

Markus Lahti

Ulkoisista syistä johtuvat tyypilliset kosteusvauriot ja niiden korjaaminen

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan koulutusohjelma

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Rakennesuunnittelu

Tekijä: Markus Lahti

Työn nimi: Ulkoisista syistä johtuvat tyypilliset kosteusvauriot ja niiden korjaaminen

Ohjaaja: Veli Autio

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 58

Liitteiden lukumäärä:

Tässä opinnäytetyössä on keskitytty ulkoisista syistä johtuvien kosteusvaurioiden tutkimiseen. Ulkoisilla syillä tarkoitetaan sääolosuhteista, kuten vesisateesta johtuvaa sekä ilmassa ja maaperässä olevan luonnollisen kosteuden aiheuttamaa kosteusrasitusta rakennuksen eri rakenteisiin. Sisäiset kosteuslähteet, kuten erilaiset putkistovuodot on rajattu kokonaan pois. Tämä opinnäytetyö käsittelee pääasiassa 1960-1990-luvuilla rakennettuja omakotitaloja ja niissä esiintyviä tyypillisimpiä kosteusvaurioita.

Opinnäytetyössä on kirjallisten lähteiden pohjalta tutkittu ja esitelty ulkoapäin tulevan kiinteän veden ja vesihöyrykosteuden kulkeutumistapoja rakenteisiin joko painovoiman vaikutuksesta tai erilaisin rakennusfysikaalisin ilmiöin. Eri rakenteet ja niissä ilmenevät tyypilliset rakenteelliset ongelmat ja kosteusvauriokohdat on käyty yksitellen ja yksityiskohtaisesti läpi. Vaurioille esitetään myös tavanomaisia ja toimiviksi todettuja korjausratkaisuja sekä rakenteellisia muutosratkaisuja, jotta vaurioita ei enää tulevaisuudessa pääse syntymään. Lisäksi työn lopussa on esitelty tarkemmin erilaisia korjausmenetelmiä.

Avainsanat: kosteusvauriot, homevauriot, korjausrakentaminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Markus Lahti

Title of thesis: Water damages caused by external reasons and how to fix them

Supervisor: Veli Autio

Year: 2016

Number of pages: 58

Number of appendices:

The purpose of the thesis was to research water damages that were caused by external reasons such as rain and other natural moisture that cause damage to the constructions of buildings. The thesis did not deal with pipe leaks and other internal moisture sources.

The main focus of the thesis was on typical water damages in houses built between 1960-1990. The ways how water from outside gets into constructions either by gravity or by different physical occurrences was examined and presented from written sources. The typical constructional problems and spots of water damages were presented precisely in the thesis. The thesis also presented conventional solutions to fix and reconstruct water damaged buildings and constructions.

Keywords: water damages, mold damages, renovation

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuva- ja kuvioluettelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 KOSTEUSLÄHTEET.....	9
2.1 Rakennuksen kosteuslähteet	9
2.2 Sadevesi, lumi, jää ja niiden aiheuttamat pinta- ja sulamisvedet	10
2.3 Veden painovoimainen ja kapillaarinen siirtyminen.....	11
2.4 Vesihöyrykosteuden siirtyminen rakenteisiin.....	11
2.4.1 Diffuusio	12
2.4.2 Vesihöyryn konvektio	13
2.4.3 Kondensoituminen	14
3 ERI RAKENTEISSA ESIINTYVÄT KOSTEUSVAURIOT.....	16
3.1 Perustukset ja maanvaraiset alapohjarakenteet.....	16
3.1.1 Valesokkeli.....	19
3.1.2 Reunavahvistettu laatta ja sokkelihalkaisu.....	20
3.1.3 Salaojat	21
3.1.4 Routaeristys	22
3.2 Maanvaraiset seinärakenteet	23
3.3 Rossipohja eli tuulettuva alapohja.....	26
3.4 Ulkoseinät	28
3.4.1 Kevyesti verhoillut ja tiiliverhoillut ulkoseinät.....	29
3.4.2 Muuratut massiiviset tiiliseinät.....	32
3.5 Yläpohja ja vesikatto	33
4 KOSTEUSVAURIOIDEN KORJAAMINEN	37
4.1 Perustusten ja maanvaraisten alapohjarakenteiden korjaus	37
4.1.1 Salaojien korjaus.....	38
4.1.2 Routaeristyksen korjaus.....	39

4.1.3 Alapohjalaatan korjaus.....	39
4.2 Maanvaraisten seinärakenteiden korjaus.....	41
4.3 Rossipohjan korjaus.....	42
4.4 Ulkoseinien korjaus.....	44
4.5 Yläpohjan ja vesikaton korjaus.....	46
5 KORJAUSMENETELMÄT.....	49
5.1 Kosteusvaurioituneiden rakennusosien uusiminen	49
5.2 Puhdistus	50
5.3 Hajunpoisto ja desinfiointi	51
5.4 Kuivatus	53
6 YHTEENVETO.....	55
LÄHTEET.....	57

Kuva- ja kuvioluettelo

Kuva 1. Tiivistynyttä kosteutta kylmässä ikkunalasissa.	15
Kuva 2. Kellari on eristetty muusta asuintilasta sulkemalla portaikko tiiviillä muovilla.....	52
Kuva 3. Alipaineistaja.....	52
Kuva 4. Ilman poisjohtamisreitti.	53
Kuvio 1. Rakennuksen kosteuslähteet. (Kempainen 2013, 2.).....	9
Kuvio 2. Diffuusion periaate.	13
Kuvio 3. Konvektion vaikutus rakenteiden kastumiseen, kun ilma jäähtyy rakennuksen sisällä.	14
Kuvio 4. Pohjalaatta, jonka päällä aluslaudoitus, koolaus ja eriste. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].).....	17
Kuvio 5. Valesokkeli ja kosteuden siirtyminen rakenteisiin. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].).....	20
Kuvio 6. Reunavahvistettu laatta, jossa sokkelihalkaisu. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].).....	21
Kuvio 7. Sisäpuolelta eristetty kellarin seinä, jossa kosteusvaurioita. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].).....	24
Kuvio 8. Kellarin harkkoseinä, jossa sisäpuolinen eriste. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].).....	25
Kuvio 9. Tuulettuva alapohja ryömintätilasta katsottuna. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].).....	27

Kuvio 10. Havainnollistava kuva ryömintätilan tuuletuskatveista ja niiden riskialueista. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].).....	28
Kuvio 11. Tiiliverhoiltu puuseinä ja siinä ilmenevät ongelmat. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].).....	30
Kuvio 12. Tiilitalon ulkoseinän ilmavuotokohdat. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].).....	31
Kuvio 13. Betonisandwich-rakenne. (Isover, [Viitattu 19.3.2016].).....	32
Kuvio 14. Yläpohjaan kohdistuvat kosteusrasitukset. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 89.).....	35
Kuvio 15. Lisälämmöneristetty yläpohja tukkii tuuletusreitit. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].).....	36
Kuvio 16. Tasapaksun ja siirtymäkiilaeristyksen erot. (Finnfoam, [Viitattu 17.3.2016].).....	39

Käytetyt termit ja lyhenteet

Bitumihuopakaista	Käytetään vedeneristeenä rakenteiden saumakohdissa, kun halutaan estää veden kapillaarinen nousu tai siirtyminen materiaalista toiseen.
Bitumikermi	Käytetään rakenteiden, kuten kattojen tai kellarinseinien vesieristämiseen.
Klinkkerilaatta	Tavallista kaakelilaattaa tiiviimpi laatta.
RH	Ilman suhteellinen kosteus.
Harjakolmio	Jos katon tuuletusilmaa ei ole mahdollista poistaa harjan kautta, rakennetaan päädyistä tuulettuva harjakolmio.

1 JOHDANTO

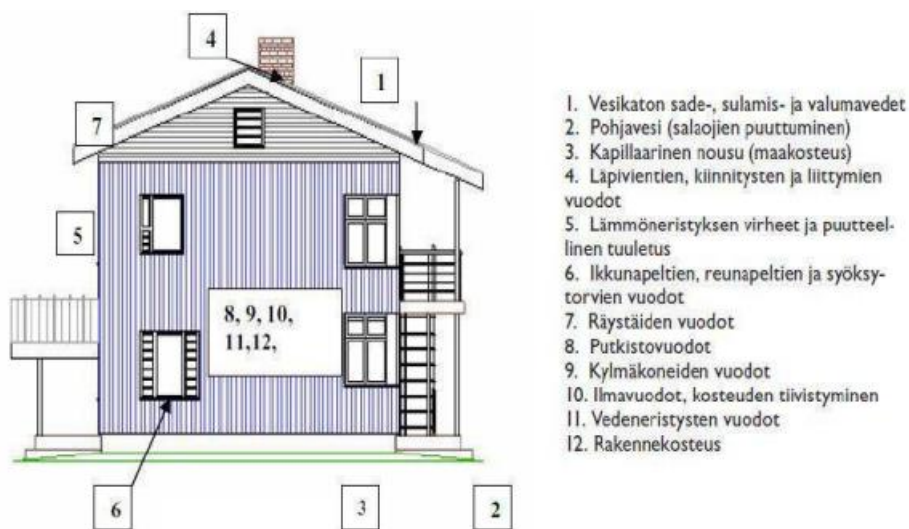
Suomen rakennuskannassa on satoja tuhansia rakennuksia, joissa on jonkinasteisia homevaurioita. Tämä puolestaan altistaa sadat tuhannet ihmiset erilaisille homeista aiheutuville haju- ja sisäilmahaitoille, jotka voivat joissakin tapauksissa olla jopa suuri terveysriski. Siksi onkin erityisen tärkeää korjata jo olemassa olevia vaurioita ja tarvittaessa muuttaa rakenteita korjaustöiden yhteydessä paremmin toimiviksi. Tärkeää on myös tehdä ennakoivaa korjausta ja pyrkiä korjaamaan mahdollisia rakenteellisia virheitä jo ennen, kuin vaurioita on ehtinyt syntyä. Samalla säästetään merkittävästi myös korjauskustannuksissa.

Tässä opinnäytetyössä on tutkittu ja tarkasteltu ulkoisia kosteuslähteitä, kosteuden kulkeutumistapoja ja -reittejä rakenteisiin sekä kosteuden aiheuttamia tyypillisiä vaurioita rakenteissa. Lisäksi on perehdytty erilaisiin korjausmenetelmiin ja esitelty eri rakenteiden perinteisiä korjaustapoja ja -ratkaisuja.

2 KOSTEUSLÄHTEET

2.1 Rakennuksen kosteuslähteet

Rakennuksissa ja sen rakenteissa esiintyvä kosteus esiintyy joko näkyvänä vetenä, näkymättömänä vesihöyryinä tai rakenteisiin sitoutuneena rakennekosteutena. Tavallisimmat ja merkittävimmät rakennukseen kohdistuvat kosteuslähteet ja kosteuden kulkeutumisreitit on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1. Rakennuksen kosteuslähteet. (Kemppainen 2013, 2.)

Rakennuksen ulkopuolisia kosteuslähteitä ovat

- sadevesi
- lumi ja jää sekä niistä aiheutuvat sulamisvedet
- pintavedet
- maaperän kosteus
- ulkoilman kosteus.

Rakennuksen sisäisiä kosteuslähteitä ovat

- sisäilman kosteus
- putkivuodot
- roiskevedet
- rakennekosteus

- talotekniikka (esim. vesihöyryn tiivistyminen kylmille pinnoille ja valuminen rakenteisiin)
- siivoaminen ja peseytyminen ja niistä aiheutuva ylimääräinen kosteusrasitus. (Leivo 1998, 21-24.)

Tässä opinnäytetyössä keskitytään ulkoisista syistä johtuvien vaurioiden tarkasteluun ja niiden korjaamiseen, joten sisäisiä kosteuslähteitä ja niistä aiheutuvia seurauksia ei tarkastella tarkemmin.

2.2 Sadevesi, lumi, jää ja niiden aiheuttamat pinta- ja sulamisvedet

Sadevesi on yksi merkittävimmistä kosteusrasituksen aiheuttajista rakennuksille. Pystysade altistaa erityisesti rakennuksen vaakasuoria ja kaltevia pintoja, kuten kattoa ja mahdollista terassia kosteudelle, kun taas tuulen aiheuttama viistosade rasittaa rakennuksen pystysuoria pintoja, kuten julkisivuja. Viistosadetta voidaankin pitää yhtenä merkittävimpänä rakennuksen vaippaan kohdistuvana rasiustekijänä ja kosteusvaurioiden aiheuttajana. Myös sateesta aiheutuva roiskevesi voi rasittaa julkisivuja. Mikäli maanpinnan kallistukset viettävät rakennukseen päin tai sadeveden poistojärjestelmässä on puutteita, voivat sateen aiheuttamat valumavedet päästä valumaan rakennukseen päin ja siitä edelleen rakenteisiin aiheuttaen kosteusvaurion. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 11-13.)

Talvisin rakennukset altistuvat lumelle ja jäälle sekä niiden sulamisesta aiheutuvalle kosteudelle. Esimerkiksi kevyt pakkaslumi voi tuulisella säällä päästä helposti rakennuksen ullakkotiloihin tuuletusaukkojen kautta ja aiheuttaa siellä kosteusvaurioita. Lumi ja jää voivat myös seistä pitkiäkin aikoja rakennusten seinustoilla ja sulaessaan niiden sulamisvedet voivat joissain olosuhteissa päästä valumaan rakenteisiin. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 11-13.)

2.3 Veden painovoimainen ja kapillaarinen siirtyminen

Vesi kulkee painovoiman vaikutuksesta aina alaspäin. Vinot pinnat aiheuttavat myös veden sivuttaista siirtymistä, mutta suunta on koko ajan alaspäin. Tämä voi aiheuttaa ongelmia esimerkiksi läpivienneissä, jos vesi pääsee virheellisesti toteutetuissa tai huonosti tiivistetyissä rakenteissa tai liitoksissa valumaan ei toivottuihin paikkoihin. Toisaalta veden painovoimainen siirtyminen myös helpottaa veden johtamista hallitusti pois rakennuksen luota.

Vesi imeytyy kapillaarisesti huokoiseen materiaaliin, jos materiaali on kosketuksissa vapaaseen veteen, esimerkiksi pohjaveteen. Veden siirtyminen kapillaarisesti johtuu kapillaaristen voimien aiheuttamasta huokosalipaineesta. Mitä pienempiä materiaalissa olevat huokokset ovat, sitä korkeammalle vesi kapillaarisesti nousee. Vesi voi myös liikkua kapillaarisesti sivusuunnassa, jolloin painovoima ei rajoita veden siirtymistä. Etenkin maaperästä rakenteisiin aiheutuva kosteusrasitus johtuu usein maaperästä kapillaarisesti nousevasta vedestä. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 52-54.)

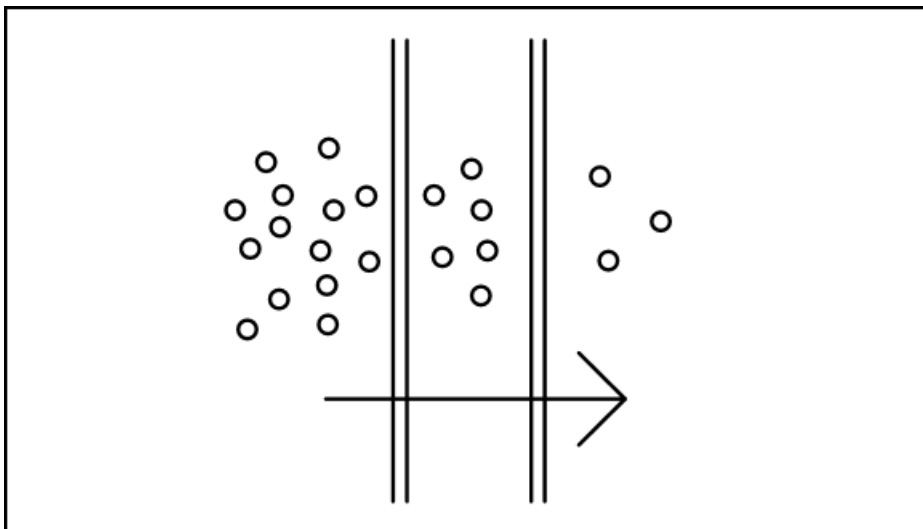
2.4 Vesihöyrykosteuden siirtyminen rakenteisiin

Pelkkä nestemäinen vesi ei ole ainoa rakenteita rasittava kosteuslähde, vaan myös ulkoilmassa oleva vesihöyrykosteus rasittaa ja on jatkuvassa kosketuksessa rakennukseen. Ulkoilman kosteuspitoisuus vaihtelee vuodenajoittain siten, että kesäisin vesihöyryn määrä ulkoilmassa [g/m^3] on korkeammasta lämpötilasta johtuen suurempi kuin talvella. Ilman suhteellinen kosteus on kuitenkin kesäisin yleensä pienempi johtuen korkeammasta lämpötilasta, sillä lämmin ilma pystyy sitomaan enemmän kosteutta kuin kylmä. Vesihöyrykosteus voi päästä kulkeutumaan rakenteisiin erilaisten fysikaalisten ilmiöiden avulla, jotka käsitellään seuraavissa kappaleissa. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 49-50.)

2.4.1 Diffuusio

Diffuusioksi kutsutaan ilmiötä, jossa epämääräisesti jakautuneessa kaasuseoksessa olevat kaasumolekyylit pyrkivät jakautumaan tasaisesti, jotta syntyy tasaisesti jakautunut kaasuseos. Rakennustekniikassa diffuusiolla tarkoitetaan yleensä kosteuden liikkumista vesihöyrynä rakenteen läpi. Diffuusion suunta riippuu tilojen välillä vallitsevasta kosteuserosta. Kosteus pyrkii diffuntoitumaan erottavan rakenteen läpi tilaan, jonka ilman vesihöyryn osapaine ja yleensä myös ilman absoluuttinen kosteus on pienempi. Usein diffuusion suunta on lämpimästä kylmempään päin, mutta diffuusion suunta voi myös olla päinvastainen eli kylmemmästä lämpimään päin, mikäli kylmemmän tilan kosteuspitoisuus on suurempi. Jos diffuusiolla pääsee kosteutta rakenteisiin enemmän kuin rakenne pystyy poistamaan, voi se ajan myötä aiheuttaa rakenteissa kosteusvaurioita. Rakenteen suunnittelussa diffuusio tulee huomioida siten, että estetään vesihöyryn liiallinen tunkeutuminen rakenteisiin ja sitä kautta mahdollisesti siitä aiheutuvat kosteusvauriot. Seinämärakenteessa tulee olla riittävän vesihöyrytiivis kerros lämmöneristeen ja lämpimän sisätilan välissä sekä rakenteen vesihöyrynvastuksen tulee pienentyä kylmempään tilaan päin mentäessä. (Siikanen 1996, 56.)

Suurimman osan vuodesta sisäilman vesihöyryn osapaine on suurempi kuin ulkoilman vesihöyryn osapaine, jolloin diffuusio siirtää kosteutta sisältä ulospäin. Kesäisin tilanne voi kuitenkin olla päinvastoin, jolloin kosteutta voi siirtyä ulkoa sisälle päin. Talvella diffuusion merkitys on suurempi kuin kesällä, koska sisä- ja ulkoilman välinen vesihöyryn osapaine-ero on suurempi suuremmista lämpötilaeroista johtuen. Kuviossa 2 on esitetty vesihöyryn diffuusion periaate, jossa vesimolekyylit liikkuvat seinärakenteen läpi suuremmasta vesihöyryn osapaineesta pienempään päin. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 54-56.)



Kuvio 2. Diffuusion periaate.

2.4.2 Vesihöyryn konvektio

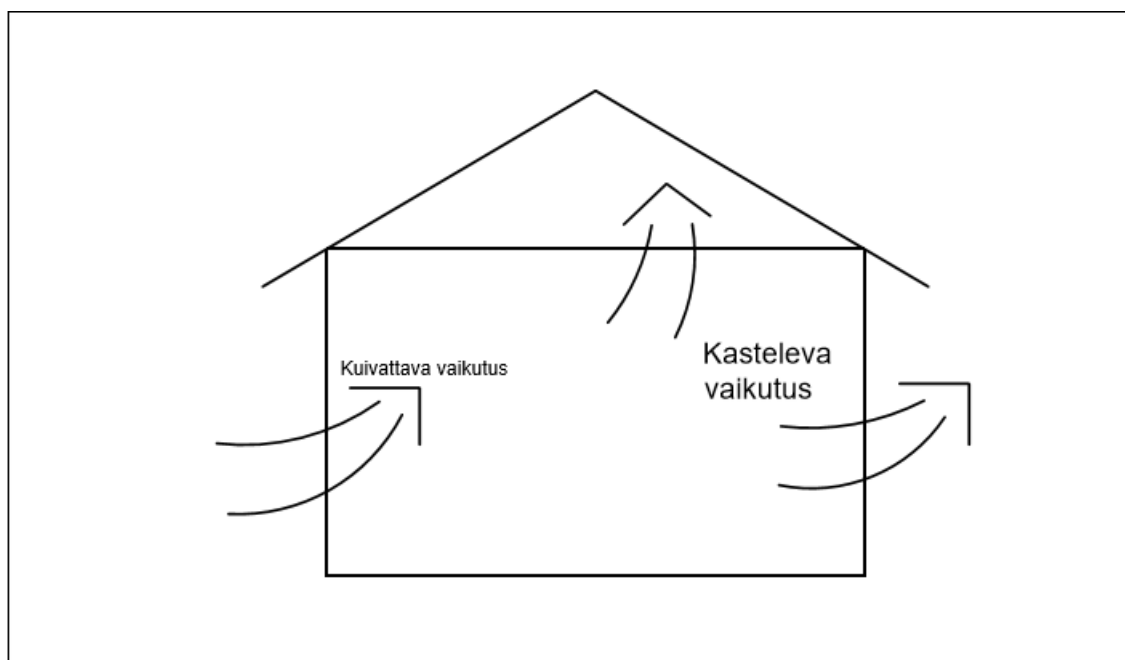
Vesihöyryn konvektiolla tarkoitetaan ilmavirtausten mukana tapahtuvaa vesihöyryn siirtymistä. Kosteutta sisältävää konvektiovirtausta voi esiintyä joko ilman tiheyseroista johtuvana ns. luonnollisena konvektiona tai rakenteessa olevien reikien tai rakojen kautta tapahtuvana pakotettuna konvektiona. Etenkin kylminä vuodenaikoina erilaisten rakojen, reikien ja halkeamien läpi sisältä ulos ilmanpaine-erojen takia tapahtuvat ilmavirtaukset voivat kuljettaa mukanaan moninkertaisen määrän kosteutta diffuusion verrattuna. (Siikanen 1996, 31-33, 56.)

Luonnollinen konvektio syntyy, kun esimerkiksi ilmaraossa tai lämmöneristeessä oleva ilma lämpenee sisäpinnan läheisyydessä, jolloin lämmin ilma pyrkii nousemaan ylöspäin. Kylmän ulkopinnan läheisyydessä ilma taas jäähtyy ja virtaa alaspäin. Näin rakenteen sisälle muodostuu luonnollinen ilmankierto, joka tulee huomioida rakenteen suunnittelussa, koska ilman mukana liikkuu myös jonkin verran kosteutta. Pakotettu konvektio puolestaan saadaan aikaan tehostamalla ilman liikettä esimerkiksi koneellisella tuuletuksella. (Siikanen 1996, 31-33, 56.)

Kosteutta voi siirtyä konvektiolla ulkoilmasta rakenteisiin myös tuulen mukana, kun ilman virtausta tapahtuu huokoisten materiaalien ja erilaisten rakojen läpi. Tuulesta aiheutuvat paine-erot voivat olla suunnaltaan ja suuruudeltaan hyvinkin vaihtelevia ja tuuli voi aiheuttaa lyhytaikaisesti suuriakin yli- ja alipaineita. Tämä tulee

huomioida etenkin rakenteiden lujuuslaskelmissa, mutta pitkäaikainen samasta suunnasta puhaltava tuuli voi lisätä myös huomattavasti mm. rakennuksen seinärakenteiden läpi tapahtuvaa lämmön ja kosteuden siirtymistä. (Siikanen 1996, 31-33, 56.)

Kosteuskonvektiolla on rakennetta kuivattava vaikutus, jos ilma lämpenee virratessaan rakenteen läpi tai siinä on kyllästysvajautta. Kosteuskonvektio muuttuu kosteusvaurion kannalta kriittiseksi ja rakenne voi kastua, jos ilma jäähtyy virratessaan rakenteen läpi. Kosteuden tiivistymistä tapahtuu, jos ilma jäähtyy rakenteessa alle kastepisteen. Kuvio 3 havainnollistaa kuinka tuulesta aiheutuvalla konvektiovirtauksella on kasteleva vaikutus rakenteeseen, mikäli ilma jäähtyy virratessaan rakennuksen läpi. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 56-57.)



Kuvio 3. Konvektion vaikutus rakenteiden kastumiseen, kun ilma jäähtyy rakennuksen sisällä.

2.4.3 Kondensoituminen

Kondensoituminen tarkoittaa ilmiötä, jossa vesihöyry tiivistyy vedeksi. Tiivistymistä voi tapahtua joko rakenteen sisällä tai sen pinnassa, kunhan ilman suhteellinen kosteus on 100 %. Vesihöyry tiivistyy rakenteissa aina ympäröivää ilmaa

kylmemmälle pinnalle, kun vesihöyryn kyllästymiskosteus eli kastepiste ylittyy. Tiivistynyttä kosteutta esiintyy tavallisesti lämpimissä tiloissa olevilla liian kylmillä pinnoilla, kuten ikkunalaseissa. Kuvassa 1 nähdään, kun takaoven kylmään ikkunalasiin on tiivistynyt kondensoitumisen takia sisäilmasta kosteutta. Myös kylmäsiilat tai puutteellinen, rikkiäinen tai väärin sijoitettu höyrynsulku aiheuttavat vesihöyryn tiivistymistä rakenteiden sisällä. (Siikanen 1996, 57.)



Kuva 1. Tiivistynyttä kosteutta kylmässä ikkunalasissa.

3 ERI RAKENTEISSA ESIINTYVÄT KOSTEUSVAURIOT

Tässä luvussa käydään läpi eri rakenteet ja niissä esiintyvät tyypilliset kosteusvauriot ja ongelmakohdat, jotka aiheuttavat vaurioita.

3.1 Perustukset ja maanvaraiset alapohjarakenteet

Maanvarainen betonilaatta on rakennuksen perusta, joka nimensä mukaan perustetaan maanpinnalle ja jota myös käytetään rakennuksissa lattiana. 1960-luvulta aina 1980-luvulle asti rakennettiin Suomessa suuri määrä taloja maanvaraiselle betonilaatalle. Aikaa myöten huomattiin monien näistä rakennuksista kärsivän pahoista kosteusvaurioista lattiarakenteissa. Syyt kosteusongelmiin johtuivat monesti siitä, että rakennusten perustat oli virheellisesti toteutettu eikä luonnonlakeja oltu huomioitu. Siihen aikaan puhuttiin lähinnä salaojituksesta, joka yksinään on kosteussuojaksi aivan riittämätön. (Isodrän, [Viitattu 18.2.2016].)

Kosteuslähteet ja syyt, jotka aiheuttavat maanvaraisessa betonilaatassa ja perustuksissa kosteusvaurioita

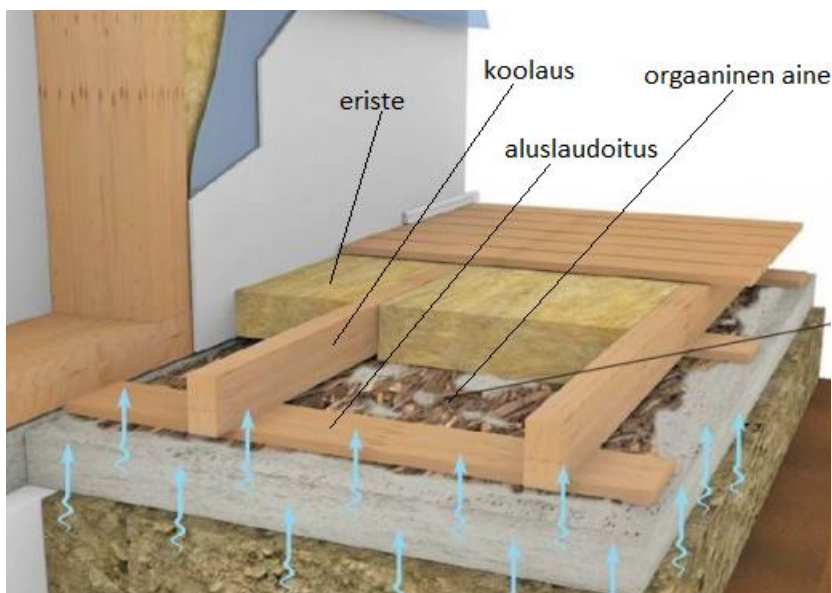
- kosteuden kulkeutuminen maaperästä rakenteisiin (diffuusio, konvektio)
- veden kapillaarinen nousu
- sisäilman kosteus
- riittämätön salaojitus
- pintavedet
- betoniin jäänyt rakennekosteus
- liian tiiviit kerrokset, jotka estävät kuivumisen
- puutteellinen sadevesijärjestelmä. (Isodrän, [Viitattu 18.2.2016].)

Maanvaraisten laattojen tyypillisesti havaittavia ongelmia ovat

- homeen haju alapohjan rakenteista (usein jalkalistojen takaa)
- seinien alaosien näkyvät vauriot
- alapohjan rakenteiden puuosien ja eristekerrosten home- ja lahovauriot. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

Koska perustukset ja maanvarainen alapohja ovat jatkuvasti kosketuksissa maaperän kanssa, ne ovat myös eniten kosteudelle alttiita rakenteita, sillä maaperän kosteus on jatkuvana rasitteena. Samalla ne ovat myös eniten alttiita kosteusvaurioille. Mikäli maanvaraisen betonilaatan alapuolella ei ole riittävää kapillaarisen nousun katkaisevaa sorakerrosta eli kapillaarikatkoa, maaperässä oleva vesi pääsee imeytymään suoraan laattaan. Virheellinen kapillaarikatko onkin yksi merkittävä maanvaraisten lattiarakenteiden kosteusvaurioiden aiheuttaja. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakenteen kuntotutkimus 1997, 94.)

Rakennesuunnittelussa maan ja maanvaraisen laatan alapinnan suhteellisen kosteuden oletetaan yleensä olevan 100 %. Mikäli laatan alapinnasta puuttuu lämmöneristys, on myös laatan yläpinnan suhteellinen kosteus lähes 100 %, koska betonilaatan yläpinnan lämpötila on lähestulkoon sama kuin alapinnan. Tällöin laatan yläpuolella oleviin rakenteisiin kohdistuu suuri kosteusrasitus ja erityisesti puurakenteet, kuten lattian koolaukset ja pehmeät eristeet, ovat vaurioitumisalueella. Kuvio 4 on havainnollistava kuva maanvaraisen lattiarakenteen kosteusvaurioitumisesta. Kuvassa pohjalaatan päällä on aluslaudoitus, koolaus ja eriste ja rakenne on erittäin vaurioherkkä. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakenteen kuntotutkimus 1997, 96.)



Kuvio 4. Pohjalaatta, jonka päällä aluslaudoitus, koolaus ja eriste. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

Myös laatan kylmät reuna-alueet ovat riskialueita, joihin maaperän ja sisäilman kosteus siirtyy diffuusiolla. Tämä voi kasvattaa rakenteen suhteellista kosteutta ja lisätä rakenteen vaurioriskiä. Myös ilmavuodot ja niiden jäähdyttävä vaikutus voivat lisätä diffuusiolla siirtyvää kosteutta kyseessä oleviin rakenneosiin. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

Aina ei maanvaraisen betonilaatan päälle ole kuitenkaan rakennettu puurakenteista lämpöeristettyä lattiaa, vaan kyseessä voi olla myös ns. kaksoisbetonilaatta. Kaksoisbetonilaatassa lämmöneristys on kahden betonilaatan välissä ja rakenne on kosteusteknisesti melko toimiva. Ongelmia syntyy lähinnä silloin, kun puurakenteiset väliseinät on rakennettu alemman laatan varaan ja maaperän kosteus pääsee rasittamaan alalaattaa. Tällöin väliseinän puurakenteet ovat vaara-alueella, sillä kosteus voi imeytyä betonilaatasta väliseinän alajuoksuun ja pystytolppaan, mikäli alajuoksun alla ei ole kapillaarisuutta katkaisevaa bitumihuopakaistaa. Jos lattian pohjalaatta on maanpinnantason alapuolella, voi vettä päästä valumaan ulkoa lattiarakenteen sisään. Ulkopuolelta lattiarakenteen sisään valunut vesi havaitaan yleensä kellaria muistuttavan tunkkaisen hajun perusteella. Mikäli väliseinän alajuoksu on eristeiden sisässä, voi alajuoksun alalaidan suhteellinen kosteus nousta vaarallisen korkeaksi, koska alajuoksua vasten oleva betonilaatta on kylmempi kuin sen päällä olevat rakenteet. Tämä voi aiheuttaa sen, että saavutetaan kastepiste ja vesi tiivistyy väliseinän alajuoksun alapintaan ja vaurioittaa sitä. Kaksoisbetonilaatassa vauriokohtia ovatkin useimmiten väliseinien alaosien puurakenteet ja niissä ilmenevät kosteusvauriot. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 45.)

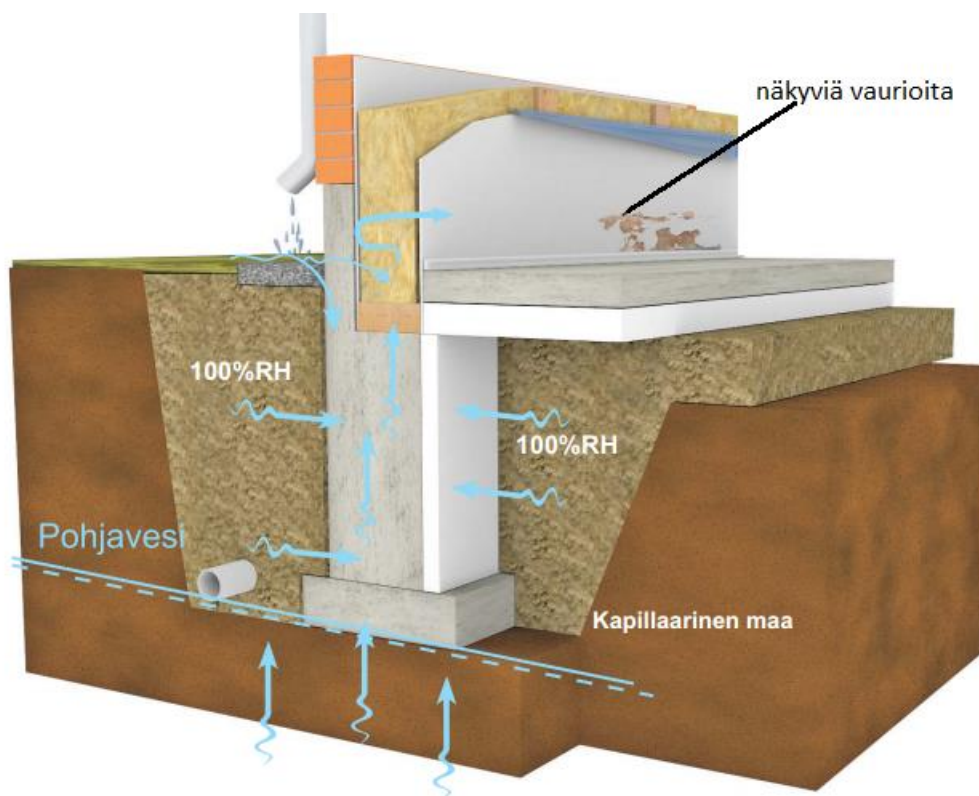
Mikäli laatussa on lämmöneristys betonilaatan alla, rakenne toimii yleensä melko varmasti eikä vaurioita juurikaan synny. Vaurioita on ilmennyt tapauksissa, joissa lattian alla oleva maaperä on hyvin märkää, koska jostain on päässyt valumaan sinne runsaasti kosteutta. Myös veden voimakas kapillaarinen nousu voi kastella maaperää runsaasti. Mikäli puiset väliseinät lävistävät betonilaatan eikä väliseinien alajuoksuja ole eristetty kunnolla, voi maaperän kosteus päästä väliseinien puurakenteisiin ja vaurioittaa seinän alaosia. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 47.)

Lattia voi myös olla kokonaan lämmöneristämätön ja yleensä tällainen rakenne toimiikin hyvin kuivissa olosuhteissa tai jos se pystyy luovuttamaan siihen siirtyneen kosteuden huonetilaan ilman, että kosteus nousee homeiden kasvulle suotuisaksi. Mikäli lattian pinnassa on esimerkiksi muovimatto tai muu haihtumisen estävä pinnoite, on matto ja siinä oleva liimakerros altis homevaurioille, sillä kosteus ei pääse haihtumaan laatasta. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 48.)

3.1.1 Valesokkeli

1970-luvulla rakennettiin paljon pientaloja, joissa on matalaperustus. Erityisen ongelmallisia ovat talot, jotka on perustettu maanvaraislaatoille ja joissa sokkelikorkeus on matala. Usein maan päällä näkyvä osa sokkelista onkin ns. valesokkeli, joka ei ole rakenteen kannalta kovin hyvä ratkaisu. Mikäli rakennuksen lattiapinnan korkeus jää liian lähelle ympäröivän maanpinnan korkeutta, voi rakennuksen ulkopuolinen valumavesi, roiskevesi sekä maaperän kosteus päästä kulkeutumaan valesokkelin läpi ja turmella lattian ja seinien alaosien puurakenteita ja lämmöneristeitä. Myös julkisivuverhouksen taakse päässyt vesi ja kosteus voivat päästä kulkeutumaan valesokkelin väärälle puolelle ja jäädä sinne. Koska valesokkelirakenne ei tuuletu, siihen kehittyy helposti kosteusvaurio, sillä kosteus ei pääse poistumaan rakenteesta. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakenteen kuntotutkimus 1997, 70.)

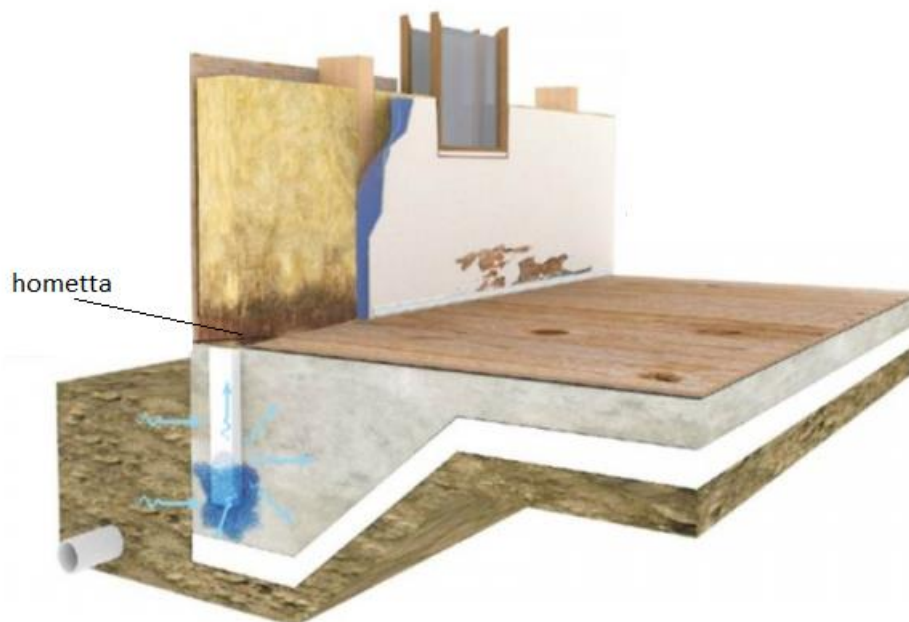
Kuviosta 5 nähdään, että kosteuden päästessä kulkeutumaan valesokkelin sisäpuolelle ulkoseinän eristeet ja aluspuu vaurioituvat hyvin todennäköisesti. Ajan mittaan kosteus saattaa aiheuttaa myös näkyviä vaurioita seinän alaosaan.



Kuvio 5. Valesokkeli ja kosteuden siirtyminen rakenteisiin. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

3.1.2 Reunavahvistettu laatta ja sokkelihalkaisu

Reunavahvistetussa laattassa laatan ulkoreunaan on valettu reunavahvistukseksi palkki kantamaan seiniltä tulevia kuormia ja antamaan sokkelille korkeutta. Yksi reunavahvistetun laatan riskitekijä on reunavahvistukseen jäänyt rakennekosteus, joka sitten vuosien mittaan kuivuu rakenteisiin. Joskus tällaisia rakennekosteudesta aiheutuvia vaurioita on havaittu jopa 10 vuotta rakentamisen jälkeen. Pohjalaatta on etenkin talviaikaan kylmä reuna-alueiltaan varsinkin, jos reunavahvistuksen sokkelihalkaisu on huonosti asennettu tai se puuttuu kokonaan. Kuviossa 6 on reunavahvistettu laatta, jossa on sokkelihalkaisu. Mikäli sokkelihalkaisun eriste on huonosti asennettu, se aiheuttaa halkaisuun kylmäsilan, joka aiheuttaa kosteuden tiivistymistä rakenteeseen. Kuvassa näkyy myös tyypillinen homevaurion paikka seinän alaosan eristeessä. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)



Kuvio 6. Reunavahvistettu laatta, jossa sokkelihalkaisu. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

Reunavahvistetussa laatta tavallisimpia kosteusvaurioiden paikkoja ovat sokkelihalkaisun eriste sekä laatan päällä olevat eristeet ja puurakenteet, kuten tavallisessakin maanvaraisessa alapohjarakenteessa. Laatan kylmyys reuna-alueilla voi aiheuttaa kosteuden tiivistymistä, joka voi johtaa seinän alaosan homehtumiseen ja alapuun lahoamiseen. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

3.1.3 Salaojat

Salaojalla tarkoitetaan maan alle kaivettua rei'itettyä putkea, jota käytetään rakennettavan maa-alueen kuivaamiseen. Maaperän vesi tihkuu ympäröivästä maaperästä salaojaputkeen siinä olevien reikien läpi ja vesi johdetaan putkien avulla joko sadevesiviemäriin, salaojakaivoon tai avo-ojaan. Puutteellinen salaojaverkosto ei kuivata rakennuksen alueella olevaa maaperää tarpeeksi tai ollenkaan ja se lisää perustusrakenteiden kosteusrasitusta aiheuttaen samalla homehtumisriskin.

Yleisiä salaojaverkoston puutteita ovat

- suunnitteluvirheet
- asennusvirheet
- tukkeutuminen

– rikkoutuminen.

Salaojitus voi joskus olla asennettuna väärään korkoon tai se voi sijaita väärässä paikassa vaakasuunnassa, kallistukset voivat olla pielessä tai ympäröivä maa-aines voi olla vääränlaista. Tällöin kyseessä on joko asennus- tai suunnitteluvirhe ja sen seurauksena maaperän kosteus voi päästä nousemaan perustusrakenteisiin ja aiheuttaa kosteusvaurion. Salaojaverkosto voi joskus myös rikkoontua asennus- tai rakennusvaiheessa ja jos sitä ei huomata tai korjata, salaojaverkosto ei välttämättä toimi oikein. Myös maan epätasainen painuminen, tarkastusputkien ja salaojakaivojen painuminen sekä maaperän routanousu voivat vaurioittaa salaojaverkostoa. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 94-95.)

Ajan myötä salaojaverkosto voi joskus myös tukkeutua esimerkiksi putkistoon kulkeutuneen hienon maa-aineksen, routimisen tai putkistoon tunkeutuneiden puun juurien takia. Jos salaojaverkosto jostain syystä tukkeutuu, vesi ei välttämättä pääse kulkeutumaan putkistossa ja sen seurauksena salaojaverkosto ei kuivata maaperää tarpeeksi. Seurauksena voi olla maaperän kosteuden nousu perustustason yläpuolelle, jolloin kosteus pääsee kulkeutumaan rakenteisiin ja voi aiheuttaa perustusrakenteissa kosteusvaurion. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 94-95.)

3.1.4 Routaeristys

Perustettaessa routivalle maaperälle on rakenteet perustettava routimattomaan syvyyteen. Routasuojauksella saadaan routimissyvyyttä pienennettyä, jolloin myös perustamissyvyys pienenee. Mikäli routasuojaus on asennettu liian syvälle tai se puuttuu kokonaan, aiheuttaa se vaurioriskin rakennuksen putkistoihin, sadevesiviemäriin tai salaojiin, jos salaojat sijaitsevat routimissyvyyden yläpuolella eivätkä ne pysy sulina pelkästään rakennuksen luovuttaman lämmön vaikutuksesta. Puutteellisen routasuojauksen seurauksena voi olla putkien jäätyminen tai jopa rikkoutuminen jäätyneen ja routanousun vaikutuksesta. Tämä puolestaan voi johtaa siihen, että rikkoutuneessa putkistossa kulkeva vesi tai jätevesi voi tunkeutua tai valua rakenteisiin tai niiden alle ja aiheuttaa

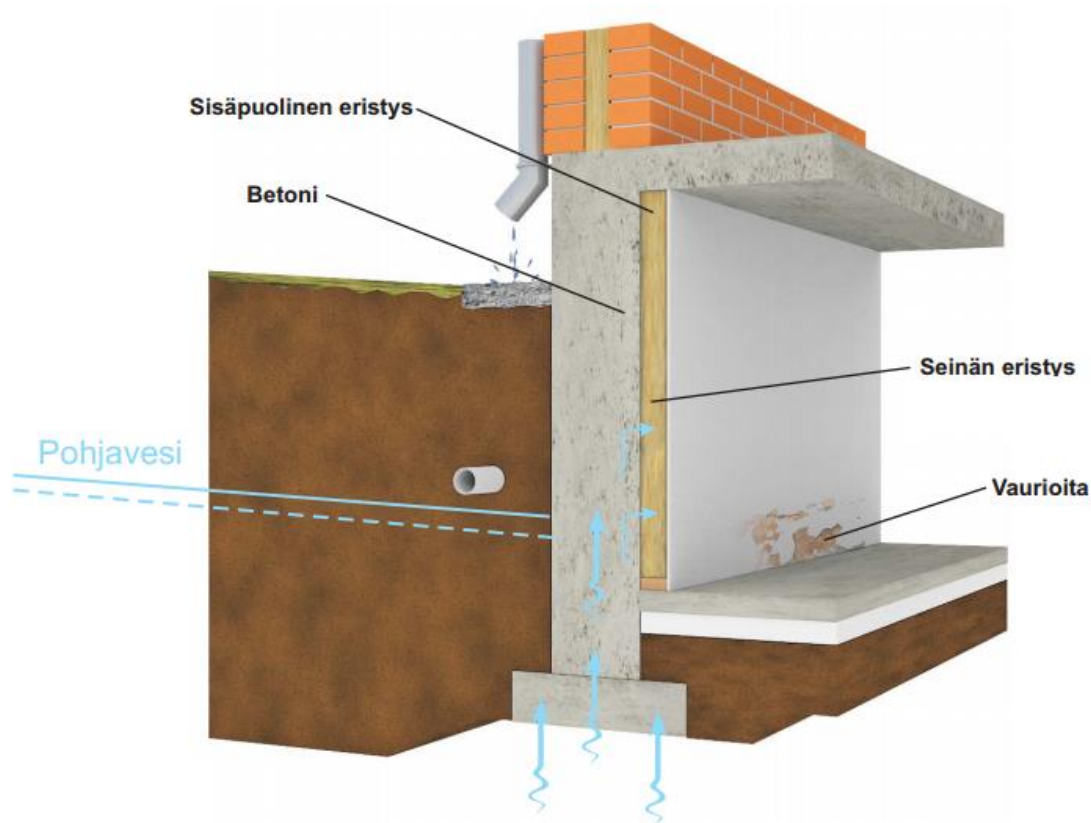
kosteusvaurioriskin. Routanoususta tai roudan sulamisesta aiheutuvat painumiset ja maaperän muodonmuutokset voivat vääntää sadevesiviemäri- tai salaojaputkia, jolloin putkeen voi syntyä tukos. Tukkeutunut putki taas voi johtaa maaperän kosteuden nousuun, koska vedenpoistojärjestelmät eivät kuivata maaperää tarpeeksi. Maaperän kosteuden nousu taas tarkoittaa sitä, että vesi voi päästä nousemaan perustustason yläpuolelle ja kulkeutumaan esimerkiksi kapillaarisen nousun takia perustusrakenteisiin. Joskus myös maanpinnan kallistus seinästä pois päin voi olla niin pieni, että routanousun vaikutuksesta kallistus kääntyy väärään suuntaan ja vesi ei pääsekään valumaan pois rakennuksen luota, vaan kerääntyy seinustoille ja valuu rakenteisiin tai niiden alle. (Sisäilmayhdistys ry, [Viitattu 17.3.2016].)

3.2 Maanvaraiset seinärakenteet

Maanvaraiset seinärakenteet ovat maanvaraisen alapohjan ja perustusrakenteiden tavoin jatkuvassa kosketuksessa maaperän ja siinä olevan kosteuden kanssa. Tämän takia maanvaraiseen seinärakenteeseen kohdistuu jatkuvasti kosteusrasitusta, joka toisinaan aiheuttaa niissä kosteusvaurioita. Koska vauriot johtuvat usein samoista syistä kuin muissakin maanvaraisissa rakenteissa, myös vauriot ovat hyvin samankaltaisia. Tärkeää vaurioiden ennaltaehkäisemisessä on, että maanpinnan kallistukset viettävät pois päin rakennuksesta ja että salaojitus toimii oikein, jotta seinään kohdistuva kosteusrasitus pienenee merkittävästi. Samalla pienenee myös seinärakenteen kosteusvaurioriski.

Betonisen tai harkoista rakennetun kellarinseinän sisäpuolelle asennetut mineraalivillaeristeet, verhomuuraukset tai myöhemmin asennetut lisälämmöneristykset ovat erittäin herkkiä kosteusvaurioille ja usein ne ovatkin seinän ja eristeen rajapinnasta homeessa. Tämä johtuu siitä, että maanvarainen seinärakenne on kostea maaperässä olevan ja siinä liikkuvan kosteuden vaikutuksesta. Tällainen vaurio voidaan usein havaita hajun perusteella, mutta joskus vauriot voivat olla näkyviäkin, kuten nähdään kuvioista 7. Mikäli seinä on eristämätön, mahdollisia kosteusvaurion merkkejä ovat kosteusläikät, betoni- tai maalipinnan hilseily tai suolojen kiteytyminen. Yleisimmät syyt maanvaraisen

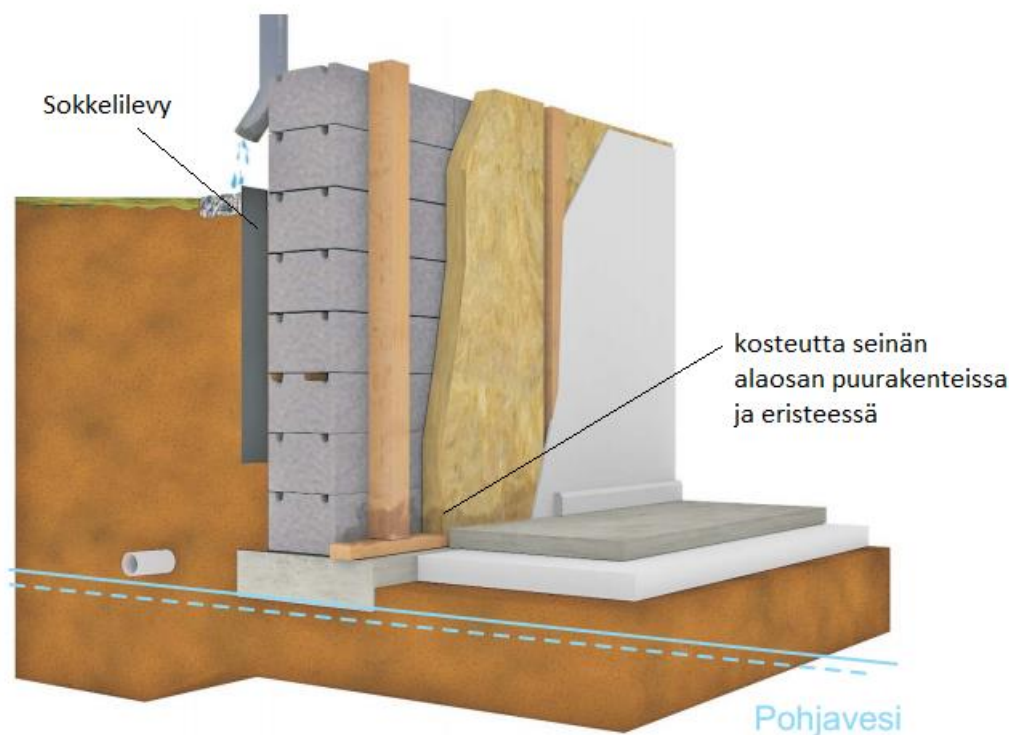
seinärakenteen kosteusvaurioitumiseen ovat maanpinnan virheelliset kallistukset ja niistä aiheutuvat valumavedet, kosteuden kapillaarinen imeytyminen rakenteisiin, kellarin seinän ja anturan ulkopuolisen vesieristeen puuttuminen ja puutteellinen tai virheellinen salaojitus, joka ei toimi oikein. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)



Kuvio 7. Sisäpuolelta eristetty kellarin seinä, jossa kosteusvaurioita. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

Kellarin ulkoseinään asennetussa sokkelilevyssä esiintyy usein virheitä. Mikäli sokkelilevy on asennettu liian matalalle eikä se ylety seinän alaosaan asti tai on jopa maanpinnan alapuolella, on kellarin seinä altis kosteudelle ja vaurioille (kuvio 8). Tällöin kosteus pääsee kulkeutumaan seinärakenteeseen ja sen läpi ja voi vaurioittaa sisäpuolella olevia lämmöneristeitä ja seinän muita rakenteita. Myös sadevesiränneistä tai sadevedestä aiheutuva roiskevesi voi kulkeutua seinärakenteeseen, mikäli sokkelilevy on asennettu liian alas. Joskus seinän alaosan alapuu ja lattialaatta on asennettu suoraan anturan päälle, kuten kuviosta 8 nähdään. Tällöin kosteus voi päästä kulkeutumaan suoraan anturasta kellarin seinän puurakenteisiin ja eristeisiin etenkin, jos vedeneristys puuttuu. Lämmöneristykseen puuttuminen puolestaan aiheuttaa sen, että seinän alaosan

rakenteet ovat kylmää anturaa vasten, jolloin kosteus tiivistyy herkemmin rakenteisiin ja voi aiheuttaa niissä laho- ja homevaurioita. Tällainen suoraan anturan päälle asennettu rakenne on paljon herkempi vaurioille kuin rakenne, jossa seinän alaosa ja lattia ovat irrallaan anturasta ja lisäksi lämmöneristettyjä. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)



Kuvio 8. Kellarin harkkoseinä, jossa sisäpuolinen eriste. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

Kellarin seinä voi myös olla halkaistu, jolloin seinän sisässä on eriste samalla tavoin kuin sokkelihalkaisussa. Koska seinän halkaisu ulottuu seinärakenteessa paljon syvemmälle, voi eriste olla vaikeampi saada kunnolla paikalleen. Huonosti asennettu tai rikkoutunut eriste taas johtaa siihen, että seinärakenteeseen voi syntyä kylmäsiltoja, jotka voivat johtaa kosteuden tiivistymiseen seinän sisässä. Tällöin etenkin seinän halkaisussa oleva eriste on altis kosteusvauriolle. Tiivistynyt kosteus voi kulkeutua myös tästä edelleen seinän läpi ja päästä vaurioittamaan muita seinän sisäpuolisia rakenteita. Etenkin pehmeät eristeet ja puurakenteet ovat vaara-alueella.

3.3 Rossipohja eli tuulettuva alapohja

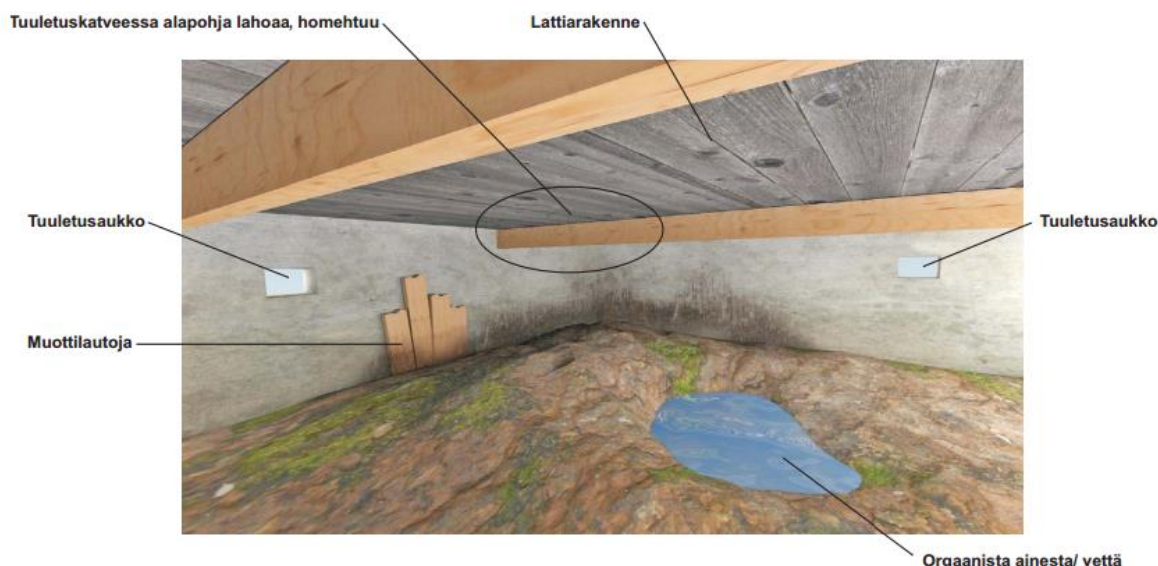
Tuulettuva alapohja eli ns. rossipohja on perinteinen pientalojen alapohjaratkaisu, joka yleistyi 1970-1990-luvuilla. Koska rakenne on tuulettuva, alapohjan alle jää vajaan metrin korkuinen tuuletettava ryömintätila. Rakenteen ongelmana on yleensä ryömintätilan kosteus, joka aiheuttaa ryömintätilassa olevan orgaanisen aineen homehtumista. Myös perustusten ja alapohjan betonirakenteiden korroosio- ja homevauriot ovat mahdollisia, jos ryömintätilan kosteusrasitus on liian suurta. Alapohjan ylipaine huonetilaan nähden voi johtaa huonetilojen sisäilmaongelmiin. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 71.)

Ryömintätiloissa on vaikea saavuttaa sellaisia olosuhteita, joissa minkäänlaista homekasvua ei tapahdu. Etenkin syyskesällä voi ryömintätilan ilma olla ulkolämpötilaa kylmempää johtuen maan hitaasta lämpenemisestä. Tämän seurauksena ryömintätilassa ilman suhteellinen kosteus on ulkoilmaa korkeampi. On tärkeää tietää, että alapohjan lisäeristäminen tai muu lämmöneristävyuden parantaminen laskee lämpötilaa ryömintätilassa, mikä kasvattaa ryömintätilan suhteellista kosteutta, joka altistaa rakennetta kosteusvaurioille. Tärkeää on siis puuttua itse kosteuslähteeseen. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 48-49.)

Ryömintätilan maanpinta on usein alempana kuin rakennusta ympäröivä maanpinta. Tästä syystä tontin valumavedet voivat päästä valumaan ryömintätilaan mikäli maanpinnan kallistukset ovat virheelliset ja viettävät rakennukseen päin tai sadeveden poistojärjestelmässä on puutteita. Myös pohjavesi voi joissakin tapauksissa päästä nousemaan ryömintätilaan ja lisäämään sen kosteusrasitusta. Vanhemmassa rakennuskannassa ryömintätilan maapohja on usein ympäröivää maanpintaa ylempänä tai samassa tasossa, jolloin vastaavia kosteusongelmia ei rakenteissa esiinny, sillä ryömintätilan kosteustuotto on niissä vähäisempää. Korkea kosteudentuotto onkin yleisin kosteusvaurioiden aiheuttaja ryömintätiloissa. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 71, 95.)

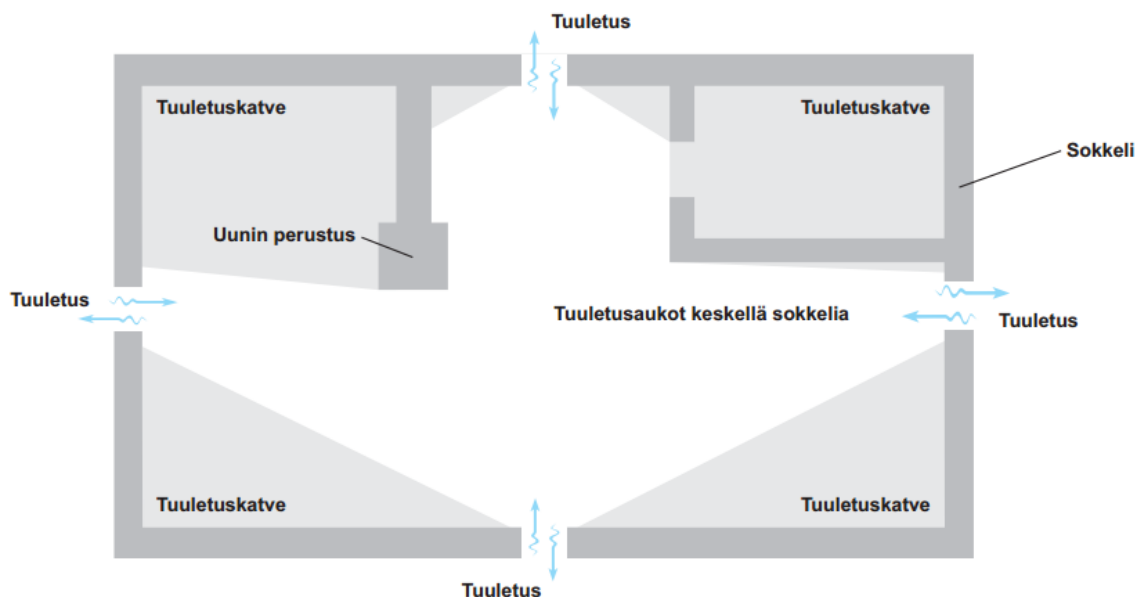
Mikäli ryömintätilaan pääsee valumaan vettä ulkoa päin tai nousemaan maaperästä kapillaarisesti, pyritään kosteus saamaan pois rakenteesta riittävällä tuuletuksella. Toisinaan ryömintätilassa voi olla myös seisovaa vettä, kuten nähdään kuviosta 9.

Mikäli ryömintätilassa on seisovaa vettä, ei pelkkä tuuletus enää riitä kosteuden poistamiseen. Ryömintätilan liian vähäinen tuuletus aiheuttaa sen, että ryömintätilan kosteuspitoisuudet voivat nousta liian korkeiksi. Liian korkea kosteuspitoisuus taas johtaa rakenteiden liian suureen kosteusrasitukseen, joka aiheuttaa rakenteissa vaurioita. Etenkin alapohjarakenteiden puurakenteet ja muut orgaaniset rakennusmateriaalit vaurioituvat herkästi ja liian suuri kosteusrasitus voi aiheuttaa niissä pahojakin laho- ja homevaurioita. Myös betonipinta voi homehtua. Usein riittämättömän tuuletuksen syynä on liian pieni tuuletusaukkojen pinta-ala suhteessa tuuletettavaan tilaan tai tuuletusaukoissa käytettävät ritilät ja verkot, jotka pienentävät tuuletusaukkojen tehoa. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 95, 98-99.)



Kuvio 9. Tuulettuva alapohja ryömintätilasta katsottuna. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

Tuuletusaukot voivat myös olla väärin sijoitettu, jolloin syntyy tuuletuskatveja, joihin tuuletus ei yletä, kuten kuvista 10 nähdään. Tuuletuskatveet ovat riskialueella ja niiden kohdalla alapohja voi homehtua, sillä kosteus ei kulkeudu sieltä tuuletuksen mukana ulos. Toisinaan kosteus voi kulkeutua ryömintätilaan myös rakenteiden läpi joko kapillaarisesti, diffuusiolla tai konvektiolla. Tällöin vaurioita voi esiintyä myös rakenteiden sisällä. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)



Kuvio 10. Havainnollistava kuva ryömintätilan tuuletuskatveista ja niiden riskialueista. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

Rakennusaikana ryömintätilaan jääneet ja jätetyt orgaaniset rakennusmateriaalit ja -jätteet, kuten vanhat muottilaudat (kuvio 9) ovat hyvä kasvualusta mikrobeille. Nämä orgaaniset aineet usein homehtuvat herkästi kosteassa ryömintätilassa. Jo pienikin määrä homehtunutta rakennusjätettä, muottilaudoitusta tms. orgaanista ainetta voi aiheuttaa rakennuksen käyttäjille oireita ja hajuhaittoja. (Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011.)

3.4 Ulkoseinät

Ulkoseinärakenteille kriittisiä kohtia ja tyypillisiä kosteusvaurioiden syitä ovat

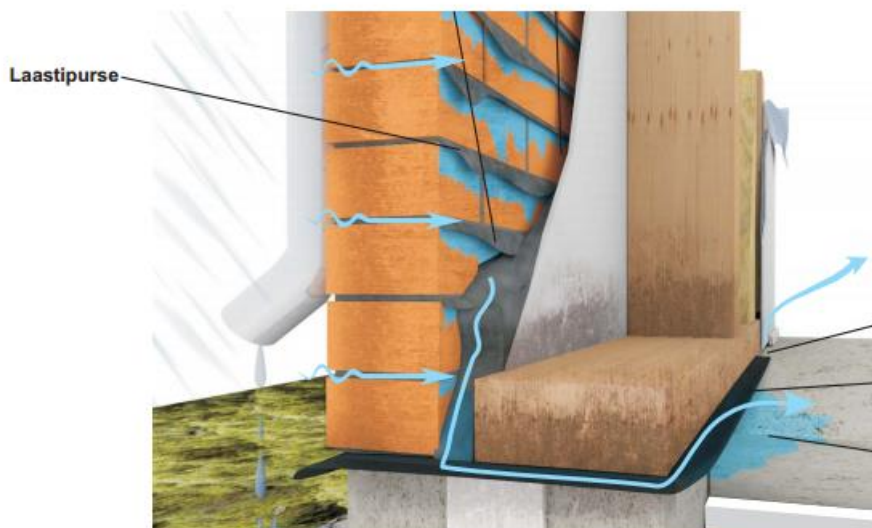
- vialliset tai muuten huonokuntoiset räystäskourut ja syöksytorvet
- kosteuden pääsy seinärakenteeseen ulkoseinän ja muiden rakenteiden liittymäkohdista
- viistosade
- virheet salaojituksessa ja siitä aiheutuva pohjavedenpinnan nousu
- maanpinnan virheelliset kallistukset
- puutteellinen sadeveden ja pintavesien poistojärjestelmä
- perusmuurin yläosan kylmäsilat, jotka saattavat nostaa rakenteiden kosteuspitoisuutta

- ikkunoiden pellitykset ja niiden virheet, kuten huono kiinnitys tai puutteelliset kallistukset
- kellarittoman rakennuksen viereinen maanpinta on liian ylhäällä rakennuksen lattiapintaan nähden. (Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 191-192.)

3.4.1 Kevyesti verhoillut ja tiiliverhoillut ulkoseinät

Kevyesti verhoiltuja ulkoseiniä ovat mm. puuverhotut puurunkoiset ulkoseinät. Ulkoseinässä olevan tuuletusraon tehtävänä on poistaa rakenteesta tuuletusrakoon joutunut vesi ja kosteus. Rakenteeseen päässyt kosteus poistuu rakenteesta tuuletusraossa virtaavan ilman mukana. Jotta ilma liikkuu tuuletusraossa, on tuuletusraossa oltava ilmanpaine-ero, joka syntyy lämpötilaerojen ja tuulen vaikutuksesta. Tuuletusraon leveys tulee olla vähintään 20-30 mm ja oikean leveyden lisäksi oleellista on, että tuuletusrako on koko matkaltaan avoin ja että sen ylä- ja alareunat ovat suoraan yhteydessä ulkoilmaan, jotta kosteus pääsee esteettä poistumaan rakenteesta. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 73-74.)

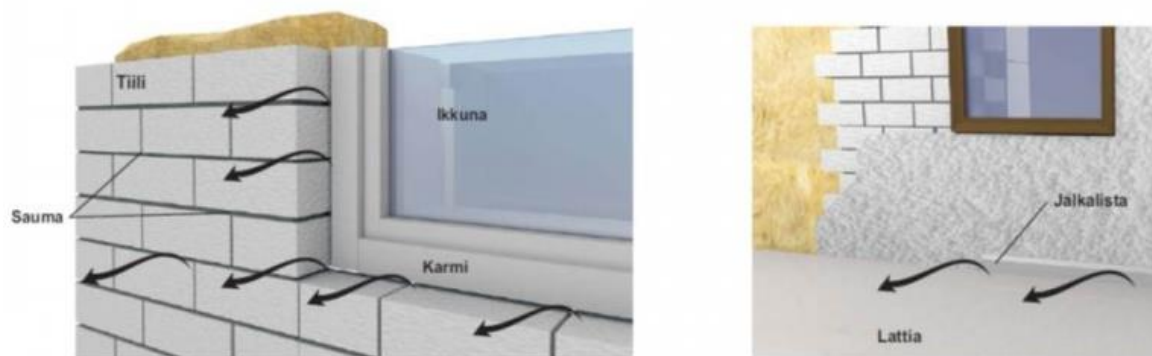
Tiiliverhotuissa puurunkoisissa ulkoseinissä kosteusvaurioita aiheuttaa mm. huonosti toimiva ulkoseinärakenteen ja perusmuurin liitos, jossa vettä seinärakenteesta poisjohtava bitumikermi on asennettu väärin tai sitä ei ole ollenkaan. Mikäli bitumikermi on asennettu väärin siten, että se on tiiliverhouksen ja puurungon alla yhtenäinen, voi kosteus siirtyä tiiliseinästä puurungon alapuuhun tai jopa sen ali sisätiloihin. Bitumikermi voi myös puuttua perusmuurin ja seinän puurungon välistä, jolloin kosteus voi nousta perusmuurista kapillaarisesti seinärunkon alajuoksuun ja aiheuttaa seinän alaosan puurakenteissa ja eristeissä homevaurion. Liian kapea tuuletusrako tai laastipurseiden takia tukkeutunut tuuletusrako estää seinärakenteen tuulettumisen ja kosteus jää rakenteeseen, jolloin seinän puurakenteet ja eristeet kastuvat ja voivat ajan myötä homehtua. Seurauksena voi olla myös tiilten pakkasvaurioita. Kuvista 11 nähdään edellä mainitut tyypilliset tiiliverhotun puuseinän ongelmakohdat. (Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 193-194.)



Kuvio 11. Tiiliverhoiltu puuseinä ja siinä ilmenevät ongelmat. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

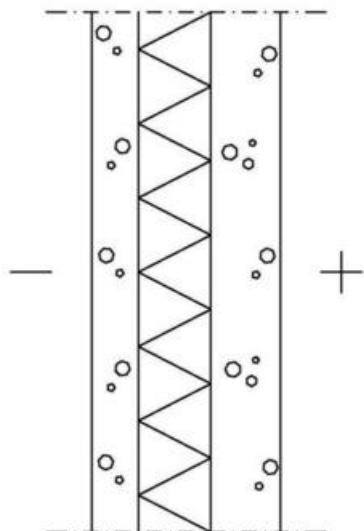
Puuverhoillun puuseinän riskitekijöitä ovat huonosti asennetut tai painuneet/vaurioituneet lämmöneristeet. Puisen ulkoverhouksen alaosa voi myös ulottua liian lähelle maanpintaa, jolloin tuuletusraon täydellinen toimiminen voi rajoittua tai esimerkiksi sateesta aiheutuva roiskevesi voi ajan myötä vaurioittaa puuverhouksen alaosia. Aivan kuten tiiliverhotussakin seinärakenteessa, myös puuverhoillussa rakenteessa perusmuurin ja seinän alaosan liitoskohta on kriittinen paikka kosteusvaurioiden kannalta. (Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 193-194.)

Ulkoseinän höyrynsulun ja ikkuna- tai ovikarmien välistä tai katto ja seinäliittymistä ei saa tulla ilmavirtoja sisälle. Mikäli ulkoseinän kantava rakenne on tiili, tulee varmistua siitä, että kaikki välit on hyvin tiivistetty ja ettei seinässä ole halkeamia, joista ilmavirta pääsee kulkeutumaan sisätiloihin. Mikäli rakenteessa on vuotokohtia, tarkoittaa se samalla sitä, että rakenteessa pääsee liikkumaan ylimääräistä kosteutta. Kuviossa 12 on esitetty tiilitalon ulkoseinän tyypilliset ilmavuotokohdat. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)



Kuvio 12. Tiilitalon ulkoseinän ilmavuotokohdat. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

Betonisandwich-rakenteelle tyypillisiä kosteusvaurioiden syitä ovat vialliset tai vanhentuneet elementtisaumaukset sekä saumausten puuttuminen maan alla. Tällöin saumoista voi kulkeutua kosteutta rakenteeseen ja siitä edelleen jopa sisätiloihin. Myös ikkunoiden ja muiden läpivientien puutteelliset sisäpuoliset tiivistykset lisäävät merkittävästi rakenteen kosteusvaurioriskiä, sillä läpivienneistä vesi voi helposti kulkeutua rakenteeseen. Etenkin, jos viistosade rasittaa rakennetta, seinää pitkin valuva sadevesi voi päästä viallisista saumoista tai liitoksista kulkeutumaan rakenteisiin. Rakenteen puutteellinen tuulettuminen erilaisilla tiivillä pinnoitteilla, kuten klinkkerilaatoilla pinnoitetuissa elementeissä, voi estää kosteuden poistumisen rakenteesta. Mikäli rakenteen sisäpuolelle on asennettu lisälämmöneristys, alentaa se ulkokuoren lämpötilaa ja kasvattaa siten ulkokuoren kosteus- ja pakkasrasitusta. Vuotovesien poistumismahdollisuuden puuttuminen rakenteen vaakasuuntaisista liitoksista, esimerkiksi ikkunoiden yläpuolelta, ulkoseinärakenteen ja perusmuurin liitoksesta tai sokkelihalkaisun pohjasta voi kerätä kosteutta rakenteisiin. (Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 192.)



Kuvio 13. Betonisandwich-rakenne. (Isover, [Viitattu 19.3.2016].)

Betonisandwich-rakenteessa voi ilmetä myös pakkasvaurioita. Pakkasvauriot johtuvat betonin huokosissa olevan veden jäätymislaajenemisen aiheuttamasta paineesta.

Edellämainituista syistä johtuvien vaurioiden ilmeneminen:

- betonipinnan halkeilu ja/tai rapautuminen
- ulkokuoren kaareutuminen
- betonin lujuuden heikkeneminen
- elementtien saumojen repeily ja pullistelu
- laattojen irtoaminen
- elementtien sisäisiä näkymättömiä vaurioita voi ilmetä esimerkiksi ulkokuoren sisäpuolella.

Pahimmassa tapauksessa kosteusvauriot betonisandwich-rakenteessa voivat olla jopa turvallisuusriski. (RT 82-10604, 4.)

3.4.2 Muuratut massiiviset tiiliseinät

Muuratussa massiivisessa tiiliseinässä kriittisiä kohtia ja kosteusvaurioiden aiheuttajia ovat ulkopinnan liian tiivis tai muuten sopimaton pinnoitus. Tällöin kosteuden haihtuminen rakenteesta voi estyä, jolloin se jää rakenteeseen ja voi

etenkin pakkasella aiheuttaa vaurioita. Sisäpuolinen lämmöneristys alentaa tiilimuurin lämpötilaa, joka puolestaan lisää rakenteen pakkasvaurioriskiä. (Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 192.)

3.5 Yläpohja ja vesikatto

Vesikattoihin kohdistuu suuria ja vaihtelevia sää- ja kosteusrasituksia, mikä altistaa kattorakenteet erilaisille kosteusvaurioille. Usein vesikaton vauriot altistavat myös muita rakenteita kosteudelle, jolloin vaurioita voi esiintyä myös esimerkiksi sisätiloissa tai seinärakenteissa.

Katoille ja yläpohjille kriittisiä kohtia ja tyypillisiä kosteusvaurioiden kohtia ovat

- vesikatteen läpivientien ja liitoksien epätiivit saumat
- veden lammikoituminen loivilla katoilla oleviin kuoppiin, painumiin, katteen saumoihin, tukkeutuneiden kattokaivojen ympärille tai lumen ja jään patoamiin kohtiin
- kattokaivojen jäätymisestä/tukkeutumisesta aiheutuva veden tulviminen
- liian matala räystäskorotus ja puutteelliset räystäspellitykset
- katon vedeneristettä ei ole ulotettu korotuksen yli ulkoseinäpinnan ulkopuolelle
- huonosti toimiva kattotason ja tasolta lähtevän seinärakenteen liitos
- rakennusaikana tai vesikattokorjauksen yhteydessä rakenteisiin päässyt vesi
- alapuolella oleva ylipaineinen huonetila yläpohjan tuuletustilaan verrattuna, jos yläpohja ei ole ilma- tai vesihöyrytiivis. (Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 194.)

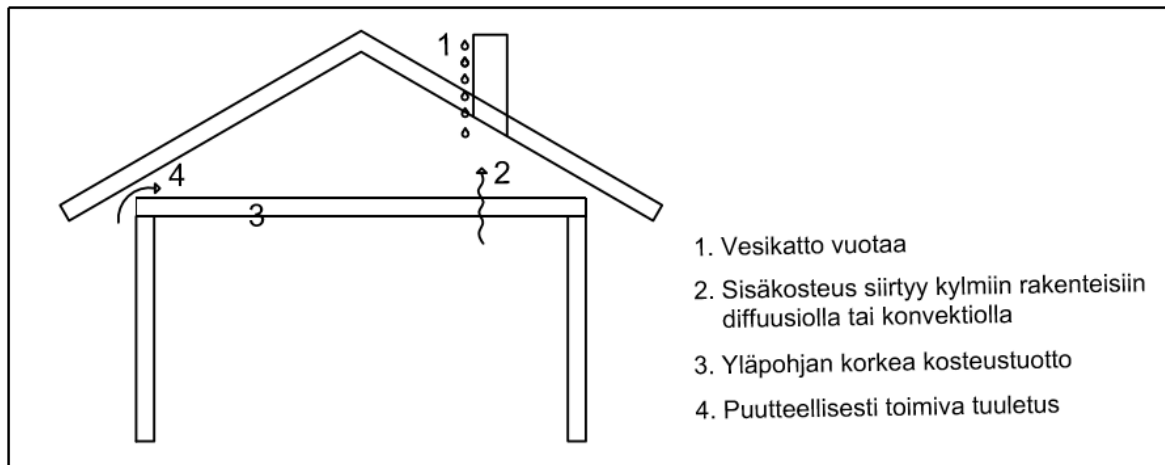
Vesikatteen läpi tunkeutuvan sadeveden aiheuttamien vaurioiden laajuus riippuu veden kulkeutumisreiteistä. Kulkeutumisreittejä voidaan arvioida mm. rakennepiirustusten perusteella, vesisateen aikana tai vesikokein. Itse vesivuoto ja siitä aiheutuva kosteusvaurio ja sen ilmenemiskohta voi olla vaakasuunnassa eri paikassa. Vesi voi esimerkiksi vuotaa vesikaton läpiviennin liitoksesta ullakolle, jossa se virtaa höyrynsulun limityskohtaan ja siitä edelleen betonilaattojen sauman läpi huonetilaan. Kattovuodon ja sen seurauksena syntyneen kosteusvaurion

ilmenemiseen voi kulua pitkiäkin aikoja. Etenkin, jos kyseessä on pieni kattovuoto tai jos vesi valuu sellaiseen rakenteeseen, josta vauriota ei heti havaita tai jos rakennusmateriaalit pystyvät sitomaan paljon kosteutta. Esimerkiksi sahanpurulla tai selluvillalla eristetyt yläpohjat sitovat paljon kosteutta, jolloin vaurio voi ilmetä vasta vuosien kuluttua. Vesikattojen läpivientien, kuten savupiippujen, ilmapölyputkien tai kattoikkunoiden saumojen ollessa epätiivittä voi sadevesi päästä kulkeutumaan niistä vesikaton läpi. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 86-87.)

Vesikate voi myös rikkoontua ulkopuolisesta rasituksesta johtuen. Näitä ovat esimerkiksi katon mekaaninen kuluminen, kattorakenteiden lämpöliikkeet ja taipumat, veden lammikoituminen ja jäätyminen katolle, jään liikkeet sekä sammaleen ja roskien kasaantuminen katolle. Edellä mainitut syyt johtavat siihen, että vesikaton vedenpoisto ei toimi kunnolla. Vesi voi lammikoitua katolla oleviin kuoppiin, katon saumoihin, katon kantavien rakenteiden taipumisen aiheuttamiin kuoppiin, tukkeutuneiden kattokaivojen ympärille tai lumen ja jään patoamiin kohtiin. Kattokaivojen tukkeutuminen voi johtaa veden tulvimiseen ja tunkeutumiseen katto- ja seinärakenteisiin. Mikäli katossa on lämpövuotokohtia, niiden ympärillä oleva lumi sulaa ja sulanut vesi jäätyy katon kylmemmälle alueelle. Jäätyvä vesi patoaa sulan veden katolle lammikoksi. Yleensä sula vesi jäätyy kylmille räystäälle, mutta se voi jäätyä myös katon muille kylmille alueille. Jään patoutuminen on yleisintä ulkolämpötilan vaihdellessa nollan molemmin puolin. Jos sisäkatossa näkyy vuotojälkiä, ei syy aina välttämättä ole vesikatteen vuoto. Vuotojälkiä ja kosteusvaurioita voi syntyä rakennusaikana tai katon korjauksen yhteydessä, mikäli rakenteita ei ole kunnolla suojattu ja sadevesi pääsee rakenteisiin. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 87-88.)

Yläpohjan tuuletustilan kosteuspitoisuus riippuu tuuletustilaan tulevasta ja sieltä poistuvasta sekä rakenteisiin sitoutuvasta tai rakenteiden luovuttamasta kosteudesta. Tuuletustilan kosteuspitoisuuteen vaikuttavat tuuletustilan ja ulkotilan välinen lämpötilaero, ulkoilman kosteuspitoisuus, sisäkosteuden diffuusio ja konvektio sekä mahdolliset vesikattovuodot ja niistä aiheutuva kosteuslisä. Ulkoapäin kosteus siirtyy yläpohjan tuuletustilaan lähinnä konvektiolla tilaan tulevan tuuletusilman mukana. Kuvista 14 nähdään yläpohjaan kohdistuvat

kosteusrasitukset. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 88-89.)



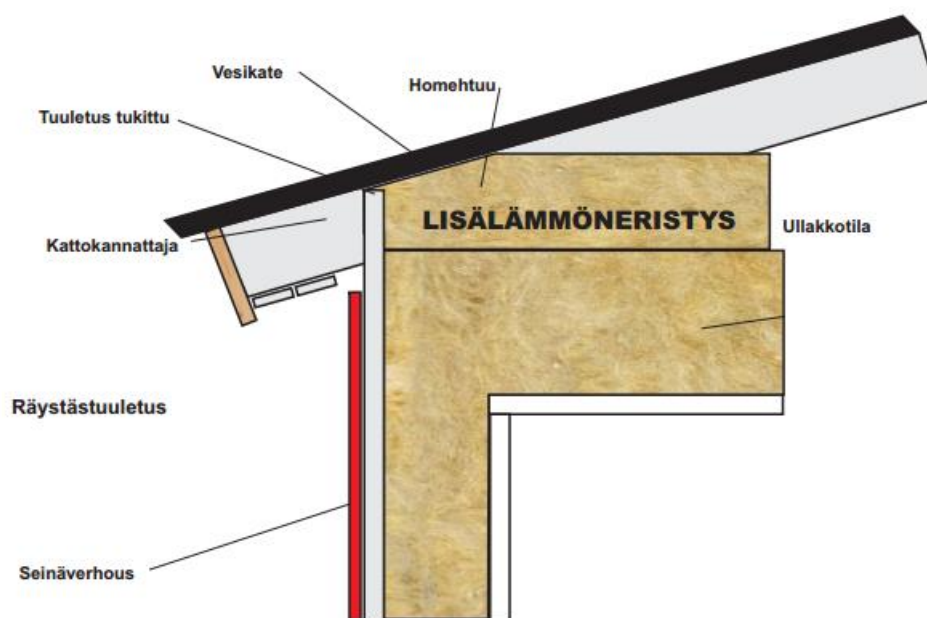
Kuvio 14. Yläpohjaan kohdistuvat kosteusrasitukset. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 89.)

Sisätiloista kosteus siirtyy yläpohjan tuuletustilaan yläpohjarakenteen läpi joko diffuusiolla tai konvektiolla. Jos yläpohja ei ole vesihöyrytiivis, kosteus siirtyy kylmiin rakenteisiin diffuusiolla. Diffuusion kannalta yläpohjarakenteet toimivat ja vaurioituvat samalla tavoin kuin ulkoseinät. Kosteuskonvektio taas voi aiheuttaa vaurion yläpohjan tuuletustilaan, kun sisätilasta yläpohjarakenteen läpi tai rakenteen rakojen kautta ullakolle esiintyy ilmavirtauksia ja kattorakenteen lämpötila on alle huoneen kriittisen lämpötilan. Tällöin ylimääräinen kosteus tiivistyy vesikattorakenteisiin, kuten kattopeltiin, ja jäätyy talvella. Sulaessaan jäätynyt vesi voi tiputella vettä yläpohjaan ja aiheuttaa siinä paikallisen kosteusvaurion. Kosteus voi valua ja kulkeutua yläpohjasta myös sisätiloihin tai seinärakenteisiin. Kosteuskonvektion kannalta kriittistä on yläpohjarakenteen eri rakennesien välisten liitosten ja läpivientien ilmanpitävyys. Harjakattoisessa rakennuksessa kosteus kerääntyy rakenteen korkeimpaan kohtaan. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 88-89.)

Peltikattoisissa rakennuksissa etenkin kylminä öinä peltikatteen lämpötilan voi laskea nopeasti kylmemmäksi kuin ulkolämpötila, jolloin kosteutta tiivistyy pellin alapintaan. Sama vaikutus syntyy, jos lumi pysyy katolla pitkään ja ulkolämpötila

nousee yli nollan. Pelti- ja tiilikatoissa käytetään aluskatetta, joka sitoo kosteutta ja rajoittaa tuuletustilasta vesikaton alapintaan siirtyvän kosteuden määrää. Aluskate myös johtaa pellin alapinnalle tiivistyneen ja vesikatteen saumoista aluskatteelle tulleen veden pois. Jos vesikaton läpivientejä ei ole kunnolla tiivistetty, aluskatteen päällä virtaava vesi valuu läpiviennin vierestä ullakolle. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 89-90.)

Tuuletusilman määrä ja kyky sitoa kosteutta vaikuttaa suoraan yläpohjan kosteusvaurioriskiin. Yläpohjan tuuletus voi olla riittämätön, jos tuuletusaukkoja on liian vähän, ne ovat liian pieniä tai tukossa, rakenteen runkosyvyys on iso, tuuletustila on liian matala tai tuuletustilan ja ulkoilman välinen lämpötilaero ja kattokaltevuus on pieni. Tuuletus voi myös katketa erilaisten esteiden, kuten katon lävistävien rakenteiden kohdalla. Joskus yläpohjia lisälämmöneristetään niin, että räystäiden tuuletusreitit tukkeutuvat. Lisäeristys myös vähentää yläpohjan läpi kulkevaa lämpövirtaa ja heikentää tuuletustilan kuivumista. Kuviosta 15 nähdään, kuinka yläpohjan lisälämmöneristys voi tukkia räystään kautta kulkevan tuuletusreitit. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 90.)



Kuvio 15. Lisälämmöneristetty yläpohja tukkii tuuletusreitit. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

4 KOSTEUSVAURIOIDEN KORJAAMINEN

Rakenteen korjaussuunnittelussa lähtökohtana on kosteus- ja homevaurion syyn poistaminen, jotta vastaava vaurio ei enää myöhemmin ole mahdollinen eikä pääse toistumaan. Mikäli vaurio korjataan, mutta vaurion aiheuttajaa ei selvitetä eikä poisteta, sama vaurio voi ilmaantua myöhemmin uudestaan.

Kosteusvauriot aiheutuvat usein monen eri tekijän yhteisvaikutuksesta, joten pelkästään yhden syyn poistamisella ei välttämättä saavuteta onnistunutta lopputulosta. Kosteusvaurioiden korjaukset tulee suunnitella aina tapauskohtaisesti, sillä olosuhteet, vauriot ja niiden laajuus vaihtelevat. Yleensä korjaussuunnittelun haastavin vaihe onkin korjaustyön laajuuden määrittäminen. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 101.)

Kosteus- ja homevauriokorjaus edellyttää huolellista kuntotutkimusta, korjaussuunnittelua ja itse korjaustyön toteutusta. Korjaustapaa valittaessa tulee ottaa huomioon rakenteen vaihtoehtoiset korjausmahdollisuudet ja rakenne- ja työtekniset kysymykset ja tulee varmistaa, että tulevat korjaustoimenpiteet eivät aiheuta vaurioitumisriskiä muihin rakenteisiin. Rakennusta tulee tarkastella aina kokonaisuutena eikä vain yksittäisenä rakenteena. Tässä luvussa käydään läpi edellisessä luvussa esiteltyjen eri rakenteiden vauriot ja niiden korjaaminen.

4.1 Perustusten ja maanvaraisten alapohjarakenteiden korjaus

Maanvaraista alapohjaa korjatessa tärkeää on estää veden tunkeutuminen ulkoa lattian sisään tai välittömästi sen alle. Mikäli maanpinta viettää rakennukseen päin, maanpinta muutetaan poispäin viettäväksi ja rakennetaan toimiva sadeveden poistojärjestelmä. Maanpinnan korkeusasemaa tulee muuttaa siten, että seinän vierustalle mahdollisesti joutuvan veden pinta on kosteuden vaivaamia rakenteita alempana. Pinta kallistetaan noin 1:20 kaltevuuteen seinästä poispäin viettäväksi vähintään 3 m:n matkalla. Kallistuksen päättymiskohdasta maanpinta muotoillaan siten, että pintavedet valuvat kaikissa olosuhteissa rakennuksen ohi eivätkä sitä kohti. Joskus riittävien kallistusten rakentaminen ei ole mahdollista ja silloin kyseeseen tulee sadevesiviemäröinnin rakentaminen. Myös syöksytorvista

purkautuvat kattovedet tulee johtaa sadevesiviemäriin sadevesikaivojen kautta. Mikäli kattovesien poistojärjestelmä on puutteellinen, myös siihen tehdään tarvittavat korjaukset. Mikäli räystäskourut puuttuvat kokonaan, asennetaan uudet kallistetut räystäskourut ja syöksytorvet, joilla kattovedet saadaan johdettua sadevesikaivojen kautta sadevesiviemäriin ja pois rakennuksen luota. Vaurioituneet ja vialliset kourut ja syöksytorvet tulee myös vaihtaa tai avata, mikäli ne eivät toimi oikein. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 21-23, 42-43.)

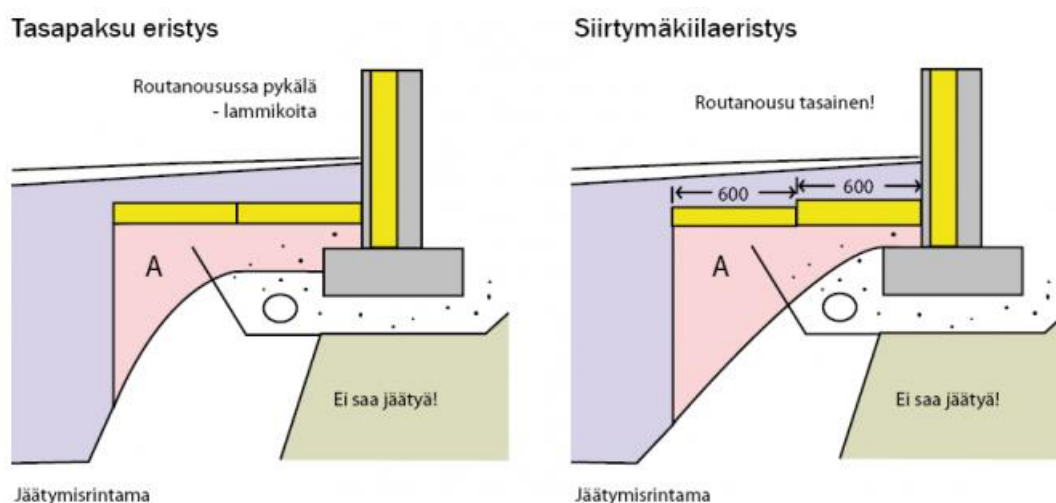
4.1.1 Salaojien korjaus

Rakennusten salaojajärjestelmissä esiintyy huomattavan paljon virheitä. Jopa sellaisissa paikoissa, joissa pohjaveden pinta saattaa nousta haitallisen korkealle, on salaojitus joskus jätetty kokonaan rakentamatta, jolloin vesi voi päästä rakenteisiin tai tunkeutua jopa sisätiloihin. Mikäli salaojitus puuttuu kokonaan rakennuksen ympäriltä, rakennetaan salaojitus, jotta pohjaveden pintaa saadaan alennettua perustustason alapuolelle. Tällöin saadaan vähennettyä merkittävästi rakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta. Salaoja tulee rakentaa siten, että se toimii myös talviolosuhteissa. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että salaojaputket asennetaan routimissyvyyttä syvemmälle tai asennetaan erillinen lämmityskaapeli tai routaeristys, jotta salaojaputkisto ei pääse jäätymään. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 24-25.)

Mikäli salaojitus on olemassa, mutta se on tukkeutunut, se voidaan yrittää avata tarkastuskaivosta käsin painehuuhtelulla. Jos putki ei kuitenkaan aukea huuhtelemalla, voi putki olla vaurioitunut. Tällöin putken korjaaminen edellyttää salaojan esiinkaivamista ja korjaamista tai uusimista. Maaperän epätasaisesta painumisesta aiheutunut salaojaputkien vääntymisen tai rikkoontuminen edellyttää putkien oikaisua tai uusimista. Joissakin tapauksissa putkistojen perustamistapa voidaan joutua muuttamaan paalutetuksi. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 24-25.)

4.1.2 Routaeristyksen korjaus

Mikäli rakennuksen putkistot, salaojat tai sadevedenpoistojärjestelmät ovat rikkoontuneet maaperän routimisen takia, tulee näiden korjaustoimenpiteiden yhteydessä asentaa routasuojaus oikeaan korkoon siten, että edellä mainitut putkistot ja putket ovat routasuojauksen alapuolella. Ennen routaeristyksen asentamista tulee tehdä routanousujen kartoitus ja kartoittaa samalla mahdolliset putkirikot. Uusi routasuojaus asennetaan siten, että eristeen päällä on vähintään 300 mm maata ja eriste kallistetaan pois päin rakennuksesta vähintään kaltevuuteen 1:50. Routaeristeenä suositellaan käytettäväksi suulakepuristettua solumuovilevyä. Mitä routivampaa maaperä on, sitä pidemmälle routasuojauksen tulee ulottua. Mikäli eristys ulotetaan kauas rakennuksesta, on tärkeää tehdä eristykseen siirtymäkiilat, jotta maanpinta ei routanousun vaikutuksesta kallistu rakennukseen päin tai routanousuun ei tule pykäliä, joihin pääsisi kerääntymään lammikoita. Nurkkien routasuojaukseen tulee huomioida vähintään 40 % paksumpi ja leveämpi eristys. (Sisäilmäyhdistys ry, [Viitattu 17.3.2016].)



Kuvio 16. Tasapaksun ja siirtymäkiilaeristyksen erot. (Finfoam, [Viitattu 17.3.2016].)

4.1.3 Alapohjalaatan korjaus

Mikäli betonilaatan päälle rakennettu lämpöeristetty puulattia on vaurioitunut, se joudutaan yleensä purkamaan ja rakentamaan uudelleen. Uusi lattiarakenne tulee erottaa esimerkiksi bitumikermikaistalla alapuolisen laatan ja sokkelin rakenteista.

Mahdollinen höyrynsulun tarve arvioidaan aina tapauskohtaisesti huomioiden laatan kuivumismahdollisuus. Mikäli höyrynsulku asennetaan, mitään lahoavia materiaaleja ei saa jättää höyrynsulun alle. Lattiarakennetta vaihdettaessa tarjoutuu myös hyvä mahdollisuus alapohjarakenteiden tiivistämiseen maaperän kosteuden vaikutuksilta. (Kosteusmääräykset ja ohjeet 1998, 7-8.)

Mikäli puulattian alla olevan betonilaatta on vaurioitunut ja sen pinnalla on näkyvässä kapillaarisesta vedennoususta aiheutuvaa suolan muodostumista tai jos laatta on hyvin kostea (RH yli 90 %), tulee harkita laatan purkamista. Joissakin tapauksissa korjauksena voidaan harkita myös lattian tyyppin vaihtoa. Mikäli laatta puretaan ja lattia uusitaan, vaihdetaan samalla myös kapillaarisuuden katkaiseva täytekerros sekä osa lämmöneristeestä laitetaan betonilaatan alle. Samalla tarkistetaan rakennuksen ympäristön kuivatus. Kun lattiarakenne uusitaan, samalla ulkoseinien alajuoksua voidaan nostaa esimerkiksi kevytsoraharkon puolikkaalla jokaisen pystytolpan kohdalta. Tällöin kosteusvaurioille alttiit puurakenteet saadaan eristettyä kosteudelle herkästi altistuvasta lattiarakenteesta. Mikäli alajuoksua nostetaan tällä tavalla, tulee kevytsoraharkot erottaa sekä betonilaatasta että ulkoseinän puurakenteista kapillaarisuuden katkaisevalla bitumihuopakaistalla. Lämmöneristyksellä puolestaan estetään kylmäsiltojen muodostuminen ja mahdollinen kosteuden tiivistyminen. Ilmatiiviys varmistetaan tukkimalla kaikki mahdolliset ilmavuororeitit. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 42-44.)

Kaksoisbetonilaatta ja alapuolelta eristetty betonilaatta voidaan korjata suurilta osin samalla tavalla kuin normaalikin betonilaatta. Osittain lattiaan upotetut puuosat poistetaan ja silminnähdyn homeinen puu, eriste ja levytavara poistetaan siten, että vaurioituneen osan lisäksi vielä noin 20 cm tervettä materiaalia poistetaan. Seinien puurakenteet pyritään nostamaan samalla asettamalla niiden alle harkkokoroke, joka eristetään bitumihuopakaistalla ylä- ja alapuolelta. Kaksoisbetonilaatassa harkon ja vanhan lattian raja tiivistetään huolellisesti, jotta eristetilasta ei nouse hajuja. Harkko jätetään hieman lattiatason alapuolelle ja korjattava kohta tasoitetaan yhtenäiseksi betonilaastilla. Mikäli laatan pinnassa oleva matto on voimakkaasti värjäytynyt tai siinä on selvää homeen hajua, tulee matto poistaa ja vaihtaa tilalle kosteutta kestävä tai läpäisevä pinnoite. Samalla laatan betonipinta

hiotaan puhtaaksi. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 45-48.)

Lämmöneristämättömässä laatussa oleva vaurio korjataan tehokkaimmin muuttamalla rakenne siten, että lisätään laatan alle 5 cm paksuinen lämmöneristys. Tällöin lattian pintalämpötila nousee eikä kosteusrasitus ole niin voimakasta. Samalla eriste myös katkaisee veden kapillaarisen nousun, mikä vähentää myös lattian kosteusrasitusta. Tämä tosin vaatii sen, että vanha lattialaatta puretaan ja tilalle valetaan uusi. Mikäli lattiaa ei uusita, mutta laatan päällä oleva matto on alapinnastaan voimakkaasti värjäytynyt tai siinä on selvää homeen hajua, vanha matto poistetaan ja tilalle asennetaan kosteutta kestävä tai sitä läpäisevä pinnoite. Laatan betonipinta hiotaan samalla puhtaaksi. Betonilattian sisään tai alapuolelle perustetut puiset väliseinien alaosat ovat erittäin vaurioalttiissa ympäristössä ja ne tulee korjaustöiden yhteydessä korvata kiviaineisella materiaalilla. Tämä voidaan tehdä samalla tavoin kuin ulkoseinän alajuoksun nosto. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 47-48.)

Mikäli kosteusvuoto havaitaan nopeasti (muutamassa päivässä), voidaan lattia yleensä kuivata rakenteita purkamatta. Useimmiten vuoto on kuitenkin kestänyt niin kauan, että rakenteen purkaminen on välttämätöntä. Etenkin kun kyseessä on ulkoisista syistä johtunut vaurio, se harvoin on lyhyen aikavälin tulos. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 44.)

4.2 Maanvaraisten seinärakenteiden korjaus

Koska maanvaraisten seinärakenteiden vauriot ja niiden aiheuttajat ovat pääpiirteittäin samoja kuin maanvaraisissa alapohjarakenteissa, ja myös korjaustoimenpiteet ovat monilta osin samanlaisia. Tärkeintä korjaustöissä on poistaa vaurion aiheuttaja, jotta vaurio ei uusiudu. Valumavedet tulee johtaa pois päin rakennuksesta, joten maanpinnan kallistukset ja sadeveden poistojärjestelmän toimivuus tulee tarkistaa ja tarvittaessa korjata (katso 4.1). Mikäli rakennuksessa on kellari, ulottuvat maanpinnan alapuoliset rakenteet paljon syvemmälle kuin rakennuksissa, joissa kellaria ei ole. Tällöin on entistä tärkeämpää, että salaojitus toimii hyvin eikä pohjaveden pinta pääse nousemaan liian korkealle,

sillä kosteudelle ja sitä kautta myös vaurioille altista rakennetta on paljon enemmän. Mikäli salaojituksessa on vaurioita tai puutteita tai salaojat on asennettu väärään korkoon, tulee tehdä tarvittavat korjaustoimenpiteet (katso 4.1.1).

Kun vaurion aiheuttaja on saatu selvitettyä, on aika keskittyä itse kosteusvaurion korjaamiseen. Samalla korjataan myös vaurion aiheuttaja. Mikäli seinän ulkopinnasta puuttuu vedeneristys, tulee sellainen asentaa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että koko seinärakenne on kaivettava esiin. Sitten seinä eristetään maaperästä esimerkiksi bitumipohjaisella vedeneristyksellä tai seinän ulkopuolelle asennetulla lämmöneristyksellä. Samalla saadaan tarkistettua salaojituksen kunto. Seinän sisäpuolinen lämmöneristys ja siihen liittyvät rakenteet poistetaan, koska ne on korvattu seinän ulkopuolisella eristyksellä. Ulkopuolelta eristetty maanvarainen seinä on kosteusteknisesti huomattavasti parempi ratkaisu kuin sisäpuolelta eristetty. Tällainen muutostyö on kuitenkin usein korjaustoimenpiteenä vaikea, joten ennen korjaustöitä on varmistuttava toimenpiteen tarpeellisuudesta. Tarpeellisuus kyseisissä olosuhteissa voidaan selvittää esimerkiksi mikrobiologisin tutkimuksin. Toisinaan vaurioita on korjattu myös korvaamalla lämmöneristetty puurakenne lämmöneristetyllä tiiliverhouksella. Tiilirakenne ei ole yhtä vaurioherkkä kuin puurakenne, mutta homekasvua voi silti esiintyä myös tiiliverhouksen eristekerroksessa. Korjaustöissä on otettava myös huomioon, että kastuneen betonin kuivatus vaatii varsin pitkän ajan. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 38-41.)

4.3 Rossipohjan korjaus

Aivan kuten maanvaraisenkin alapohjan korjauksessa, myös tuulettuvan alapohjan korjauksessa tärkeää on poistaa vaurion aiheuttaja. Mikäli vettä pääsee ulkoa päin valumaan ryömintätilaan, estetään veden kulkeutuminen muuttamalla maanpinta rakennuksesta pois päin viettäväksi ja rakentamalla toimiva vedenpoistojärjestelmä. Pohjaveden nousu ryömintätilaan estetään joko korjaamalla huonosti toimiva salaoja tai rakentamalla kokonaan uusi, mikäli sellaista ei ole ennestään olemassa (katso 4.1 ja 4.1.1). Ryömintätilasta poistetaan kaikki siellä olevat orgaaniset rakennusjätteet, sillä ne ovat erityisen herkkiä homevaurioille.

Maasta nousevaa kosteutta vähennetään asentamalla kapillaarikatkoksi 200-300 mm kevytsoraa tai muuta karkeaa maa-ainesta, jossa veden kapillaarinen nousukorkeus on pieni. Kiviaines ei saa sisältää mitään orgaanisia epäpuhtauksia. Maaperästä tapahtuvaa kosteuden haihtumista ryömintätilaan voidaan myös vähentää kiviaineksen pinnalle haihtumissuojaksi asetetulla rei'itetyllä muovikalvolla, joka estää kosteuden haihtumista. Muovikalvoa käytettäessä tulee huolehtia siitä, että mahdollisesti kalvon päälle valuva vesi tai tiivistyvä kosteus pääsee poistumaan kalvon päältä. (Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet 2012, 57-58.)

Mikäli ryömintätilan kylmissä rakenteissa ilmenee kondenssia, voidaan ryömintätila lämmöneristää. Ryömintätilan pohjan ja tarvittaessa myös muiden massiivisten osien lämmöneristämällä pystytään rajoittamaan ilman suhteellisen kosteuden nousua ryömintätilassa, jolloin myös kosteusvaurioriski pienenee. Eristeenä voidaan käyttää esimerkiksi 300 mm kevytsoraa tai 50-100 mm solumuovieristettä. Kevytsora soveltuu erityisen hyvin pohjan lämmöneristämiseen, koska sitä on helppo levittää ja sen kosteudensitomiskapasiteetti on suuri, jolloin kosteusvaihtelut alapohjassa tasoittuvat. (Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet 2012, 59.)

Mikäli puinen alapohjarakenne on pahoin homehtunut ja vaurioitunut, voidaan koko lattia joutua purkamaan ja uusimaan. Puista alapohjarakennetta korjatessa tulee poistaa kaikki selvästi vialliset ja vaurioituneet materiaalit. Lisäksi kaikki korjaustyössä syntyneet jätteet poistetaan tarkasti, sillä ne homehtuvat ryömintätilassa herkästi. Alapohjarakenteen ja seinien liitoskohdat sekä läpiviennit tiivistetään mahdollisimman ilmatiiviisti esimerkiksi saumausteipillä tai saumausmassalla. Suljetut tai tukkeutuneet tuuletusaukot avataan. Mikäli jollakin sivulla ei ole ollenkaan tuuletusaukkoja tai väliseinien perusmuurit estävät ilmavirtaukset, voidaan suunnitella tehokkaampi tuuletus asentamalla esimerkiksi tuuletushormi katolle, jolloin ryömintätilan tuuletusta saadaan parannettua. Mikäli ryömintätila ei tuuletu tarpeeksi, voidaan harkita myös koneellista tuuletusta. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 50.)

Rossipohjarakenne voi olla tehty myös betonirakenteiseksi, jolloin lattiana toimii betonilaatta. Laatta voi olla eristetty joko alapuoleltaan tai lämmöneristys voi olla lattian sisällä. Mikäli laatta on eristetty alapuolelta ja sen eristeenä toimii esimerkiksi

lastuvillalevy, joka on päässyt kastumaan, tulee se poistaa kokonaan voimakkaiden hajujen vuoksi. Muut eristeet voidaan yleensä jättää paikoilleen, jos alapohja on ilmatiivis ja eristeissä on niukasti vaurioita. Betonirakenteisten rossipohjien tapauksissa korjausmenetelmät ovat pääpiirteittäin samoja kuin muissakin rakenneratkaisuissa. Tärkeää on poistaa vaurion aiheuttaja, vaurioitunut materiaali ja varmistaa ryömintätilan riittävä tuulettuminen, jotta kosteus ei pääse nousemaan haitallisen korkeaksi. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 51-55.)

4.4 Ulkoseinien korjaus

Saumoistaan vuotavan tiiliverhouksen korjaaminen pelkästään saumoja uusimalla ei lopeta vesivuotoja ainakaan tuulelle alttiissa paikoissa. Korjaustoimenpiteenä rakennetaan vedenojaimet ikkunoiden ja ovien yläreunoihin, vuodoista kärsivien välipohjien liittymiin sekä seinän alaosan ja sokkelin liitokseen kosteushaittojen laadun mukaan. Tärkeää on rakentaa vedenojaimet siten, että myös tuuletusraon toimivuus säilyy. Jos vedenojaimia ei voida tehdä, rakennetaan tiiliverhouksen ulkopuolelle lisäverhous, jolla saadaan estettyä viistosateen tunkeutuminen tiiliverhoukseen. Seinän lisälämmöneristämistä voidaan myös harkita. Sateen tunkeutumisen estävä lisäverhous on toimivampi ratkaisu kuin vedenojaimet. Mikäli räystäskouruista valuu vettä seinäpinnalle, uusitaan ne riittävän suuriksi ja kallistetaan riittävästi. Muunlaisen vuotavan seinän kuin tiiliseinän korjaustoimenpiteenä voi olla esimerkiksi huonokuntoisen ulkoverhouksen uusiminen tai toimivien vedenojaimien rakentaminen. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 37-38.)

Väärään suuntaan kallistuvat ikkunapellit uusitaan niin, että pellit pyritään kallistamaan noin 30° kulmaan, jolloin sadeveden haitallinen räiskyminen seinustalle vähenee merkittävästi. Ikkunapellin alareuna tulee asentaa ikkunan alapuolen verhouksen yläreunan kanssa limittäin siten, että vesi ei pääse tunkeutumaan seinään. Ikkunapeltien ja -karmien sekä ikkuna-aukon sivupintojen liitokset korjataan tarvittaessa parantamalla kiinnityksiä ja tiivistämällä saumoja esimerkiksi saumausvaahdolla. Tarvittaessa uusitaan vialliset rakenteet. Myös

oviaukkojen sivupinnat tiivistetään vedenpitäviksi. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 37-38.)

Mikäli tiiliverhouksen takaa puuttuu tuuletusrako tai se on tukkeutunut laastipurseiden takia, joudutaan tiiliverhous purkamaan ja uudelleenmuuraamaan siten, että verhouksen taakse jätetään riittävä tuuletusrako. Puuverhoillussa seinässä verhouksen takaa puuttuvan ilmaraon tarve selvitetään erikseen vaurioiden perusteella. Tuuletusrako tehdään sellaiseksi, että sinne joutunut vesi ohjautuu sieltä ulos seinän ulkopuolelle eikä tunkeudu seinän alaosaan liittyviin rakenteisiin. Seinään tehdään myös tarvittaessa uusi tuulensuoja. Jos tuulensuojaverhous on ominaisuuksiltaan sellainen, että ulkoverhouksen läpi tuuletusrakoon tunkeutunut vesi voi läpäistä myös tuulensuojakerroksen, on veden tunkeutuminen tuuletusrakoon estettävä suojaamalla vuotava ulkoverhous lisäverhouksella tai uusimalla ja muuttamalla sekä verhous että tuulensuoja vedenpitäväksi. Vaurioituneet eristeet ja puuosat puretaan ja vaihdetaan uusiin. Mikäli puuseinän alajuoksu ulottuu lattiarakenteen sisään, nostetaan alajuoksua kiviaineisilla korokkeilla, jotka eristetään bitumikermillä sekä ylä- että alapuoleltaan. Kiviaineiset osat lämmöneristetään ulkopuolelta. Myös korokkeiden välit lämmöneristetään. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 38.)

Muut ulkoseinärakenteet korjataan tapauskohtaisesti edellä mainittuja puuseiniä koskevia ohjeita hyödyntäen ja soveltaen. Vaurioita aiheuttavat yleensä samat ulkoiset syyt kuin puuseinissäkin, joten tärkeää on kohdistaa korjaustoimenpiteet kastumista aiheuttaviin perusvirheisiin. Seinien ulkopinnat voivat kastua viistosateen vaikutuksesta, minkä takia seinien sisäosista voi löytyä homekasvua. Sisäpuolisten rakenteisen ilmatiiviyden ansiosta tällä ei kuitenkaan ole juurikaan haittavaikutuksia sisätiloihin. Mikäli homeen hajua pääsee kuitenkin sisätiloihin, on syynä usein huonosti tiivistetyt ikkuna- ja ovenkarmit sekä seinän väliset saumat. Saumoja ja tiivistyksiä parantamalla voidaan hajun kulkeutuminen sisätiloihin saada estettyä. Märkä tai erittäin kostea maaperä voi aiheuttaa kiviaineisissa seinärakenteissa veden kapillaarista nousua jopa sisätilojen korkeudelle. Kosteuden nousun estämiseksi tehtävät toimenpiteet on suunniteltava aina tapauskohtaisesti. Jos maaperää ei ole salaojituksella ja sadevedenpoistojärjestelmillä mahdollista pitää kuivana, pyritään veden

kapillaarinen nousu seinissä katkaisemaan esimerkiksi kemiallisella käsittelyllä. Tällaiset korjaukset vaativat kuitenkin erityisselvityksiä ja tarkkojen suunnitelmien laatimista. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 38.)

4.5 Yläpohjan ja vesikaton korjaus

Kattorakenteita korjattaessa itse kosteuslähteeseen on mahdotonta puuttua, sillä katolle tuleva kosteus on joko vesi- tai lumisadetta. On siis erittäin tärkeää, että vesikate, erilaiset saumat ja läpivientien liitokset sekä muut kattorakenteet ovat ehjiä ja toimivat oikein. Lisäksi on tärkeää, että rakennuksessa on toimiva sadeveden poistojärjestelmä, jolla katolta valuvat vedet saadaan hallitusti johdettua pois rakennuksesta eivätkä katon valumavedet pääse valumaan rakenteisiin. Mikäli sadeveden poistojärjestelmässä on puutteita tai virheitä, tulee puutteet ja virheet korjata toimiviksi tai tarvittaessa asentaa uudet toimivat räystäskourut ja syöksytorvet. Myös ulkoilman vesihöyrykosteus rasittaa jonkin verran rakenteita, mutta riittävällä ja toimivalla yläpohjan tuuletuksella siitä ei aiheudu rakenteille merkittävää haittaa.

Rikkoutunut vesikate korjataan tai uusitaan kokonaan mikäli kate on pahasti vaurioitunut. Korjaukset suunnitellaan ja toteutetaan julkaisun Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, RIL 107-2012 ja rakennetta koskevien RT-ohjekorttien mukaan. Katteen liitokset katon läpäiseviin jäykkiin rakenteisiin, kuten savupiippuun muutetaan muodonmuutokset salliviksi. Muutos koskee myös yläpohjarakenteen tai höyrynsulun ja pystyrakenteiden liitoksia. Useimmiten ilmavuotoja esiintyy katon ja seinien tai katon ja sitä läpäisevien rakenteiden ja katon höyrynsulun liitoskohdissa. Yläpohjarakenteen epätiiviydet tiivistetään ja rakenteen ilmatiiviissä kerroksessa olevat reiät paikataan, jotta yläpohjarakenteen läpi kulkevat ilmavuodot saadaan poistettua. Ullakkotilaan päättyvät ilmanakanavat ja tuuletusputket jatketaan siten, että ne jatkuvat katon yläpuolelle. Kanavat ja putket myös lämmöneristetään, jotta kosteus ei tiivisty eikä jäädy niiden sisälle. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 29-35.)

Mikäli katolla on lyhyet räystäät, selvitetään, onko räystäitä tarpeen tai mahdollista jatkaa, jotta räystäskourun mahdollisesti tulviessa yli vesi ei valu seinäpinnoille.

Samalla räystäään rakennetta muutetaan siten, että veden ja lumen tunkeutuminen yläpohjaan tai ulkoseinään estyy. Tuuletusputkien ja vastaavien rakenteiden, jotka läpäisevät katon, vuotavat läpiviennit tiivistetään. Aluskate jatketaan räystäskouruun saakka ulottuvaksi. Jos kattotuoleihin on kiinnitetty kevyt aluskate, ovat vuodot tyyppisiä ja virheen luotettava korjaaminen vaatii usein laajan aluskateosan uusimista. Kattoluukkujen ja läpivientien aukkoihin liittyvät aluskatteet tuetaan siten, ettei niihin pääse muodostumaan vettä tai jäätä keräävää pussia. Peltikatteiden liittymät korjataan läpivientien ja luukkujen reunoilla rakenteellisesti oikeiksi, sillä pelkällä tiivistysmassalla ei päästä riittävän kestäväan lopputulokseen. Katon harjan puuttuvat tiivisteet asennetaan paikoilleen ja vialliset tiivisteet uusitaan. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 30-31.)

Tasakatoissa katon matalat räystäät tai kattotasoon liittyvien ovien kynnykset korotetaan siten, että vesi ei pääse valumaan niiden yli. Räystäään rakenne muutetaan siten, ettei vesi tai lumi pääse tunkeutumaan siitä yläpohjaan tai seinään. Tavanomainen keino on tehdä seinän pystypinnalle tuleva räystäspellin osa pidemmäksi ja rakentaa sen taakse seinäpintaan veden ja lumen kulkua estävä vastapelti. Vesikate ulotetaan räystäään ulkoreunaan saakka niin, että mahdollisesti räystäään yli vuotava vesi valuu seinän ulkopuolelle. Katteen liittymät katon läpäiseviin jäykkiin rakenteisiin, kuten savupiippuun, korjataan ja muutetaan muodonmuutoseroja salliviksi. Jotta mahdolliset ilmavuodot saadaan poistettua, myös yläpohjarakenteen tai höyrynsulun liittymät jäykkiin rakenteisiin tehdään joustaviksi. Yläpohjarakenteen epätiiviysskohdat tiivistetään, jotta yläpohjarakenteen läpäisevät ilmavuodot saadaan poistettua. Ilmavuotoja esiintyy useimmiten seinien ja katon liittymissä sekä katon läpäisevien rakenteiden höyrynsulun liitoskohdissa, joten niihin tulee kiinnittää erityisesti huomiota. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 27-28.)

Mahdollisuuksien mukaan tasakaton vedenpoistojärjestelmä muutetaan sisäpuoliseksi. Muussa tapauksessa ulkopuoliset poistoputket ja -kourut varustetaan jäätyksen estävällä lämmityksellä, jolloin putket ja kourut eivät jäädy ja tulvi yli. Katon kallistusta muutetaan kattokaivoihin viettäväksi, mikäli rakenteen kantavuus sen mahdollistaa. Kattokaivojen määrää myös lisätään, mikäli se on

putkistoasennusten puolesta mahdollista. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 27.)

Yläpohjarakenteen läpi sisätiloista ullakkotiloihin siirtyvä kosteus voi etenkin kylminä vuodenaikoina tiivistyä kohtaamilleen kylmille pinnoille. Tämän vuoksi tiivistyvä kosteus pyritään poistamaan riittävällä tuuletuksella, jotta tiivistymistä ei pääsisi tapahtumaan. Liian matala tuuletusväli, joka estää tuulettumisen, korjataan riittäväksi uusimalla ja korottamalla kattoa. Mikäli yläpohjaa lisälämmöneristetään, tulee lisälämmöneristys asentaa siten, että ullakkotilan tuuletus ei esty (kuvio 15.) Jos tuuletusväli ei kuitenkaan ole kokonaan ummessa, voidaan korotuksen sijasta harkita tapauskohtaisesti alipainetuulettimen rakentamista. On kuitenkin tärkeää ottaa huomioon, että alipaineistus voi toisinaan lisätä sisätiloista vuotavan ilman määrää etenkin pahoissa ilmavuototapauksissa. Tuuletusvälin ja räystäsrakenteen tukkiutunut liitoskohta korjataan siten, ettei tuuletusilman kulku esty. Korjaus voi edellyttää kattorakenteen osittaista purkamista, jos ullakkotilan reunavyöhykkeen korkeus on pieni. Tasakaton sisätaitteessa katkeava tuuletus korjataan lisäämällä katon tuuletusvälin korkeutta kattokannatteiden päälle asennettavilla korotuspuilla. Myös sisätaitteen lähetyville asennettavia alipainetuulettimia voidaan harkita, jolloin kattoa ei tarvitsisi uusia. Kattoa lävistävien rakenteiden tai kattotason yläpuolelle nousevien seinien liitoskohdat muutetaan tuulettuviksi. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 32-34.)

Jos lämmöneristetyltä katolta ei tuuletusilmaa ole mahdollista poistaa katon harjan kautta, rakennetaan harjalle päädyistä tuulettuva harjakolmio tai muutetaan katto kauttaaltaan tuulettuvaksi. Mikäli katto tehdään kauttaaltaan tuulettuvaksi, on tärkeää tehdä harjarakenne sellaiseksi, ettei tuulen kuljettaman sadeveden tai lumen kulkeutuminen harjarakenteeseen aiheuta vuotoja. Kylmälle ullakolle jälkeinpäin tehtyjen sisätilojen, joiden yläpohjarakenteet noudattavat katon muotoa, tuuletus jää usein puutteelliseksi, koska tilat on rakennettu sisältäpäin. Tuuletus korjataan joko uusimalla katto siten, että katon ja uuden yläpohjan väliin jää myös harjalta tuulettuva riittävä tuuletusväli tai tekemällä muutokset alhaaltapäin, mikä tosin edellyttää samalla koko yläpohjarakenteen uusimista. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 34.)

5 KORJAUSMENETELMÄT

Kosteusvaurioituneen rakennuksen/rakenteen korjaus tulee suunnitella aina tapauskohtaisesti vauriosta ja rakennetyypistä riippuen. Korjaustapa tulee myös valita aina tapauskohtaisesti huomioiden vaihtoehdot korjausmahdollisuudet, rakenne- ja työtekniiset kysymykset sekä kustannukset. Samalla tulee varmistua, että korjaustoimenpiteet eivät aiheuta vaurioriskiä muihin rakenteisiin. Siksi ennen korjaustöiden aloittamista tulee tehdä huolellinen kuntotutkimus, jossa esitetään kosteusvaurioiden syyt ja vaihtoehdot korjausmenetelmät. Korjausvaihtoehdot esitetään sellaisella tarkkuudella, että niiden avulla voidaan arvioida korjauskustannukset. Kuntotutkimuksen ja sen tulosten pohjalta tehdään päätös, kuinka ja millä menetelmillä vaurioita lähdetään korjaamaan. Pelkkä vauriokohdan korjaaminen ei yksinään riitä, vaan itse vaurion aiheuttajaan on myös puututtava ja tehtävä tarvittavat korjaustoimenpiteet ongelman poistamiseksi. Seuraavissa kappaleissa on esitelty tyypillisimpiä kosteusvaurioituneiden kohtien korjausmenetelmiä. Vaurioiden syyt, vauriokohdat sekä niihin kohdistettavat korjaustoimenpiteet on esitelty edellisissä luvuissa. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 101.)

5.1 Kosteusvaurioituneiden rakennusosien uusiminen

Näkyvästi vaurioituneiden osien uusiminen on ensisijainen korjaustapa, josta poiketaan ainoastaan, mikäli vaurioiden korjaaminen uusimalla vaurioitunut rakenne muodostuu tekniseltä toteutukseltaan tai kustannuksiltaan kohtuuttoman vaikeaksi tai kalliiksi. Muita tapoja voidaan harkita myös, jos niillä saavutettava lopputulos on terveydellisesti turvallinen asunnon/rakennuksen käyttäjille. Kaikki sisäilman kanssa kosketuksissa oleva ja kohtuullisen helposti uusittavissa oleva selvästi vaurioitunut materiaali uusitaan vaurioalueilta. Tällaisia helposti uusittavia rakenteita voivat olla esimerkiksi kevyet lämmöneristeet, alapohjien koolaukset sekä seinien levyverhoukset. Sen sijaan kantavien rakenteiden uusiminen voi olla huomattavan vaikeaa ja kallista, jolloin on syytä harkita muita mahdollisia korjausmenetelmiä. Vaikeasti uusittavia rakenteita voivat olla esimerkiksi rossilattian kannattajat, seinien pystytolpat sekä yläpohjan ja vesikaton kannatusrakenteet. Vaurioituneen

rakenteen purkutyöt tulee toteuttaa Ratu-korttien 82-0383 ja 82-0379 ohjeiden mukaisesti. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 60-62.)

Pääsääntöisesti uusitaan kaikki silminnähdyn vaurioitunut materiaali. Myös ne materiaalit, joista on aistittavissa homeen- tai kellarin hajua, uusitaan. Uusiminen tulee ulottaa noin 0,2-0,5 m:n etäisyydelle vaurioituneen kohdan ohi terveeseen materiaaliin. Rakenteiden luonnollisia saumakohtia on hyvä käyttää uusimisen rajakohtina, jolloin vanha ja uusi rakenne saadaan saumattomasti liitettyä toisiinsa. Rakenteen pysyminen toimintakuntoisena jatkossa edellyttää paitsi vaurion korjaamista, myös vaurion aiheuttajan poistamista, mikä usein edellyttää vanhojen rakenneratkaisujen muuttamista toimivammiksi. Korjaustoimenpiteet niiden yhteydessä tehtävät muutostyöt tulee aina suunnitella tapauskohtaisesti. Puurakenteita korjattaessa ja uusittaessa on kosteuden kannalta kriittisissä kohdissa syytä käyttää painekyllästettyä puutavaraa, joka kestää paremmin kosteutta. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 62.)

5.2 Puhdistus

Osa kosteusvaurioituneesta rakenteesta tai materiaalista voi olla sellaista, ettei sen uusiminen ole taloudellisesti järkevää. Tällöin voidaan rakennuksen asuintiloihin jäävien ja puhdistuskelpoisten materiaalien (puu ja kivimateriaalit) pinnat puhdistaa homeesta hiomalla, teräsharjaamalla tai kaapimalla metallilastalla. Toimenpiteen tavoitteena on poistaa näkyvä homekasvusto. Kun homekasvusto on ensin poistettu mekaanisesti, poistetaan pinnoilta sen jälkeen pöly joko imuroimalla tai puhdistusharjauksella. Puhdistuksen jälkeen pinnat voidaan käsitellä vielä kemiallisilla aineilla. Kemiallisella käsittelyllä varmistetaan, ettei home ala normaalista poikkeavissakaan olosuhteissa kasvamaan ja että kuiville pinnoille mahdollisesti jääneet itiöt eivät irtoa huoneilmaan. Puhdistustyön aikana on huolehdittava, ettei homepöly pääse leviämään muihin tiloihin. Homepölyn leviämisen estäminen edellyttää korjattavan alueen osastointia ja alipaineistusta. Korjattavan alueen osastointi toteutetaan Ratu-kortissa 82-0383 olevien ohjeiden mukaan. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 63.)

5.3 Hajunpoisto ja desinfiointi

Pintakerroksen poistamisesta ja pinnan huolellisesta puhdistamisesta huolimatta rakenteeseen voi jäädä hajuja. Rakennetta lämmittämällä ja tuulettamalla voidaan tehostaa hajujen poistumista. Lämmitystä ja tuuletusta jatketaan yleensä noin 2-3 viikkoa, sillä etenkin rakennusmateriaaliin sitoutuneiden kaasumaisten yhdisteiden poistuminen rakenteista on hidasta, joten hajun poistuminen ottaa aikansa. Mikäli hajut eivät kokonaan poistu kyseisellä toimenpiteellä, voidaan harkita myös desinfiointikäsittelyä. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

Kortesjärvellä maaliskuussa 2016 tapahtunut vesijohtovuoto aiheutti sen, että viemäriverdet pääsivät tunkeutumaan erään paikallisen talon kellariin. Talon asukkaat eivät olleet kotona vuodon sattuessa, joten vettä ehti tulla kellarin lattialle yli 10 cm. Koska kyseessä oli viemäriveresi, jätti se kellariin epämiellyttävää viemäriin hajua. Kellaritila eristettiin muusta asuutilasta sulkemalla portaikko tiiviillä muovilla (kuva 2), jotta hajut eivät leviä muuhun rakennukseen ja jotta kellaritila saatiin alipaineistettua. Tiloihin asennettiin alipaineistaja (kuvat 3 ja 4), jolla epämiellyttävää hajua pyritään poistamaan johtamalla pahanhajuinen ilma ulos rakennuksesta. Viemäriveresi ehti kuitenkin imeytyä ja haju tarttua rakenteisiin niin hyvin, että pelkkä tilan alipaineistus ja hajunpoisto ei yksinään riitä hajujen poistoon, joten joudutaan käyttämään myös kemiallisia käsittelyjä.



Kuva 2. Kellari on eristetty muusta asuintilasta sulkemalla portaikko tiiviillä muovilla.



Kuva 3. Alipaineistaja.



Kuva 4. Ilman poisjohtamisreitti.

Desinfiointiaineilla tarkoitetaan aineita, joiden tarkoituksena on tappaa mikrobeja. Desinfiointiaineet saattavat joillakin ihmisillä aiheuttaa esimerkiksi limakalvojen tai hengitysteiden ärsytystä, joten mahdollisuuksien mukaan tulisi välttää desinfiointiaineiden käyttöä rakenteiden puhdistamisessa. Perustellusta syystä mekaanista puhdistusta voidaan kuitenkin tehostaa desinfiointikäsittelyllä. Syynä on yleensä hajuhaitan vähentäminen, mikäli hajuja ei lämmityksellä ja tuuletuksella saada poistetuksi tai elinkykyisen mikrobin tappaminen, kun sitä ei ole mekaanisella puhdistuksella mahdollista poistaa. Desinfiointikäsittely tulee kohdistaa vain desinfioitaviin pintoihin, jotta kemikaalijäämät jäävät mahdollisimman vähäisiksi. On kuitenkin syytä muistaa, että käsittely ei yksinään poista mikrobeja, niiden kappaleita tai itiöitä, vaan ne jäävät materiaaliin, niiden pinnoille sekä ilmaan muodostaen mahdollisen epäpuhtauslähteen myös jatkossa. Desinfiointikäsittely tulee aina teettää desinfiointikäsittelyihin liittyvän koulutuksen saaneen erikoisammattilaisen toimesta, sillä käsittelyyn liittyy monenlaisia haittavaikutuksia ja käsittely voi väärin tehtynä olla jopa terveysriski. (Hometalkoot, [Viitattu 23.2.2016].)

5.4 Kuivatus

Mahdollisimman pian kosteusvaurion havaitsemisen jälkeen on aloitettava rakenteiden kuivattaminen. Homeet voivat lähteä kasvamaan muutamassa viikossa

ja laho käynnistyä muutamassa kuukaudessa, joten nopealla ja tehokkaalla kuivatuksella sekä viipymättä aloitetuilla korjaustöillä kyetään vaurion eteneminen pysäyttämään heti alkuunsa. Myös pitkäaikaisemmissa kosteusvaurioissa kuivatuksella pystytään rajoittamaan vaurioalueen etenemistä. Kastuneiden rakenteiden kuivatustapa tulee valita tapauskohtaisesti. Mikäli vaurio havaitaan nopeasti ja rakenne kastuu vain hetkellisesti, voidaan rakenteen kuivattaminen ehkä hoitaa luonnollisella ilmankierrolla purkamalla ja avaamalla rakennetta siten, että ilma pääsee vapaasti kiertämään. Tähän kuivatusmahdollisuuteen vaikuttavat kuitenkin monet eri tekijät, kuten rakenne ja materiaalit, tuulettumismahdollisuus ja kosteusmäärä. Usein käytetään koneellista kuivatusta, joka onkin yleisin rakenteiden kuivatustapa. Koneellista kuivatusta käytetään esimerkiksi kastuneen betonilattian kuivatukseen, sillä betonin luonnollinen kuivuminen on niin hidasta, että kosteutta jää helposti korjattuun rakenteeseen. Yksinkertaisin tapa on puhalttaa ilmaa kastuneeseen rakenteeseen joko sen pintaa pitkin tai rakenteen sisään, jos se on mahdollista. Kuivatusta voidaan edelleen tehostaa lämmittämällä puhallusilmaa. Vieläkin tehokkaampi menetelmä on kuivatun ilman ohjaaminen rakenteeseen. Kuivattu ilma sitoo enemmän kosteutta ja kuljettaa sen pois rakenteesta. Paikallisesti kastuneita pieniä alueita voidaan kuivattaa tehokkaasti mikroaaltokuivaimilla. Rakenne kuivuu nopeasti, sillä kuivatusteho on suuri ja se voidaan kohdistaa tehokkaasti suoraan vauriokohtaan. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 61-62.)

Kuivatuksen lopputulos on aina varmistettava asianmukaisilla kosteusmittauksilla kuivatusmenetelmästä riippumatta. Mittaukset tulee tehdä riittävän monesta kohdasta rakennetta sekä useilta eri syvyyksiltä. Varsinkin paksujen rakenteiden, kuten betonilaattojen kuivuminen tulee varmistaa erityisen huolellisesti ennen korjaustöiden jatkamista. Tärkeää on, että mittaja osaa asiansa ja osaa tulkita mittaustuloksia oikein. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1997, 62.)

6 YHTEENVETO

Veden tunkeutuminen rakenteisiin ja siitä aiheutuva rakennuksen ja sen rakenteiden kastuminen aiheuttaa rakennuksissa monenlaista korjaustarvetta. Vauriosta ja sen laajuudesta riippuen vaurio voidaan havaita nopeastikin, mutta joskus sen havaitseminen voi viedä vuosia tai jopa vuosikymmeniä. Tällaiset vaikeasti havaittavat vauriot ovat yleensä rakenteiden sisällä ja ne pystytään ajan kuluessa havaitsemaan vain rakenteesta tulevien hajujen perusteella, kun taas rakenteiden pinnoilla olevat näkyvät vauriot havaitaan yleensä nopeasti. Kun vaurio on havaittu, on tehtävä tarvittavat tutkimukset, joista selviää vaurion tyyppi, laajuus sekä sen aiheuttaja. Tutkimustulosten pohjalta tehdään korjaussuunnitelma tarvittavassa laajuudessa ja sen pohjalta aloitetaan korjaustyöt. Tutkimukset sekä korjaussuunnitelmat vaativat aina ammattitaitoista tutkimista ja suunnittelua, joten niiden tekeminen tulee jättää ammattilaiselle.

Korjaustöissä on itse vauriokohdan korjaamisen lisäksi tärkeää puuttua myös vaurion aiheuttajaan ja tehdä siihen/niihin tarvittavat korjaus- ja muutostyöt. Jos pelkkä vaurioitunut kohta korjataan, mutta itse vaurion aiheuttajaa ei poisteta, sama vaurio toistuu myöhemmin uudestaan. Siksi on tärkeää poistaa myös vaurion aiheuttaja, jotta vastaavaa ei tulevaisuudessa enää synny. Korjaustöissä tulee olla huolellinen, jotta työn ohessa ei rikota tai muuten vaurioiteta jo olemassa olevaa rakennetta ja sitä kautta aiheuteta uutta vauriota tulevaisuudessa. Korjaustyön aikana tulee käyttää henkilökohtaisia suojaimia ja samalla huomioida korjattavan tilan suojaustarve, jotta korjattavassa osassa irtoava homepöly ja muut hiukkaset eivät kulkeudu rakennuksen muihin osiin. Tutkimusten ja korjaussuunnitelmien lisäksi myös korjaustyön tulee suorittaa ammattitaitoinen työntekijä.

1960-1990-luvuilla rakennetuissa rakennuksissa esiintyy paljon korjaustarvetta. Joskus kosteusvauriot johtuvat rakenteellisista suunnitteluvirheistä ja joskus taas rakennusaikana tehdyistä virheistä ja laiminlyönneistä. Etenkin 1960-1970-luvuilla rakennetuissa taloissa olevat rakenneratkaisut eivät ole kaikilta osin niitä kaikkein toimivimpia. Esimerkiksi betonilaatan päälle rakennettu puulattia tai valesokkeli ovat riskirakenteita ja niissä esiintyy runsaasti kosteusvaurioita. Rakennustyön ohessa

on myös joskus laiminlyöty esimerkiksi rakenteiden kunnollinen tiivistäminen, joka aiheuttaa kosteuden kulkeutumista rakenteen läpi ja lisää vaurioitumisriskiä.

Kosteusvaurioita pystytään ehkäisemään jo etukäteen rakennuksen ja rakennusalueen huolellisella suunnittelulla ja rakentamisella. Kun rakenteet ja rakennusalue ovat oikein suunniteltuja, vesi ja kosteus pääsevät poistumaan rakennuksesta, sen pinnoilta sekä sen välittömästä läheisyydestä, jolloin vaurioita ei myöskään synny. Jos rakentamisen laadusta tingitään kustannuksiin vedoten, kasvattaa se aina rakennuksen vaurioitumismahdollisuutta ja voi tulevaisuudessa aiheuttaa paljon suurempia kuluja, koska virheitä ja vaurioita joudutaan lähtea myöhemmin korjaamaan.

LÄHTEET

- Finfoam. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Salo: Finfoam Oy. [Viitattu 17.3.2016].
Saatavana: <http://www.finfoam.fi/index.php?cID=326>
- Hometalkoot. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 23.2.2016]. Saatavana: <http://omakotitalot.hometalkoot.fi/>
- Isodrän. Ei päiväystä. Mistä kosteusvauriot johtuvat? [Verkkosivu]. Espoo: Muottikolmio Oy. [Viitattu 23.2.2016]. Saatavana: <http://www.isodran.fi/kaytokohteet/maanvarainen-laatta/mista-kosteusvauriot-johtuvat-2/>
- Isover. Ei päiväystä. Peltosaaren As. Oy Riihenlampi. [Verkkosivu]. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavana: <http://www.isover.fi/ratkaisut/korjausrakentaminen/peltosaaren-as-oy-julkisivukorjaus>
- Kemppainen, M. 2013. Tyypilliset kosteusvauriot ja niiden korjaaminen. [Opinnäytetyö]. Kajaani: Kajaanin ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö, rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 2.2.2016].
Saatavana: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/59299/Kemppainen_Mikko.pdf?sequence=1
- Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. 2011. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 250-2011.
- Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. 1997. 2. tark. p. Helsinki: Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 29.
- Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. 1997. 2. tark. p. Helsinki: Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 28.
- Kosteusmääräykset ja ohjeet. 1998. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 24.2.2016]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf>
- Leivo, V. 1998. Opas kosteusongelmiin. [Verkkojulkaisu]. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu. [Viitattu 2.2.2016]. Saatavana: https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/20783/leivo_opas_kosteusongelmiin.pdf?sequence=3
- Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. 2012. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 107-2012.

RT 82-10604. 1996. Betonijulkisivut Korjausrakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Siikanen, U. 1996. Rakennusfysiikka perusteet ja sovellukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistys ry. Ei päiväystä. Routavauriot. [Verkkosivu]. Espoo: Sisäilmayhdistys ry. [Viitattu 17.3.2016]. Saatavana: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Kuivatusjarjestelmat/Routavauriot>