

Joonas Kinnunen

1960–1980-luvun omakotitalojen rakennusvirheet ja niiden korjaus

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Kevät 2013



Koulutusala Insinööri	Koulutusohjelma Rakennustekniikka
Tekijä(t) Joonas Kinnunen	
Työn nimi 1960–1980-luvun omakotitalojen rakennusvirheet ja niiden korjaus	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Tuotantotekniikka	Ohjaaja(t) Antti Muhonen Toimeksiantaja Pertti Mikkonen
Aika 12.4.2013	Sivumäärä 62
<p>Tämän insinööriyön esimerkkikohteena on käytetty Kajaanissa sijaitsevaa omakotitaloa, joka on rakennettu 1960-luvulla ja myöhemmin laajennettu 1980-luvulla. Vuonna 2012 - 2013 taloon rakennettiin uusi laajennus, jonka yhteydessä 1960- ja 1980-luvulla tehdyt osat rakennuksesta muutettiin vastaamaan nykypäivän tasoa kaikilta osin. Rakennuksen lämmöneristeet uusittiin osittain, ja samalla seinät ja yläpohja lisälämmöneristettiin. Samassa yhteydessä seiniin ja yläpohjiin vaihdettiin nykyaikainen höyrynsulku ilmansulkupaperin tilalle. Lattiarakenteet muutettiin 1960-luvulla tehdyn talon osalta ilmastoiduksi lattiaksi. Lattiarakenteet ovat osittain puukoolattuja lattioita ja osittain kaksoislaattaisia lattioita. Rakennus nykyaikaistettiin myös ilmanvaihdon ja sähköistyksen osalta. Remontin lopputuloksena saatiin lähes kaikilta osin nykyaikainen omakotitalo teknisesti ja ulkonäöllisesti.</p> <p>Insinööriyössä käydään läpi tyypillisimmät rakennusvirheet ja niiden korjaaminen 1960–1980-luvun omakotitaloissa sekä omakotitalojen eri rakenneosat ja niissä mahdollisesti olevat ongelmat kyseiseltä aikaväliltä, kuten perusrakenteiden kosteusvaurioiden ja vesikattorakenteiden korjaaminen. Perusrakenteiden suurimpana ongelman aiheuttajana ovat maaperästä kapillaarisesti nouseva kosteus, ja vesikatteiden tyypillisiä ongelmia ovat puutteelliset läpiviennit, pinnoitevauriot ja vesikatteen teknisen käyttöiän päättymisen. Puutteellinen höyrynsulku ja vähäinen lämmöneriste voivat aiheuttaa kosteus- ja mikrobivaurioita yläpohjassa rakennuksen sisältä vuotavan lämmön ja kosteuden takia.</p> <p>Tämän insinööriyön tarkoituksena on selvittää rakennusosien tyypillisimmät ongelmat sekä toimia oppaana kyseisen ajanjakson omakotitaloja remontoivalle ja niille, jotka harkitsevat omakotitalon ostoa. Tässä työssä tulee ilmi yleisimmät riskirakenteet, joihin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota taloa remontoitaessa tai sitä ostaessa. Työstä on tehty kattava kokonaisuus, jota voidaan hyödyntää remontointiin ryhtyessä. Työstä voi saada vihjeitä tyypillisistä vaurioista, jotka kannattaa tutkia ja korjata remontin yhteydessä.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Korjausrakentaminen, tyypillisimmät rakennusvirheet
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto



School Engineering	Degree Programme Construction Engineering
Author(s) Joonas Kinnunen	
Title Construction Defects and Repair in Detached Houses Built in the 1960s-1980s	
Optional Professional Studies Production Technology	Instructor(s) Antti Muhonen
	Commissioned by Pertti Mikkonen
Date 12 April 2013	Total Number of Pages 62
<p>The basis for this thesis is a detached house located in Kajaani built in the 1960s and extended in the 1980s. In the years 2012 and 2013 the building was extended and at the same time the old part of the building was renovated totally to meet today's specifications. The building was completely demolished inside and rebuilt. The thermal insulation, roof and façade were renovated and the floor structures fixed.</p> <p>This work includes information about typical construction defects in the 1960 – 1980s and gives instructions on how to repair them. The biggest cause of damage is ground moisture and defective rooftop. Defective thermal insulation and steam lock can cause moisture and mold problems in the roof.</p> <p>The objective of this thesis work is to survey different structural defects and give instructions for house renovation. The most typical structural risks are paid special attention to. This work is a comprehensive guide book for persons who are thinking of renovating or buying a house built in the 1960s– 1980s.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Renovation, construction defect
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 PERUSTUS- JA SOKKELIRAKENTEET	2
2.1 Maanpinta	3
2.2 Kuivatusosat ja routaeristys	4
3 LATTIARAKENTEET	9
3.1 Maanvarainen betonilaatta	9
3.1.1 Yleisimmät riskit	9
3.1.2 Tyypillisiä vaurioita	10
3.1.3 Korjausehdotukset	11
3.2 Kaksoislaatta ja pohjalaatan päällä puukoolaus	12
3.2.1 Yleisimmät riskit	13
3.2.2 Kaksoislaatan tyypillisiä vaurioita ja vauriopaikkoja	14
3.2.3 Kaksoislaatan vaurioiden korjausehdotukset	16
3.2.4 Betonilaatan päälle tehdyn puukoolauksen tyypilliset vauriot ja vauriopaikat	18
3.2.5 Korjausehdotukset	19
3.3 Tuulettuva alapohja	20
3.3.1 Yleisimmät riskit	21
3.3.2 Tyypillisimmät vauriot ja vaurionaiheuttajat	21
3.3.3 Korjausehdotukset	24
4 RUNKORAKENTEET	25
4.1 Yleisimmät riskit	25
4.2 Tyypillisimmät vauriot sokkelin ja rungon liittymäkohdissa	26
4.3 Puutteelliset ikkunapellitykset	27
4.4 Julkisivun riskirakenteet	28
4.5 Höyrynsulku	31
4.6 Korjausehdotukset	32
5 YLÄPOHJA- JA VESIKATTORAKENTEET	36
5.1 Bitumihuopakatteet	38
5.2 Konesaumattut peltikatteet	40

5.3	Profilipeltikatteet	41
5.4	Tiilikatteet	41
5.5	Kuitusementtikatteet	42
5.6	Korjausehdotukset	43
6	MÄRKÄTILAT	45
6.1	Yleisimmät riskit	45
6.2	Korjausehdotukset	46
7	KELLARITILAT	48
7.1	Yleisimmät riskit	48
7.2	Korjausehdotukset	50
8	ESIMERKKIKOHDE	51
9	YHTEENVETO	59
	LÄHTEET	60

NIMIKKEISTÖ

Bituliittilevy – Puukuituinen levy, joka on kyllästetty bitumilla

Diffuusio – Kosteus siirtyy diffuusion avulla rakenteen läpi ilmavirtausten avulla

EPS – Polystyreenilevy (Styrox)

Härme – Tiilissä tai betonissa oleva kalkki tulee näkyviin materiaalin pintaan

Kapillaari – Vesi nousee ylöspäin

Radon – Maaperästä nouseva hajuton kaasu, joka aiheuttaa keuhkosityöpää

Suodatinkangas – Vettä läpäisevä kangas, jonka avulla kaksi eri maalajia voidaan erottaa toisistaan

XPS – Suulakepuristettu polystyreenilevy (Finfoam, SPU)

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia ja selvittää 1960–1980-luvuilla tehtyjen omakotitalojen yleisimpiä rakennustapoja ja niiden rakennusvirheitä. Lisäksi tarkoituksena oli esittää rakennusvirheille vaihtoehtoisia korjaustapoja, koska Suomen rakennuskannasta huomattava osa on rakennettu kyseisenä ajanjaksona, joista suuressa osassa on jokinlaista korjaustarvetta.

1960–1980-luvuilla rakennuksissa on käytetty sellaisia rakennusmateriaaleja, jotka ovat ajan kuluessa jääneet pois käytöstä. Vanhat rakennusmateriaalit on korvattu uusilla nykyaikaisilla materiaaleilla, koska on huomattu, että kaikki sen ajanjakson materiaalit eivät ole ominaisuuksiltaan riittäviä tai niistä voi olla haittaa rakenteissa.

Kyseisillä ajanjaksoilla on käytetty erilaisia rakenneratkaisuja, jotka eivät täytä nykyisiä rakennusmääräyksiä eivätkä laatuvaatimuksia, mutta ne ovat olleet kyseisen rakennusajan mukaisesti hyväksytyjä ratkaisuja. Työn tarkoitus on myös auttaa henkilöitä, jotka tarvitsevat neuvoa tai vinkkejä kyseisenä ajanjaksona tehtyjen talojen korjaamisessa ja remontoinnissa. Työstä voi olla hyötyä sellaisille henkilöille, jotka suunnittelevat vanhan talon hankkimista, koska työstä käy ilmi vanhojen rakennusten tyypilliset riskipaikat, jotka tulee huomioida taloa etsiessä. Työssä käsitellyt rakennusvirheet ja vauriot täytyy tarkastaa tapauskohtaisesti.

Vaikka kyseisinä ajanjaksoina on käytetty rakenneratkaisuja, jotka eivät täytä nykyisiä rakennusmääräyksiä, täytyy muistaa, että rakenne voi olla toimiva tietyissä kohteissa. Rakenteiden toimivuuteen vaikuttaa rakennuksen sijainti maastoon nähden, rakennuspaikan maaperä, rakennusmateriaalit, rakentamisen laatu yms..

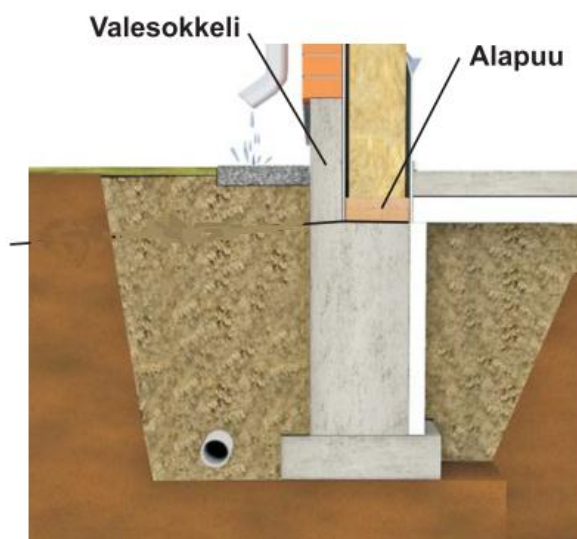
2 PERUSTUS- JA SOKKELIRAKENTEET

1960–1980-luvuilla, mutta yleisimmin 1970-luvulla rakennetuissa omakotitaloissa perustusrakenteet ovat tyypillisesti valesokkelirakenteita, joka on esitetty kuvassa 1. Perustusrakenteet ovat matalia, ja usein maanpinta on korkealla rakennuksen perustusrakenteisiin nähden, eli maanpinta voi joissakin tapauksissa olla ylempänä kuin rakennuksen rungon alaohjauspuu ja lattiapinta.

Kyseisillä ajanjaksoilla ei välttämättä ole rakennettu salaojajärjestelmää, ja jos se on olemassa, niin on erittäin todennäköistä, että se on asennettu virheellisesti tai se on tukkeutunut esimerkiksi puunjuurista ja roskista. Salaojaputket voivat tukkeutua myös hiekasta, koska kyseisinä ajanjaksoina ei ole käytetty nykyaikaista salaojasoraa ja suodatinkankaita, jotka estävät epäpuhtauksien pääsyn salaojajärjestelmään vaan putket ovat usein hiekan sisällä.

1960–1970-luvuilla rakennetuissa taloissa kosteusvaurioriski on huomattava ja korjaustoimenpiteet voivat olla mittavia, jotka voivat ulottua runkorakenteiden alapuolisiin rakenteisiin ja koko lattiarakenteisiin. Monet kyseisien aikakausien lattiarakenteet ovat rakenteita, jotka ovat tehty siten, että pohjalaatan päälle on rakennettu puukoolaus, joka on riskialtis kosteusvaurioille. Rakenne on esitetty tarkemmin kohdassa 3.3. [1.] [2.].

Usein 1960–1980-luvulla tehtyjen perustusrakenteiden routaeristys on puutteellinen tai se voi joissakin tapauksissa puuttua kokonaan. Vanhat EPS- levyt ovat usein vettyneet maan sisässä ja näin ollen ne ovat menettäneet eristyskykynsä. Puutteellisista tai olemattomista perustuksen routaeristeistä johtuen perustukset voivat kärsiä routavaurioita kuten halkeamia, ja perustukset saattavat liikkua aiheuttaen vaurioita muihinkin rakenteisiin kuten esimerkiksi tiiliverhoukseen.



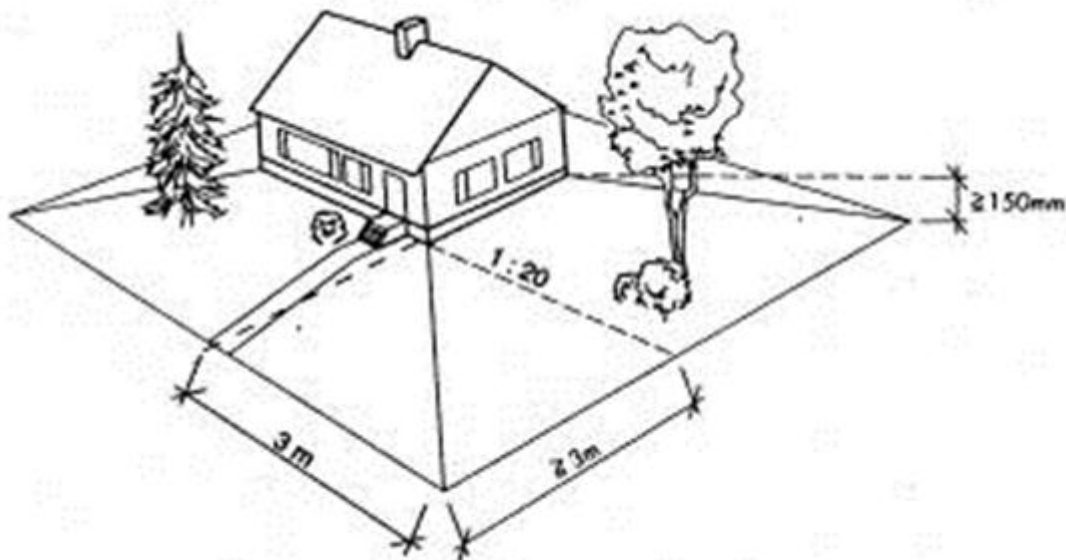
Kuva 1. Valesokkelirakenne [3.]

Ennen varsinaisen korjaustoimenpiteen aloittamista tulee selvittää vaurion aiheuttaja ja poistaa se, jotta vastaavanlaista ongelmaa ei esiinny jatkossa. Vian korjaaminen ei yksin poista ongelmia, vaan ne yleensä palaavat jos vaurion aiheuttajaa ei korjata. Perustusten kautta rakenteisiin tuleva kosteus voi aiheuttaa vakavia sisäilmaongelmia, koska perustusten kautta imeytyvä kosteus voi siirtyä runkorakenteisiin ja aiheuttaa sitä kautta runkorakenteissa kosteus- ja homeongelmia.

2.1 Maanpinta

Maanpinnan korkeus rakennukseen nähden on tarkistettava ja muutettava siten, että maanpinta on vähintään 300 mm alempana kuin rakennuksen rungon alajuoksu. Maanpinnan muotoilu on tehtävä siten, että maa viettää rakennuksesta poispäin. Lisäksi on huolehdittava siitä, että nurmikko tai muut kasvit eivät kasva sokkelissa kiinni vaan ovat vähintään 300 mm päässä rakennuksesta.

Kuvassa 2 on esitetty rakennuksen ympärillä olevat maanpinnan kallistukset. Maanpinnan tulee viettää rakennuksesta poispäin vähintään kolmen metrin matkalla 150 mm. Sokkelin vierus on hyvä täyttää esimerkiksi salaojasoralla tai asentamalla siihen pihakivetyks niin, ettei nurmikko pääse kasvamaan sokkeliin kiinni. Sokkelia vasten oleva kasvillisuus pitää sokkelirakenteet kosteana, ja korkeat ja tuuheet pensaat kostuttavat rakenteita eivätkä rakenteet pääse kuivamaan.

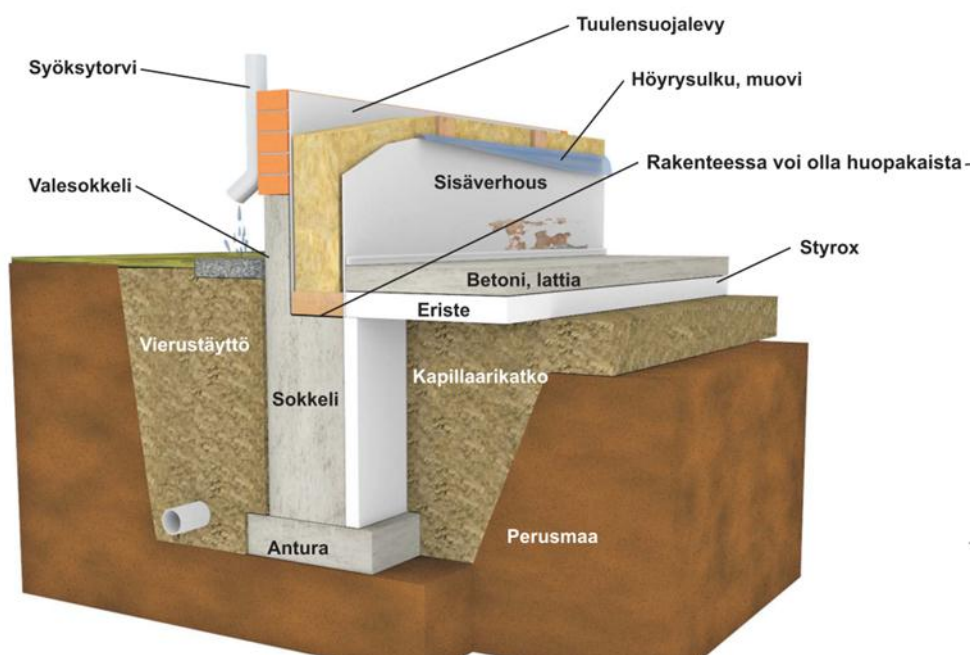


Kuva 2. Maanpinnan kallistukset. [4.]

2.2 Kuivatusosat ja routaeristys

Perusrakenteissa yleisimpiä ongelmia syntyy maasta kapillaarisesti nousevasta kosteudesta, joka aiheuttaa kosteusvaurioita perusrakenteissa ja rakennuksen runkorakenteissa. Kapillaarinen vedennousu johtuu yleensä toimimattomista salaojista, jonka vuoksi pohjaveden pinta nousee liian korkealle sekä väärin tehdyistä maanpinnankallistuksista ja maatäytöistä. Maan täytöissä voi olla käytetty sellaista maa-ainesta, jossa vesi pääsee nousemaan kapillaarisesti.

Kuvassa 3 on esitetty kosteuden siirtyminen rakenteisiin maaperästä. Kuvasta näkyy salaojaputkiston sijainti anturan tasalla, jolloin maaperästä kapillaarisesti nouseva vesi voi imeytyä anturaan ja nousta sieltä sokkeliä pitkin rungon alaohjauspuuhun. Lisäksi kuvassa sadevedet johtuvat sokkelin juurelle, josta vesi voi imeytyä rakennuksen runkoon joka on alempana, kuin rakennusta ympäröivä maanpinta.



Kuva 3. Kosteuden siirtyminen rakenteisiin. [6.]

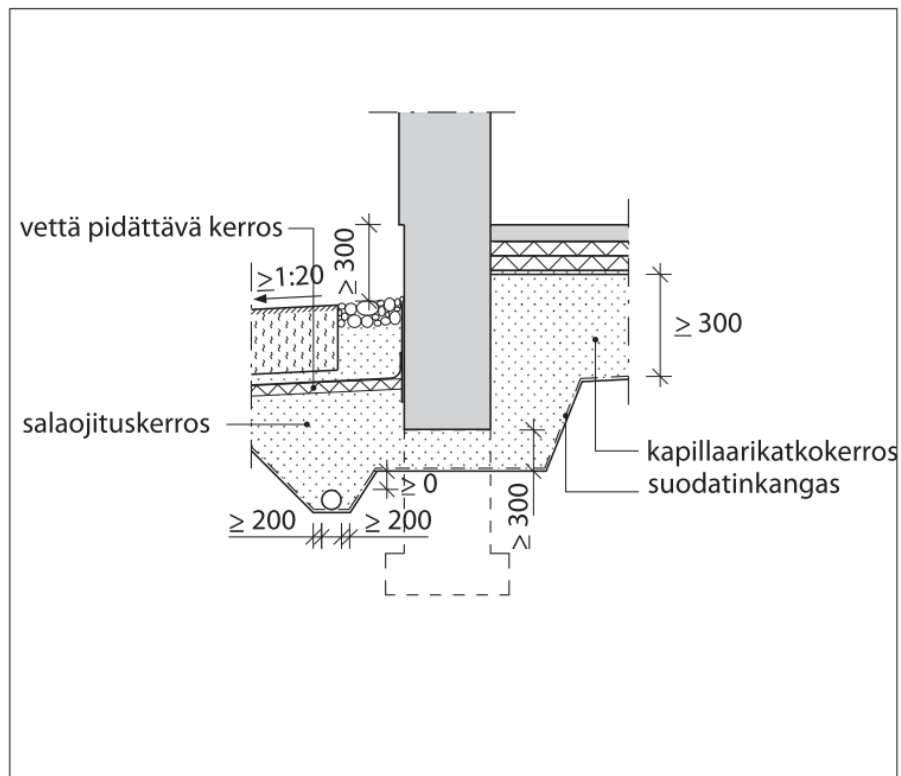
Mikäli rakennuksen perusrakenteiden alapuolella ei ole salaojajärjestelmää tai se on tukkeutunut, on tukkeutunut järjestelmä puhdistettava esimerkiksi laskemalla salaojaverkostoon vettä paineella, jotta salaojat aukeaisivat. Jos järjestelmä puuttuu kokonaan, on rakennuksen ympärille rakennettava toimiva salaojajärjestelmä, joka laskee pohjaveden korkeutta estäen kosteuden nousemisen rakenteisiin maaperästä.

Salaojajärjestelmä on rakennettava siten, että salaojaputket ovat rakennuksen anturan alapuolella ja salaojaputket ympäröidään salaojasoralla nykyisten ohjeiden mukaisesti. Salaojaputket on asennettava siten, että niissä on viettoa vähintään 1:200. Jokaisessa talon nurkassa on oltava tarkastuskaivo, joihin salaojaputket yhtyvät. Salaojajärjestelmä on rakennettava siten, että ylin tarkastuskaivo on kauimpana perusvesikaivosta ja alin tarkastuskaivo on lähimpänä perusvesikaivoa, johon salaojajärjestelmästä tuleva vesi laskee alimmasta tarkastuskaivosta. Perusvesikaivossa on oltava padotusventtiili, joka estää veden pääsyn järjestelmään.

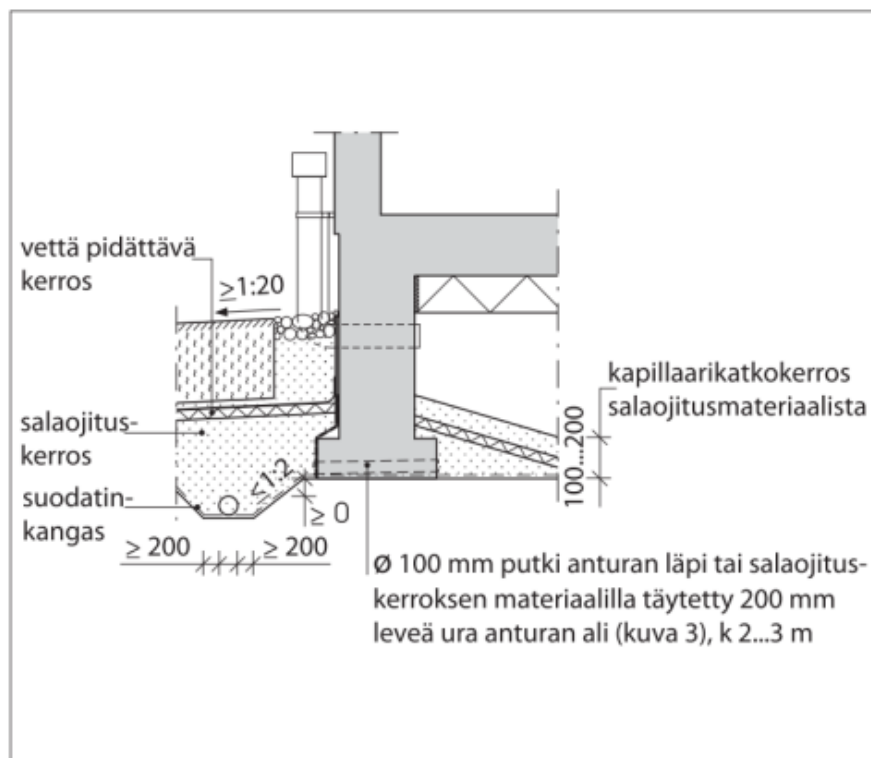
On huolehdittava siitä, että salaojaputket eivät pääse tukkeutumaan, joten perusmaan ja salaojasorakerroksen väliin on laitettava suodatinkangas estämään humusmaan pääsy salaojaputkistoon. [5.] Kuvassa 4 on havainnollistettu salaojajärjestelmän ja sadevesijärjestelmän sijainti rakennuksen ympärillä. Kuvissa 5 ja 6 on esitetty salaojan sijainti ja salaojituskerrokset.



Kuva 4. Salaoja- ja sadevesijärjestelmä rakennuksen ympärillä. [7.]



Kuva 5. Salaojan sijainti pilari-palkki-perustuksen yhteydessä. [8.]



Kuva 6. Salaojan sijainti tuulettussa alapohjassa. [8.]

Rakennuksen ympärille on tehtävä asianmukainen routaeristys käyttämällä EPS-routa -tai XPS-eristeitä. Eristeet on asennettava siten, että ne ovat kallellaan rakennuksesta poispäin, jotta ne ohjaavat niiden päälle mahdollisesti tulevan veden poispäin rakennuksesta. Eristeet on oltava vähintään 1000 mm matkalla anturasta poispäin. Kuvassa 7 esitetään routaeristykseen asennus oikeaoppisesti. Routaeristeen paksuus määräytyy paikkakuntaakohtaisesti ilmastovyöhykkeen mukaan, jotka ovat esitetty kuvassa 8.

Routaeristykseen mitoituksessa on huomioitava rakennuksen käyttötarkoitus. Asuinrakennuksen routaeristykseen on kiinnitettävä tarkempaa huomiota kuin esimerkiksi kylmän varastorakennuksen routaeristykseen. Mitoituksessa otetaan huomioon rakennuksen sijainti ilmastovyöhykkeittäin. Esimerkiksi ilmastovyöhykkeellä 3 sijaitsevan omakotitalon routaeristeen vahvuus on oltava vähintään 90 mm, joka voidaan katsoa kuvista 7 ja 8.

6

Paaluperustus, lämmin rakennus
Paalunturoiden ja perusmuuripalkin routasuojaus
Maanvastainen alapohja

RT P/RS 206

Rakenne

1. Teräsbetonipaalut ja paalunturat rakennesuunnitelman mukaan
2. Sokkelipalkit rakennesuunnitelman mukaan
3. Routaeristys polystyreenilevyt 50...130 mm (tiheys vähintään 30 kg/m³) tai kevytsora 150...450 mm 1,0 m levyisenä, pystylevyt sokkelipalkin halkaisussa
4. Salaojitussora ja salaoja 100 mm
5. Kasvukerros tai kulkuteiden rakennekerrokset paksuus vähintään 400 mm

Ohjeet

- routaeristys asennetaan paalunturan päälle ja sokkelipalkin alle kuvan mukaisesti

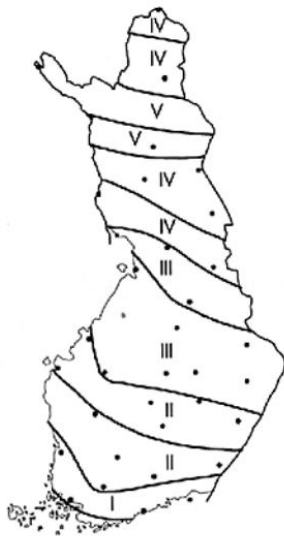
Ominaisuudet

Ilmastovyöhyke	Routaeristykseen paksuudet mm	
	polystyreenilevy	kevytsora
I	50	150
II	65	220
III	90	300
IV	110	380
V	130	450

Käyttöalue

- routivalle pehmeälle maapohjalle perustettaessa paaluilla ja paalunturoilla
- perusmuuripalkin alapinta yli 0,6 m syvällä ulkopuolisesta maanpinnasta

Kuva 7. Routaeristys [9.]



Kuva 8. Suomen ilmastovyöhykkeet [9.]

3 LATTIARAKENTEET

3.1 Maanvarainen betonilaatta

Maanvaraista betonilaattaa on alettu käyttää 1950-luvulta lähtien, ja se on yleistynyt suosituimmaksi lattiatyypiksi. 1960–1990-luvuilla tehdyissä maanvaraisissa lattioissa on ilmennyt paljon jonkinlaisia kosteusvaurioita. Valtaosa kosteusvaurioista on syntynyt maasta kapillaarisesti nousseen kosteuden johdosta, joka on ilmentynyt lattiamateriaalien värjäytymisenä, irtoamisena tai kupruiluna. Kuvassa 9 on esitetty maanvarainen betonilaatta, joka on tummunut ja maali on irronnut kosteuden takia.



Kuva 9. Irronnut pinnoite ja betonin värjäytyminen maanvaraisessa betonilaatassa kosteuden takia. [10.]

3.1.1 Yleisimmät riskit

Pintamateriaalien liiallinen tiiveys estää betonilaattaan imeytyneen kosteuden haihtumisen sekä huonosti tehdyt lattioiden lämmöneristykset voivat aiheuttaa maanvaraisessa betonilaatassa kosteusvaurioita. Esimerkiksi vanhemmissa taloissa on saatettu jättää lattian keskiosa eristämättä, jonka vuoksi on käytettävä hengittäviä pintamateriaaleja lattiassa kosteusvaurioiden välttämiseksi. Vesihöyrynä diffuusion avulla nouseva kosteus ja maasta kapillaarisesti nouseva vesi nousevat lattiarakenteisiin ja voivat aiheuttaa kosteusvaurioita rakenteissa. Tä-

mä johtuu yleensä toimimattomista salaojista ja vääränlaisista maatyöistä maanvaraisen betonilaatan alapuolella.

Yhtenä tyypillisenä kosteusvaurion aiheuttajana on myös rakennusaikainen kosteus, joka on jäänyt maanvaraiseen betonilaattaan, koska tämä on pinnoitettu liian aikaisin tiiviillä rakennusmateriaaleilla. Maanvaraisessa betonilaatassa on voitu käyttää muovikalvoja eri kerroksissa, jotka estävät kosteuden haihtumista.

Suurimpia kosteusvaurioriskejä ovat vesivahingot, lämpötilavaihtelut laatussa ja maaperässä sekä betonilaatan kuivumisvaiheessa. Laatan alle jätetty orgaaninen rakennusjäte (esim. puu) voi aiheuttaa haju- ja sisäilmaongelmia. Orgaaninen materiaali toimii hyvin mikrobien kasvualustana ja voi aiheuttaa terveyshaittoja. Putkivuodot lattiarakenteissa ja lattian alla maaperässä, jossa putket ovat korroosiolle alttiina, aiheuttavat kosteusvaurioita vuotaessa sekä jos putket on viety lähelle ulkoseinää, niin putket ovat vaarassa jäätyä.

Märkätiloissa ei ole vaadittu vedeneristettä vielä 1980-luvulla, joten vesi pääsee imeytymään betonilaattaan. Maaperässä oleva normaali mikrobikasvusto voi aiheuttaa sisäilmaongelmia, joka johtuu betonilattian kutistumisena kuivumisen aikana, jolloin lattian seinän väliin voi syntyä rakoja. Raot voivat aiheuttaa sen, että maaperästä imeytyy korvausilmaa sisälle, mikä voi aiheuttaa haju- ja sisäilmaongelmia, kuten esimerkiksi mikrobit ja radon [11.].

3.1.2 Tyypillisiä vaurioita

Maanvaraisen betonilaatan tyypillisiä vaurioita ovat pintamateriaalien irtoaminen ja värivauriot pinnoitteessa ja tummumina betonin pinnassa. Pintamateriaaleissa ja tasoitteissa voi ilmetä mikrobivaurioita, jotka voivat johtua maaperästä nousevasta tai rakennusaikaisesta kosteudesta.

Erilaiset liimat lattiamatoissa voivat aiheuttaa sisäilmaongelmia, jos ne joutuvat tekemisiin kosteuden kanssa. Erilaiset liimat voivat erittää myrkyllistä 2-etyyliheksanolia, joka aiheuttaa ihmisille erilaisia sairauksia. Tämä käymisreaktio voi käynnistyä myös, jos lattia tasoitetaan liiman päälle. Liimat on aina hiottava pois ennen tasoitusta tai laatoitusta.

Alapohjassa olevat vesi- ja viemäriputket voivat syöpyä ajan kuluessa ja aiheuttaa kosteusvaurioita alapohjassa. 1960–1970-luvuilla viemäriputket olivat tyypillisesti valurautaputkia, ja ovat usein syöpyneet ja niiden käyttöikä alkaa olla lopussa.

3.1.3 Korjausehdotukset

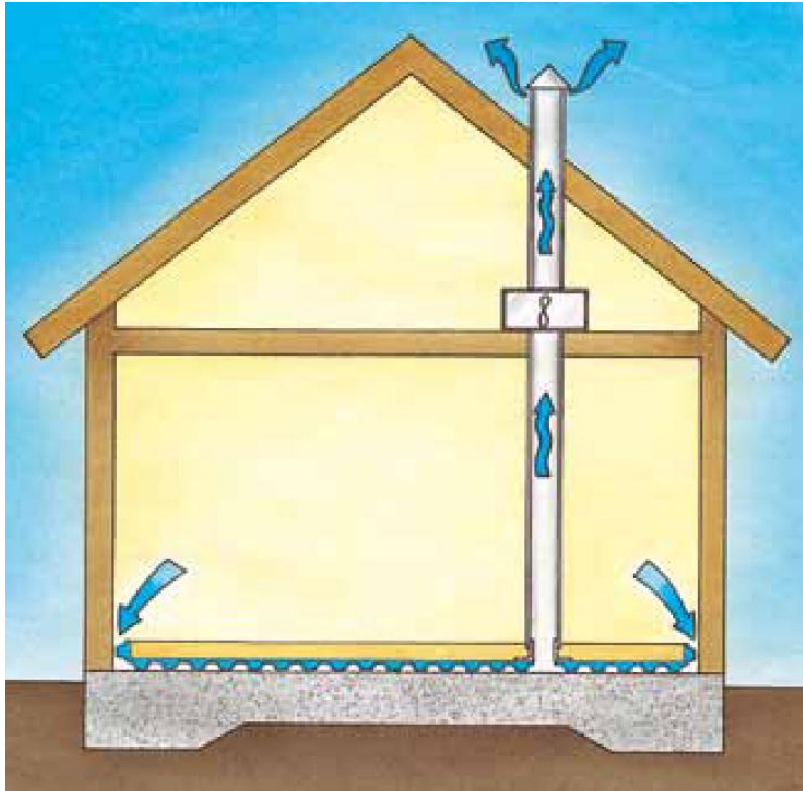
Maanvaraisen betonilaatan kosteusvauriota korjattaessa on syytä selvittämään ongelman aiheuttaja ennen korjaustöiden aloittamista. Tyypillisin vaurion aiheuttaja on maaperästä kapillaarisesti nouseva kosteus. Rakennusaikainen kosteus maanvaraisessa betonilaatassa voi johtua siitä, että lattia on pinnoitettu liian aikaisessa vaiheessa tiiviillä lattiamateriaalilla, jolloin betonilaatta ei pääse kuivumaan.

Maasta nouseva kosteus on estettävä rakentamalla tai korjaamalla salaojat nykyisten rakennusmääräysten mukaisesti. Salaojat on kaivettava rakennuksen ympärille anturan alapinnan alapuolelle, jolloin pohjaveden pinta saadaan alemmaksi. Salaojaputkisto on asennettava salaojakerroksen sisään, jolla saadaan rakennuksen ympärille kapillaarikatko, joka estää veden kapillaarisen nousun maaperästä. Samassa yhteydessä on syytä vesieristää sokkeli esim. bitumisivelyllä ja bitumihuovalla.

Vaurioituneesta lattiasta on poistettava vanhat pinnoitteet kauttaaltaan, kuten maalit ja muovimatot liimoineen, jotta niistä johtuvat mahdolliset haju- ja sisäilmaongelmat poistuvat. Samalla on myös tarkastettava betonilattian liittyminen sokkeliin, koska useimmiten sinne on syntynyt rako betonin kuivumisesta johtuen. Rako on tiivistettävä elastisella liimamassalla, jotta sen kautta ei pääse hajuja sisäilmaan maaperästä. Jos maanvaraisessa betonilattiassa on todettu mikrobivaurio, on se poistettava rakenteesta esim. piikkaamalla vaurioitunut betonilaatta pois kauttaaltaan tai vaurioituneen alueen osalta.

Pesutilan lattia, joka on kastunut itse aiheutetusti (esim. jos suihkusta tuleva vesi on imeytynyt lattiaan, on maanvarainen betonilaatta kuivatettava ennen uudelleen pinnoittamista). Maanvaraisen betonilattialaatan suhteellinen kosteus saa olla korkeintaan 90 % ja mielellään sen alle ennen vedeneristeen asentamista lattiaan.

Jos maanvaraisessa betonilaatassa on kosteusongelmia, niin ongelma voidaan korjata ns. ilmastoidulla lattialla, joka imee maanvaraisesta betonilaatasta kosteutta ja mahdollisia hajuja pois sisäilmasta. Kuvassa 10 on esitetty ilmastoidun lattian toimintaperiaate [12].

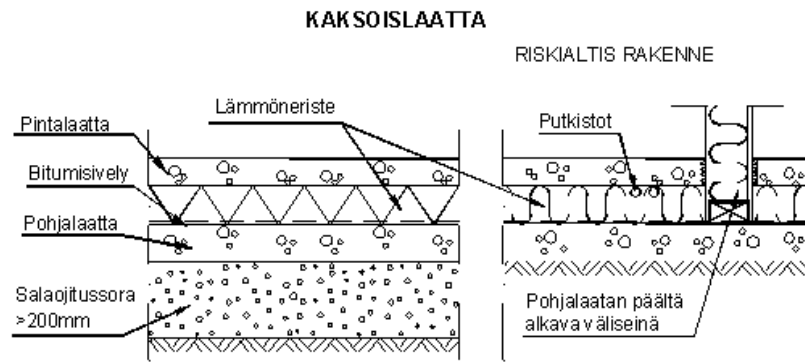


Kuva 10. Ilmastoitu lattia. [12.]

3.2 Kaksoislaatta ja pohjalaatan päällä puukoolaus

1960–1970-luvuilla tyypillinen lattiarakenne oli kaksoislaatta, joka rakennettiin valamalla ensin pohjalaatta, ja väliin tuli eriste, jonka päälle valettiin pintalaatta tai yhtenä yleisen rakenneratkaisuna käytettiin betonilaattaa, jonka päälle rakennettiin kevytrakenteinen pintarakenne puusta. Betonilaatan päälle rakennettiin puukoolaus, joka lämpöeristettiin mineraalivillalla ja pintaan laitettiin lastulevy. Pohjalaatta on useimmiten vesieristetty bitumilla.

Tyypillisesti vesi- ja lämpöputket on asennettu laattojen väliin lämmöneristeeseen. Kyseiset lattiarakenteet eivät ole lämmöneristetty pohjalaatan alta vaan eriste on laattojen välissä. Kuvassa 11 on esitetty kaksoislaatan rakenne ja betonilaatan päälle tehty puukoolaus. [13.] Kuvassa 12 on esitetty puukoolaus ja mineraalivilla betonilaatan päällä.



Kuva 11. kaksoislaatta ja betonilaatan päälle tehty puukoolaus. [13.]



Kuva 12. Betonilaatan päällä puukoolaus ja mineraalivilla.

3.2.1 Yleisimmät riskit

Maanvaraisen lattian päälle tehty kevytrakenteinen lattiarakenne, jossa lämmöneriste on laatan päällä, on kosteusteknisesti aina riskirakenne [13]. Jos betonilaatan alle on tehty lämmöneristys, niin tämä pienentää riskiä. Eristämätön betonilaatta voi johtaa kosteusvaurioihin, koska jos lämmöneriste on betonilaatan päällä ja betonilaatan alapuolella ei ole lämmöneristettä, on vaarana, että betonilaatan ja kevyen lattiarakenteen väliin syntyy ns. kastepiste. Kastepiste syntyy sellaisten rakenteiden rajakohtaan, jossa lämmin- ja kylmäilma kohtaavat, jolloin kyseisessä paikassa voi syntyä kosteutta. Tässä tapauksessa, jos betonilaatan alla ei ole

lämmöneristettä, ulkoa tuleva kylmä voi johtua rakenteita pitkin betonilaatan pintaan, ja tästä johtuen rakenne on altis kosteusvaurioille.

Kyseisinä ajanjaksoina väliseinät on yleensä tehty pohjabetonilaatan päältä, jolloin väliseinien alaohjauspuut ovat kylmässä tilassa ja alttiina kosteusvaurioille. Maata vasten olevan betonilaatan lämpötila on yleensä ulkoseinien läheisyydessä n. 5 - 10 °C ja betonilaatan keski-osalla n. 7 - 12 °C. Alhaisen lämpötilan vuoksi väliseinien alaohjauspuiden kosteus vastaa maaperän kosteutta. [13.]

Eristetilaan asennetut vesiputket voivat aiheuttaa kosteusvaurioita rakenteissa, koska niihin syntyviä vuotoja on mahdotonta havaita riittävän ajoissa. Toisaalta lämpimät putket, jotka on usein sijoitettu ulkoseinien läheisyyteen, pitävät lattiarakennetta lämpimänä, jolloin ulkoa tuleva kylmä ilma ei pääse suoraan vaikuttamaan rakenteisiin, ja betonilaatan päällä oleva lämpötila ei pääse laskemaan niin paljon. Joissakin tapauksissa on putkiremontin ja patteriverkoston uusimisen yhteydessä lämpimät putket poistettu lattiarakenteista, jolloin lattiarakenteiden lämpötila voi laskea kylmällä ilmalla alhaiseksi.

Kaksoislaattarakenne on voitu rakentaa siten, että maan pinta on maanvaraisen betonilaatan yläpuolella johtuen valesokkelirakenteesta (ks. kohta 2 ja 2.1.2). Tästä johtuen rakennuksen ulkopuolella kulkevat pintavedet voivat johtua sokkelirakenteen läpi eristetilaan. Eristetilassa putkivuodot, kattovuodot tai eristetilaan pääsevät ulkopuoliset maan pintavedet voivat levitä laajalle alueelle. [13.]

3.2.2 Kaksoislaatan tyypillisiä vaurioita ja vauriopaikkoja

Jos kaksoislaatan eristetilaan on päässyt kosteutta tai vettä, voidaan tämä havaita tunkkaisen hajun perusteella. Eristetilassa voi kasvaa sädesieniä, jonka haju muistuttaa tunkkaista kellarin hajua. [13.]

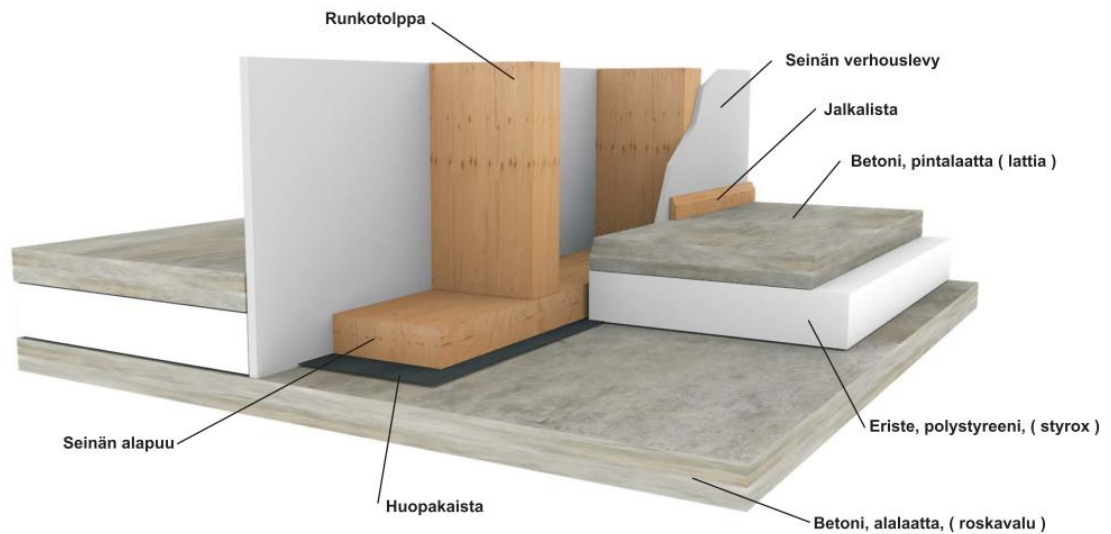
Eristetilaan päässyt vesi voi levitä rakenteessa hyvin laajalle alueelle. Rakenteessa olevien putkivuotojen tai rakenteeseen muualta päässeen veden vauriot voivat ilmetä kuukausien tai vuosienkin päästä. Jos rakenteessa oleva vesi on levinnyt laajalle alueelle tai vaurio on ollut rakenteessa kauan, on erittäin todennäköistä, että lämmöneristeissä ja väliseinien alaohjaus-

puissa on havaittavissa mikrobikasvustoa. Väliseinien alaohjauspuissa ja runkotolppien alaosissa on myös havaittavissa lahovaurioita. [13.] Kuvassa 13 on esitetty väliseinän alaohjauspuu, joka on kärsinyt lahovaurioita.

Ulkoseinien alaohjauspuu on myös maanvaraisen betonilaatan tasolla, jolloin on mahdollista, että ulkoseinän alaohjauspuut ja runkotolppien alaosat ovat kärsineet mikrobi- ja lahovaurioita. [13.] Kuvassa 14 on esitetty väliseinän sijainti kaksoislaattarakenteessa. Väliseinän alaohjauspuu sijaitsee maanvaraisen betonilaatan päällä.



Kuva 13. Lahovaurioita väliseinän alaohjauspuussa. [14.]



Kuva 14. Alaohjauspuu maanvaraisen betonilaatan päällä. [15.]

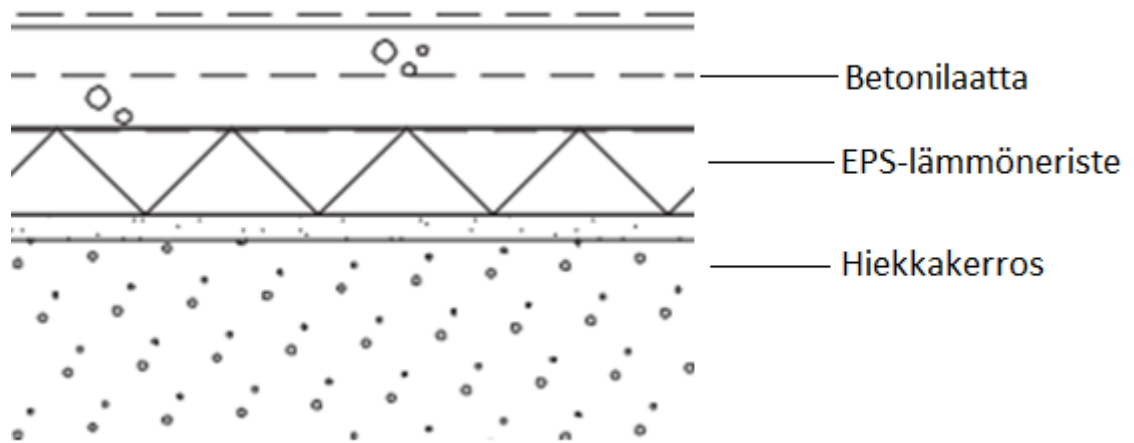
3.2.3 Kaksoislaatan vaurioiden korjausehdotukset

Kaksoislaattarakenteessa, joka on kärsinyt kosteusvauriosta, tulee selvittää, miten kosteus on päässyt rakenteisiin ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä. Jos tiedetään, että betonilaattojen välissä on kosteutta, on päällimmäinen betonilaatta ja betonilaattojen välissä oleva lämmöneriste poistettava. Kaksoislaattarakenteen sisällä olevat vesiputket on poistettava rakenteen välistä tai on varmistettava, etteivät ne aiheuta vesivahinkoa rakenteessa esimerkiksi muuttamalla vesiputket muoviputkiksi, jotka ovat erillisen suojaputken sisällä, jolloin vesivuoto tulee ilmi hyvissä ajoin. Väliseinien alaohjauspuut tulisi korottaa valmiin lattiapinnan korkoon esimerkiksi muuraamalla väliseinän kohdalle tiilistä tai harkoista korotus, jolloin väliseinän alaohjauspuu ei jää lattiarakenteiden sisään.

Jos havaitaan, että kosteus on noussut rakenteisiin imeytymällä kapillaarisesti maanvaraisen betonilaatan läpi, tulee kosteuden pääsy rakenteisiin estää. Rakennuksen salaojien toimivuus on varmistettava (ks. kohta 2.1.2).

Vaihtoehtona kosteuden nousun estämiseksi kapillaarisesti on maanvaraisen betonilaatan poistaminen ja vaihtaminen lattiarakenteen alla oleva maa-aines sellaiseen, jossa veden kapillaari-ilmiö ei ole mahdollinen, esim. salaojasora. Maa-aines tasataan ja sen päälle asennetaan

lämmöneristekerros EPS- tai XPS-eristeestä, jonka päälle valetaan yksinkertainen maanvarainen betonilaatta, jolloin lämmöneriste jää maanvaraisen betonilattian alapuolelle. Kuvassa 15 on esitetty maanvaraisen betonilaatan poikkileikkaus.



Kuva 15. Maanvarainen betonilattia [16.]

Toisena vaihtoehtona on rakentaa ns. ilmastoitu lattia, jolla varmistetaan siitä, että vanha maanvarainen betonilaatta pääsee kuivamaan vapaasti, eikä siitä aiheudu kosteus- ja mikrobivaurioita muihin rakenteisiin. Maanvaraisen betonilaatan päälle asennetaan tuuletusputkisto, esimerkiksi rei'itetty vesiputken suojaputki, jonka avulla lattiarakenne tuuletetaan viemällä putki talon katolle ja kytkemällä se katolla olevaan huippu-imuriin. Putkiston päälle tehdään kevytsorakerros, jotta ilma pääsee liikkumaan maanvaraisen betonilaatan päällä. Kevytsorakerros tasataan, ja sen päälle asennetaan 50 mm päätypontattu XPS-eriste, jotta pintabetonilaattaa valettaessa kosteus ei pääse rakenteeseen ja eristekerroksesta tulee ilmatiivis.

Kyseisen lattiarakenteen toiminnan varmistamiseksi on kevytsorakerrokseen järjestettävä korvausilma hallitusti asentamalla nurkkiin jalkalistoja alle korvausilmaputket, jotka imevät korvausilmaa sisäilmasta. Tällä tavalla rakenne saadaan pysymään lämpimänä, ja ilmankierron ansiosta maanvarainen betonilaatta pääsee kuivamaan. Tämän rakenteen riskinä on, että rakenteeseen pääsee vettä korvausilmaputkien kautta sekä korvausilmaputkien kautta kulkeutuva pöly lattian sisään voi homehtua, jos maanvaraisessa betonilaatasta nousee kosteutta. Tämän vuoksi on varmistettava, että rakenteen ilmankierto on riittävä. [17.] Kuvassa 16 on esitetty ilmastoidun lattian rakenne.



Kuva 16. Ilmastoidun lattian rakenne.

3.2.4 Betonilaatan päälle tehdyn puukoolauksen tyypilliset vauriot ja vauriopaikat

Maanvaraisen betonilaatan päälle tehty kevytrakenteinen lattiarakenne on altis kosteusvaurioille. Maasta betonilaatan läpi kapillaarisesti imeytynyt kosteus tai betonilaattaan jäänyt rakennusaikainen kosteus voi imeytyä puiisiin lattiarakenteisiin ja mineraalivillaan. Sellaisissa tapauksissa, joissa maanvarainen betonilaatta on päällystetty bitumisivelyllä, kosteus ei pääse nousemaan betonilaatan läpi puiisiin lattiarakenteisiin, vaan kosteus jää betonilaattaan. Jos kosteusvaurioitunut lattiarakenne on pinnoitettu tiiviillä materiaalilla, rakenteessa oleva kosteus ei pääse haihtumaan ja jää muhimaan rakenteisiin. [13.]

Lattiarakenteessa olevaa kosteusvauriota on vaikea havaita ajoissa, ja se huomataan vasta lattiaremontin aikana tai jos rakenteessa on syntynyt mikrobikasvustoa, josta aiheutuu sisäilmaan tunkkaista hajua. Lattiarakenteen sisällä mineraalivillan seassa kulkevat vesiputket voivat vuotaessa aiheuttaa laajoja kosteus- ja mikrobivaurioita.

Väliseinät, jotka on rakennettu maanvaraisen betonilaatan päältä, ovat alttiina kosteus- ja mikrobivaurioille, koska lattiarakenteeseen päässyt kosteus voi imeytyä väliseinien alaohjaus-

puihin ja aiheuttaa lahovaurioita alaohjauspuissa ja väliseinien runkotolppien alaosissa. Tämä on esitetty kuvassa 13. Lattiarakenteen sisään päässyt kosteus voi aiheuttaa home- ja mikrobivaurioita rakenteessa. [13.]

Ulkoseinien alaohjauspuu on myös maanvaraisen betonilaatan tasolla, jolloin on mahdollista, että ulkoseinän alaohjauspuut ja runkotolppien alaosat ovat kärsineet mikrobi- ja lahovaurioita. [13.]

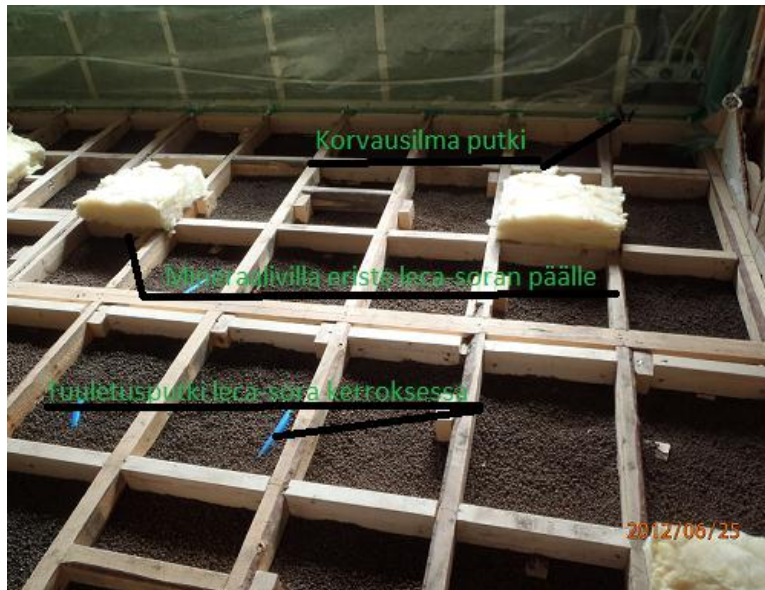
3.2.5 Korjausehdotukset

Ennen varsinaisten korjaustoimenpiteiden aloittamista on syytä selvittää lattiarakenteen vauriot ja niiden aiheuttajat, jotta aiemmin esiintynyt ongelma ei palaisi. Jos maasta nousee kosteutta kapillaarisesti lattiarakenteisiin, on sen nousu estettävä ja varmistettava, että rakennuksen salaojat toimivat oikein. Kapillaarinen kosteuden nousu voi johtua vääränlaisista maataytöistä ja korkeasta pohjaveden pinnasta maanvaraisen betonilaatan alla.

Maanvaraisen betonilaatan päälle tehdyn puukoolauksen korjausvaihtoehtoina on purkaa vanhat puurakenteet ja piikata maanvarainen betonilaatta pois kauttaaltaan. Maanvaraisen betonilaatan poiston jälkeen maa-ainekset tulee vaihtaa esimerkiksi salaojasoraan, joka estää kapillaarisen kosteuden nousun maasta rakenteisiin. Salaojasoran päälle asennetaan lämmöneriste EPS- tai XPS-eristeistä, jotka tulevat oikeaoppisesti maanvaraisen betonilaatan alle. Maanvarainen betonilaatta valetaan lopulliseen lattiakorkoon, jonka päälle tulee pinta materiaali.

Toisena vaihtoehtona voidaan tehdä ns. ilmastoitu lattia samaan tapaan kuin kaksoislaatan korjausehdotuksessa, jolloin puiset lattiarakenteet poistetaan ja tilalle rakennetaan uusi lattiarakenne. (ks. kohta 3.2.3 Kaksoislaatan vaurioiden korjausehdotukset). On myös mahdollista rakentaa ilmastoitu lattia puukoolauksella, jolloin maanvaraisen betonilaatan päälle tehdään puukoolaus, joka on irti betonilaatasta n. 50 mm. Maanvaraisen betonilaatan ja puukoolauksen väliin asennetaan rei'itetty tuuletusputki, joka haudataan kevytsorakerrokseen samaan tapaan kuin aiemmin on esitetty, mutta kevytsora kerros tehdään puukoolauksen alapinnan tasaan ja puukoolaus eristetään mineraalivillalla. Puukoolauksen päälle voidaan asentaa esi-

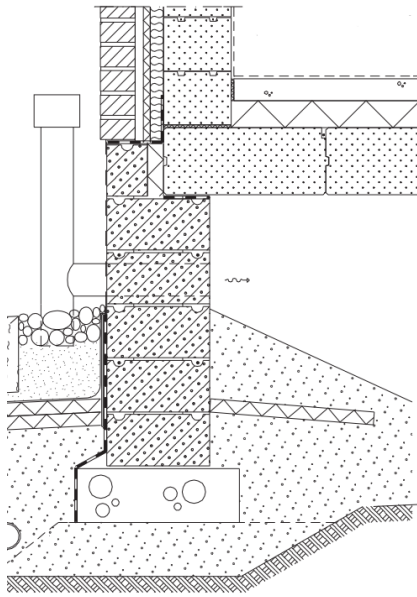
merkiksi lastulevy tai lattiakipsilevy, jonka päälle asennetaan pintamateriaali. Kuvassa 17 on esitetty ilmastoidun lattian rakenteet puukoolatussa lattiassa.



Kuva 17. Ilmastoitun lattian rakenteet puukoolatussa lattiarakenteessa.

3.3 Tuulettuva alapohja

Tuulettuva alapohja on tyypillinen lattiarakenne 1970–1990-luvuilla tehdyissä taloissa, jotka ovat rakennettu heikosti kantaville rakennuspaikoille. Lattia on tehty ontelolaatoista tai puupalkkien varaan. Tuulettuva alapohja on rakennettu joko ryömintätalalliseksi tai virheellisesti, niin ettei alapohjaan ole pääsyä. Tuulettuva alapohjan etuna on sen helppo rakentaminen sekä se, etteivät maaperästä nouseva radonkaasu ja muut hajut eivätkä pääse nousemaan rakennuksen sisäilmaan, vaan poistuvat tuulettuvan alapohjan tuuletusaukkojen kautta pois rakennuksesta. [18.]. Kuvassa 18 on esitetty tuulettuvan alapohjan rakenteen periaate.



Kuva 18. Tuulettuva alapohja [19.]

3.3.1 Yleisimmät riskit

Tuulettuvan alapohjan yleisimmät riskit johtuvat kosteusrasituksesta ja orgaanisista materiaaleista alapohjassa. Maasta nouseva kosteus voi tiivistyä alapohjarakenteisiin korkealla olevan pohjavedenpinnan ja puutteellisten lämmöneristysten vuoksi.

Tuulettuva alapohja on voitu tehdä siten, että rakennuksen ympäröivän maanpinta on ylempänä kuin tuulettuvan alapohjan maanpinta, ja tästä johtuen rakennuksen ulkopuolella oleva vesi ja kosteus voi kulkeutua alapohjaan ja aiheuttaa kosteusrasituksia rakenteissa.

3.3.2 Tyypillisimmät vauriot ja vaurionaiheuttajat

Tuulettuvan alapohjan tyypillisimmät vauriot johtuvat maaperästä nousevasta kosteudesta ja pohjaveden korkeasta pinnan tasosta. Maaperästä nouseva kosteus voi tiivistyä tuulettuvan alapohjan rakenteisiin ja aiheuttaa niissä kosteus- ja mikrobivaurioita. Jos tuulettuvan alapohjan ilmanvaihto ei toimi oikein, maaperästä nouseva kosteus jää alapohjarakenteisiin ja aiheuttaa kosteus- ja mikrobivaurioita rakenteille. Tuulettuvan alapohjan maa on yleensä eristämätön ja maa-ainesta ei ole vaihdettu, vaan siellä on pelkkä perusmaa, joka yleensä on koste-

aa ja siinä vesi pääsee nousemaan kapillaarisesti ylöspäin. Tästä johtuen alapohjarakenteet ovat jatkuvan kosteusrasituksen alla, eikä ilmanvaihto riitä kuivattamaan alapohjan ilmatilan kosteutta pois. [20.] Kuvassa 19 on esitetty tuulettuva alapohja, jonka maaperä on kosteaa perusmaata. Rakenteisiin on tästä johtuen aiheutunut kosteusrasituksia.



Kuva 19. Tuulettuvan alapohjan perusmaa aiheuttaa kosteushaittoja rakenteissa. [20.]

Tuulettuvassa alapohjassa on usein orgaanista ainetta kuten puutavaraa, joka on jätetty alapohjaan rakennusaikana, ja pahimmillaan perustusten muottirakenteet ovat purkamatta paikoillaan. Tästä johtuen sisäilmaan voi tulla hajuja johtuen puutavaran lahoamisesta ja homehtumisesta sekä rakenteet voivat kärsiä myös mikrobivaurioista tämän vuoksi.

Kuvassa 20 on esitetty tuulettuva alapohja, johon on jätetty muottilaudoitukset paikoilleen, ja tästä johtuen alapohjassa on pahoja mikrobivaurioita. [20.] Tuulettuvan alapohjan tuuletus voi olla riittämätön liian pienien tuuletusaukkojen vuoksi tai pahimmassa tapauksessa ne puuttuvat kokonaan.

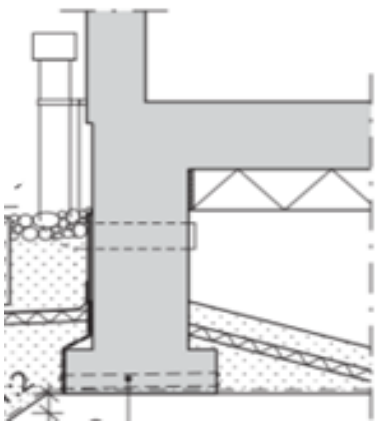
Yksi tyypillisimmistä virheistä on tukkia tuulettuvan alapohjan tuuletusaukot, koska aukoista tuleva kylmä ilma talvella aiheuttaa vedon tunnetta rakennuksen sisällä. Tuulettuvan alapohjan tuuletusaukkojen koko on oltava yhteensä 8 ‰ sokkelin pinta-alasta, ja tuuletusaukot on sijoitettava siten, että ne tuulettavat alapohjan kauttaaltaan.

Joissakin rakennuksissa tuulettuvan alapohjan toimivuutta on tehostettu tekemällä alapohjasta hormi katolle savupiipun yhteyteen, ja jossakin vaiheessa rakennusta remontoitaessa hormi on tukittu. Tästä johtuen tuulettuvan alapohjan ilmanvaihto on lakannut toimimasta.



Kuva 20. Tuulettuvassa alapohjassa muottilaudoitukset on jätetty paikoilleen. [20.]

Tuulettuvan alapohjan maanpinta on joissakin tapauksissa alempana kuin rakennusta ympäröivä maanpinta. Tästä johtuen rakennuksen ulkopuolella liikkuva vesi voi kulkeutua tuulettuvaan alapohjaan, joko imeytymällä sokkelin läpi tai tuuletusaukoista, jos ne ovat maanpinnan tasolla. Kuvassa 21 on esitetty rakennusta ympäröivän maanpinnan korko tuulettuvan alapohjan maanpinnan korkoon nähden. Kuvassa rakennusta ympäröivän maanpinnan korko on virheellisesti ylempänä kuin tuulettuvan alapohjan maanpinta. Kuvassa 22 on esitetty tuuletusaukon liian matala sijainti maanpintaan nähden.



Kuva 21. Tuulettuvan alapohjan maanpinnantasotaso. [7.]



Kuva 22. Tuulettuvan alapohjan tuuletusaukon virheellinen sijainti maaperään nähden. [21.]

3.3.3 Korjausehdotukset

Ennen korjaustöiden aloittamista on selvitettävä tuulettuvan alapohjan todellinen kunto ja vaurioiden laajuus sekä on selvitettävä vaurion aiheuttaja ja poistettava se. Kapillaarinen veden nousu ja kosteuden tiivistyminen rakenteisiin on estettävä (ks.kohta 2.1.2.). Tuulettuvassa alapohjassa oleva perusmaa on poistettava niin hyvin kuin se on mahdollista, ja maanpinta on kallistettava salaojiin päin. Perusmaan päälle asennetaan suodatinkangas, ja suodatinkankaan päälle laitetaan salaojasorakerros. Salaojasoran päälle asennetaan routaeristeet, mutta täytyy huomioida, että tuulettuvaan alapohjaan jää riittävästi tilaa, jotta sinne on helppo päästä tarkistamaan rakenteiden kunto aika ajoin ja sinne jää riittävästi ilmatilaa. [20.]

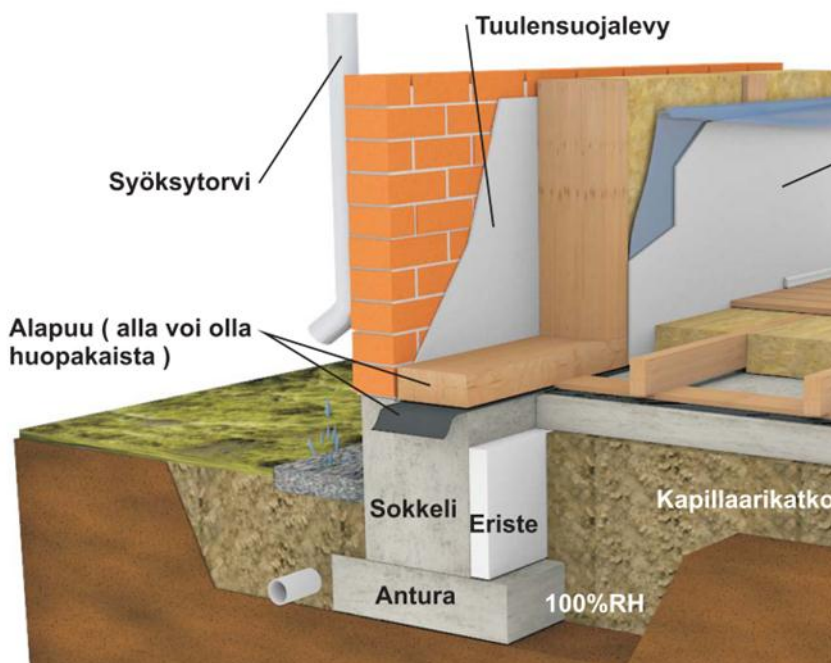
Jos tuulettuvan alapohjan ilmanvaihto ei ole riittävä, on sitä parannettava tekemällä lisää tuuletusaukkoja tai isontamalla entisiä. Yksi hyvä vaihtoehto on asentaa alapohjaan koneellinen poisto, joka imee tuulettuvasta alapohjasta ilmaa ulos rakennuksesta. Kuvassa 23 on esitetty yksi vaihtoehtoinen ratkaisu tuulettuvan alapohjan kuivatukseen. Ilmanvaihtokone imee kosteutta ja ilmaa pois tuulettuvasta alapohjasta pitäen tämän kuivana.



Kuva 23. Ilmankuivain tuulettuvassa alapohjassa. [23.]

4 RUNKORAKENTEET

Talon runko on tyypillisesti rakennettu puusta, joka on lämmöneristetty mineraalivillalla. Väärin tehtynä rakenne on herkkä kosteus- ja mikrobivaurioille. Tyypillisimpiä ongelmia aiheuttaa ns. valesokkelirakenteesta, jossa talon runko voi usein sijaita lähellä maanpinnan tasoa tai jopa sen alapuolella (ks. kohta 2 Perustus- ja sokkelirakenteet). Kuvassa 24 on esitetty runkorakenteiden periaatekuva.



Kuva 24. Rakennuksen runko ja perustusrakenteet. [22.]

4.1 Yleisimmät riskit

Perustuksista kapillaarisesti nouseva kosteus aiheuttaa kosteusongelmia rungon alaosissa, ja ikkunoiden puutteelliset pellitykset voivat ohjata sadevedet seinään päin. Pahimmassa tapauksessa vesi voi päästä seinän sisään aiheuttaen kosteusvaurioita seinärakenteissa. Puutteellinen ilmarako julkisivuverhouksen ja rakennuksen rungon välissä voi aiheuttaa ongelmia, koska rakennuksen sisältä diffuusion avulla tuleva kosteus ja ulkoa sateesta tuleva kosteus ei pääse kunnolla haihtumaan rakenteen välistä. Rakennuksen sisäpuolella oleva höyrynsulku

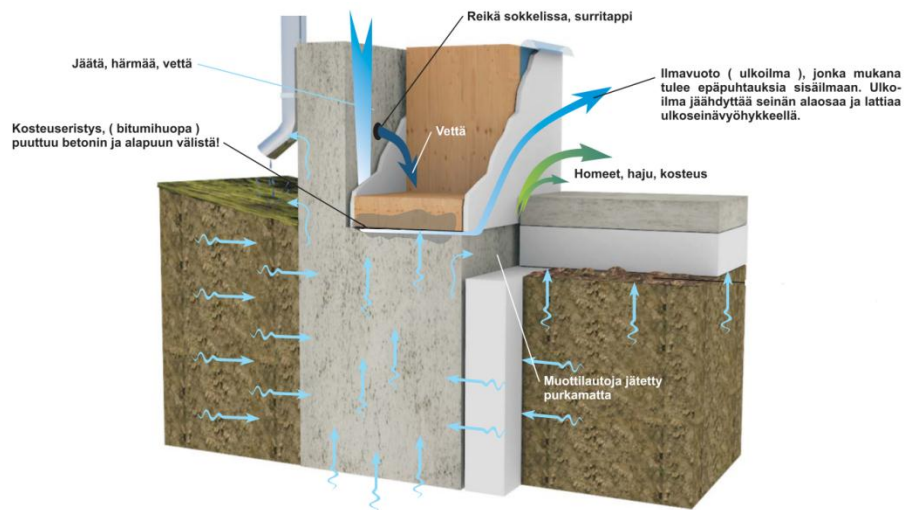
voi aiheuttaa rakenteissa kosteusongelmia, jos se on asennettu väärin ja sen sijainti rungossa on virheellinen. Katolta tulevat sadevedet on voitu virheellisesti johtaa rakennuksen perustusten viereen syöksytoria pitkin, jolloin vesi imeytyy perustuksiin ja sen kautta rakennuksen runkoon.

Puutteelliset rännivesikaivot tai sadevesijärjestelmän puuttuminen aiheuttaa rakennuksen perusrakenteille ja rungon alaosiin kosteusrasituksia. Katolta tulevat sadevedet voivat imeytyä maaperästä perustusrakenteisiin ja nousta kapillaarisesti rakennuksen rungon alaohjauspuuhun.

4.2 Tyypillisimmät vauriot sokkelin ja rungon liittymäkohdissa

Perustuksista kapillaarisesti nouseva kosteus aiheuttaa kosteus- ja lahovaurioita rungossa. Rungon ja sokkelin liittymäkohta on voitu tehdä puutteellisesti esimerkiksi rungon alaohjauspuun ja sokkelin välinen vedeneristys (huopa- tai solumuovikaista) on puutteellinen tai puuttuu kokonaan. Tästä johtuen kosteus pääsee imeytymään suoraan runkorakenteisiin. Sokkelin ja rungon välinen tiivistys voi olla puutteellinen sokkelin epätasaisuuden tai niiden välistä puuttuvan lämpökatkon vuoksi. Tästä johtuen rakennuksen sisällä voi tuntua vedon tunnetta ja ulkoa voi tulla sisälle epäpuhtauksia.

Valesokkelirakenteessa sokkeli voi jäätymään sinne päässeeseen kosteuden takia. Jään sulassa siitä tuleva vesi pääsee runkorakenteisiin. [22.] Kuvassa 25 on esitetty rungon ja sokkelin tyypillisimmät vaurionaiheuttajat ja ilmavuoto sokkelin ja rungon alaohjauspuun välissä.



Kuva 25. Tyypillisimmät vaurionaiheuttajat rakennuksen rungossa. [22.]

4.3 Puutteelliset ikkunapellitykset

Puutteelliset ikkunapellitykset aiheuttavat vaurioita rakenteissa. Ikkunapeltien kallistukset voivat olla riittämättömät, ja pahimmissa tapauksissa ne ohjaavat veden suoraan rakennukseen päin.

Ikkunapellitykset on saatettu tiivistää liimamassan avulla ikkunapokaan, ja ajan kuluessa saumat halkeavat puutteellisen huollon vuoksi. Kuvassa 26 näkyy ikkunapellityksen puutteellinen kaato, jolloin vesi on valunut ikkunaan päin. Ikkunan alaosassa on lahovaurioita.

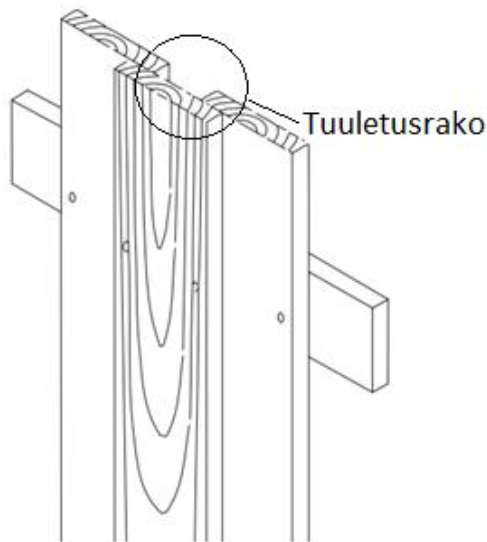


Kuva 26. Ikkunan pellityksen kaato on puutteellinen.

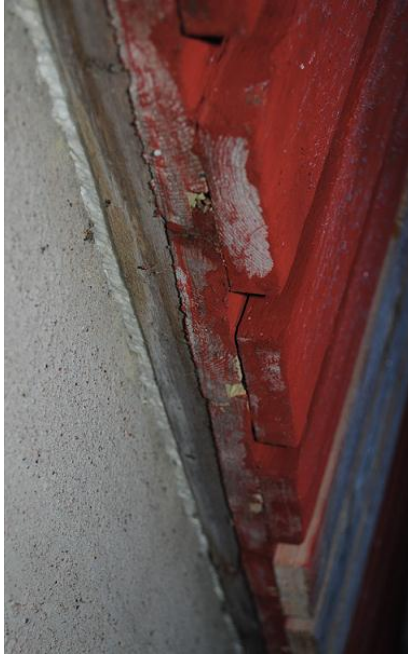
4.4 Julkisivun riskirakenteet

1960–1980-luvuilla lämmöneristeenä on käytetty ns. karhuntaljaa, joka on rullalla olevaa lasivillaa. Eriste voi olla vajonnut seinän sisässä, jolloin ulkoseinän ylälaudassa voi olla rako lämmöneristeiden osalta. Tämä voi aiheuttaa rakennuksen sisällä vedon tunnetta, ja eristämätön kohta on riskialtis kosteuden tiivistymiselle, jos rakennuksen ulkoseinissä on käytetty höyrynsulkumuovia. Rakennuksen ja julkisivun tuuletusväli voi olla puutteellinen. Tyypillisesti 1960–1980-luvuilla julkisivun tuuletukseen ei ole kiinnitetty paljon huomiota.

Julkisivun tuuletusväli saattaa puuttua ulkoseinärakenteesta kokonaan. Tuuletusvälin puuttuessa rakennuksen sisältä tuleva kosteus ja ulkoa julkisivun läpi tuleva kosteus ei pääse kunnolla kuivamaan. Tämä voi aiheuttaa runkorakenteissa kosteus- ja mikrobivaurioita. Lautaverhoillussa julkisivussa, esimerkiksi pystylomalaudoituksessa, tuuletusraot ovat hyvin pienet ja tuuletus tapahtuu ainoastaan alempien lautojen välistä. Kuvassa 27 näkyy, että tuuletusrako on pieni, eikä välttämättä riitä tuulettamaan julkisivun ja seinän väliä. Joissakin tapauksissa tuuletusrako on tukittu kokonaan. Kuvassa 28 pystylomalaudoituksen tuuletusväli puuttuu kokonaan.

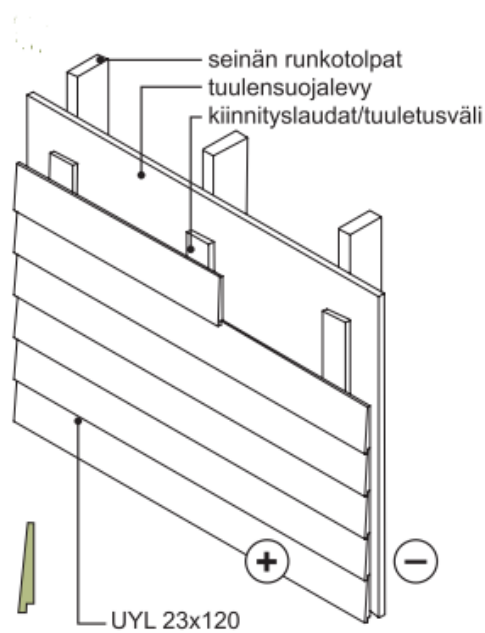


Kuva 27. Pystylomalaudoituksen puutteellinen tuuletus. [24.]



Kuva 28. Tuuletusväli puuttuu pystylomalaudoituksen takaa.

Paneelijulkisivussa tuuletus voi toimia paremmin, jos sen taakse on asennettu tuuletusrima, mutta jos se puuttuu, julkisivuverhous on suoraan kiinni rakennuksen rungossa, jolloin tuuletusväli puuttuu kokonaan. Kuvassa 29 näkyy paneelijulkisivu, jonka takana on tuuletusväli. Rakenne toimii oikein kuivattaen rungon ja julkisivuvälin. Tuuletusvälin puuttumisen vuoksi rakenteissa oleva kosteus voi ilmetä esimerkiksi maalin hilseilyinä.



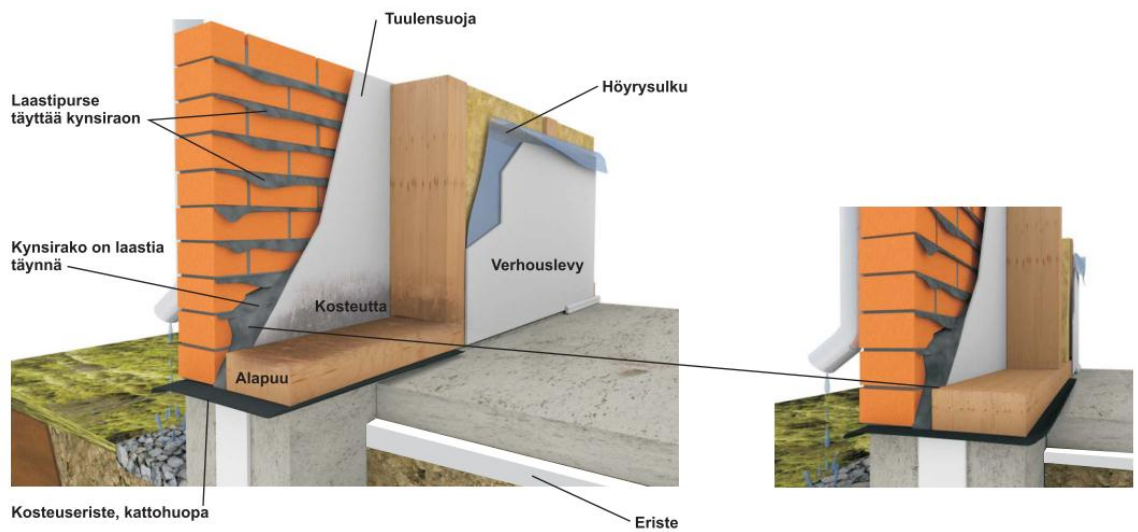
Kuva 29. Julkisivuverhouksen takana on riittävä tuuletusväli. [24.]

Tiiliverhouksen takana oleva tuuletusrako voi olla tukkeutunut laastipurseista, ja tiiliverhouksen tuuletusraot voivat puuttua kokonaan. Tiiliverhouksessa tuuletusrakoa on oltava joka kolmannessa tiilen saumassa alimmalla tiilivarvella. Tiiliverhouksen ja rungon välissä tulisi olla vähintään 30 mm tuuletusrako, mutta se on usein tukossa laastipurseista tai tiiliverhous on voitu muurata kiinni runkoon.

Vesisateella tiili imee hyvin vettä ja tämän vuoksi on tärkeää, että tuuletusrako on riittävä, koska muuten vesi pääsee imeytymään myös runkorakenteisiin. Jos tiiliverhouksen takana oleva tuuletusrako on puutteellinen, voi tämä ilmetä härmeenä ja kalkkina tiilien pinnassa. Tällöin voidaan todeta, että seinärakenne on ollut pitkään kosteusrasituksen alaisena. Näkyvät vauriot voivat näkyä myös maaperästä kapillaarisesti nousevan kosteuden takia tai lumen sulamisvesistä. [22.] Kuvassa 30 näkyy kosteusvauriota tiiliverhouksessa. Kuvassa 31 näkyy tiiliverhous, jonka takana oleva ilmarako on tukkeutunut laastipurseista.



Kuva 30. Tiiliverhouksessa kosteuden aiheuttamia jälkiä. [22.]



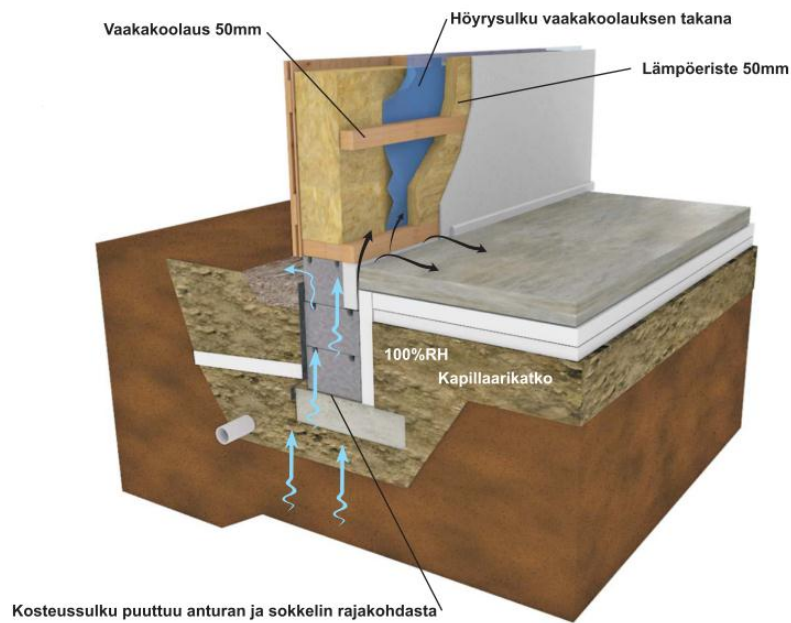
Kuva 31. Tiiliverhouksen takana oleva tuuletusrako tukkeutunut. [22.]

4.5 Höyrinsulku

Höyrinsulkumuovin käyttö on yleistynyt 1970-luvulla, ja sitä on myös käytetty jonkin verran 1960-luvulla. Höyrinsulun tilalla on aiemmin käytetty ilmatiivistyspaperia, joka voi olla pinnoitettu ohuella muovikalvolla. Joissakin rakennuksissa kattoon on asennettu muovikalvo esimerkiksi rakennusmuovia, ja seiniin on asennettu muovikalvallinen paperi. Kyseisinä aikoina olevilla materiaaleilla ei ole saatu yhtä tiiviitä ratkaisuja kuin nykyaikaisilla höyrinsulkumuoveilla ja teipeillä. Muovit kovettuvat ja haurastuvat vuosien kuluessa.

Höyrinsulussa olevien reikien kautta rakenteisiin kulkeutuu kosteutta diffuusion avulla, joka voi tiivistyä rakenteisiin. Tämän vuoksi on tärkeää, että julkisivun ja seinärakenteen välissä on riittävä tuuletusväli. Jos höyrinsulku sijaitsee liian lähellä seinän ulkopintaa, on vaarana, että siihen tiivistyy kosteutta.

Kosteuden tiivistyminen johtuu siitä, kun lämmin ja kylmä ilma kohtaavat. Tässä tapauksessa ne voivat kohdata tiiviin höyrinsulkumuovin kohdalla, johon kosteus tiivistyy. Nykyisten määräysten mukaan höyrinsulun ulkopuolella täytyy olla 75 % koko seinän lämmöneristees-tä. Kuvassa 32 näkyy höyrinsulun sijainti eristeen sisässä, mutta joissakin rakennuksissa se on myös rakennuksen seinän sisäpinnassa sisäverhouslevyn takana.



Kuva 32. Höyrysulku lämmöneristeiden välissä. [22.]

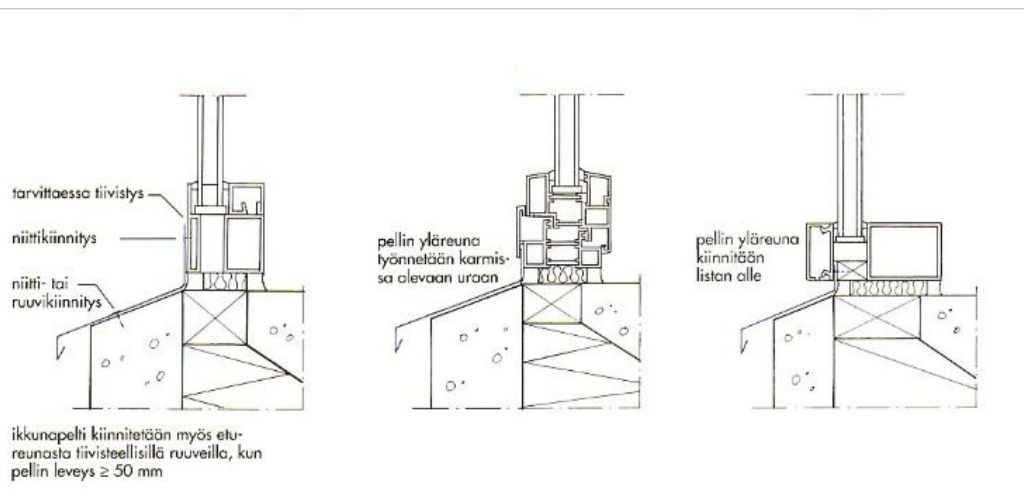
4.6 Korjausehdotukset

Jos ulkoseinärakenteissa havaitaan vaurioita, tulee vaurioiden laajuus ja niiden aiheuttaja selvittää. Korjaustoimenpiteitä ei voida aloittaa ennen kuin vaurion aiheuttaja on poistettu. On varmistettava, että maaperästä ei nouse kosteutta kapillaarisesti (ks. kohta 2 perustus- ja sokkelirakenteet). Katolta tulevat sadevedet tulee ohjata sadevesikaivoihin, jotta vesi ei jää rakennuksen perustusten viereen. Taloissa, joissa on ns. valesokkelirakenne, tulee selvittää maanpinnan korkeus alaohjauspuuhun nähden. Jos maanpinta on ylempänä kuin rungon alaohjauspuu, on maanpintaa laskettava rungon alapinnan alapuolelle. Märkä ja lahonnut alaohjauspuu on poistettava, ja on suositeltavaa, että alaohjauspuuta nostetaan ylemmäs esimerkiksi valesokkelikengän avulla, jolloin riski kosteusvaurioille pienenee. Kuvassa 33 on esimerkki valesokkelikengän käytöstä.



Kuva 33. Rungon alaohjauspuu on poistettu ja korvattu valesokkelikengillä. [25.]

Puutteelliset ikkunapellitykset tulee korjata. Jos ikkunapeltien kaadot eivät ole riittävät, ne on kallistettava niin, että vesi valuu pois päin ikkunasta ja on tarkastettava, että ikkunoiden ja ikkunapellitusten liittymäkohdat ovat tiiviitä. Ikkunapellitusten suositeltu kaltevuus rakennuksesta pois päin on 30 astetta ja ikkunapellitissä on oltava riittävä tippanokka, jotta vesi ei valu ikkunapellitiltä rakennuksen ulkoseinille [26.]. Kuvassa 34 on esitetty ikkunapellitusten periaatekuvat.



Kuva 34. Ikkunapellitusten asennukseen eri vaihtoehtoja. [27.]

Jos havaitaan, että julkisivuverhouksen takana oleva tuuletusväli ei ole riittävä tai se puuttuu kokonaan, on varmistettava, että rakenne on kuiva. Julkisivuun kannattaa tehdä aukkoja, joista voi selvittää seinärakenteiden kunnon. Jos julkisivun tuuletusrako puuttuu täysin, on suositeltavaa uusia julkisivu nyky määräysten mukaisesti, niin että julkisivuverhouksen taakse jää riittävä ilmarako. Jos tiiliverhouksessa havaitaan vaurioita, on syytä irrottaa muutamista koh-

distä tiiliä, jotta rakenteen kunto päästään tarkastamaan. Jos tiiliverhous on muurattu kiinni seinärakenteisiin, on syytä selvittää, että seinän muissa rakenneosissa ei ole kosteus- tai mikrobivaurioita. Jos rakenteissa havaitaan kostuneita tai homehtuneita materiaaleja, nämä kaikki on poistettava rakenteesta.

Jos rakennuksessa ei ole höyrynsulkua tai se on huonokuntoinen, se on syytä asentaa tai uusia. Vanhassa rakennuksessa on turvallisinta asentaa höyrynsulku rakennuksen seinien sisäpintaan sisäverhouslevyn alle, koska vanhemmissa rakennuksissa lämmöneristeen paksuus ei ole nykyluokkaa. Suurimmissa osissa 1960–1980-luvuilla rakennetuissa taloissa ei ole kuin 100 - 150 mm eristettä ulkoseinissä, mikä ei täytä nykyisiä määräyksiä. Jos rakennuksen seinää halutaan lisälämmön eristää ja asentaa uusi höyrynsulku eristetilaan, on lämmöneristettä kasvatettava höyrynsulun ulkopuolelta, ennen kuin asennetaan lisäkoolaus ulkoseinien sisäpintaan.

Höyrynsulkua asentaessa on muistettava, että lämmöneristettä täytyy olla höyrynsulkumuovin ulkopuolella vähintään 75 % koko lämmöneristevahvuudesta. Kuvassa 35 rakennuksen seinän sisäpintaan on asennettu uusi höyrynsulkumuovi. Höyrynsulku on viety pohjalaa-
tan päälle, johon se on liitetty uretaanivaahdon ja höyrynsulkuteipin avulla. Kyseiseen rakenteeseen on tehty 100 mm vahvuinen sisäpuolinen lämmöneristys, jolloin lämmöneristykseen vahvuudeksi on saatu 200 mm.



Kuva 35. Höyrynsulku seinän sisäpinnassa.

Lämmöneristekerrosta kasvattaessa on tärkeää huolehtia, että rakennuksen höyrynsulkumuovi on ehjä ja kaikki höyrynsulkumuovien saumat on teipattu. Eristevahvuutta kasvattaessa seinärakenteen kosteuskäyttäytyminen voi muuttua siten, että rakennuksen sisältä ilman mukana tuleva kosteus voi tiivistyä lämmöneristeisiin, ja kosteuden haihtuminen on sitä hitaampaa, mitä paksumpi lämmöneriste on seinässä. Sisäilmasta rakenteisiin kulkeutuva kosteus voidaan estää huolellisesti asennetulla höyrynsulkumuovilla.

Yhtenä vaihtoehtona rakennuksen energiatalouden parantamiseen ja ilmavuotojen poistamiseen on asentaa seinien ja katon sisäpintaan XPS-eriste, joka toimii samalla höyrynsulkuna. Täytyy kuitenkin varmistaa, että seinärakenteessa ei ole ennestään höyrynsulkumuovia ja se on poistettava tässä vaihtoehdossa. Kuvassa 36 on esitetty sisäpuolinen lisälämmöneristys alumiinipinnoitetulla XPS-eristeellä.



Kuva 36. Lisälämmöneristys XPS-eristeellä.

5 YLÄPOHJA- JA VESIKATTORAKENTEET

1960- ja 1970-luvuilla rakennettujen omakotitalojen vesikatot ovat tyypillisesti loivia tai tasakattoisia. Harjakatoissa ei ole kunnollisia päätyräystäitä. 1960–1980-luvuilla tehtyjen omakotitalojen alkuperäiset vesikatemateriaalit alkavat olla käyttökänsä päässä. Kyseisillä ajanjaksoilla katemateriaaleina on käytetty bitumihuopaa, peltiä, tiiltä ja kuitusementtikatetta, joka muistuttaa nykyaikaista kattotiiltä. Kuitusementtikate saattaa sisältää asbestia, joka täytyy huomioida purkutöissä. [28.]

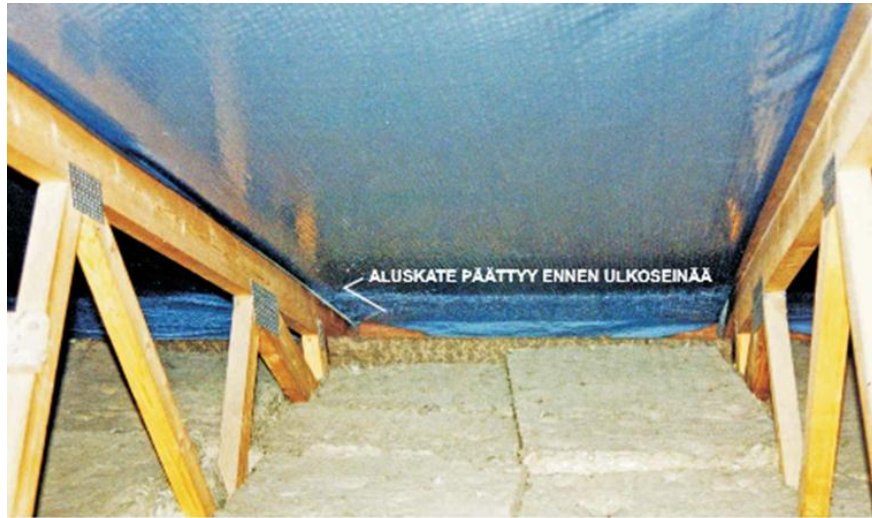
Kyseisten ajanjaksojen aikaiset läpiviennit voivat olla puutteelliset ja aluskatetta ei ole tarvinnut käyttää. Joissakin 1970–1980-luvun taloissa on saatettu käyttää aluskatetta. Aluskatteen puuttumisen ja katemateriaalin vuotamisen vuoksi vesikatto voi vuotaa kastellen yläpohjan lämmöneristeet, ja vesi voi kulkeutua ulkoseinärakenteisiin.

Taloissa joissa on aluskate, voi vaurio syntyä sen väärästä asennuksesta. Aluskatteen läpiviennit voivat olla puutteellisia ja niissä voi olla reikiä. Vesikatteen vuotaessa tai siihen tiivistynyt kosteus voi johtua aluskatetta pitkin yläpohjaan reikien ja tiivistämättömien läpivientien kautta. On huomioitava myös, että aluskate saattaa päätyä räystäällä liian aikaisin. Pahimmillaan aluskate voi päätyä ulkoseinän päälle, jolloin aluskatteen päällä kulkeutuva vesi johtuu suoraan seinärakenteisiin. Tästä johtuen seinärakenteissa voi syntyä vakavia kosteus- ja mikrobivaurioita. [29.]

Puutteellinen yläpohjan tuuletus estää yläpohjarakenteiden tuulettumisen, ja tästä johtuen yläpohjarakenteissa voi syntyä mikrobikasvustoa, koska yläpohjassa oleva kostea ilma ei pääse tuultumaan, vaan se imeytyy ja tiivistyy rakenteisiin. Räystäällä olevat tuuletusraot vesikatteen alapuolella on oltava auki. Raon on oltava kauttaaltaan vähintään 20 mm, mutta mielellään enemmän. Joissakin tapauksissa tuuletusraot on tukittu lämmöneristeellä tai tuulen-suojalevyillä. [29.]

Harjatuuletus voi puuttua joistakin rakennuksista kokonaan. Harjatuuletus tapahtuu talon päädyissä tai vesikatteen läpi vietyjen püppujen kautta. Vaikka räystäällä olevat tuuletusraot ovat auki, harjatuuletuksen puuttuessa ilma ei välttämättä vaihdu yläpohjassa. Kuvassa 37 näkyy räystäältä puuttuva tuuletusrako, ja aluskate on asennettu virheellisesti siten, että se

päättyy ennen ulkoseinää, jolloin sen päällä valuva vesi johtuu suoraan yläpohjaan ja ulkoseinärakenteisiin.



Kuva 37. Virheellisesti asennettu aluskate. [29.]

1960–1980-luvuilla tehdyissä taloissa oleva yläpohjan lämmöneristys ei täytä nykyisiä määriksiä. Joissakin taloissa lämmöneristettä saattaa olla ainoastaan 200 mm. Lämmöneristeen vähyyden vuoksi yläpohjassa voi ilmetä lämpövuotoja, jotka tulevat ilmi kosteuden tiivistymisenä vesikatteen tai aluskatteen alapintaan. Pakkasjakson aikaan sisältä vuotava lämmin ilma nousee puutteellisen eristekerroksen läpi ja tiivistyy seuraavaan tiiviiseen pintaan, kuten vesikatteeseen.

Tiivistyvä vesi jäätyy ja sulaessaan vesi tippuu yläpohjan eristetilaan. Lämpövuodon voi myös havaita pakkasella räystäälle syntyneistä jääpuikoista. Kovalla pakkasella syntyvät jääpuikot voivat johtua siitä, että yläpohjassa lämpövuotoja, joiden vuoksi vesikatteeseen tiivistyvä vesi johtuu räystäälle ja jäätyy. Lisäksi katolla oleva lumi voi alkaa sulaa, jolloin sulamisvedet kulkeutuvat räystäälle ja jäätyvät. [29.]. Kuvassa 38 ilmenee yläpohjan lämpövuoto jääpuikkoina räystäällä.



Kuva 38. Yläpohjan lämpövuoto.

Matalaharjaisissa ja ns. tasakattoisissa taloissa tuuletus- ja eristetila voi olla riittämätön. Matalan yläpohjan vuoksi lämmöneristekerrokset ovat pienemmät tai ne voivat tukkia tuuletusraot. Jos matalaharjaista taloa on lisälämmöneristetty, niin tuuletusraot on saatettu tukkia. Matalaharjaisissa taloissa vesikatteen kaltevuus on loiva. Tästä johtuen vesi voi kulkeutua kovalta tuulella ja viistosateella ylöspäin tuulenpaineen vaikutuksesta, jolloin vesi voi päästä yläpohjaan esimerkiksi harjapellin alta.

1960–1970-luvuilla tehdyissä taloissa vesikatteen räystäät ovat lyhyet tai niitä ei ole ollenkaan. Tästä johtuen viistosade pääsee satamaan suoraan ulkoseiniin. Lyhyiden räystäiden vuoksi katolta tulevat sade- ja sulamisvedet voivat johtua ulkoseinille ja perustusten juurelle.

5.1 Bitumihuopakatteet

Bitumihuopakatteet yleistyivät omakotitaloissa 1950-luvuilla. 1960–1970-luvuilla käytetyt bitumihuopakatemateriaalit poikkeavat nykyisistä bitumihuopakatteista kestävyydeltään merkittävästi ja niiden käyttöikä on täyttynyt. Bitumihuopakate haurastuu, ja siihen syntyy helposti vaurioita. Bitumihuopakatteiden alla ei tyypillisesti ole käytetty aluskatetta, ja läpiviennit on tiivistetty kääntämällä huopa läpiviennin päälle. Huopa voi vuosien kuluessa irrota läpiviennistä, jolloin läpiviennin ja huovan väliin syntyy rako, josta sadevesi pääsee kattorakenteisiin. Vaurio on esitetty kuvassa 39. [29.]



Kuva 39. Huopa irronnut läpiviennistä. [29.]

Veden päästessä yläpohjarakenteisiin vesi voi aiheuttaa kosteus- ja mikrobivaurioita rakenteissa. Vuoto voi ilmetä huonetilassa kattoon ilmestyneenä tummumisena sekä veden tulemisena sisätiloihin. Vuoto voi olla vesikatteessa pitkään, ennen kuin se tulee ilmi. Kuvassa 40 näkyy katon tummuminen vesikatteen vuotamisen takia. Vauriota ei välttämättä havaitse, ennen kuin sisäkaton verhoilumateriaali poistetaan. Jos rakennuksen katossa on höyrynsulku, niin vuotokohta voi olla vaikea selvittää, koska vesi kulkeutuu muovin päällä ja tulee sisään höyrynsulussa olevan sauman tai reiän kautta.



Kuva 40. Vesikatteen vuoto ilmenee sisäkaton tummumisena. [29.]

5.2 Konesaumattut peltikatteet

Konesaumattua peltikatetta on alettu käyttää 1960-luvulta lähtien. Monimuotoisia kattoja on tehty käsin saumattuna. Sinkityn ja maalatun konesaumattun peltikatteen käyttöikä on 60 vuotta. Konesaumattun peltikatteen alla ei ole tarvinnut käyttää aluskatetta. Tästä johtuen vesikatteen alapintaan muodostuva kondenssivesi voi tippua vesikatteesta yläpohjan eristeti- laan kastellen lämmöneristeet. Pakkasella kosteus kondensoituu vesikatteen alapintaan, ja sulassa vesi tippuu lämmöneristeiden päälle.

Kuvassa 41 näkyy konesaumattun peltikatteen ruodelaudoitus. Peltikatteen alla ei ole aluska- tetta, jolloin kondenssivedet valuvat yläpohjaan, joka ilmenee tummina alueina rakenteissa. Lisäksi viemärin tuuletusputki on eristämättä, joka voi hikoilla pakkasella. Putken hikoillessa putken pintaan tiivistyy kosteutta, joka voi valua rakenteisiin.



Kuva 41. Konesaumattun peltikaton alla ei ole tarvinnut aluskatetta.

Vanhoissa peltikatteissa voi ilmetä pinnoitteiden irtoamista ja ruostesyöpyimiä. Peltikaton puhki ruostuessa voi syntyä vakavia kosteusvaurioita yläpohjarakenteissa, jos vesikatteen ala- puolella ei ole käytetty aluskatetta. Vesikatteen vuodot ja kondenssiveden aiheuttamat vauri- ot voidaan havaita ruodelautojen ja villojen tummumisena ja kastumisena.

5.3 Profiilipeltikatteet

Profiilipeltikate on myös tyypillinen materiaali, jonka käyttöikä on 40 vuotta. [29.] [30.] Profiilipeltikate on ns. epäjatkuva kate, joka ei ole täysin vedenpitävä, vaan vesi voi tunkeutua katelevyjen saumoista vesikatteen alle. Profiili peltikatteen alla on oltava aluskate, joka ohjaa vuoto- ja kondenssivedet pois rakennuksesta.

Profiilipeltikatteet, joiden alla ei ole aluskatetta, ovat riskirakenteita, koska katelevyjen saumoista vuotava vesi voi kulkeutua yläpohjan lämmöneriste tilaan ja aiheuttaa siellä kosteus- ja mikrobivaurioita.

Aluskatteellisissa profiilipeltikatteissa on oltava riittävä tuuletusväli peltikatteen ja aluskatteen välissä, jotta aluskatteen päälle tuleva vesi pääsee valumaan esteettömästi pois ja samalla tuuletusrako kuivaa peltikatteen alla olevaa ruodelaudoitusta. Tuuletusvälin on oltava vähintään 20 mm. Aluskatteen läpivientien kohdat tulee olla tiivistetty, jotta vesi ei pääse johtumaan läpivientien kautta yläpohjaan.

Vanhoissa peltikatteissa voi ilmetä pinnoitteiden irtoamista ja ruostesyöpyimiä. Peltikaton puhki ruostuessa voi syntyä vakavia kosteusvaurioita yläpohjarakenteissa, jos vesikatteen alapuolella ei ole käytetty aluskatetta. Vesikatteen vuodot ja kondenssiveden aiheuttamat vauriot voidaan havaita ruodelautojen ja villojen tummumisena ja kastumisena.

5.4 Tiilikatteet

Tiilikatteet on valmistettu savesta tai betonista. Tiilikatteen keskimääräinen käyttöikä on 45 vuotta [29.].

Tiilikatteet alkavat haurastua käyttöään loppupuolella, jolloin ne eivät kestä kunnolla liikkumista katolla vaan ne halkeilevat. Jos kyseisten katemateriaalien alla ei ole käytetty aluskatetta, niin on syytä vesikatteen uusimiselle. Kyseiset materiaalit eivät ole täysin vedenpitäviä ja vanhetessaan ne alkavat vuotaa.

Tiilikatteet alkavat sammaloitua, jos niitä ei puhdisteta säännöllisesti. Kaupunkialueilla sammaloituminen on nopeampaa ilmansaasteiden vuoksi. Sammaloitunut alue pitää katemateriaalin kosteana ja alkaa haurastua etenkin savitiilikatossa. Täysin sammaloitunutta kattoa ei

kannata puhdistaa, jos katemateriaali on haurastunut, koska alueet, joista sammaleet poistetaan, alkavat vuotaa. Sammaleiden poiston yhteydessä tiilikate on pinnoitettava. Tiilikaton pinnoittamiseen erikoistuneet yritykset voivat puhdistaa ja pinnoittaa vanhan tiilikaton jatkaen tämän käyttöikä. [31.]

5.5 Kuitusementtikatteet

Kuitusementtikatteet voivat sisältää asbestia. Kuitusementtikatteiden keskimääräinen käyttöikä on 30 vuotta, joten kyseisten katteiden käyttöikä alkaa olla loppumassa.

Kuitusementtikatteet alkavat haurastua käyttöään loppupuolella, jolloin ne eivät kestä kunnolla liikkumista katolla, vaan ne halkeilevat. Jos kyseisten katemateriaalien alla ei ole käytetty aluskatetta, niin on syytä vesikatteen uusimiselle. Kyseiset materiaalit eivät ole täysin vedenpitäviä, ja vanhetessaan ne alkavat vuotaa.

Kuitusementtikatteet alkavat sammaloitua, jos niitä ei puhdisteta säännöllisesti. Kaupunkialueilla sammaloituminen on nopeampaa ilmansaasteiden vuoksi. Sammaloitunut alue pitää katemateriaalin kosteana ja alkaa haurastua. Täysin sammaloitunutta kattoa ei kannata puhdistaa, jos katemateriaali on haurastunut, koska alueet joista sammaleet poistetaan alkavat vuotaa. Kuitusementtikatetta poistaessa täytyy huomioida, että katemateriaali voi sisältää asbestia, joten purkutyö on tehtävä asbestin purkutyönä. [29.]

5.6 Korjausehdotukset

Vaurioitunut vesikate tulee korjata tai uusia välittömästi, jotta vakavimmilta vaurioilta voidaan välttyä. Aluskatteettomat tiili- ja kuitusementtikatteet on uusittava, ja samassa yhteydessä on asennettava nykyaikainen aluskate. Tiili- ja kuitusementtikatteet ovat ns. epäjatkuvia katteita, koska ne eivät ole täysin vedenpitäviä. Käyttöiän lopussa olevat tiili- ja kuitusementtikatteet alkavat haurastua ja niihin syntyy helposti reikiä ja halkeamia. Aluskatteen puuttumisen vuoksi tiilien saumoista vuotava vesi voi päätyä yläpohjaan kastellen lämmöneristeet. Aluskatteettoman peltikatteen alle on myös syytä asentaa aluskate, koska vesikatteen alapintaan tiivistyvä kosteus voi johtua yläpohjaan.

Virheellisesti asennettu aluskate tulee korjata niin, että sen päälle tuleva vesi ohjautuu pois rakennuksesta. Läpiviennit on tiivistettävä, ja vesi on pyrittävä ohjaamaan läpivientien ohi esimerkiksi kohottamalla aluskatetta läpiviennin yläpuolelta. Jos aluskate päättyy ennen ulkoseinää tai sen päälle, on aluskatetta jatkettava. Aluskatteen on ulotuttava ulkoseinän ohi siten, että vesi pääsee valumaan räystäältä maahan.

Yläpohjissa, joissa ei ole riittävää tuuletusta on järjestettävä riittävä ilmanvaihto. Talon harjalle voidaan asentaa tuuletusputket vesikatteen molempiin päätyihin ja tarvittaessa keskelle harjaa. Harjatuuletus voidaan myös järjestää tekemällä rakennuksen päätykolmioiden yläpäihin tuuletusaukot. Räystäällä on oltava vähintään 20 mm rako kauttaaltaan ja räystäälle on asennettava tuulenohjaimet jos ne puuttuvat. Jos räystäällä oleva tuuletusrako on tukittu villalla, niin niitä on siirrettävä pois edestä niin, että ilma pääsee vapaasti kulkemaan. On myös huomioitava, että räystästuuletusta ei ole tukittu räystäänaluslaudoituksella.

Yläpohjan lämpövuodot tulee korjata mahdollisimman pian sen havaitsemisesta. Lämpövuodon syynä voi olla vähäinen lämmöneristekerros ja puutteellinen höyrynsulku yläpohjassa. Jos rakennuksen yläpohjaan aiotaan asentaa lisälämmöneristettä, niin on suositeltavaa tarkastaa höyrynsulun kunto ja paikata mahdolliset reiät, koska vuotavan höyrynsulun läpi sisäilmasta kulkeutuva kosteus ja lämpö voi tiivistyä lämmöneristeeseen. Kun lämmöneristekerros kasvaa, niin kosteuden haihtuminen huononee lämmöneristekerroksen sisältä. Lämmöneristettä yläpohjassa on oltava noin 500 mm. Ennen lämmöneristeen asennusta on tarkastettava, että yläpohjan ilmanvaihto toimii myös lämmöneristeen asennuksen jälkeen. Jos yläpohjassa ei ole riittävää lämmöneristekerrosta ja sitä ei ole mahdollista lisälämmön eristää

sen mataluuden vuoksi, niin vesikattoa on korotettava niin, että yläpohjaan saadaan riittävästi lämmöneristettä ja yläpohjan tuuletus toimii oikein.

Jos vesikatteessa havaitaan vuotoja läpivientien osalta, niin vuodot ovat korjattava. Esimerkiksi savupiipun juurella olevat vuodot voidaan useimmiten korjata pellittämällä savupiippu kokonaan. Putkien läpiviennit tulee tiivistää ja niissä tulisi käyttää erillisiä läpivientikappaleita ja kauluksia.

Käyttöään lopussa oleva vesikate tulisi uusida, jotta tulevilta ongelmilta voidaan välttyä. Vesikatteen uusimisen yhteydessä vesikattoa on hyvä korottaa, jos katto on matala ja siellä ei ole riittävästi tilaa yläpohjan lämmöneristeelle ja tuuletukselle. Päätyräystäättömät vesikatot on uusittava siten, että niihin saadaan päätyräystäät. Tasakattoiset katot on suositeltavaa muuttaa harjakattoiseksi, koska tasakattoinen vesikatto on riskirakenne ja se on altis vesivuodoille.

6 MÄRKÄTILAT

1960–1980-luvuilla tehtyjen omakotitalojen märkätiloissa ei yleisesti ole käytetty vedeneristeitä, vaan vedeneristeen tilalla on käytetty siveltävää kosteussulkuemulsiota. Sitä on käytetty n. 1975–1995-luvuilla, ja tästä johtuen kosteusvaurion riski on suurempi kuin taloissa, joiden märkätiloissa on käytetty nykyaikaisia vedeneristeitä. Laatoitettujen märkätilojen kiinnityslaastissa on voitu käyttää asbestia, joka tulee huomioida laatoitusta poistaessa.

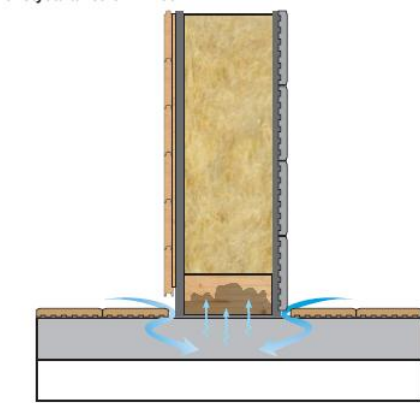
Muovimattopintaisissa märkätiloissa kosteusvaurio johtuu useimmiten ratkeilleista saumoista muovimatoissa. Märkätilojen seinät voivat olla puurunkoisia. Puurunkoinen seinärakenne on herkempi kosteusvaurioille kuin tiilestä tai harkosta rakennetut seinät. Puurunkoisten märkätilojen seinien koolausväli voi olla liian harva, jolloin seinä voi joustaa. Tämän vuoksi seinien laatat voivat irtoilla.

6.1 Yleisimmät riskit

Märkätilojen suurimpana riskinä ovat puutteelliset tai puuttuvat vedeneristeet. Vesieristämättömän maanvarainen betonilaatta imee itseensä kosteutta lattialaattojen saumasta. Jos maanvaraisessa betonilaatassa on lattialämmitys, niin kosteusvaurioriski on pienempi kuin lämmitettävässä lattiassa, koska lattialämmitys kuivattaa ja haihduttaa kosteutta betonilaatasta.

Puurakenteiset väliseinät ovat riskirakenne vedeneristämättömässä märkätilassa, koska kosteus voi imeytyä runkorakenteisiin. Märkätilojen seinissä on käytetty kyllästettyä lastulevyä tai bituliittilevyä, jota on myös voitu käyttää rakennuksen tuulensuojalevynä. Levy on puukuituinen levy, joka on kyllästetty bitumilla.

Yleisin ongelma väliseinissä on veden pääsy seinä- ja lattialaattojen välisestä silikonisaumasta. Tällöin vesi voi kulkeutua levyn ja lattian välistä puurungon alaohjauspuuhun ja aiheuttaa siellä kosteus- ja mikrobivaurioita, jotka on esitetty kuvassa 42. [29.]



Kuva 42. Veden pääsy alaohjauspuuhun. [29.]

Märkätilat, joiden pintamateriaalina on käytetty muovimattoa, joka toimii myös samalla vedeneristeenä, on riskirakenne. Jos muovimattojen saumat on halkeilleet tai saumat ovat tehty väärin. Veden päästessä muovimaton alle sen haihtuminen tai poistulo on epätodennäköistä. Jos kosteus jää muovimaton alle, niin on kosteusvaurion riski suuri. Väärin tehdyt läpiviennit esimerkiksi vesiputkien osalta voivat aiheuttaa paikallisia kosteusvaurioita rakenteissa. [29.]

Lattiakaivojen ympäristössä voidaan usein havaita kohonneita kosteusarvoja, koska vesi voi päästä imeytymään maanvaraiseen betonilaattaan lattiakaivon ja lattialaattojen liittymäkohdista sekä kaivon sisästä. Jos lattiassa ei ole käytetty vedeneristeitä, ja lattiakaivossa ei ole kiristysrengasta, mikä tiivistää vedeneristeen lattiakaivon niin, kosteus pääsee imeytymään maanvaraiseen betonilaattaan. Lattiakaivo voi olla käyttötarkoitukseltaan vääränlainen tai lattiakaivon päälle asennettu korokepala ei ole tiivis, jolloin kosteus voi päästä lattiarakenteisiin.

6.2 Korjausehdotukset

Kosteusvaurioituneissa märkätiloissa on vanhat laatoitukset tai muovimatot poistettava, jotta niiden alla olevien rakenteiden kunto voidaan tarkastaa. Vaurioituneet materiaalit on poistettava rakenteista, kuten esimerkiksi kostuneet ja lahonneet runkokuut on vaihdettava uusiin. Suositeltavaa olisi uusia märkätilojen seinät käyttämällä kivirakennetta, kuten harkkoja tai tiiliä.

Märkätilojen seinissä olevat levyt on vaihdettava kosteuden kestävään kipsilevyyn tai muuhun vastaavanlaiseen kosteutta kestävä levyyn. Muuratuista väliseinistä on vanhat laastit puhdistettava ennen seinien tasoitusta, mutta on huomioitava, että muuratuissa seinissä ei ole

kosteutta. Maanvaraisen betonilaatan ja muurattujen seinien suhteellinen kosteus ei saa olla yli 90 % ja tämä voidaan todeta ainoastaan mittaamalla kosteus rakenteen sisästä poranreikämittauksella [32]. Jos märkätilan rakenteissa on kohonneita kosteusarvoja, niin rakenteet on kuivattava esimerkiksi rakennuskuivaajalla tai lämmittämällä tilaa, jolloin kuivaminen nopeutuu.

Maanvaraisen betonilattian kallistusten tulee viettää reilusti lattiakaivoon. Maanvaraisen lattian kallistukset voidaan tehdä käyttämällä märkätilatasoiteita tai betonia valun vahvuudesta riippuen. Lattialämmityksen kunto tulee tarkastaa, ja sen puuttuessa tulisi se asentaa esimerkiksi asentamalla sähkölämmityskaapelit lattiatasoitteen alle.

Märkätilojen seinät ja lattia tulee vedeneristää, ja kaikissa nurkissa sekä lattiakaivojen ympärillä on käytettävä vahvikekankaita. Puurakenteisissa seinissä, joissa on käytetty levyä, kuten kosteuden kestävää kipsilevyä, on levyjen saumoihin asennettava vahvikekangas. Vedeneristeen paksuus tulee olla vähintään valmistajan suositusten mukainen.

Laatoituksen jälkeen on lattian ja seinien nurkkiin tehtävä silikonisauma käyttämällä märkätiloihin soveltuvaa saniteettisilikonia, ja niiden kuntoa tulee seurata vuosittain. Silikonisaumat tulisi uusida muutaman vuoden välein, koska ne voivat ajan myötä kovettua ja halkeilla.

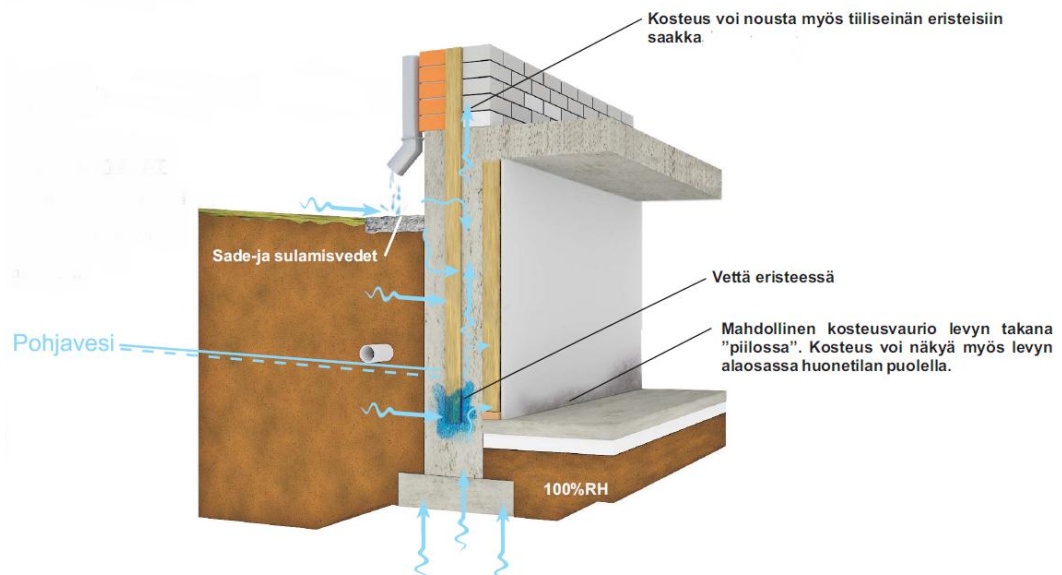
7 KELLARITILAT

Kellaritilojen suurimpina ongelmina ovat usein kosteus- ja mikrobiongelmat, jotka johtuvat pohjaveden korkeasta pinnasta ja kellarin seinien vääränlaisesta lämmöneristämisestä. Kellaritilojen lämmöneristeenä on voitu käyttää mineraalivillaa ja puukuitusementtilevyjä, jotka ovat kosteusvaurioherkkiä. Yksi ongelmien aiheuttajista on kellaritilojen vääränlainen lämmöneristys sisäpuolella tai kellaritilojen käyttötarkoituksen muutokset voivat aiheuttaa kosteusvaurioita, koska kylmää kellaritilaa ei ole tarkoitettu otettavaksi asuinkäyttöön. [29.]

7.1 Yleisimmät riskit

Maaperästä kapillaarisesti nouseva kosteus kellarin seinissä ja lattioissa voi aiheuttaa rakenteissa kosteusvaurioita (ks. kohta 2.1.2 kuivatusosat). Kellarin seinien sisäpuolelle asennettu lämmöneriste on riskirakenne ja altis kosteus- ja homevaurioille, koska maaperästä kapillaarisesti imeytyvä kosteus kellarin betoniseinässä pääsee haihtumaan ainoastaan rakennuksen sisälle päin. Tästä johtuen kosteus imeytyy sisäpuolen lämmöneristeisiin ja puisiin runkorakenteisiin, jotka homehtuvat kosteuden takia.

Joissakin kellaritiloissa betonisten ulkoseinien väliin on asennettu mineraalivilla- tai puukuitusementtilevyeriste, joka ovat herkkiä kosteusvaurioille. [29.] Kuvassa 43 on esitetty mineraalivillaeriste kellarin seinän sisäpuolella ja seinän sisässä. Kuvassa on havainnollistettu, kuinka korkea pohjavedenpinta voi aiheuttaa kosteusvaurioita kellarin seinärakenteissa.



Kuva 43. Kosteusvaurio kellarin seinässä. [29.]

Sellaisissa kellaritiloissa, joissa lämmöneriste on ainoastaan kellarin seinän sisäpinnassa, on myös altis kosteus- ja mikrobivaurioille, koska kellarin seinistä imeytyvä kosteus voi imeytyä lämmöneristeisiin. Kuvassa 44 kellarin seinässä on havaittavissa kapillaarista kosteutta, joka aiheuttaa kosteus- ja mikrobivaurioita kellarin lämmöneristeissä ja puisissa runkorakenteissa.



Kuva 44. Kosteus nousee kapillaarisesti kellarin seinässä. [29.]

Kuvissa 43 ja 44 havaittu ongelma voi ilmetä homeen hajuna sekä sisäverhouslevyn tummumisena. Joissakin rakennuksissa kylmästä kellaritilasta on tehty lämmintä huonetilaa asentamalla kellarin seinien sisäpintaan lämmöneristeet. Tämä ei ole suositeltavaa, koska kylmiä kellareita ei ole suunniteltu otettavaksi lämpimäksi käyttötilaksi. Ulkoa tuleva kylmä ilma voi

tiivistyä lämmöneristeisiin ja maaperästä nouseva kapillaarinen kosteus aiheuttaa kosteus- ja homeongelmia kellaritiloissa. [29.]

7.2 Korjausehdotukset

Kellaritilojen sisäpuoliset lämmöneristeet on poistettava, ja seinät on jätettävä betoni- tai harkkopinnalle tai pinnoitettava kosteutta läpäisevällä pinnoitteella. Kellaritilojen lisälämmöneristys on tehtävä rakennuksen ulkopuolelle käyttämällä EPS- tai XPS-eristeitä, jolloin kylmä ilma ei pääse seinärakenteisiin. Samassa yhteydessä on varmistettava, että pohjaveden pinta pysyy kellaritilan alapuolella salaojien avulla (kts. kohta 2.1.2 kuivatusosat). Kellaritilojen ulkoseinät tulee veden eristää ulkopuolelta bitumisivelyllä ja bitumikermillä, jotta maaperässä oleva kosteus ei pääse imeytymään seinärakenteisiin.

Kellarin seinien sisällä olevat eristeet tulee vaihtaa EPS- tai XPS-eristeisiin, koska vanhoihin mineraalivilla- ja toja-levyihin imeytynyt kosteus ei pääse haihtumaan, vaan lämmöneristeet jäävät kosteiksi ja ovat vaarassa homehtua. Seinän sisässä olevan eristeen vaihtaminen voi olla työlästä, ja on varmistettava rakennuksen yläpuolisten osien tuenta. Lämmöneriste on vaihdettava pieni osa kerrallaan, ja seinärakenteet on korjattava ennen kuin seuraava kohta avataan.

8 ESIMERKKIKOHDE

Esimerkkikohteena tässä työssä käytettiin Kajaanissa sijaitsevaa omakotitaloa, joka on rakennettu 1960-luvulla ja myöhemmin laajennettu 1980-luvulla. Vuonna 2011 – 2013 taloa laajennettiin jälleen ja samassa yhteydessä talo remontoitiin täysin vastaamaan nykyaikaista omakotitaloa kaikilta osin.

Vanhan osan remontoinnin yhteydessä rakennuksen lämmöneristeet uusittiin osittain ja samalla rakennus lisälämmöneristettiin vastaamaan nykyisiä rakennusmääräyksiä. Samalla myös rakennuksen sisäpuolelle asennettiin uusi höyrynsulkumuovi vanhan ilmansulkupaperin tilalle.

Vanhat puurakenteiset lattiat purettiin ja muutettiin ilmastoituiksi lattiaiksi. Pesuhuoneen ja keittiön osalle valettiin ilmastoitu kaksoislaatta, ja osaan taloa rakennettiin ilmastoitu puulattia, joka on maanvaraisen betonilaatan päälle tehty puukorotettu lattia.

Rakennuksen pulpettikatto muutettiin harjakatoksi, ja alkuperäiset ikkunat vaihdettiin nykyaikaisiin ikkunoihin. LVIS-järjestelmät nykyaikaistettiin, jolloin asennettiin koneellinen ilmanvaihto lämmönlähteenotolla.

Kuvassa 45 esitetään esimerkkikohteen lähtötilanne. Talon vanha autotalli on purettu talon yhteydestä.



Kuva 45. Remontin alkuvaihe

Vanhan autotallin tilalle on rakennettu uusi laajennus, ja vanhan talon osalle on asennettu uudet kattotuolit, joka on esitetty kuvassa 46.



Kuva 46. Vanhan autotallin tilalle tehty laajennus

Vanhan talon osalta lämmöneristeet on uusittu osittain, ja asennettiin uudet tuulensuojalevyt, joka on esitetty kuvassa 47. Kuvassa 48 taloon on muurattu uusi julkisivu ja vesikatto on rakennettu valmiiksi.



Kuva 47. Rakennukseen on asennettu uudet tuulensuojalevyt.



Kuva 48. Uusi julkisivu.

Kuvassa 49 näkyy vanhan osan pesuhuoneen ja saunan seinärakenteita purkuvaiheessa.



Kuva 49. Saunan ja pesuhuoneen purku.

Kuvassa 50 on esitetty uusi puukoolattu lattiarakenne. Lattiaan on asennettu tuuletusputkisto.



Kuva 50. Maanvaraisen betonilaatan päällä puukorotettu lattia.

Kuvassa 51 näkyy pesuhuoneen uusia seinärakenteita. Keittiö ja pesuhuone on purettu yhteiseksi halliksi, koska kyseisten tilojen osalle valetaan uusi pintalaatta, josta tuli ilmastoitu lattia.



Kuva 51. Pesuhuone ja keittiö.

Kuvassa 52 on esitetty yläpohja, johon on asennettu uusi höyrynsulkumuovi ja uudet sähköt.



Kuva 52. Yläpohjan höyrynsulku.

Kuvassa 53 keittiön ja pesuhuoneen lattia on valettu. Keittiön ja olohuoneen välinen seinä on purettu.



Kuva 53. Keittiö ja olohuoneen välinen seinä on purettu.

Kuvassa 54 olohuoneen lattiarakenteet on purettu osittain. Lattia vahvistettiin ja siihen asennettiin tuuletusputkisto.



Kuva 54. Olohuoneen lattia purettuna.

Kuvassa 55 olohuoneen ja keittiön väliin rakennettiin saareke. Kuvassa 56 on uusi keittiö.



Kuva 55. Keittiön saareke.



Kuva 56. Keittiö

Kuvassa 57 on esitetty uusi eteinen.



Kuva 57. Eteinen

Kuvassa 58 vanhan osan pesuhuone on uusittu kauttaaltaan. Kuvissa 59 ja 60 on sauna, joka tehtiin vanhan tilalle.



Kuva 58. Pesuhuone vanhalla puolella.



Kuva 59. Saunan ja pesuhuoneen välinen lasiseinä



Kuva 60. Sauna

9 YHTEENVETO

Tämän insinööriyön yhteenvetona voi todeta, että 1960–1980-luvuilla rakennetuissa omakotitaloissa voi ilmetä lukuisia eri ongelmia, ja niissä on tehty rakennusvirheitä nykyajan tietämyksen mukaan. Suurimpana ongelman aiheuttajana voidaan todeta olevan maaperästä nouseva kosteus ja korkea pohjaveden pinta. Yksi suurimpia ongelma-kohtia on myös vesikatteen ja yläpohjan osalta liittyen vähäiseen lämmöneristeeseen ja puutteelliseen tuuletukseen.

Työn tarkoituksena oli selvittää lukijalle eri vuosikymmeninä rakennettujen omakotitalojen ongelma-paikat ja esittää niihin erilaisia korjausvaihtoehtoja. Työn pohjana on käytetty Kaajanissa sijaitsevaa omakotitaloa, jossa olen itse ollut mukana koko projektin ajan. Tässä työssä on käytetty esimerkkejä riskirakenteiden korjaamiseksi ja muuttamiseksi toimiviksi, joita on käytetty ja toteutettu kyseisessä omakotitalossa.

Työ onnistui hyvin, ja lopputuloksena tuli opas 1960–1980-luvuilla rakennettujen omakotitalojen remontointiin.

LÄHTEET

1. Korjaustiedon verkkosivut [verkkodokumentti], [luettu 16.11.2012] Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/pientalot/sisailmaongelmat/kosteus-ja-homevauriot/tyypilliset-kosteus-ja-homevauriot-1970-luvulla-ja-myohemmin-rakennetuissa-pientaloissa.html>
2. Korjaustiedon verkkosivut [verkkodokumentti], [luettu 16.11.2012] Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/pientalot/sisailmaongelmat/kosteus-ja-homevauriot/tyypilliset-kosteus-ja-homevauriot-1960-luvulla-ja-aiemmin-rakennetuissa-pientaloissa.html>
3. Hometalkoot verkkosivut – tunnista ja tutki riskirakenne [verkkodokumentti], [luettu 15.2.2013] Saatavissa: <http://www.hometalkoot.fi/oppaat>
4. Sisäilmayhdistyksen verkkosivut [verkkodokumentti], [luettu 11.1.2013] Saatavissa: http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ja_korjaaminen/kuivatusjarjestelmat/pihantasaus_ja_sadevedet/
5. Rakennustiedon RT-kortisto [verkkodokumentti], [luettu 16.11.2012] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/104919.html.stx> (luettu 16.11.2012)
6. Rakennusinsinööri ja arkkitehtilehti, Pientalojen riskirakenteet, 2/2012, s. 47
7. Rakentajan verkkosivut [verkkodokumentti], [luettu 11.1.2013] Saatavissa: http://www.rakentaja.fi/tuoteinfo/TM_59_uponor_sadevesijarjestelmat.htm
8. Kuvat 5, 6 ja 21. Rakennustiedon RT-kortisto [verkkodokumentti], [luettu 16.11.2012] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/104919.html.stx>
9. Rakennustiedon RT-kortisto [verkkodokumentti], [luettu 16.11.2012] Saatavissa: https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/RT_2716.html.stx
10. Sattumia verkkosivuilta yksityisen henkilön remonttikohdeesta [verkkodokumentti], [luettu 6.9.2012] Saatavissa: http://farm3.static.flickr.com/2697/4424795681_fe417639c8.jpg
11. Sisäilmayhdistyksen verkkosivut [verkkodokumentti], [luettu 1.5.2011] Saatavissa: http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ja_korjaaminen/maanvastaiset_rakenteet/maanvastainen_betonilaatta/

12. Kerabitin verkkosivut [verkkodokumentti], [luettu 11.1.2013] Saatavissa:
<http://www.kerabit.fi/tuotteet/lattian-kosteudeneristys/platon-koneellisesti-ilmastoitu-lattia>
13. Sisäilmayhdistyksen verkkosivut [verkkodokumentti], [luettu 18.9.2012] Saatavissa:
http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ ja_korjaaminen/maanvastaiset_rakenteet/maanvastainen_kaksoislaatta/
14. Yksityisen henkilön remonttikohde [verkkodokumentti], [luettu 14.1.2013] Saatavissa:
<http://www.jsrakrem.fi/albumi/kuvat/394147>
15. Hometalkoot verkkosivut – tunnista ja tutki riskirakenne [verkkodokumentti], [luettu 15.2.2013] Saatavissa: <http://www.hometalkoot.fi/oppaat>
16. Rakennustiedon RT-kortisto [verkkodokumentti], [luettu 15.1.2013] Saatavissa:
https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/RT_9254.html.stx
17. Hengitysliitto heli Ry, homevaurioiden korjausopas [verkkodokumentti], [luettu 15.1.2013] Saatavissa:
http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&ved=0CG0QFjAM&url=http%3A%2F%2Fwww.heli.fi%2Fcontent%2Fsisailmakeskus%2Fhomevaurioiden_korjausopas.pdf&ei=3nb1UNzMOa374QTHxYBg&usq=AFQjCNFXqzjtE4y2RDKwwmkTIu4i29gcbQ&bvm=bv.41018144,d.bGE
18. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus, Rakennustieto Oy ISBN 951-682-468-4 [Luettu 1.2.2013]
19. Rakennustiedon RT-kortisto [verkkodokumentti], [luettu 1.2.2013] Saatavissa:
https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/RT_9254.html.stx
20. Sisäilmayhdistyksen verkkosivut [verkkodokumentti], [luettu 1.2.2013] Saatavissa:
http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kuvasarjat/perustus_ ja_alapohja/
21. Suomela.fi verkkosivut [verkkodokumentti], [luettu 1.2.2013] Saatavissa:
<http://www.suomela.fi/rakentaminen/Tyonallen-taloremontti/rossipohjan-tuuletusaukon-ritila-67367>
22. Hometalkoot verkkosivut – tunnista ja tutki riskirakenne [verkkodokumentti], [luettu 15.2.2013] Saatavissa: <http://www.hometalkoot.fi/oppaat>

23. Kryothermin verkkosivut [verkkodokumentti], [luettu 15.2.2013] Saatavissa: <http://www.kryotherm.fi/>
24. Puuinfo- Puu-ulkoverhous [verkkodokumentti], [luettu 15.2.2013] Saatavissa: <http://www.google.fi/url?sa=t&rcrt=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CFcQFjAG&url=http%3A%2F%2Fwww.puuinfo.fi%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fcontent%2Ftee-se-itse%2Fohjeita-omatoimirakentajille%2Fpuu-ulkoverhous%2Fpuu-ulkoverhous-web.pdf&ei=Qe0dUfzZG8iQ4gSCrYGYCQ&usq=AfQjCNEm8hdio1TBVbFc5zg-LMjXdfGKhA&bvm=bv.42553238,d.bGE>
25. Valesokkeli internetsivut [verkkodokumentti], [luettu 15.2.2013] Saatavissa: <http://www.valesokkeli.fi/kuvia---referenssit/>
26. Ikkunapellitykset [verkkodokumentti], [luettu 4.3.2013] Saatavissa: <http://www.lvi.kpedu.fi/peltityot/julkisivu/index.htm>
27. RT-kortisto [verkkodokumentti], [luettu 4.3.2013] Saatavissa: [https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410632%2446%24pdf.0.0.5gun\]4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%242906/10632.pdf](https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410632%2446%24pdf.0.0.5gun]4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%242906/10632.pdf)
28. Kattoremonti.org verkkosivut [verkkodokumentti], [luettu 4.3.2013] Saatavissa: <http://www.kattoremonti.org/varttikatto-varttikate>
29. Hometalkoot.fi sivusto [verkkodokumentti], [luettu 4.3.2013] Saatavissa: <http://www.hometalkoot.fi/#!>
30. Rakennusperintö.fi verkkosivut [verkkodokumentti], [luettu 4.3.2013] Saatavissa: http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/Peltikatteet/
31. Pintamestareiden verkkosivu [verkkodokumentti], [luettu 4.3.2013] Saatavissa: <http://www.pintamestarit.fi/kattotyot/tiilikaton-pesu-ja-pinnoitus/>
32. Betonitekniiikan oppikirja by 201 2004 s. 436, Suomen betonitieto Oy, ISBN 978-952-5075-61-8 [luettu 1.4.2013]