä. Rakennusmääräyskokoelma sisältää määräyksiä sekä ohjeita yksityiskohtaisesti rakennuksen palotiiveydestä, ilmatiiveydestä sekä vedeneristämisestä. RT-korteista löytyy käytännöllisempää ohjeistusta sekä havainnollistavia kuvia, jotka ehkä auttavat suunnittelutyössä enemmän. Seuraavassa taulukossa on jaoteltu lähteitä niiden tarjoaman tiedon perusteella palo-, ilma- ja vesitiiveydestä.

Taulukko 2. Määräykset ja ohjeet.

Lähde	Tiivistyskohde	Määräykset	Ohjeet	Esimerkkikuvat
RakMk C2, Kosteus	Ilma/Vesi	Kyllä	Kyllä	Ei
RakMk E2, Rakennusten paloturvallisuus	Palo	Kyllä	Kyllä	Ei
RT-kortti 81-10854, Alapohjaliittymät	Ilma/Vesi	Ei	Kyllä	Kyllä
RT-kortti 83-10955, Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys	Vesi	Ei	Kyllä	Kyllä
RT-kortti 83-10455, Yläpohjien liittymät	Ilma	Ei	Kyllä	Kyllä
RT-kortti 08- 10810/10811/10812, P1-, P2- ja P3- luokan palotekniset vaatimukset	Palo	Kyllä	Kyllä	Ei
RT-kortti 82-10605, Puutalon ikkuna- ja ulko- oviliittymät	Ilma/Vesi	Ei	Kyllä	Kyllä

7.3 Rakenteiden tiivistäminen

Tiivistäminen uudisrakentamisessa riippuu rakentamisessa käytettävistä materiaaleista ja alun suunnittelussa tehdyistä ratkaisuista rakennettavan talon rakenteiden suhteen.

Maanvaraisessa puurakenteisessa talossa tiivistettäviä kohtia on paljon, koska puurakenteiset seinät ja yläpohja eivät ole oletusarvoisesti tiiviitä ilman tai ilman kosteuden diffuusion suhteen. Tällöin seinärakenteisiin sekä yläpohjaan on asennettava lämmöneristyksen lisäksi ilman liikkeen sekä kosteuden diffuusion estävä kalvo, eli höyrynsulkumuovi. Höyrynsulkumuovin sijasta voidaan käyttää myös höyrynvastukseltaan suurta eristelevyä. Höyrynsulun toimivuus riippuu siitä, onko sen saumakohdat ja lävistykset tiivistetty asianmukaisesti. Tasaisten pintojen lisäksi puurakenteisessa talossa on tiivistettävä yläpohjan ja alapohjan rajakohdat sekä ulkoseinien läpivientien saumat, kuten ikkunoiden ja ovien saumat. Rakenteiden rajakohdat ja saumat ovat yleisimpiä ilmavuotokohtia. (Aho & Korpi 2009, 12–17.)

Kivirakenteisessa talossa ulkoseinien ja yläpohjan vesihöyrynvastus on parempi kuin puurakenteisilla vastaavilla. Betonirakenteiset seinät tai yläpohjat eivät tarvitse minkäänlaista höyrynsulkukerrosta, koska betoni ei päästä ilman kosteutta lävitseen niin paljon, että siitä koituisi ongelmia. Tiili ja harkkorakenteissa höyrynsulku on tasaisillekin seinä ja yläpohjapinnoille tarpeen, koska tiilien ja harkkojen laastisaumat eivät ole yhtä tiiviitä kuin betoni. Tiili ja harkko on myös betonia huokoisempaa materiaalia ja myös siksi höyrynsulkukerros on tarpeen, joka toteutetaan yleensä seinän/katon pinnoitteella. Kivirakenteisissa rakennuksissa yläpohjan, alapohjan ja seinän läpiviennit vaativat yhtäläillä tiivistystä, kuin puurakenteisissa rakennuksissakin. Kivirakenteisessa taloissa on kiinnitettävä huomiota erityisesti mahdollisten elementtien saumoihin, joka on myös tiivistettävä. (Aho & Korpi 2009, 12-17.)

Palotiivistyksen näkökulmasta puurakenteiset talot ovat työmäärältään suurempia, kuin kivirakenteiset. Kivirakenne, oli se sitten betonia, tiiltä tai kevytsoraharkkoa, kestää paremmin paloa, kuin puinen rakenne. Näin ollen palo-osastointi on helppo toteuttaa esimerkiksi betonirakenteisessa kerrostalossa, jossa asuntojen väliset rakenteet ovat betoniseiniä ja välipohjat ontelolaattaa. Riittää, että terästen suojaetäisyys on betonirakenteissa tarpeeksi suuri, jotta se kestää määrätyn ajan paloa. Tiili ja harkkorakenteet ovat yhtäläillä palon kestäviä. Samalla viivalla kivi- ja puurakenteet ovat kuitenkin varsinaista palotiivistystä tarkasteltaessa palo-osastojen reunoilla sekä mahdollisissa palo-osaston läpäisevissä rakenteissa. Näissä kohdissa

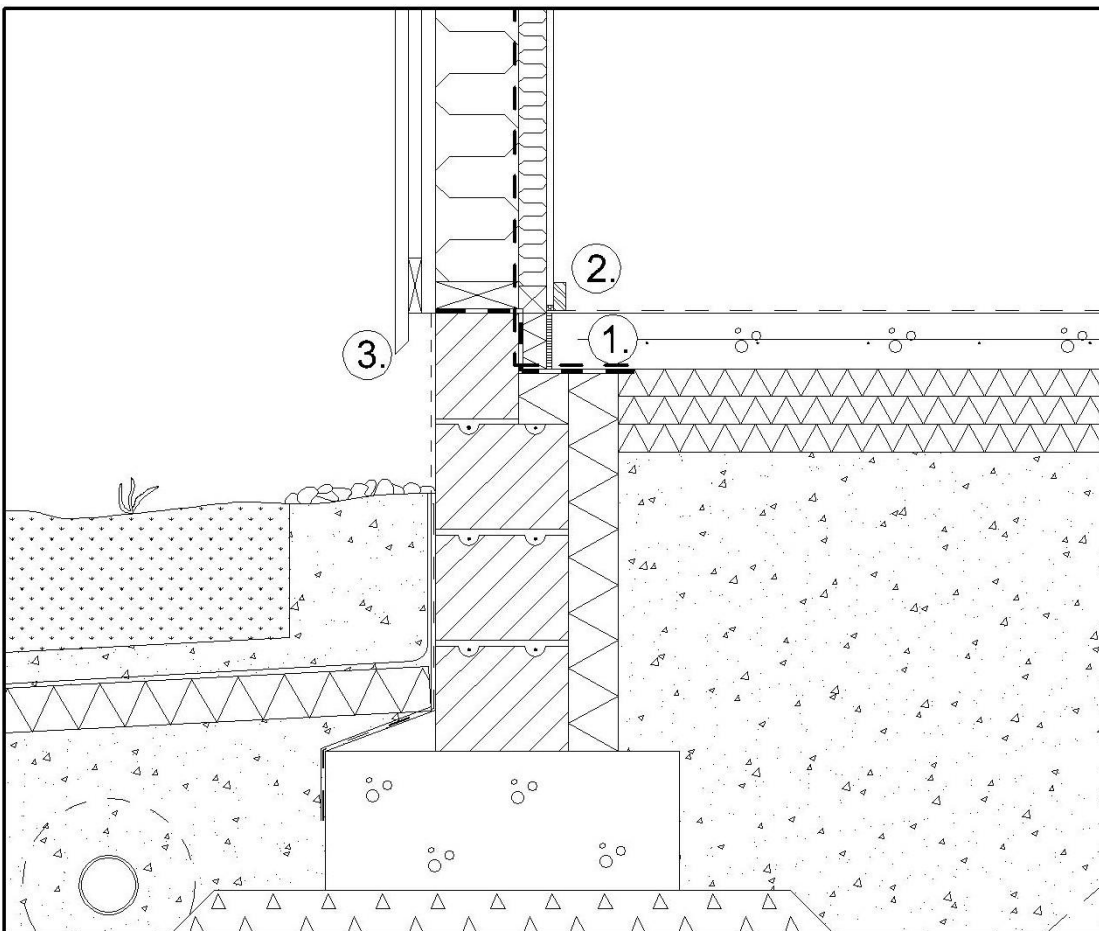
sauman on kestettävä paloa yhtä kauan kuin varsinainen palo-osaston seinäkin ja estettävä palon leviäminen palo-osastosta toiseen. (Aho & Korpi, 2009, 12-17.)

7.3.1 Alapohjat

Maanvaraisesti perustetussa puurakenteisessa talossa ilma- ja vesitiiveyden varmistaminen lähtee alapohjan liittymistä. Näihin kuuluvat:

- **sokkelin, ulkoseinän ja lattian yhtymäkohta**
- **maanvaraisen laatan läpi menevät rakenteet, kuten kantavat väliseinät,**
- **sekä mahdolliset alapohjan läpiviennit.**

Alla esimerkki alapohjan tiivistyksestä nykymääräysten ja ohjeiden mukaan:



Kuva 26. Alapohjan ja seinän liittymä. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

Alapohjan ja ulkoseinän liittymän kannalta tärkeimmät tiiveyttä tuovat ominaisuudet ovat:

- 1** Maanvaraisen betonilaatan alta ulkoseinän alaohjauspuun alle tuotu kumibitumikermi.
 - Kuvassa kermi (**1**) piirretty alaohjauspuun alle, koska seinärakenne on tehty ennen lattialaatan valua. Tapauksessa, jossa laatta valetaan heti sokkelin muurauksen ja täyttöjen jälkeen, käännetään kermi yleensä lattialaatan alta sokkelin sisäpintaan 150 mm.
- 2** Maanvaraisen laatan ja sokkelin väliin asennettava solumuovinauha sekä elastinen massa.
- 3** Seinän alaohjauspuun ja sokkelin välinen kumibitumikermi.
- 4** Höyrynsulun ulottaminen maanvaraisen laatan alapinnan tasolle (RT 81-10854 Pientalon perustukset ja alapohjien liittymät 2005).

Ulkoseinän ja alapohjan liittymän tiivistyksen/tiiveyden tarkoitus on

- estää maaperän uraanin hajoamisen sivutuotteena syntyvän radonkaasun pitoisuuksien nousu huoneilmassa
- estää korvausilman pääsy sisäilmaan sokkelin ja ulkoseinän rajakohdasta
- estää ilmavirtaus sisältä mahdolliseen ryömintätilaan sekä ilman kosteuden diffuusio, ks. 4.2.1.

Maanvaraisen **betonilaatan lävistävien väliseinien** tiivistys tehdään samalla tavalla, kuin ulkoseinän alla olevan sokkelin ja lattialaatan tiivistys, mutta höyrynsulkua ei tarvitse ottaa huomioon. Väliseinien sokkelirakenne tehdään ennen maanvaraisen laatan valua, joten kumibitumikermi liimataan väliseinän sokkeliin ja käännetään sitten tulevan lattiavalun alle.

Alapohjan lävistävät läpiviennit tiivistetään kahdessa vaiheessa:

- Läpiviennit ympäröidään solumuovikaistalla maanvaraista laattaa valettaessa.
- Kun lattiaa aletaan pinnoittaa, esim. laatoittamaan, leikataan solumuovikaistat sopiviksi ja saumat tiivistetään elastisella saumaussmassalla.

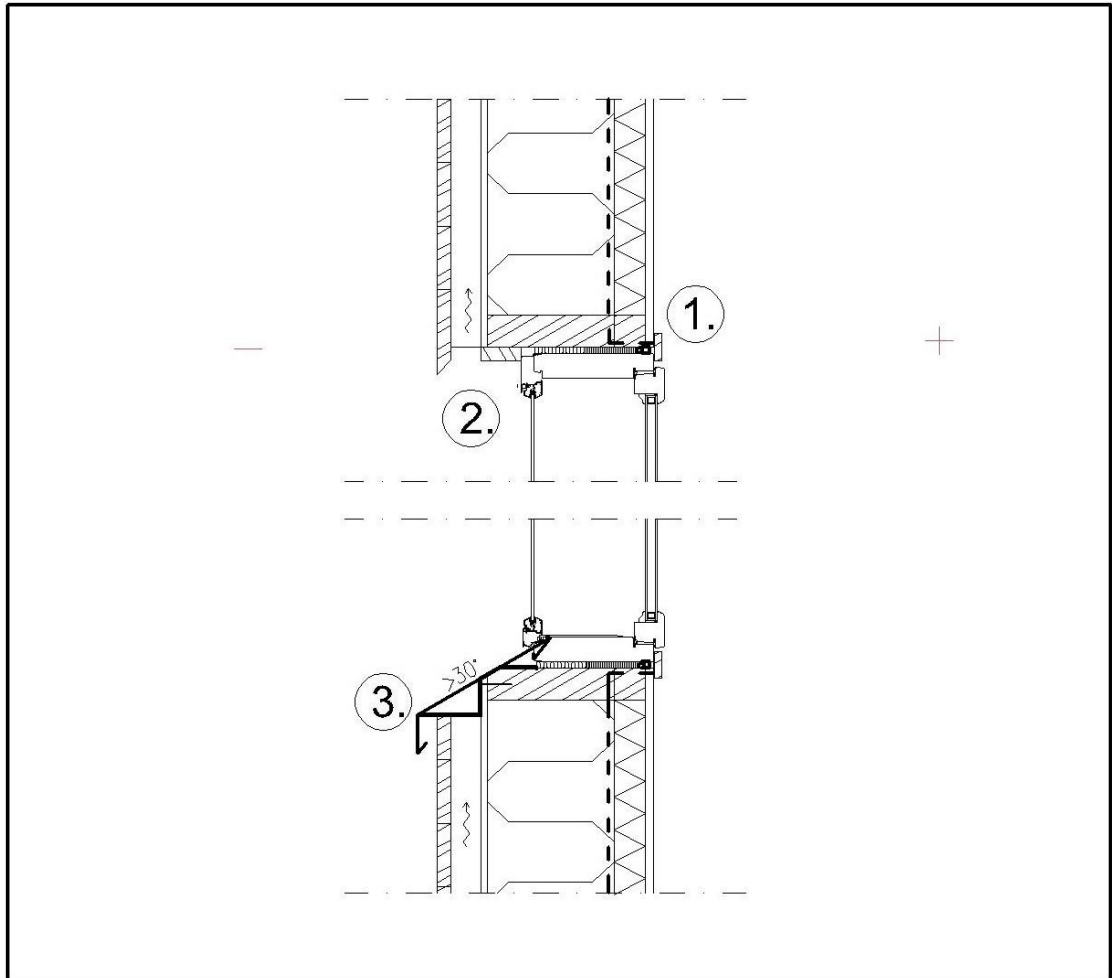
7.3.2 Ovet sekä ikkunat

Ovet sekä ikkunat ja niiden huono tiivistys on usein syynä rakennuksen suureen energian kulutukseen. Pientaloissa ne kattavat 31 % ilmavuodoista ja kerrostaloissa jopa 72 % (Aho & Korpi 2009, 9). Ikkuna- ja ovisaumaa on paljon, jolloin niiden tiiveyden merkitys on suuri.

Ikkuna- ja oviliittymissä tärkeimmät yksityiskohdat ovat

- **ikkunan ja oven saumojen tilkitseminen lämmöneristeellä**
- **saumojen tiivistys ja massaus**
- **ikkunan ja oven oikeaoppinen listoitus**
- **pellitykset, jotka asennettu tukevasti oikeaan kulmaan ja niiden saumat tiivistetty oikein.**

Ikkunan pitää olla vesitiivis ulkopuolelta käsin. Lisäksi pellitykset täytyy varustaa tippanokalla ja muotoilla siten, että sadevesi ei pääse seinärakenteeseen ikkunan alapellin alta. Ikkunan alapieli voidaan myös vaihtoehtoisesti varustaa myrskypellillä. Alla on esimerkki kuva puurakenteisen talon ikkunaliittymistä. Oviliittymät toteutetaan samalla periaatteella, paitsi kynnyksen ja kynnyspellityksen osalta.



Kuva 27. Ikkunan liitos ulkoseinään. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

Tiiveyden kannalta tärkeimmät kohdat ovat:

- 1** Sisäpuolella höyrynsulkumuovin liittyminen ilma- ja höyrytiiviisti karmiin (**1**). Tiivistys voidaan tehdä esimerkiksi PUR- vaahdolla tai umpisoluisella solumuovilla. (RT 41–10947 Puu- ja puualumiini-ikkunat sekä niiden asennus 2009.)
- 2** Ulkopuolella listoitus sekä tiivistys solumuovinauhalla ja elastisella saumamassalla.
- 3** Pellitys asennetaan vähintään 30° asteen kulmaan (1:8) sekä peltiin tehdään tarvittavat muotoilut, jotta saumat saadaan tiivistettyä vesitiiviiksi (RT 41–10947 Puu- ja puualumiini-ikkunat sekä niiden asennus 2009). Lisäksi alapielen pelti muotoillaan niin, että mahdollinen tuulen puhaltama vesi ei

pääse nousemaan seinärakenteen sisään. Kohdassa voidaan myös käyttää erillistä myrskypeltiä.

Ovien karmien tiivistys sekä piilien pellitys tehdään samalla tavalla, kuin ikkunoidenkin. Ovi eroaa ikkunasta kynnyksen ja kynnyspellin osalta. Oven kynnyksen on kestettävä rasiusta ja kynnyspellin on estettävä vedenpääsy sokkelirakenteeseen.

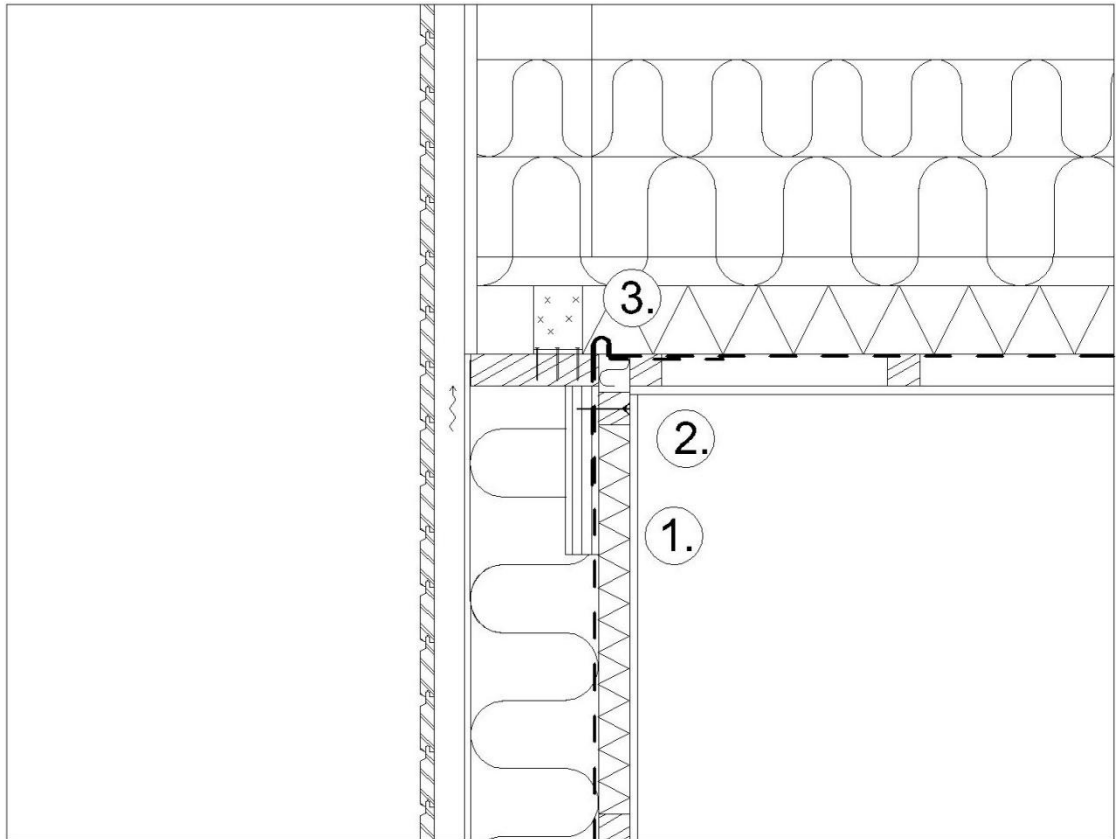
7.3.3 Yläpohjat

Yläpohjan sisävaippa pitää olla ilman ja sen sisältämän vesihöyryn tiivis. Pientaloissa 37 % ilmavuodoista tapahtuu juuri yläpohjan ja ulkoseinän rajapinnasta, kun kerrostaloissa vastaava arvo on vain 7 % (Aho & Korpi 2009, 18-20). Luvut kuitenkin osoittavat, että em. kohta on tiivistyksen kannalta tärkeä. Yläpohjassa on kiinnitettävä huomiota tiiveyden kannalta

- **yläpohjan ja ulkoseinän rajapintaan ja höyrynsulun limitykseen**
- **eristelevyjä käytettäessä niiden saumojen tiiveyteen.**

Yläpohjan ja ulkoseinän rajapintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska siinä seinän ja katon höyrynsulkumuovi joudutaan katkaisemaan. Näin ollen muovit joudutaan limittämään, liimaamaan ja puristamaan yhteen, jotta voidaan varmistua rajakohdan ilman ja höyrynpitävyydestä.

Eristelevyillä tehtäessä höyrynsulkukerrosta, on tärkeää kiinnittää huomiota levyjen saumojen paksuuteen ja leveyteen. Niiden pitäisi olla vähintään 20 mm ja 10 mm, jotta sauman tiivistykselle PUR-vaahdolla jää tarpeeksi tilaa ja sauma saadaan tiiviiksi. (Aho & Korpi 2009, 18-20.)



Kuva 28. Yläpohjan ja ulkoseinän liittymä. Muokattu lähteestä (Aho & Korpi 2009).
Kuva Harri Hiekkänen 2013.

Tiiveyden kannalta tärkeimmät kohdat:

- 1** Ulkoseinän ja yläpohjan höyrynsulkumuovit limitetään seinän yläosassa, viimeisen koolaussoiron alapuolella, väh. 200 mm (Aho & Korpi 2009, 12–17).
- 2** Tiivistetään höyrynsulkumuovit soirolla, joka kiinnitetään ruuveilla vähintään k300 (Aho & Korpi 2009, 12–17).
- 3** Yläpohjan ja ulkoseinän höyrynsulkuun jätetään löysää riittävästi rajakohtaan, jos esimerkiksi katossa vedettävät johdot tarvitsevat tilaa (Aho & Korpi 2009, 12-17).

Kivirakenteisissa taloissa yläpohjan tiivistys hoituu pääasiassa kantavalla rakenteella. Erityisesti kerrostaloissa, joissa yläpohjan kantavana rakenteena ontelolaatta, ei se

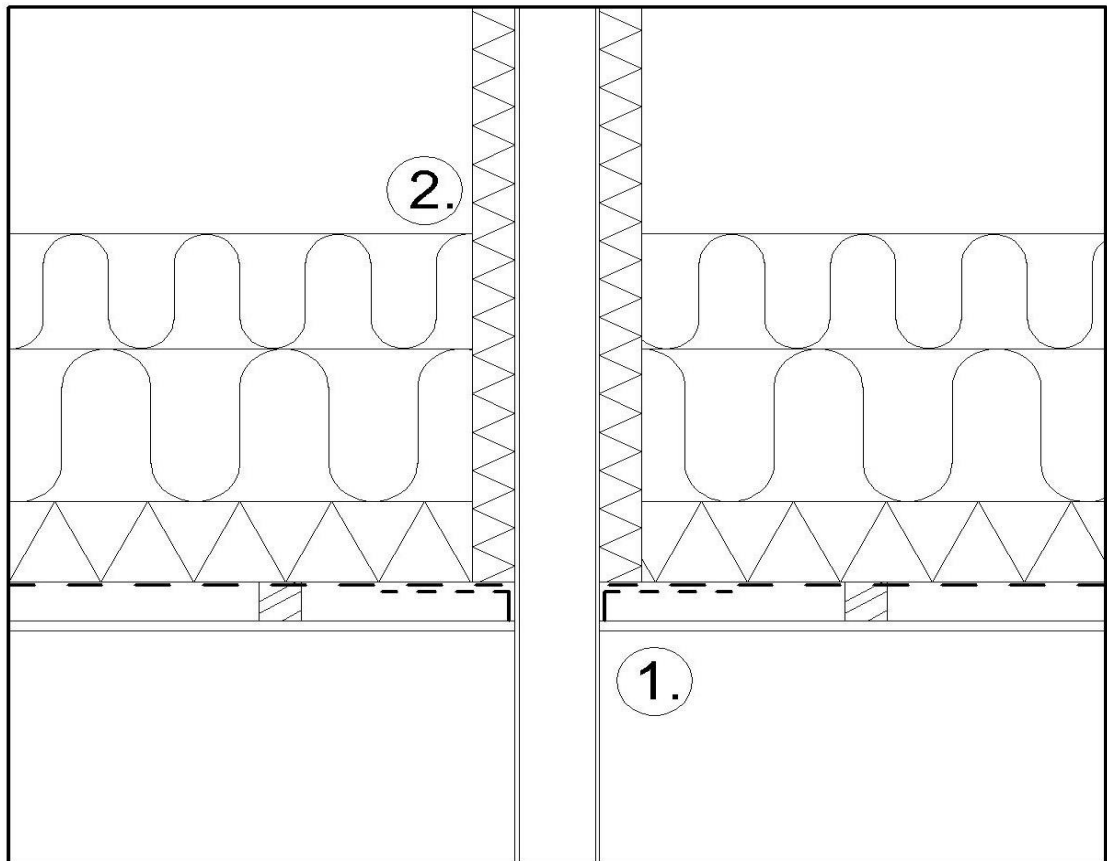
tarvitse erikseen höyrynsulkuja, paitsi korkeintaan elementtien saumoissa. Myös kivrakenteiset seinät ovat, hieman kivrakenteesta riippuen (kohta 6.3.), höyrytiivitä.

7.3.4 Läpiviennit seinissä ja yläpohjissa

Läpivienneissä on kiinnitettävä huomiota

- **höyrynsulun liitokseen läpivientiin**
- **mahdolliseen läpiviennin ympärille asennettavaan eristykseen**
- **sekä läpiviennin pellitykseen/tiivistykseen rakenteen ulkopinnassa.**

Pientaloissa höyrynsulun läpiviennit aiheuttavat vain noin 8 % ilmavuodoista (Aho & Korpi 2009, 9). Kuitenkin yläpohjassa vuotava höyrynsulku läpiviennin kohdalta voi aiheuttaa isojakin ongelmia, erityisesti painovoimaisesti ilmastoidussa talossa, koska neutraaliakselin yläpuolella on ylipaine. Yläpohjaan päässyt lämmin ja kostea ilma tiivistyy yläpohjan eristeen sisään tai kondensoituu aluskatteeseen ja tippuu siitä eristeeseen kastellen sen. Seuraavassa kuvassa havainnollistetaan läpivientien tiivistystä:



Kuva 29. Yläpohjan läpivientien tiivistys. Kuva Harri Hiekkänen 2013.

Tiiveyden kannalta tärkeimmät kohdat:

1 Läpivienti liitetään höyrytiivisti yläpohjan höyrinsulkuun. Tähän tarkoitukseen löytyy usealta valmistajalta läpivientien tiivistykseen valmistettuja läpivinetikauluksia, jotka ovat itseliimautuvia. Kauluksen vaakaosa voidaan vielä tarvittaessa teipata höyrinsulkuteipillä.

2 Yläpohjan eriste asennetaan kiinni läpivientä ympäröivään eristykseen.

Ulkoseinän läpivientien liitos rakennuksen höyrytiiviseen osaan voidaan toteuttaa samalla periaatteella.

8 TOTEUTUS JA PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kokonaisuus, jossa olisi hyödyllistä tietoa ensisijaisesti rakennesuunnittelijoille. Tarkoituksena oli kerätä tietoutta tiivistyskorjausten laajuudesta, materiaaleista sekä niiden käytöstä itse korjauksessa. Perustietojen pohjalta alettiin muodostamaan korjaustapaehdotuksia 70-, 80-, ja 90-luvun riskirakenteista. Työn lopputuloksena tehtiin Excel-taulukko, niin sanottu tiivistyksen tarkistuslista, joko auttaa suunnittelijaa tarkistamaan tiiveyden kannalta tärkeät kohdat uudisrakennuksissa.

Tiivistyskorjaus voidaan tehdä pelkästään vanhaa rakennetta kapseloimalla ja estämällä sieltä korvausilman tulo sisäilmaan, jolloin sisäilmaongelmat näennäisesti korjautuvat. Yksinkertainen tiivistyskorjaus ei kuitenkaan ole useimmissa tapauksissa pitkäaikainen ratkaisu vaan pikemminkin rakennuksen elinkaarta 2-3 vuodella lisäävä toimenpide. Tällä saadaan joko lisää aikaa suunnitella tulevaa suurempaa korjausta tarkemmin tai mahdollisesti päättää, kannattaako kyseistä rakennusta korjata. Pelkkä rakenteiden saumojen tiivistyskorjaus tai lattian kapselointi on suhteellisen halpa sekä nopea toimenpide ja sillä saadaan rakennus takaisin käyttöön.

Laajemmassa sisäilman parantamiseen tähtäävässä korjauksessa kaikki homevaurioituneet rakenteet puretaan tai puhdistetaan ja lahonneet rakenteet poistetaan. Vaurioituneet rakenteet korvataan uusilla materiaaleilla, jolloin rakennuksen elinkaari saadaan korjatun rakenteen osalta vastaamaan uutta. Tiivistyskorjaus tehdään laajemman korjauksen yhteydessä ja sillä usein varmistetaan, että sisäilma ongelmat eivät enää uusiudu. Samalla saadaan rakennuksen tiiveyttä parannettua huomattavasti.

Tiivistyskorjauksen laajuuteen vaikuttaa paljon rakennuksen käyttäjän/omistajan taloudellinen panostus korjaukseen sekä asiantuntijoiden tekemät kuntoarviot ja tutkimukset. Täytyy myös muistaa, että aina ei edes ole mahdollista vain purkaa ja tehdä tilalle uutta rakennetta. Mm. historiallisesti merkittävässä kohteissa on korjaaminen aina suoritettava mahdollisimman paljon vanhaa rakennetta säästäten.

Opinnäytetyön korjausosassa olevat korjaustapaehdotukset tulevat tarpeeseen suunnittelussa, kun pitää saada tietoa yleisimmistä rakenneratkaisuista, mitä

suosittiin 70-, 80-, ja 90-luvun puurakenteisissa taloissa. Samalla saadaan myös tietoa siitä, miten kyseinen ajalleen tyypillinen rakenne kannattaa korjata ja mitä korjauksessa pitää ottaa huomioon. Lisäksi yleisimpien riskimateriaalien luettelon avulla voidaan paremmin arvioida uusittavien materiaalien määrää korjauksessa. Korjauksessa joudutaan pohtimaan, tehdäkö laaja vai suppea tiivistyskorjaus, ja samalla myös korjauskohteen erityispiirteet vaikuttavat suuresti korjaustavan valintaan. Tarkka tieto korjauskohteen rakenteista on elintärkeää ja silloin on joko saatava vanhoja mutta ajantasaisia rakennekuvia korjattavasta rakennuksesta tai vaihtoehtoisesti rakennetta on avattava.

Uudisrakentamisessa rakennuksen tiiveys on helppo ottaa huomioon, kunhan siihen vain kiinnitetään suunnitteluvaiheessa tarpeeksi huomiota. Alapohjan tiiveydellä pyritään erityisesti estämään kemiallisten ja mikrobiologisten epäpuhtauksien, kuten radonin ja mikrobien, pääsy sisäilmaan. Seinän ja katon läpivientien sekä ulkoseinän ja katon rajakohdan tiiveyden pääasiallinen tarkoitus on minimoida lämpöhäviöitä ja estää sisäilman kosteuden pääsy rakenteisiin. Vaikka rakennuksessa olisikin ilmastoinnilla luotu alipaine, ilman vesihöyryn osapaine on usein, ja varsinkin talvella, suurempi kuin ulkona, jolloin se diffuusion avulla pyrkii siirtymään rakenteen läpi pienempään osapaineeseen. Tämä estetään ainoastaan tiiviillä rakennuksen sisävaipalla eli höyrynsulkumuovilla tai tiiviillä kivirakenteella. Palotiiveyttä sivutaan työssä hieman, koska myös se on otettava rakennuksen tiivistyksessä huomioon.

Korjausrakentamisessa rakenteiden tiivistys on elintärkeää, kun korjauksella pyritään parantamaan sisäilman laatua. Tiivistyskorjauksessa käytettävät materiaalit on valittava oikein ja varmistettava, että ne ovat laadukkaita ja vähäpäästöisiä. Materiaalien päästöjä auttaa arvioimaan päästöluokitukset. On myös pystyttävä ennakoimaan tiivistyksen tarvetta, esimerkiksi vanhaan rakennukseen asennettavan nykyaikaisen ilmastoinnin yhteydessä on varmistettava, että rakennus on tarpeeksi tiivis.

Rakennusten tiiveyden merkitys on uudisrakentamisessa korostunut toisaalta ilmastointilaitteiston laajan käytön, mutta myös energiataloudellisuuden vuoksi. Eristeen määrän lisäämisellä ei enää merkittäviä energiasäästöjä saada, vaan on keskityttävä rakenteiden liitoksiin sekä ikkunoiden ja ovien lämmönvastuksen parantamiseen. Ilmastointi taas edellyttää tiiviitä rakenteita, jotta talon sisälle tuleva

korvausilma saadaan otettua hallitusti siihen tarkoitettuja reittejä pitkin eikä rakenteiden epätiivieistä liitoksista, jolloin siinä voi olla joukossa epäpuhtauksia.

LÄHTEET

Aho, H., Korpi, M. (toim.) 2009, *Ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten toteutus asuinrakennuksissa*. Tutkimusraportti 141. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennetekniikan laitos. [Viitattu 12.1.2013]. saatavilla:
<http://URN.fi/URN:NBN:fi:tty-2011122914973>

Asumisterveysohje. 2003. Finlex. [viitattu 26.12.2012]. Saatavissa:
http://www.finlex.fi/pdf/normit/14951-asumisterveysohje_pdf.pdf

Kärki, J-P. Purku- ja Siivoustyöohje, Sisäilmakorjaukset. Suomen Sisäilmakeskus Oy [viitattu 19.1.2013]. Saatavissa: [http://www.sisailmakeskus.fi/kuvat/file/Purku-%20ja%20siivousohje\(3\).pdf](http://www.sisailmakeskus.fi/kuvat/file/Purku-%20ja%20siivousohje(3).pdf)

Kääriäinen, Hannu. 2012, Riskirakenteita eri vuosikymmeniltä 25- 26.10.2012. KORAK-projekti. Kuopio ja Joensuu. Luentomoniste.

Neuvonen, P. 2006. *Kerrostalot 1880-2000 – arkkitehtuuri, rakennussuunnittelu , korjaaminen*. Rakennustieto Oy. Tammer-Paino Oy. Tampere 2006.

Palomäki E., 1993. *Rakennusmateriaalit ja terveys*. Rakennustieto Oy. Tammer-Paino Oy. Tampere 1993.

RakMk C2, Kosteus, Määräykset ja Ohjeet, 1998. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 27.12.2012].
 Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf>

RakMk E1, Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja Ohjeet, 2011. Ympäristöministeriö. Asunto- ja rakennusosasto. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 31.3.2013]. saatavilla: http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf

RT 80-10854 Pientalon perustukset ja alapohjien liittymät 2005. Helsinki: Rakennustieto.

RT 05–10710 Kosteus rakennuksissa 1999. Helsinki: Rakennustieto.

RT 80-10712 Rakennuksen kosteus ja mikrobivauriot. Korjausrakentaminen 1999. Helsinki: Rakennustieto.

RT 41-10947 Puu- ja puualumiini-ikkunat sekä niiden asennus 2009. Helsinki: Rakennustieto.

Seuri M., Reiman M. 1996. *Rakennusten kosteusvauriot, home ja terveys*. 2. painos. Tampere: Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistyksen www-sivu [viitattu 26.12.2012]. Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi>

Tehno S., 1968. *Rakennustekniikan käsikirja, Pääjakso 2: Rakennusaineet ja –tarvikkeet*. Kustannusosakeyhtiö Tammi. KKn Kirjapaino. Helsinki 1970.

Ympäristöopas 29. 1997. Ympäristöministeriö. Rakennustieto Oy. Tammer-Paino Oy-Tampere 1997.

LIITE 1.

TARKISTUSLISTA RAKENNUKSEN TIIVEYDEN VARMISTAMISEKSI

Ohjeet: Tarkistaaksesi rakennuksen suunnittelutyössä huomioitavat asiat rakennuksen tiiveyteen liittyen, vastaa alla oleviin kysymyksiin.

Palotiiveys



Ilmatiiveys



Vesitiiveys/Vedeneristys

Palotiiveys

1.) Piirustuksiin merkitty palo-osastoinnin rajat, palo-osastoinnin palonkestovaatimukset sekä määritetty rakennuksen paloluokka?

2.) Rakennedetaljeissa detaljit mahdollisista palokatkoista palo-osastojen välillä?

3.) Rakennusmateriaalit ja tarvikkeet paloluokaltaan vaatimusten mukaisia?

4.) Kantavat rakenteet suojattu asianmukaisesti palolta?

5.) Urakkaan kuulumattomat rakennukset otettu huomioon palo-osastoinnissa?

Ilmatiiveys

Alapohja

1.) Radonkermi piirretty sokkelin ja maanvaraisen laatan liittymäkohtaan sekä mahdolliset läpiviennit tiivistetty saumanauhalla ja elastisella massalla tai jälkivalulla?

2.) Radonkermi piirretty kantavien, maanvaraisen laatan lävistävien, seinien ja maanvaraisen laatan rajapintaan?

3.) Radonkermi piirretty maanvaraisen betonilaatan liikuntasaumojen kohdalle?

4.) Höyrynsulkumuovi käännetty aluslattialevyn päälle (ryömintätalallinen alapohja) tai lattian pintamateriaalin alle (maanvarainen alapohja) vähintään 150mm ja tiivistetty?

**Täytä
laatikko!**

5.) Ryömintätalallisen alapohjan kevytsoraharkkosokkelin pinnoitus (slammaus) radonin kulkeutumisen estämiseksi sokkelin kautta mainittu?

Ulkoseinät

1.) Ulkoseinän höyrynsulun pystysaumoissa höyrynsulkumuovi limitetty vähintään 200mm ja teipattu?

Välipohjat

6.) Ulkoseinän höyrynsulku piirretty käännettäväksi vähintään 200mm välipohjan ala- ja yläpintaan?

Yläpohja

1.) Ulkoseinän ja yläpohjan höyrynsulkumuovien limitys vähintään 200mm ja teippaus mainittu?

2.) Yläpohjan höyrynsulun epäjatkuvuuskohtissa piirretty höyrynsulun tiivistys 50x50 soiron tai teräslatan taakse, joka kiinnitetään vesihöyryä läpäisemättömään, höyrynsulun katkaisevaan, rakenteeseen ruuveilla väh. k300?

Vesitiiveys/Vedeneristys

1.) Sokkelin ulkopuolinen vedeneristys bitumisivelyllä, kumibitumikermillä tai patolevyllä mainittu?

2.) Mainittu seinän läpivientien ja ikkunoiden saumat pellitettäväksi ja massattaviksi?