



Valesokkelikorjaukset uudella patentoidulla tavalla

Alex Korpelin

OPINNÄYTETYÖ
Lokakuu 2023

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talorakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talonrakennustekniikka

KORPELIN, ALEX

Valesokkelikorjaukset uudella patentoidulla tavalla

Opinnäytetyö 45 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Lokakuu 2023

Valesokkeli on rakennusten maanvaraisen alapohjan yhteyteen kehitetty perustamistapa. Valesokkelia on käytetty Suomessa 1960-luvulta 1990-luvulle asti, jolloin se määriteltiin riskirakenteeksi. Valesokkelirakenteessa ulkoseinän puurunko sijaitsee hyvin lähellä ulkopuolista maanpintaa, mikä altistaa seinärakenteen kosteusrasitteille. Valesokkeliaikakaudella suunnitelmissa ei myöskään osattu huomioida rakennuksiin kohdistuvia kosteusrasitteita, kuten kapillaarista veden nousua maaperästä. Tästä syystä valesokkelin yhteydessä seinärakenteet ovat monesti mikrobivaurioituneet ja aiheuttaneet rakennuksessa oleskeleville terveyshaittoja, kuten astmaa ja iho-oireita.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin valesokkelin yleisiä ongelmakohtia sekä ratkaisuja näiden ongelmien poistamiseksi. Opinnäytetyössä tutkittiin kahta uutta ja patentoitua korjaustapaa, joissa on hyödynnetty opinnäytetyön tilaajan SafeDrying Oy:n kehittelemää kuivatusjärjestelmää. Tutkittavana oli kyseisten korjaustapojen lämpö- ja kosteustekninen toiminta sekä kyky poistaa rakenteista kosteusvauriosta johtuvia haitallisia mikrobeja. Uusia korjausmenetelmiä tutkittiin vertailemalla niitä aikaisempiin korjaustapoihin.

Tutkimuksissa todettiin korjaustapojen poistavan valesokkelirakenteista haitallisen kosteuden huonontamatta rakenteen lämmöneristyskykyä. Kyseisiä korjaustapoja ei ole vielä päästy kokeilemaan käytännössä, joten korjaustavat vaativat vielä lisätutkimuksia ja käytännön kokeita. Opinnäytetyössä tehtiin korjaustapojen suunnittelua ja tuotekehitystä lähinnä tulevia yksityiskohtaisempia tutkimuksia varten. Jatkotutkimuksissa tulisi tarkemmin selvittää korjatun rakenteen lämmöneristävyys ja rakennuksen höyrynsulun korjaustarve kuivatusjärjestelmän asennuksen yhteydessä.

Asiasanat: valesokkeli, korjausrakentaminen, kuivatusjärjestelmä, alipaineistus

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Construction

KORPELIN, ALEX
False Plinth Repairs in a new Patented Way

Bachelor's thesis 45 pages, appendices 2 pages
October 2023

A false plinth is a method of foundation developed for ground-based buildings. The false plinth has been used in Finland from the 1960s until the 1990s, when it was defined as a risk structure. In a false plinth structure, the wooden frame of the exterior wall is located very close to the outside ground surface, which exposes the exterior wall to moisture stress. For this reason, in connection with the false plinth, the wall structures have often been damaged by microbes and this way caused health problems for the people staying in the building, such as asthma and skin symptoms.

In this thesis, the common problems of the false plinth were investigated, as well as solutions to eliminate these problems. In the thesis, two new and patented repair methods were investigated, which utilize the drying system developed by SafeDrying Oy, the client of the thesis. The goal was to study the thermal and moisture technical functioning of the repair methods, as well as the ability to remove harmful microbes from the structures. The new repair methods were studied by comparing them to previous repair methods.

In the studies, it was found that the repair methods can remove harmful moisture from the false plinth structures without degrading the thermal insulation ability of the structure. The repair methods in question have not yet been tested in practice, so the repair methods still require further research and practical tests. In the thesis, the planning and product development of repair methods was done mainly for future, more detailed studies. In further studies, the thermal insulation of the repaired structure needs to be investigated as well as the need of repairing the building's vapor barrier in connection of installation of the SafeDrying system.

Key words: false plinth, repair construction, drying system, negative pressure

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	VALESOKKELI PERUSTUSRAKENTEENA.....	7
3	MIKROBIVAUURIOT RAKENTEISSA.....	9
3.1	Kosteus rakenteissa voi johtaa mikrobivaurioihin.....	9
3.2	Terveysvaikutukset	10
3.3	Kosteusvaurioituneen rakenteen kuntotutkimus.....	11
3.4	Kosteusvauriot valesokkelirakenteissa.....	12
3.5	Mikrobivaurioituneen rakenteen purkutyö	14
4	RAKENNUSVIRHEET VOIVAT JOHTAA KOSTEUSVAURIOIHIN	16
4.1	Alaohjauspuun korkeusasema	16
4.2	Sokkelin ulkopuoliset rakenteet.....	17
4.3	Kapillaarinen veden nousu	17
4.4	Rappaamaton kevytsoraharkko perustuksissa.....	18
4.5	Lämmitysputket alapohjarakenteissa	19
4.6	Alapohjan kaksoislaattarakenne.....	19
4.7	Kapillaarikatkon elinikä.....	21
5	VALESOKKELIKORJAUKSESSA HUOMIOITAVIA ASIOITA	23
5.1	Kosteudenhallinta.....	23
5.2	Lämmöneristys.....	24
6	TIIVISTYS.....	25
6.1	Savupiippuvaikutus	26
6.2	Tiiveyden vaikutus rakennuksen kosteuskäyttäytymiseen	27
6.3	Radon	27
7	KUIVATUSJÄRJESTELMÄ VALESOKKELIKORJAUKSISSA.....	29
7.1	Kuivatusjärjestelmän toimintaperiaate.....	29
7.1.1	Lämpötilan vaikutus suhteelliseen kosteuteen	31
7.1.2	Alipaineistus	32
7.2	Mitta-anturit	32
7.3	Kuivatusjärjestelmä osana korotusvalua	33
7.3.1	Rakenteen kuivatus	34
7.3.2	Alipaineistus korotusvalussa	36
7.4	Kuivatusjärjestelmä ulkopuolisessa lisälämmöneristeessä	36
7.4.1	Kuivatuksentehostusreiät	38
7.4.2	Mikrobien poistaminen alipaineistamalla	40
8	POHDINTA	41
	LÄHTEET.....	42

LIITTEET	44
Liite 1. Kiilto Oy tiivistysohje.....	44
Liite 2. TKR-Marketing Oy tiivistysohje	45

1 JOHDANTO

1990-luvulla riskirakenteeksi määritelty valesokkeli on useimmiten hyvin altis ulkopuolisille kosteusrasituksille. Rakenteessa ulkoseinän alaohjauspuu on asennettu sokkelin ulkopinnassa olevan korotuksen ja alapohjarakenteiden väliin jäävään syvennykseen ja sijoittuu lähelle rakennuksen ulkopuolista maanpintaa tai pahimmassa tapauksessa sen alapuolelle. Seinärakenteeseen kohdistuvia ulkopuolisia kosteusrasituksia on jälkikäteen hankala poistaa, jonka takia Yleinen korjausmenetelmä on purkaa seinärungon alaosa ja korottaa seinärunko alapohjan yläpuolelle.

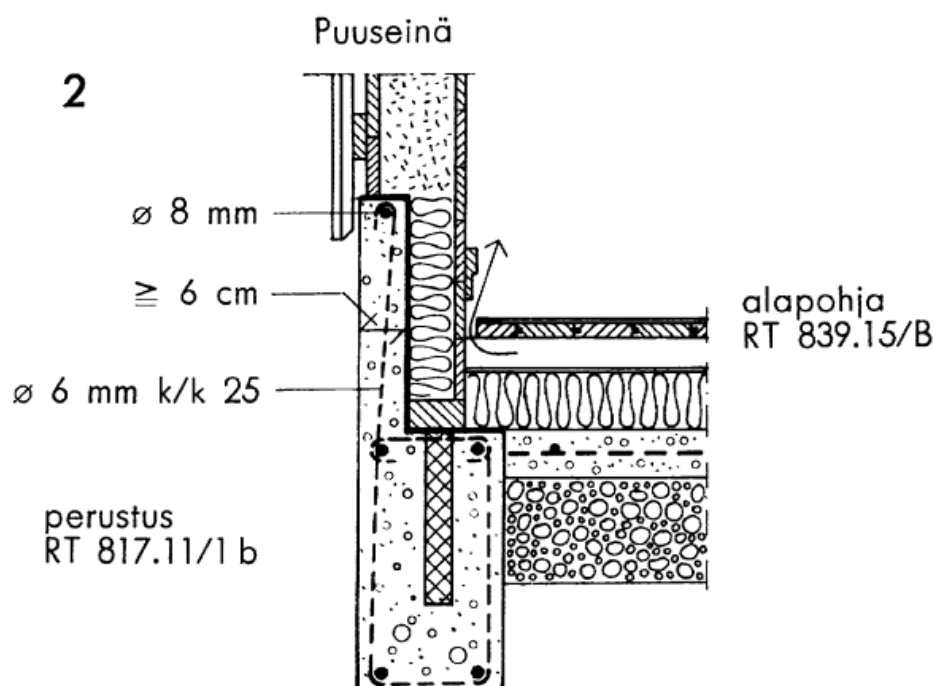
Opinnäytetyössä käsitellään kahta uutta korjaustapaa, joissa hyödynnetään SafeDrying oy:n kuivatusjärjestelmää. Tavoitteena on kehittää korjausmenetelmä joka mahdollistaa valesokkelin korjauksen ilman rakenteen purkamista sekä toinen korjaustapa, jossa rakenne uusitaan, mutta uuden korjatun rakenteen vika-sietoisuutta parannetaan kuivatusjärjestelmän avulla. Molemmissa menetelmissä otetaan huomioon myös alapohjasta ja seinärakenteista huoneilmaan siirtyvien terveydelle haitallisten kaasujen ja mikrobien poisto alipaineistuksen ja avulla.

2 VALESOKKELI PERUSTUSRAKENTEENA

Vielä 1950-luvulla Suomessa rakennusten alapohjat olivat yleensä kellareita lukuun ottamatta ryömintätilallisia. Ryömintätilallisissa rakennuksissa lattianpinta oli korkealla maanpinnasta ja perustukset syvällä routarajan alapuolella. Pientalojen alle oli tapana tehdä kellari, koska perustukset jouduttiin kaivamaan syvälle maan sisään, eikä turhaa työtä haluttu tehdä. (Tulla 2020, 1.)

Matalaperusteisia pientaloja oli tehty Amerikan pohjoisosissa jo 1940-luvulla. Pohjoismaissa oltiin hyvin kiinnostuneita uudesta perustamistavasta, mutta epäiltiin maanvaraisten alapohjien kosteus- ja lämpöteknistä toimintaa Pohjolan ilmasto-olosuhteissa. Myös ruotsalaiset olivat suomalaisia edellä, sillä Ruotsissa matalaperusteisia rakennuksia tehtiin jo 40-luvun loppupuolella. 1954–1955 Suomessa tehtiin matalaperustamiseen liittyvää selvitystyötä, jonka pohjana toimi ruotsalaisten, amerikkalaisten ja tanskalaisten tekemät havainnot. (Tulla 2020, s.1)

Vuonna 1956 julkaistun selvityksen perusteella julkaistiin vuonna 1957 RT-korttien sarja maanvaraisalapohjista ja matalaperustuksista. Samaisissa korteissa esiteltiin ensi kertaa myös valesokkelirakenne (kuva 1).



KUVA 1. Leikkauspiirustus valesokkelista (RT 820.1 Ulkoseinän alaosa maanvaraisalapohjaisissa rakennuksissa 1957)

Ruotsissa oli jo tuolloin huomattu, että betonilaatan nostaminen liian ylös maanpinnasta aiheuttaa routavaaran, mutta alaohjauspuun asentaminen liian lähelle maata saattoi aiheuttaa lahovaurioita alaohjauspuuhun. Ruotsissa ongelmaa ehkäistiin sokkelin ulkopuolelle asennettavalla asbestilevyllä, mutta Suomessa ratkaisuksi ongelmaan kehitettiin valesokkelirakenne, jossa sokkelin ulkoreuna nostettiin ylemmäs kuin kantava seinä. Tavoitteena oli, että sokkelin ulkoreuna suojaisi kantavan seinän alaosaa ulkopuolisilta kosteusrasitteilta. Tuohon aikaan oli käsitys, että betoni olisi huomattavasti kosteutta hylkivämpää kuin se todellisuudessa on. Tosin valesokkelin kosteusteknisistä ongelmista tiedettiin jo tuolloin, sillä RT 820.1-korttiin oli kirjattu seuraavalla tavalla: ”Purutäytteen tai muun lahoavan täytteen käyttöä alaosassa on vältettävä, koska seinän betonipinnassa ajoittain saattaa esiintyä vesihöyryn tiivistymisestä kondenssimuodostunutta vettä, joka lahottaisi sen” (RT 820.1. 1957). Varoituksen sanoista huolimatta myös valesokkelin osuus eristettiin yleensä sahanpurulla tai muulla lahoavalla ja homehtuvalla eristeellä. Syynä tähän oli tuohon aikaan yleinen materiaalipula. RT-korttiin kirjatusta kosteuden tiivistymisestä olisi voitu päätellä rakenteen kosteustekninen toimimattomuus, mutta sen sijaan valesokkelista tuli yleisesti käytetty rakennustapa. (Tulla 2020, 4–8)

Kosteusteknisiä ongelmia edisti myös RT 817.11 korttiin kirjattu ohjeistus maanpinnan korkeudesta. Kortissa ohjeistettiin, että lattialämmittämättömissä maanvaraisissa alapohjissa betonilaatta tulee asentaa korkeintaan 0.3 m korkeudelle mitattuna ulkopuolisesta maanpinnasta. Ruotsissa käytetty ohjeistus oli täysin päinvastainen. Ruotsalaisen ohjeistuksen mukaan valmiin lattiapinnan tuli olla vähintään 0.3 m korkeammalla kuin ulkopuolinen maanpinta. Ruotsissa siis käytettiin jo tuolloin samaa ohjeistusta, joka tuli Suomessa käyttöön vasta vuonna 1998 Ympäristöministeriön Rakentamismääräyksissä. (Tulla 2020, 5–16)

3 MIKROBIVAURIOT RAKENTEISSA

3.1 Kosteus rakenteissa voi johtaa mikrobivaurioihin

Mikrobit kuten homeet, hiivat ja bakteerit vaativat kasvaakseen sopivat olosuhteet. Mikrobit tarvitsevat kasvaakseen sopivan lämpötilan, riittävän kosteuden ja eloperäistä materiaalia energianlähteeksi. Hetkellinen mikrobien elinehtojen täyttyminen ei heti tarkoita kasvun alkua vaan kasvaakseen mikrobit tarvitsevat riittävän pitkään jatkuvat suotuisat olosuhteet. Ravinteiden suhteen mikrobit ovat vaatimattomia, koska lähes kaikki eloperäinen materiaali kelpaa energialähteeksi. ”Puu, kipsilevyn pahvi, tapetti ja muut selluloosapitoiset materiaalit sopivat monille mikrobeille, mutta useille riittää jopa tavallinen huonepöly” (Mikrobikasvun edellytykset 2008).

Rakennusten mikrobivaurioitumisen ehkäisemisessä tärkeintä on oikeiden rakennusmateriaalien käyttö kosteudelle alttiissa ympäristössä ja oikeanlainen kosteudenhallinta, jolla ehkäistään kosteuden pääsy mahdollisesti vaurioituvien materiaalien läheisyyteen. Koska mikrobien kasvualustaksi kelpaa myös rakentamisesta syntyvä pöly, on kosteudenhallinta erityisen tärkeää. Kosteudenhallintaan on panostettava jo suunnittelussa, mutta myös rakentamisvaiheessa. Rakennusaikainen sääsuojaus ja rakennusmateriaalien oikeaoppinen säilytys on erityisen tärkeää.

Jos riskinä on kosteuden pääseminen eloperäisten rakennusmateriaalien läheisyyteen, tulee huomioida, että materiaalit pääsevät myös kuivumaan. Tästä hyvänä esimerkkinä voidaan pitää puisissa julkisivuissa puupaneelin ja tuulensuojalevyn väliin jätettävää tuuletusväliä. Riittävällä tuuletuksella varmistetaan, ettei rakenteisiin pääse tiivistymään kosteutta. Ilman tuuletusväliä paneelin ja tuulensuojalevyn väliin voi kertyä kosteutta, jonka seurauksena rakenneosiin voi syntyä mikrobikasvustoa.

3.2 Terveysvaikutukset

Haitallisten mikrobien pääsy sisäilmaan on todettu aiheuttavan monia terveysongelmia. Usein oireet voivat vähentyä tai kadota kokonaan, kun henkilö ei enää altistu oireita aiheuttaville mikrobeille. Joissain tapauksissa mikrobivauriot havaitaan vasta kun rakennuksessa pitkään oleskellut henkilö ei vieraile asunnossa hetkeen ja huomaa olonsa kohentuneen. Mikrobeista aiheutuneita terveyshaittoja kärsineet voivat tulla myös muita ihmisiä herkemmiksi ja alkavat huonon sisäilman takia oireilla muita helpoimmin. ”Terveyshaittojen syntyyn vaikuttavat altistuksen laatu ja pitoisuus, altistumisajan pituus sekä yksilölliset tekijät, mm. perintötekijät, ikä, hengitystiesairaudet ja muut sairaudet” (Mikrobien terveyshaitat 2008).

Haitalliset mikrobit sisäilmassa voivat aiheuttaa mm. seuraavia terveyshaittoja:

- erilaisia hengitystieoireita (mm. nuhaa, yskää ja hengenahdistusta)
- yleisoireita (mm. päänsärkyä ja kuumeilua)
- allergioita (mm. astmaa ja atooppisen ihottuman pahentumista)
- hengitystiesairauksia
- silmä- ja iho-oireita.

Terveysturvallisuuslain 7 luvun 26§:n mukaan:

Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa (Terveysturvallisuuslaki luku 7 §26)

Terveysturvallisuuslain 7 luvun 27 §:n nojalla terveydelle haitallisten sisäilmaongelmien korjaustöihin on ryhdyttävä viipymättä.

3.3 Kosteusvaurioituneen rakenteen kuntotutkimus

Rakenneosaan kohdistuneen kosteusvaurion voi tunnistaa rakennusosien värjäytymisestä, halkeilusta tai turpoamisesta (kuva 2. Kertaluontoinen vesivahinko voi jättää rakenteisiin kostumisesta johtuvia jälkiä, mutta aina ei ole kuitenkaan kyse mikrobivauriosta. Jos kosteus on päässyt poistumaan rakenteista riittävän nopeasti ei mikrobivauriota välttämättä ehdi syntyä. Vesivahingon jälkeen tulee varmistaa rakenteiden kuivuminen ja suorittaa kuntotutkimus, jossa selvitetään mahdolliset vauriot ja niiden laajuus. Rakenteissa olevat mikrobivauriot eivät aina ole silmällä havaittavissa. Yleensä ensimmäinen merkki mikrobivauriosta on pistävä haju, jonka aiheuttaa mikrobikasvustojen aineenvaihduntatuotteet.

Kosteusvaurio ja homevaurio esiintyvät yleensä kellarimaista tai pistävää hajua tuottavina haittoina. Tunnusmerkillisen kellarimaisen tai pistävän hajun aiheuttavat mikrobikasvustojen aineenvaihduntatuotteet. Haju vaihtelee sen mukaan, mistä mikrobilajista on kyse ja missä materiaalissa home kasvaa. (Mikrobien ja homeiden aiheuttamat terveyshaitat 2021.)

Sisäilman mikrobitutkimuksella saadaan selville sisäilman mikrobilajit ja -määrät, joista voidaan arvioida, onko sisäilman mikrobiologia tavanomainen vai ei. Jos halutaan selvittää mahdollisen vaurion sijainti ja laajuus, tulee rakenteita avata ja ottaa rakenteista materiaalinäytteitä eli tehdä kuntotutkimus. (Home- ja mikrobitutkimukset n.d.)

Kuntotutkimuksen osana selvitetään myös vaurioiden aiheuttaja ja annetaan tarvittavat toimenpide-ehdotukset. (Raportointi n.d.) Kuntotutkimuksen perusteella arvioidaan, onko vauriot vähäisiä vai onko vauriot levinneet jo niin laajalle alalle, ettei rakennuksen korjaaminen ole enää kustannustehokasta. Joissain tapauksissa rakennus voi olla niin pahasti vaurioitunut, että ainoa järkevä ratkaisu on rakennuksen purkaminen.



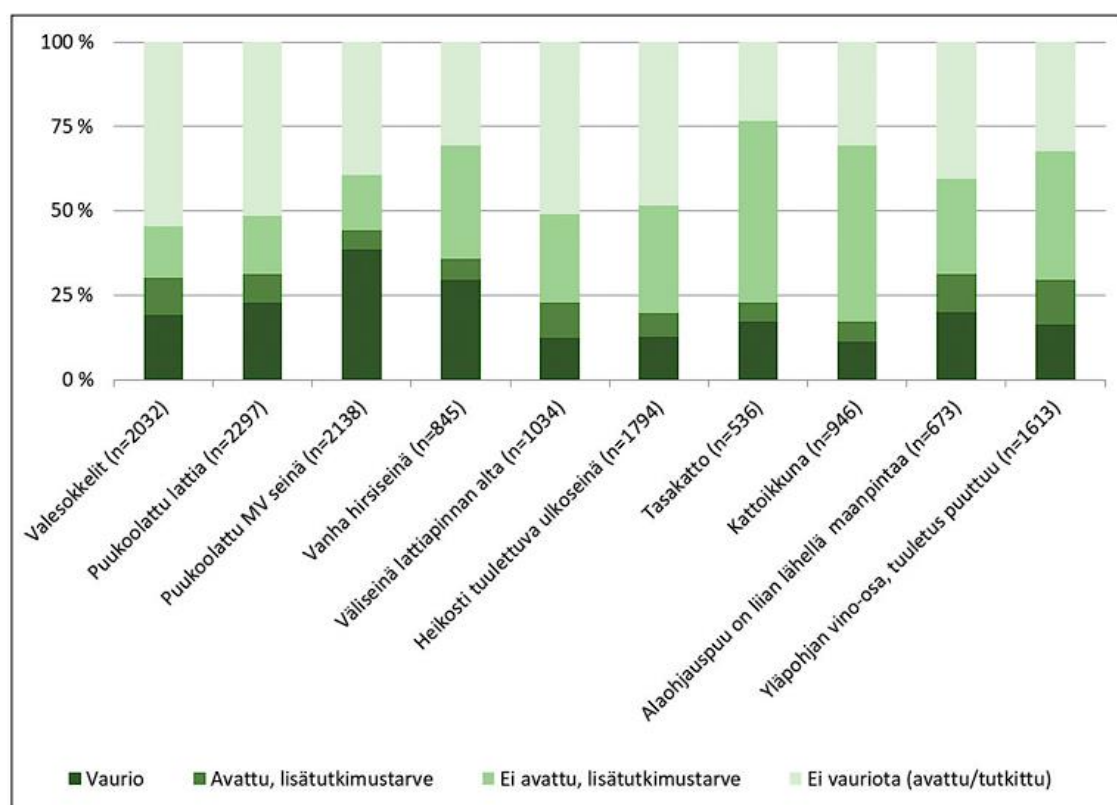
KUVA 2. Kosteusvaurion aiheuttama maalin halkeilu (Kiinteistö asiantuntijat 2020)

3.4 Kosteusvauriot valesokkelirakenteissa

Valesokkelirakenteen kosteusvaurioituminen on yleistä, mutta ei varmaa. Jos rakennuspaikka yleisesti pysyy hyvin kuivana ja rakenteet pääsevät tuulettumaan on mahdollista, ettei kosteusvaurioita ole päässyt syntymään. Valesokkelissa alaohjauspuun sijainnin takia kosteusvauriot ovat silti yleisiä. Tämän takia kuntotutkimuksen teettäminen olisi kannattavaa, vaikka mikrobivaurioita ei olisi vielä aistinvaraisesti havaittu. Kuntotutkimuksen avulla mahdollisiin kosteusongelmiin voidaan puuttua jo ennen kuin suurempia vaurioita ehtii syntymään.

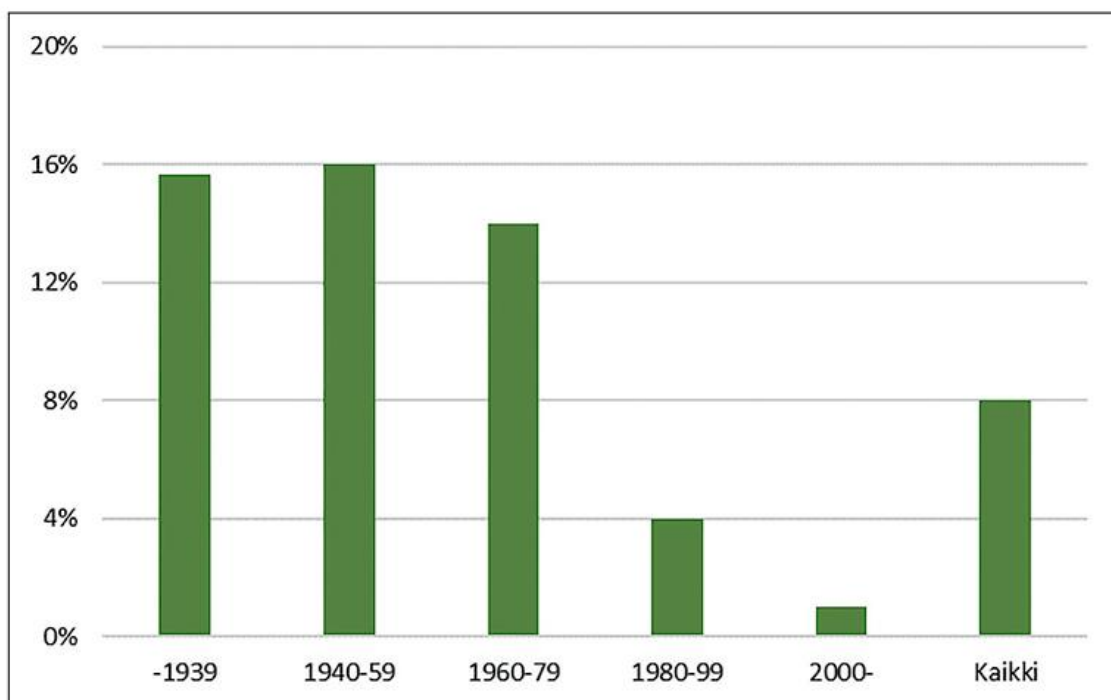
Vanhoissa rakennuksissa todetuista riskirakenteista on tehty ajan saatossa useita selvityksiä ja tutkimuksia. Riskirakenteista puhuttaessa valesokkeli mainitaankin poikkeuksetta. Terveiden ja hyvinvoinninlaitoksen julkaisemassa artikkelissa (Salmela, Kosteusvaurioiden yleisyys pientalojen riskirakenteissa, 2022) on arvioitu Suomen rakennuskannan kosteusvaurioiden yleisyyttä.

Artikkelin lähteenä on käytetty rakennus- ja kiinteistöalan asiantuntijayritys Raksystems Insinööritoimisto Oy:n kuntotarkastusaineistoa, jota on kerätty yhteensä 14 996 pientalon asuntokaupan yhteydessä tehdyistä kuntotarkastuksista. Kuntotarkastukset on tehty vuonna 2016-2020. Artikkelin mukaan n. 20% valesokkelirakenteista on kosteusvaurioituneita (kuva 3). Alaohjauspuun ollessa liian lähellä maanpintaa vaurioita löytyi suunnilleen saman verran tutkituista kohteista. Myös mahdollisia vaurioita on huomattava määrä, sillä lisätutkimustarve molemmissa tapauksissa on yleinen.



KUVA 3. Vaurioiden yleisyys riskirakenteissa (Salmela 2022, 4)

Normaalista poikkeavia hajuja havaittiin 8 %:ssa pientaloista (kuva 4). Hajuhaitat olivat kuitenkin huomattavasti yleisempiä ennen 80-lukua rakennetuissa taloissa. Tähän vaikuttaa luultavasti eniten ilmanvaihdolliset ja tiiveyteen liittyvät seikat, jotka 80-luvulla alettiin tarkemmin huomioida.



KUVA 4. Normaalista poikkeavat hajuhavainnot (Salmela 2022, 5)

3.5 Mikrobivaurioituneen rakenteen purkutyö

Korjaustöitä tehtäessä ja mikrobivaurioituneita materiaaleja purkaessa mikrobeja ja niiden itiöitä voi päätyä leijaillemaan ilmaan. Korjaustöiden aikana ilman mikrobipitoisuudet voivat nousta huomattavan korkeiksi. ”Keskimäärin mikrobipitoisuudet ovat nousseet purkutyötä ympäröivissä tiloissa 10-kertaisiksi ennen purkamista vallinneeseen tasoon verrattuna” (Homepurku. n.d.).

Mikrobivaurioituneita rakenteita purkaessa tulee varmistaa, ettei rakenteista irtaava pöly pääse leijaillemaan muihin tiloihin. Tämän varmistamiseksi on käytössä kaksi menetelmää. Osastointimenetelmä ja kohdepoistomenetelmä. (Ratu 82–0383, 2011).

Osastointimenetelmässä koko työn suorittamiseen tarvittava tila eristetään muista tiloista. Muihin tiloihin johtavat reitit sekä ilmastointiventtiilit peitetään muoveilla ja teipataan tiiviiksi. Tila alipaineistetaan kokonaisuudessaan niin että muut ympäröivät tilat ovat ylipaineisia osastoituun tilaan verrattuna. Työ suoritetaan kokonaisuudessaan niin ettei osastoidusta tilasta siirry pölyä muihin huoneisiin. Purkutyön jälkeen osastoitu tila siivotaan kaikesta purkujätteestä ja pölystä ennen osastoinnin purkua. (Ratu 82–0383, 2011).

Kohdepoistomenetelmä sopii ainoastaan pienempien vaurioiden purkumenetelmäksi. Kohdepoistomenetelmässä purkutilaa ei alipaineisteta kokonaisuudessaan, vaan purkutyöstä aiheutuva purkujäte ja pöly imuroidaan kohdeimurilla työn aikana. (Homepurku. n.d.).

Purkutyössä tulee aina huomioida mm. seuraavat asiat:

- Työskentelytilat tulee osastoida ja/tai suojata asianmukaisesti ennen purkutyön aloittamista.
- Purkutyöhön tulee käyttää työvälineitä, joilla purku voidaan suorittaa mahdollisimman pölyttömästi.
- Siivoukseen käytettävät imurit on varustettava asianmukaisilla hienosuodattimilla.
- Purkujätteiden pakkaamiseen tulee käyttää jätessäkkejä tai muita ilmatiiviitä pakkauksia, joilla purkujäte voidaan kuljettaa ulos ilman pölyn leviämistä.
- Purkujäte tulee kierrättää asianmukaisesti ja toimittaa jätteenkäsittelyasemalle.
- Purkutyötä suorittavien tulee käyttää työturvallisuuden kannalta tärkeitä henkilökohtaisia suojaimia. Hengityssuojaimien on oltava vähintään suojainluokkaa P2 tai hankalammissa kohteissa P3. Myös silmien ja ihon suojauksesta on huolehdittava.

4 RAKENNUSVIRHEET VOIVAT JOHTAA KOSTEUSVAURIOIHIN

4.1 Alaohjauspuun korkeusasema

Valesokkelirakenteessa ulkoseinän alaohjauspuu sijoittuu useimmiten hyvin lähelle ulkopuolista maanpintaa. Tämä johtuu vanhasta ohjeistuksesta, jonka mukaan valmiin lattian yläpinta tulee olla korkeintaan 0.3 m ulkopuolista maanpintaa ylempänä. Nykyisen voimassa olevan määräyksen mukaan lattian yläpinta tulee olla vähintään 0.3 m korkeammalla kuin ulkopuolinen maanpinta.

Maanvastaisen alapohjan lattian yläpinnan on oltava vähintään 0,3 metriä rakennuksen ulkopuolella olevan maanpinnan yläpuolella lukuun ottamatta osittain tai kokonaan maanpinnan alapuolella olevien tilojen lattioita. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta luku 5 §18)

Maanpinnan ollessa korkeusasemaltaan lähellä alaohjauspuuta pääsee rakennuksen ulkopuolelta valesokkelin lävitse siirtyvä kosteus helposti kosketuksiin alaohjauspuun ja seinärakenteiden kanssa. Valesokkelirakenteisessa perustuksessa alaohjauspuun alue on monesti huonosti tuulettuva, eikä kosteus pääse poistumaan luonnollisesti. Sopivien olosuhteiden vallitessa alaohjauspuuhun alkaa ajan myötä muodostua mikrobikasvustoa. Poikkeuksena voidaan pitää valesokkelirakenteita, joissa valesokkelin ja eristekerroksen väliin on jätetty riittävä tuuletusrako. Tällaisissa kohteissa mikrobivaurioiden on todettu olevan huomattavasti harvinaisempia.

4.2 Sokkelin ulkopuoliset rakenteet

Valesokkelirakennusten ulkopuoliset kosteudenhallintaratkaisut ovat yleensä todella puutteellisia. Esimerkiksi salaojien puuttuminen kokonaan on yleistä. Suunnitelmiin salaojat on yleensä piirretty, mutta rakennusvaiheessa ne on jätetty asentamatta. Asennetuissa salaojissa on monesti ollut niin paljon rakennusteknisesti huonoja ratkaisuja, että salaojat itsessään ovat aiheuttaneet kosteusvaurioita.

Rakennusten salaojat tehtiin tiilisalaojaputkina tai peltosalaojaputkista, jotka ovat tässä vaiheessa tulleet jo elinkaarensa päähän. Salaojat peitettiin yleensä rakennusvaiheessa ylijääneellä maa-aineksella tai hiekalla, eikä salaojasepellillä. Tarkastuskaivoja ei yleensä asennettu ollenkaan. Salaojavedet juoksutettiin kivipesiin tai avo-ojiin, joissa sateisena aikana vedenpinta saattoi nousta niin ylös, että salaojajärjestelmä täyttyi kokonaan vedellä ja kasteli koko talon sokkelit. (Moilanen 2011, 17–18)

Erillisiä sadevesiputkia ei yleensä asennettu vaan sadevedet juoksutettiin rännäjä ja syöksytorvia pitkin rakennuksen nurkalle. Ulkopuolinen maanpinta oli usein kaadolla rakennusta kohti, joten sadevedet keräytyivät sokkelin reunoille. Joissain tapauksissa sadevedet ohjattiin samaan kivipesään tai kaivoon kuin salaojavedet. Kivipesästä ja kaivosta sadevedet päätyivät salaojaputkiin ja jälleen kastelivat talon sokkelit. (Moilanen 2011, 18)

4.3 Kapillaarinen veden nousu

Kapillaarisuudella tarkoitetaan veden kykyä nousta huokoista rakennetta pitkin samalla kastellen rakennetta. Valesokkeliaikakauden rakennukset perustettiin usein häiriintymättömän perusmaan varaan tai hiekkakerroksen päälle. Molemmissa tapauksissa perustusten alla oleva maa-aines oli hyvin hienojakoista eikä kyennyt estämään kapillaarista veden nousua maaperästä. Maaperästä kosteus pääsi helposti sokkeleita pitkin seinärakenteisiin. Samainen ongelma toistui myös alapohjissa. Rakennusten sisätäyttöinä käytettiin usein hiekkaa tai muuta rakennuksen pohjien kaivuusta ylijäänyttä maa-ainesta.

Kapillaarinen veden nousu voidaan ehkäistä käyttämällä perustusten ja alapohjan alla riittävän paksua kapillaarikerrosta. Kapillaarikatkona tulisi käyttää 300 mm paksua kerrosta 6–16 raekokoista sepeliä. Sepelistä on poistettu hienojakoinen halkaisijaltaan alle 6 mm suuruinen kiviaines. Raekooltaan riittävän suuressa maa-aineksessa ei ole kapillaariefektin vaatimia huokosia, joten kapillaarinen veden nousu päättyy kapillaarikerrokseen. Kapillaarikerros tulee erottaa perusmaasta suodatinkankaalla, jolla ehkäistään perusmaan ja sepelin sekoittuminen.

Alapohjaan tehtävä 200 mm paksu kapillaarikatko on tullut vaatimukseksi vuonna 1998 julkaistussa ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelmassa, mutta perustusten alle tehtävästä kapillaarikatkosta ei vielä tähän päivään mennessä ole määräyksiä. Perustusten alle on kuitenkin suositeltavaa tehdä kapillaarikatko, sillä pelkkä murskepeti ei yksinään riitä katkaisemaan kapillaarista veden nousua maaperästä perustusrakenteisiin.

4.4 Rappaamaton kevytsoraharkko perustuksissa

”Kevytsora on yli 1100-asteisessa pyörivässä uunissa polttamalla paisutettua savea. Pyörivällä liikkeellä savesta saadaan pyöreitä ja pinnaltaan sileitä rakeita. Rae on pinnaltaan tiivistä, mutta sisältä huokoista materiaalia” (Harkkokäsikirja 2016, 13). Huokoisuutensa takia kevytsorasta, sementistä ja vedestä valmistetut kevytsoraharkot eivät ole yhtä kapillaarisia kuin täysin betonista valmistetut harkot, mutta läpäisee ilmaa ja vettä hyvin tehokkaasti.

Kevytsoraharkoista muuraamalla saadaan lämpötekniisesti parempi ratkaisu kuin betonista valettu eristämätön sokkeli, mutta huokoisuutensa takia hyvin vettä ja ilmaa läpäisevä kevytsoraharkko tulisi aina rapata, slammata tai tasoittaa molemmin puolin koko ulkoilmaa ja maata vastaan olevalta pinnalta. Useasti valesokkeliaikakauden aikana tehdyissä sokkeleissa rappausta ei ole tehty koko sokkelin pinnalle vaan ainoastaan näkyvälle osalle. Pinnoitteen puuttuessa maasta siirtyy kosteutta sokkeliin ja siitä edelleen seinä- ja lattiarakenteisiin.

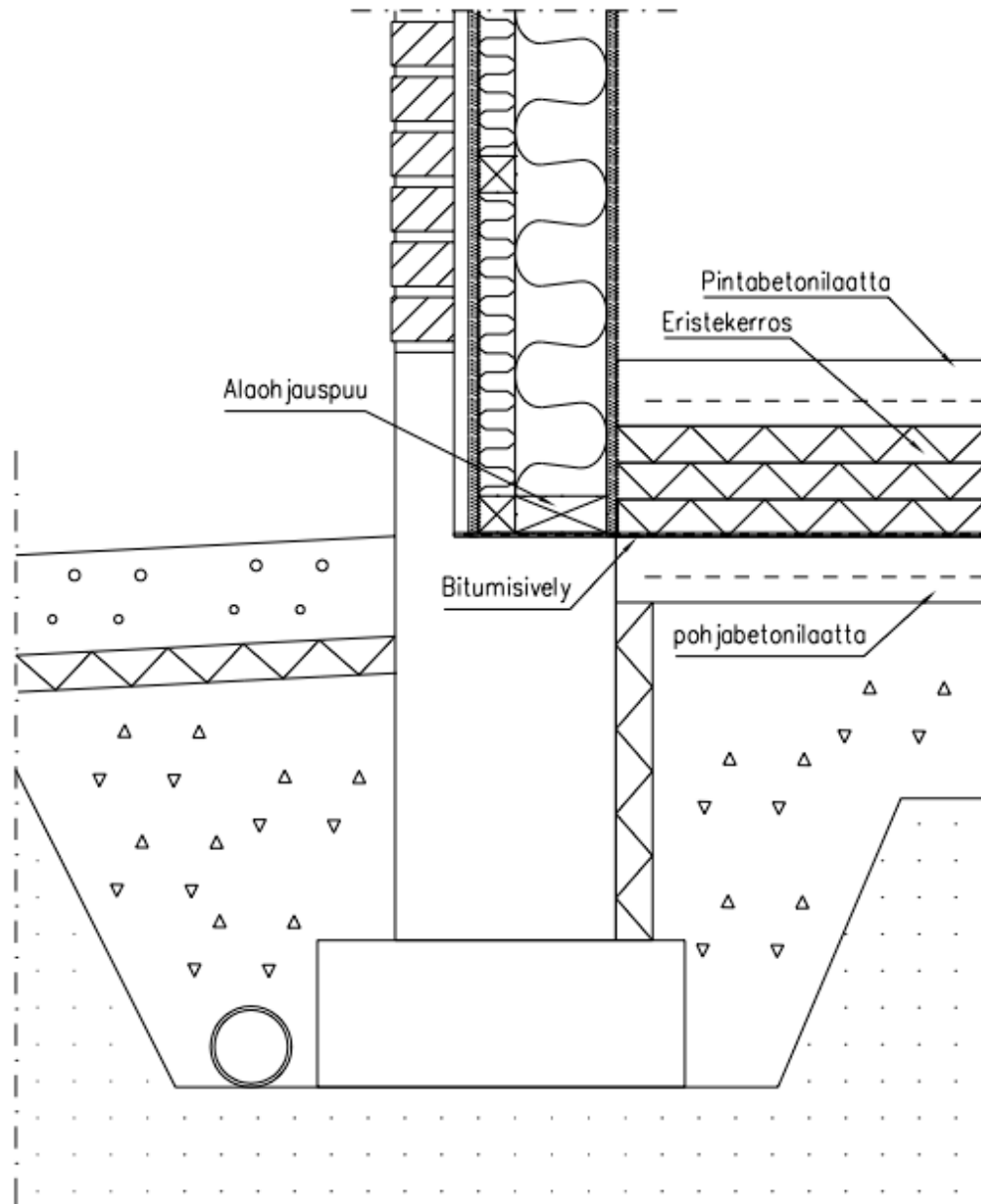
4.5 Lämmitysputket alapohjarakenteissa

Erityisesti 70-luvun rakennuksissa oli yleistä asentaa vesikiertoiset lämmitysputket alapohjan lämmöneristekerrokseen. Putket kiersivät yleensä rakennuksen ulkoseinien vierellä ja lämmittivät rakennuksen perustuksia. Kyseisellä asennustavalla pyrittiin tehostamaan routasuojauksia. Putkien säteilemällä lämmöllä on jälkikäteen todettu olevan myös muita etuja. Lämmityskauden aikana lämmitysputkien säteilemä lämpö on pitänyt alaohjauspuun alueen lämpimämpänä ja näin ollen laskenut suhteellista kosteutta. Rakennuksissa, joissa lämmitysputket ovat olleet lähellä sokkeliä on seinärakenteissa havaitut ulkopuolisista kosteuslähteistä johtuneet mikrobivauriot olleet harvinaisempia.

Alapohjan heikon kosteudenhallinnan takia alapohjan rakenteisiin siirtyy usein kosteutta, jonka on todettu muiden kosteusvahinkojen lisäksi ruostuttavan alapohjaan asennettuja viemäri-, käyttövesi- ja lämmitysputkia. Vesivahinkojen ehkäisemiseksi lämmitysputket on ollut tavanomaista siirtää pois alapohjasta, jonka seurauksena lämmityskauden aikana aikaisemmin saatu hyöty sokkelin ja seinärakenteiden lämmityksestä on poistunut. Lämmitysputkien siirtäminen pois alapohjarakenteista on perusteltua mahdollisten vesivahinkojen takia, mutta tässä tapauksessa on remontin yhteydessä huomioitava sokkelin oikeaoppisesta lisäälämmöneristämisestä.

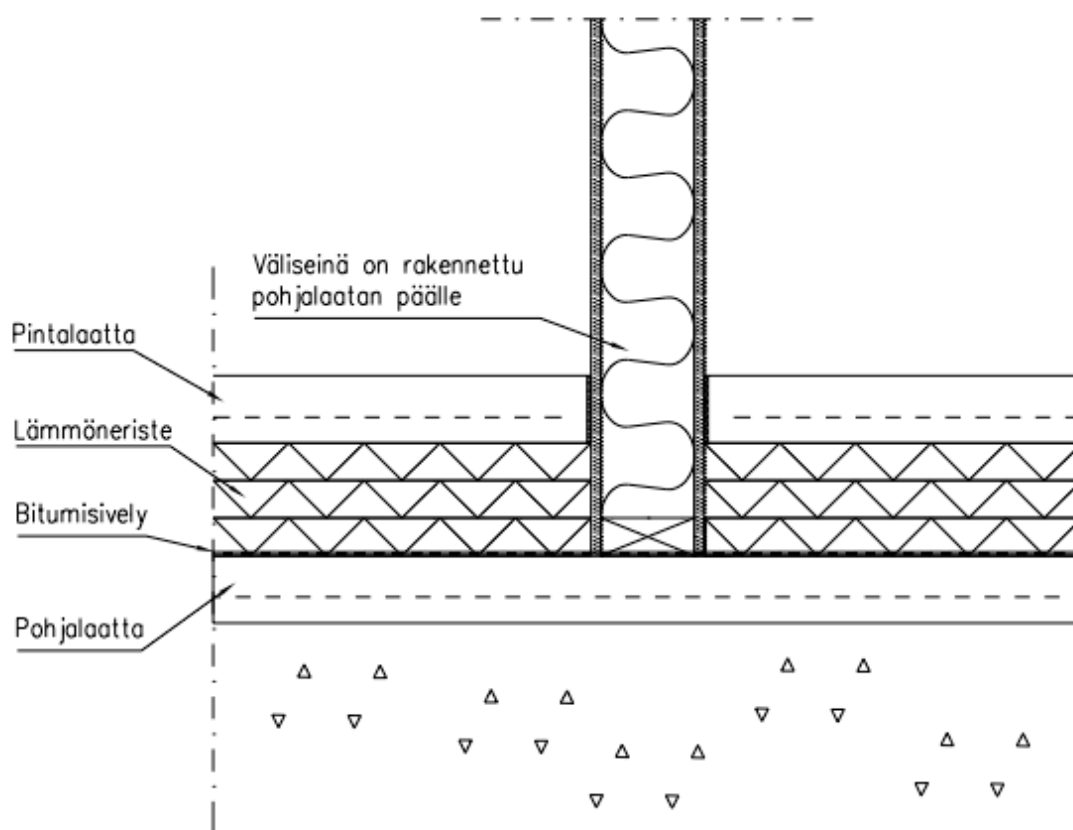
4.6 Alapohjan kaksoislaattarakenne

Kaksoislaattarakenteella tarkoitetaan alapohjarakennetta, jossa lattian lämmöneristeet on sijoitettu kahden betonilaatan väliin (kuva 5). Erityisen riskialttiin rakenteesta tekee sen käyttäytyminen vesivahingon yhteydessä. Eristekerroksessa on usein tapana kuljettaa vesiputkia, joiden vuotaessa vesi pääsee leviämään pintalaatan alla todella laajalle alueelle, eikä vesivahinkoa välttämättä huomata kovin äkkiä. Kaksoislaattarakennetta käytetään vielä nykyisinkin, mutta vaatimuksena on alapohjan eristeiden kosteudenkestävyys ja kapillaarikerros pohjalaatan alla. Kaksoislaattarakenteessa on edelleen riski kosteuden tiivistymisestä eristekerrokseen, joten rakenteen käyttäytymistä tulee seurata tarkasti.



KUVA 5. Leikkauspiirustus valesokkelista ja kaksoislaattarakenteesta.

Kaksoislaattarakenne on yleisesti käytetty alapohjarakenne valesokkelin yhteydessä. Vesivahinkoriskin lisäksi suurin ongelma on ollut väliseinien rakentaminen nousemaan pohjalaatan päältä (kuva 6). Pohjalaatan päällä on usein kosteutta, joka aiheuttaa mikrobivaurioita ja lahoamista puurunkoisten väliseinien alapäähän. Kosteusongelmat huomataan monesti vasta pitkän ajan kuluttua, kun rakennuksen sisällä väliseinien alareunoissa näkyy kosteudesta johtuvia värimuutoksia, tai mikrobivauriosta johtuvat hajuhaitat esiintyvät. Muuratuissa väliseinissä ongelma esiintyy yleensä seinän alareunan ja seinää ympäröivien lattiapäällysteiden kosteusvaurioitumisena.



KUVA 6. Leikkauspiirustus kaksoislaattarakenteen pohjalaatan päälle rakennetusta väliseinästä.

4.7 Kapillaarikatkon elinikä

1960–1970-luvun aikana rakennetuissa maanvastaisissa alapohjissa betonilaatan alle ei asennettu minkäänlaista eristyskerrosta. Eristyskerroksen puuttumisen takia maanvarainen betonilaatta pääsee kastumaan maasta kapillaarisesti nousevan kosteuden ja vesihöyryn diffuusion vaikutuksesta. Betonilaatan päälle oli usein tapana tehdä bitumisively, jolla pyrittiin ehkäisemään kosteuden nousua betonilaatan läpi. 1970-luvun lopulta eteenpäin bitumisivelyn sijaan betonilaatan päälle asennettiin muovikalvo. Usein bitumisively tai muovikalvo on kuitenkin jätetty asentamatta, jolloin kosteus pääsee siirtymään betonilaatan läpi. 1970-luvulla asennettu bitumisively on muutenkin tullut jo elinikänsä päätökseen, sillä bitumisivelyn tavoitteellisena elinkaarena pidetään noin 30 vuotta. (Sivén 2021)

Ennen 80-lukua rakennetuissa alapohjissa ainoa lämmöneristys asennettiin betonilaatan päälle. Rikkoutuneen taikka puuttuvan bitumisivelyn takia maasta siirtyvä kosteus päätyy lämmöneristyskerrokseen. Alapuolisen lämmöneristyksen puutteen takia betonilaatta pysyy myös sisäilmaa kylmempänä. Näin ollen lämpimästä sisäilmasta siirtyvä kosteus tiivistyy kylmän betonilaatan tai bitumisivelyn yläpintaan.

Alapuolelta lämmöneristämättömän betonilaatan päällä olevat lattiarakenteet ja eristeet ovat usein pitkiä aikoja kosteuden vaikutuksen alaisina. Lattiarakenteiden puuosissa ja lämmöneristeissä on usein havaittu mikrobikasvustoa. Kyseisen rakenteen korjaaminen on kuitenkin hyvin vaikeaa ja kallista, varsinkin jos betonilaatta on kantava.

Pahimmassa tapauksessa korjausvaihtoehtoina esitetään koko alapohjarakenteen purkamista ja uuden betonilaatan valua kosteutta kestävän eristyskerroksen päälle. Eristyskerroksen alle tulee tehdä myös kapillaarista kosteudennousua ehkäisevä 300 mm paksu sepelikerros. Jos vanha betonilaatta todetaan kantavaksi rakenteeksi tämän korjaustavan toteutus voi olla lähes mahdotonta. Toinen korjaustapa on asentaa vanhan betonilaatan päälle uusi vesieristekerros bitumikermistä. Kermin päälle asennetaan lämmöneristeet, jonka päälle valetaan uusi betonilaatta. Tämä korjaustapa ei kuitenkaan poista kaikkia ongelmia, sillä alemman betonilaatan pysyessä kylmänä vesieristeen yläpintaan pääsee edelleen tiivistymään sisäilman kosteutta. Kosteuden tiivistymistä voidaan vähentää nostamalla pohjalaatan lämpötilaa esimerkiksi vähentämällä pohjalaatan päällistä eristemäärää. (Sivén 2021).

5 VALESOKKELIKORJAUKSESSA HUOMIOITAVIA ASIOITA

5.1 Kosteudenhallinta

Kosteusvauriokorjauksissa on yleensä lähtökohtana selvittää ja poistaa kosteusvaurioiden aiheuttajat eli kosteuslähteet. Rakenteiden kostumiseen voi olla monia syitä. Kosteus voi siirtyä seinärakenteisiin diffuusiolla sekä kapillaarisesti. Joissain tapauksissa syynä voi olla rakenteiden tai vesiputkien hajoamisesta johtuva vesivahinko. Ennen korjaustöihin ryhtymistä tärkeintä on selvittää vaurioiden laajuus ja kosteuslähde. Jos vauriot ovat levinneet liian laajalle alueelle, ei korjaus välttämättä ole kustannustehokasta. Jos taas kosteuslähde ei poisteta tai kukaan hillitä, on kosteusvaurion uusiutuminen mahdollista tai jopa todennäköistä. Valesokkelikorjauksissa kosteuslähde ei yleensä poisteta vaan kosteudesta vaurioituvat rakenneosat pyritään siirtämään pois kosteudelle alttiilta alueelta.

Kosteusvaurioiden syntymistä voidaan ehkäistä poistamalla kosteuslähteet. Valesokkeliaikakaudella rakennetuissa taloissa kaikkien kosteuslähteiden poistaminen voi olla haastavaa, johtuen useista kosteusteknisistä ongelmakohdista, joita tuohon aikaan rakennettujen talojen alapohja- ja perustusrakenteista löytyy. Yksi kustannustehokkaimmista korjauksista kosteuslähteiden poistamiseksi on salaojien uusiminen. Uudet oikeaoppisesti toteutetut salaojat voivat jo yksinään vähentää kosteusvaurioriskiä huomattavasti. Salaojaremontin yhteydessä ulkopuolisen maan kallistukset tulisi myös toteuttaa niin, ettei sadevedet keräänny rakennuksen seinustoille.

Erityisesti kallion päälle rakennetuissa rakennuksissa kosteudenhallinta voi olla haastavaa. Salaojien rakentaminen kalliotontille voi vaatia paljon louhintatöitä, eikä salaojat yksinään ehkäise veden päätymistä rakennuksen alle. Kallion halkeamissa kulkeutuvaa vettä voi olla lähes mahdotonta johtaa kokonaan pois rakennuksen alta, erityisesti jos asiaa ei olla rakennusvaiheessa huomioitu riittävästi ja veden kerääntyminen alapohjaan huomataan vasta jälkikäteen.

Valesokkelikorjauksissa kosteuslähdettä ei yleensä poisteta, vaan alaohjauspuu siirretään ylemmäs pois kostuvalta alueelta. Tästä syystä valesokkelikorjauksen yhteydessä joudutaan usein tekemään muita kalliita korjauksia, joilla kosteuslähteitä saadaan vähennettyä. Ilman kosteuslähteiden poistamista on mahdollista, että sokkelin kautta siirtyy edelleen kosteutta myös uuteen jo korjattuun rakenteeseen.

5.2 Lämmöneristys

Oikeaoppisella lämmöneristyksellä varmistetaan rakennuksen energiatehokkuus sekä asunnossa oleskelevien asumismukavuus. Tehokkaalla lämmöneristyksellä rakennuksen lämpöhäviöt ja lämmityskulut pysyvät kohtuullisina. Asumismukavuuteen vaikuttaa asunnon yleinen lämpötila, mutta myös paikalliset lämpövuotokohtat. Korjaustyöt tulisi aina toteuttaa siten, ettei korjauksella aiheutettaisi rakenteisiin ylimääräisiä kylmäsiltoja.

Kylmäsilta on rakenteen osa, jossa eristys on muuta rakennetta heikompi tai rakenteen läpi on suora yhteys sellaista materiaalia pitkin, joka ei toimi lämmöneristeenä. Kylmäsilan kautta lämmin sisäilma siirtyy ulos ja tilalle jää paikallinen kylmä kohta. Kylmäsilat voivat aiheuttaa vedon tunnetta ja samalla heikentää asumismukavuutta.

Kylmäsilta voi aiheuttaa rakenteisiin myös kosteusongelmia. Kylmäsilan takia rakenteen paikallinen kastepiste voi siirtyä rakennuksen höyrynsulun pintaan, joka aiheuttaa sisäilman kosteuden tiivistymistä höyrynsulun sisäpuolisiin rakenteisiin ja pintoihin kylmäsilan läheisyydessä.

Valesokkelikorjauksissa käytetään usein teräksestä valmistettuja tassuja ja jalakoja, jotka voivat aiheuttaa kylmäsilan sokkelin ja lähellä betonilaattaa olevan alaohjauspuun välille. Korjaamaton valesokkeli itsessään on lämpötekniisesti hyvä ratkaisu, eikä monella korjaustavalla päästä lämmöneristyksessä samalle tasolle.

6 TIIVISTYS

Lämmöneristyksen lisäksi asunnon energiatehokkuuteen ja asumismukavuuteen vaikuttaa rakennuksen tiiveys. Tiiveyden kannalta tärkeimpiä huomioitavia kohtia on rakenteiden liitoskohdat ja läpiviennit, sekä ikkunoiden ja ovien reunat. Asunnon ollessa alipaineinen ilmavuotokohtien kautta rakenteissa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet siirtyvät sisäilmaan. Epätiiveyskohtien tiivistäminen onkin ensisijaisen tärkeää terveellisen sisäilman ylläpitämiseksi. Rakenteiden epätiiveyskohdat voivat aiheuttaa haittaa myös rakennukselle. Epätiiveyskohtien kautta siirtyvä kosteutta sisältävä ilmavirta voi kosteuden tiivistyessä aiheuttaa rakenteisiin paikallisia kosteusvaurioita.

Rakenteiden ilmatiiveyttä valesokkelikorjauksissa ei yleensä huomioida riittävästi. Vanhoissa rakennuksissa tiiveyteen ei juurikaan kiinnitetty huomioita, jonka seurauksena seinärakenteissa ja alapohjassa olevat ilman epäpuhtaudet pääsevät vapaasti siirtymään huoneilmaan. Valesokkelikorjauksen yhteydessä rakenteiden tiiveys tulisi nostaa aikaisempaa paremmalle tasolle. Tiiveyden parantamisella rakennuksen sisäilman taso voi nousta huomattavasti.

(Liite 1) on esitetty Kiilto Oy:n ohjeet valesokkelikorjauksen yhteydessä tehtävistä tiivistystöistä. Ohjeessa esitetyt hyväksi todetut tiivistystyöt ovat ohjeelliset ja sisältävät vaihtoehtoisia tiivistystapoja, jotka tulee suunnitella tapauskohtaisesti.

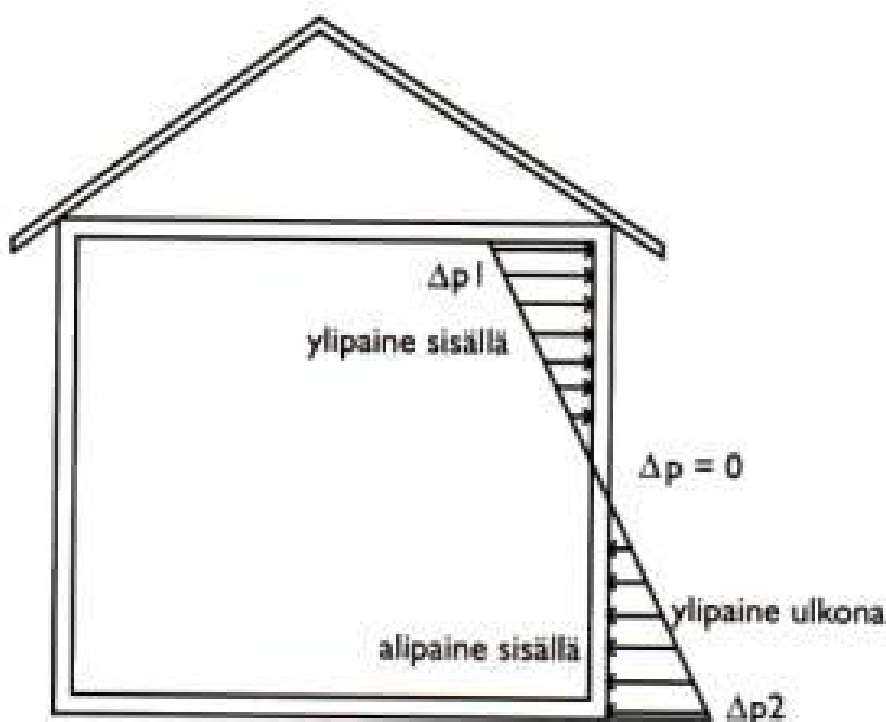
Opinnäytetyön (Liite 2) on esitetty TKR-Marketing Oy:n tiivistysohje, joka sisältää muiden hyödyllisten tiivistysohjeiden lisäksi valesokkelikorjauksen yhteydessä tehtävät tiivistystyöt.

Tiivistyksessä käytettävien materiaalien ja kemikaalien valinnassa tulee aina huomioida tiivistettävän kohteen rasitteet ja vaatimukset. Tiivistettävän kohteen materiaalit voivat vaikuttaa tiivistysaineiden tartuntaan, joka tulee huomioida tiivistystöitä tehdessä. Tiivistystyöt tulee suorittaa aina tiivistystuotevalmistajan ohjeiden mukaisesti.

6.1 Savupiippuvaikutus

Lämmin ilma on aina kylmää ilmaa kevyempää, jonka takia lämmin ilma pyrkii siirtymään ylöspäin. "Ulko- ja sisäilman lämpötilaeron aiheuttamaa paine-eroa kutsutaan savupiippuvaikutukseksi" (Ilmavirtaukset rakennuksessa 2008).

Savupiippuvaikutus aiheuttaa rakennuksen sisäilmaan paine eron, jonka vaikutuksesta ulkovaipan yläpäässä on ylipaine ja alapäässä alipaine (kuva 7).



KUVA 7. Lämpötilaeroista aiheutuva tasatiiviiseen rakennukseen kohdistuva painejakauma. (Ilmavirtaukset rakennuksessa 2008)

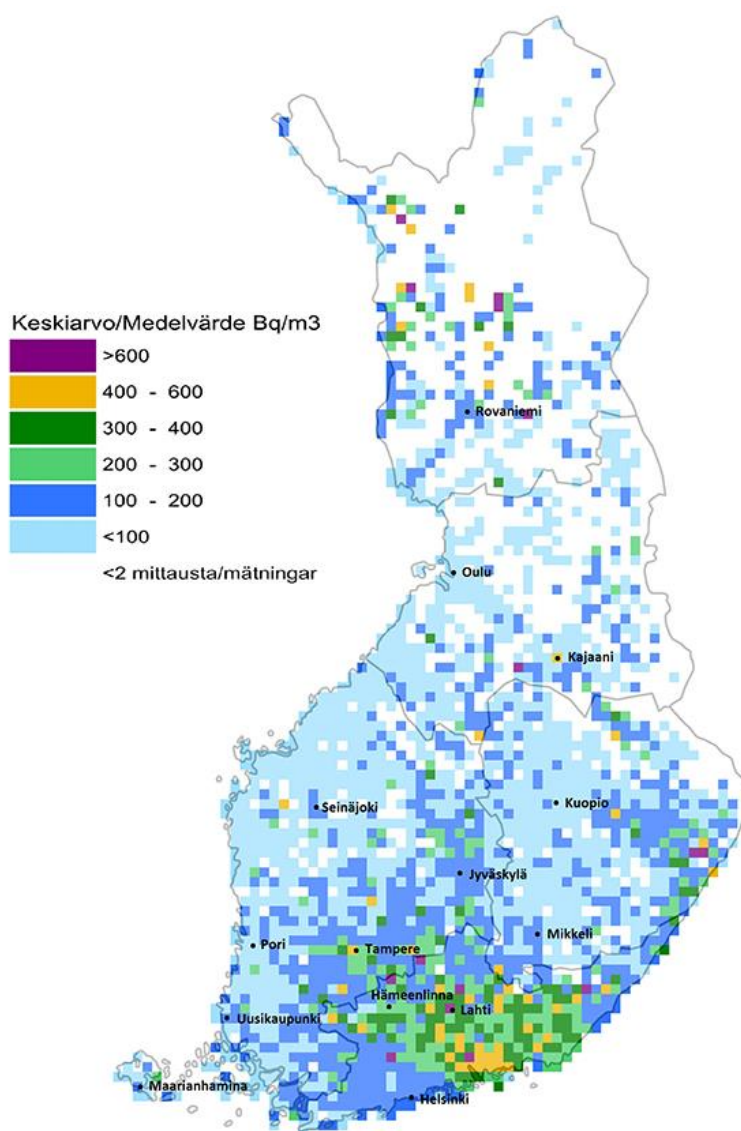
Lattian rajassa alipaineen ollessa suurimmillaan pyrkii paine-ero tasaantumaan rakenteissa sijaitsevien epätiiveyskohtien kautta. Näitä epätiiveyskohtia voivat olla esimerkiksi reiät höyrynsulussa, halkeamat alapohjalaatassa, sekä huonosti tiivistetty alapohjalaatan ja ulkoseinän liitos. Halkeamat alapohjalaatassa, sekä epätiivis alapohjalaatan liitos ulkoseinään voivat aiheuttaa perusmaassa sijaitsevien epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan.

6.2 Tiiveyden vaikutus rakennuksen kosteuskäyttäytymiseen

Rakennuksen sisäilma on yleensä aina kosteampaa kuin ulkoilma. Vesihöyryn diffuusiolla vesihöyrynpitoisuusero pyrkii tasaantumaan, eli kosteus siirtyy aina sinne missä on kuivempaa. ”Mitä suurempi vesihöyrynpitoisuusero rakenteen eri puolilla on, sitä voimakkaampi on diffuusiovirtaus” (Kosteuden siirtyminen 2008). Diffuusiovirtaus rakenteiden lävitse voidaan estää materiaaleilla, joiden vesihöyrynläpäisevyys on mahdollisimman pieni. Rakennuksen ulkoseiniin asennettavalla höyrynsulkumuovilla pyritään ehkäisemään kosteuden siirtymistä sisäilmasta ulkoseinän rakenteisiin. Höyrynsulussa sijaitsevien ilmavuotokohtien kautta vesihöyry voi silti vuotaa ulkoilmaan päin. Erityisesti Kylmänä vuoden aikana sisäilmasta diffuusiolla siirtyvä kosteus voi tiivistyä seinärakenteisiin ja aiheuttaa kosteusvaurioita. (Kosteuden siirtyminen 2008).

6.3 Radon

Radon on maaperästä nouseva radioaktiivinen kaasu, jota on mahdotonta havaita ilman radonmittausta. Radonin on todettu siirtyvän hengitysteitä pitkin keuhkoputkiin ja keuhkorakkuloihin ja näin lisäävän riskiä altistua keuhkosyövälle. Suomessa radonia on enemmän kuin missään muussa Euroopan maassa ja aiheuttaakin Suomessa vuoden aikana noin 300 keuhkosyöpää. Radon siirtyy huoneilmaan rakennusten alapohjan epätiiveyskohtien kautta. Talviaikaan huoneilman radonpitoisuudet voivat nousta erityisen korkealle, kun maa on muualta jäässä, mutta rakennusten alta sulana. Poikkeuksena voidaan pitää hiekka- ja soraharjuja, joissa radonpitoisuudet nousevat usein korkeimmilleen kesäaikaan. Suomessa suurimmat radonpitoisuudet on mitattu eteläsuomen alueella, mutta myös muualla pitoisuudet voivat nousta vaarallisen korkeiksi (kuva 8). (Radon Suomessa. n.d.).



KUVA 8. Asuntojen radonpitoisuuksien keskiarvot karttaruuduittain. (Säteilyturvakeskus 2017)

Uudisrakennuksissa radonia torjutaan alapohjaan asennettavilla radonkanavilla, jotka siirtävät kaasut alapohjasta ulos, ilman että kaasut pääsevät siirtymään huoneilmaan. Nykyään myös alapohjan tiiveyteen kiinnitetään enemmän huomiota. Vanhoissa rakennuksissa, joiden rakennusaikaan ei radonia ole huomioitu on mahdollista asentaa radonimuri, joka alipaineistaa alapohjan ja näin ehkäisee kaasujen siirtymistä huoneilmaan.

Rakennuksen ilmavuotokohtat toimivat reittinä ilman epäpuhtauksille ja terveydelle haitallisille kaasuille, kuten radonkaasulle. Ulkoseinän ja alapohjalaatan liitoskohdan asianmukainen tiivistys on erityisen tärkeää terveellisen sisäilman ylläpitämiseksi.

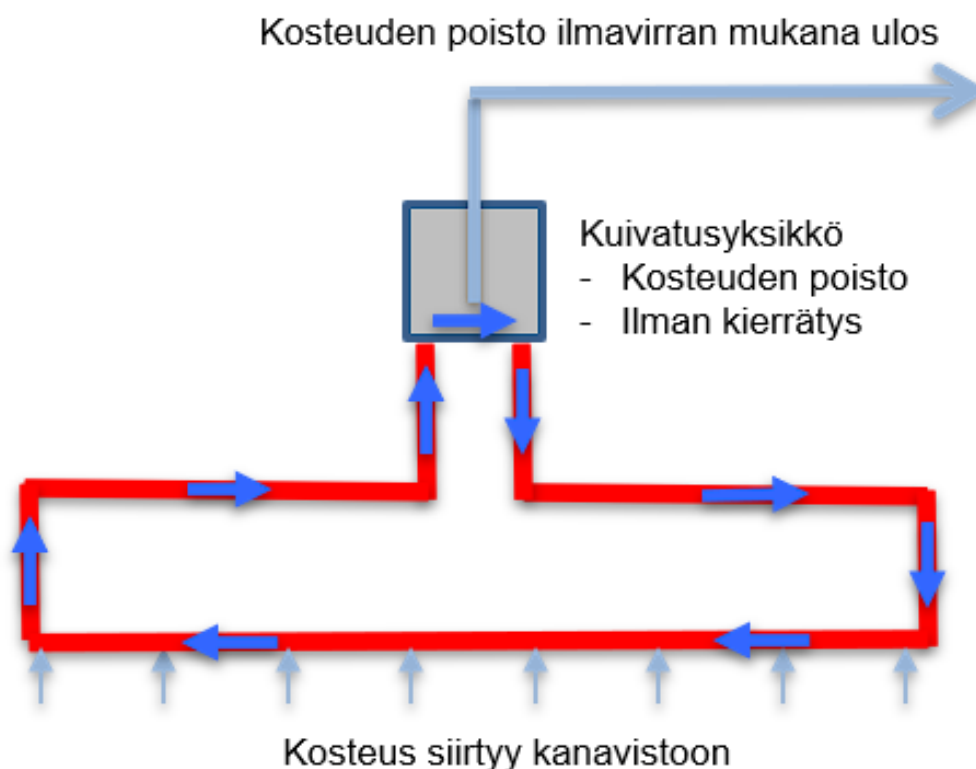
7 KUIVATUSJÄRJESTELMÄ VALESOKKELIKORJAUKSISSA

Opinnäytetyössä tutkitaan kahden erilaisen valesokkelikorjauksen yksilöllisiä etuja. Tutkinnan kohteena on rakenteiden lämpö- ja kosteustekninen toimivuus, vikasietoisuus, sekä toteutustapojen kyky parantaa sisäilman laatua. Molemmassa opinnäytetyössä tutkittavissa toteutustavoissa käytetään rakenteiden kuivatukseen ja alipaineistukseen SafeDrying-kuivatusjärjestelmää. Jotta kuivatusjärjestelmän alipaineistus toimii halutulla tavalla, myös rakenteiden tiivistys on tärkeää toteuttaa tarkkuudella.

Aikaisemmissa valesokkelikorjaustavoissa on ollut välttämätöntä avata seinärakenteita ja purkaa kantavia runkotolppia. Kantavan seinärakenteen purkaminen ja uusiminen on hyvin kallista ja hankalaa. Toinen tutkittavista toteutustavoista keskittyy ratkaisemaan valesokkelin ongelmat ilman rakenteiden purkamista ja uusimista. Toinen toteutustavoista käsittelee perinteisempää korotusvalutekniikkaa, jossa vaurioituneet rakenteet puretaan ja sokkeli korotetaan valamalla alapohjalaatan pintaan. Kyseinen korjaustapa yhdistettynä SafeDrying-kuivatusjärjestelmään luo varmuutta uuden rakenteen vikasietoisuuteen. Jos vanhoja mahdollisesti vaurioituneita rakenteita ei poisteta, on tärkeää huomioida rakenteissa piilevien mikrobien ja alapohjasta siirtyvien haitallisten kaasujen pääsy sisäilmaan. Opinnäytetyössä käsitellään rakenteiden alipaineistusta yhdistettynä asianmukaiseen tiivistykseen ja tutkitaan, voidaanko näillä keinoilla ehkäistä edellä mainittuja ongelmia. Uudet korjaustavat on esitelty tarkemmin kappaleissa 7.3 ja 7.4.

7.1 Kuivatusjärjestelmän toimintaperiaate

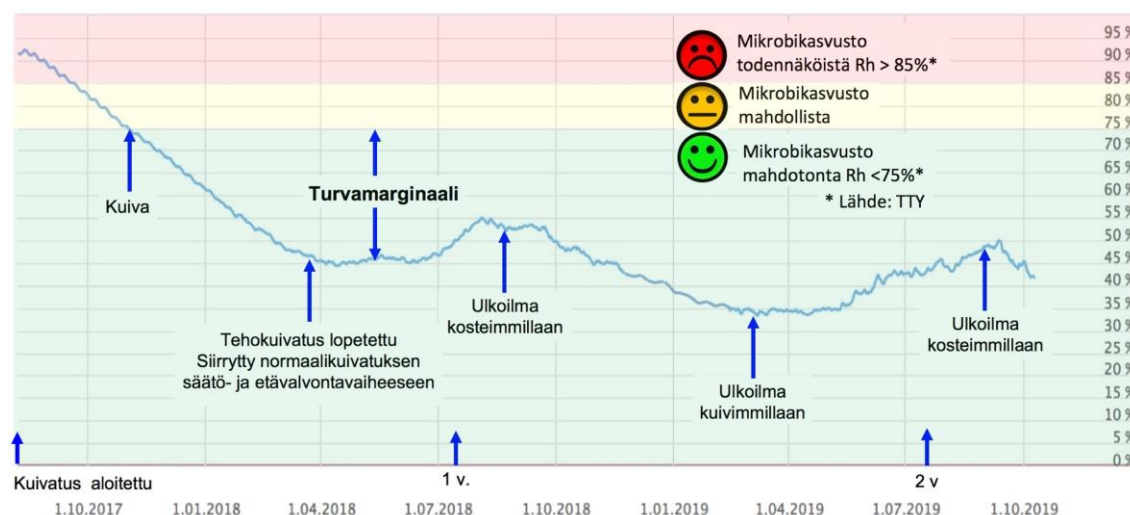
Kuivatusjärjestelmä koostuu neljästä peruselementistä. Kuivatusyksiköstä, joka huolehtii ilman kierrätyksestä ja kuivatuksesta, kuivatuskanavistosta, kosteudenpoistokanavasta ja mitta-antureista, joilla seurataan kuivatuskanavistossa kiertävän ilman lämpötilaa ja kosteutta. Kuivatuskanavisto on suljettu piiri, jossa kiertetään koko ajan samaa ilmaa. Kuivatusyksikön kautta kiertäneestä ilmasta kosteus puhalletaan ulos erillisen kosteudenpoistokanavan kautta (kuva 9).



KUVA 9. Kuivatusjärjestelmän toimintaperiaate (SafeDrying)

Kuivatusjärjestelmän toimintaperiaate perustuu vesihöyryn diffuusioon. Kuivatuskanavan ympäristössä oleva kosteus siirtyy kanavassa kierrätettävään kuivatettuun ilmaan. Kuivatuskanavan ympäristön kuivuessa muualla rakenteissa oleva kosteus pyrkii tasaantumaan kuivatuskanavan kuivattamaan ympäristöön ja siitä edelleen kuivatuskanavistoon. Kuivassa rakenteessa kapillaarinen kosteuden siirtyminen on hitaampaa, joten kuivattamisen tarve vähenee, kun rakenne on alkuun saatu riittävän kuivaksi.

Yleensä heti järjestelmän asennuksen jälkeen aloitetaan tehokuivatusjakso, joka kestää kohde kohtaisesti yleensä 1-6kk. Tehokuivatusjakson aikana rakenteissa oleva kosteustaso lasketaan riittävän alas, jolloin rakenteisiin ei pääse syntymään enempää kosteusvaurioita. Kun rakenteet on saatu riittävän kuivaksi, voidaan aloittaa normaalikuivatuksen valvonta- ja säätövaihe, joka kestää yleensä vähintään 2 vuotta. Tässä vaiheessa kuivatusjärjestelmän tehoa lasketaan, mutta rakenteiden kosteuskäyttytymisen seuranta jatkuu. Mitta-antureiden antamalla datalla järjestelmään saadaan kohdekohtaiset viimeistelysäädöt, joilla järjestelmä pitää rakenteen kuivana, vaikka ulkopuoliset kosteustlähteet pyrkisivätkin kastelemaan rakennetta (kuva 10).



KUVA 10. Kosteuskuvaaja kuivatusjärjestelmällä kuivatetusta kohteesta (SafeDrying)

7.1.1 Lämpötilan vaikutus suhteelliseen kosteuteen

Kuivatusjärjestelmän tuottama lämpösäteily ehkäisee rakenteiden mikrobivaurioitumista. Mikrobikasvuston syntymisen ja kasvun edellytyksenä on riittävä suhteellinen kosteus. Suhteellinen kosteus on riippuvainen lämpötilan ja kosteuden suhteesta. Lämpimään ilmaan mahtuu enemmän kosteutta kuin kylmempään. Käytännössä RH% ilmoittaa prosentteina ilmassa olevan vesihöyryn määrän siitä määrästä vesihöyryä mitä vallitsevassa lämpötilassa ilmassa voi enimmillään olla. Suhteellista kosteutta voidaan pienentää lämmittämällä ilmaa tai vähentämällä ilmassa olevaa vesihöyryn määrää.

Lämmitystä käytetään erityisesti kuivatuksen alussa, mutta rakenteiden saavuttaessa riittävän matalan absoluuttisen kosteuden voidaan lämmitystä vähentää tai lopettaa kokonaan. Mikrobivaurioituminen on riippuvainen suhteellisesta kosteudesta, mutta laskemalla absoluuttinen kosteus riittävän matalaksi voidaan varmistaa, ettei rakenne saavuta liian korkeaa suhteellista kosteutta, vaikka rakenteen lämpötila laskisikin.

Suhteellisella kosteudella on merkittävä vaikutus mikrobikasvustoihin. Syntyäkseen ja kasvaakseen mikrobikasvusto tarvitsee sopivan lämpötilan mutta myös riittävästi kosteutta. Kuivatusjärjestelmä poistaa kosteutta, mutta myös lämmitää rakenteita, joka osaltaan pienentää rakenteissa vallitsevaa suhteellista kosteutta. Suhteellisen kosteuden laskiessa alle 75 % rakenteisiin ei pääsääntöisesti pääse syntymään mikrobivaurioita.

7.1.2 Alipaineistus

Kuivatusyksikkö ali-paineistaa kuivatuskanavistossa kiertävän ilman. Kuivatuskanavistoa alipaineistamalla tehostetaan kuivumista, kosteuden ja ilmavirran siirtymässä samaan suuntaan, mutta myös poistetaan rakenteissa mahdollisesti olevia ilman epäpuhtauksia. Kuivatuskanaviston sijoittelulla on suuri vaikutus alipaineistuksen vaikutuksiin. Lähtökohtaisesti kuivatusjärjestelmän tärkein tehtävä on rakenteiden kuivatus, mutta oikealla kuivatuskanavan sijoittelulla kanaviston alipaineistus kykenee poistamaan myös monia ilman epäpuhtauksia. Epäpuhtauksien poistamisessa järjestelmä on tehokkaimmillaan, kun kuivatuskanava asennetaan lähelle rakenteiden epätiivelyskohtia, joiden kautta epäpuhtaudet normaalisti siirtyisivät sisäilmaan.

7.2 Mitta-anturit

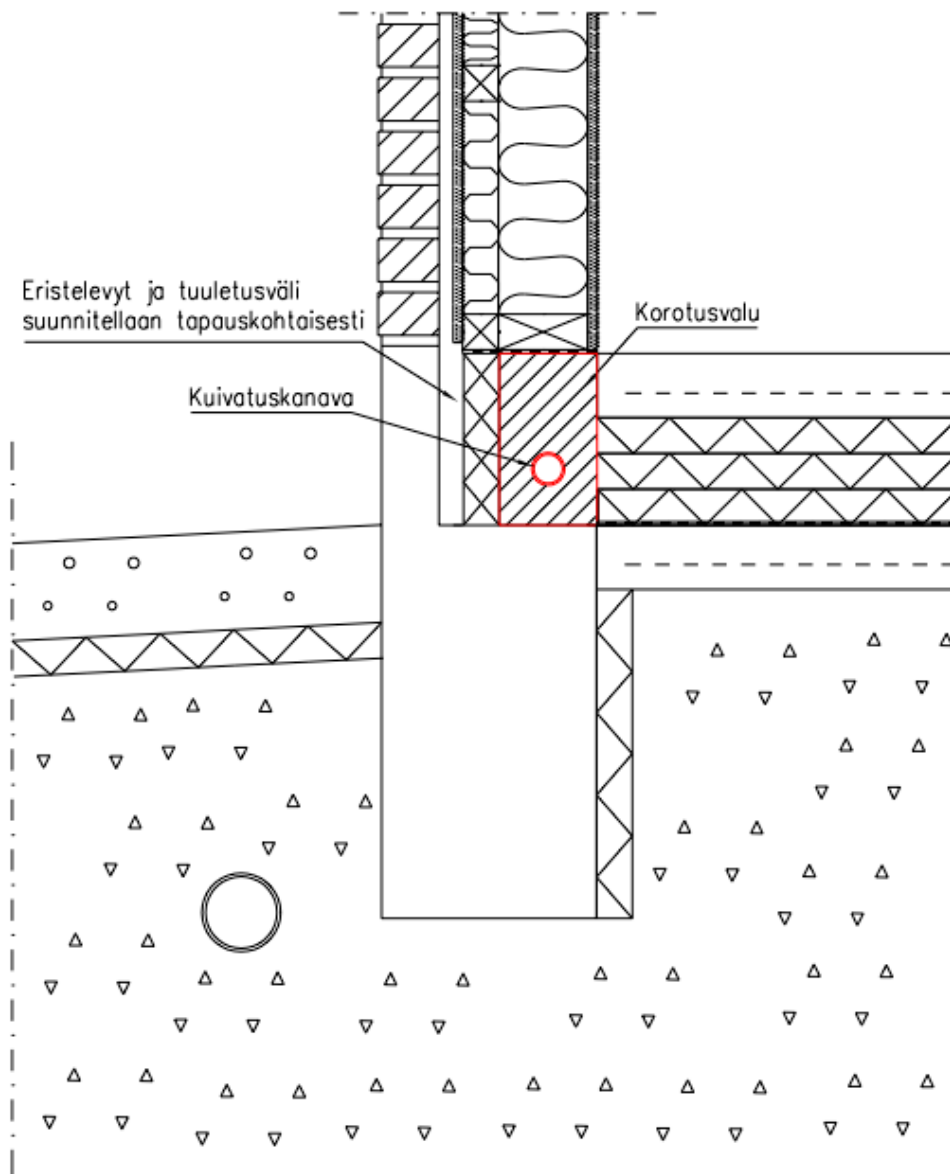
Rakenteiden kosteutta ja lämpöä seurataan etäluettavilla mitta-antureilla. Antureiden antaman datan avulla voidaan tehdä johtopäätöksiä rakenteen kuivumisesta, sekä lisäkuivatuksen tarpeesta. Kuivatuskanavistosta palaavan ja kanavistoon puhallettavan ilman kosteustasoja vertailemalla voidaan selvittää rakenteista poistetun kosteuden määrä, sekä todeta kuivatuksen vaihe.

Erillisillä kanavistoon asennettavilla mitta-antureilla mitataan rakenteiden kosteutta paikallisesti. Kuivumisen vaihetta arvioidessa käytetään referenssipisteinä mieluiten kaikkein kosteimmiksi todettuja alueita, joiden kuivumisen perusteella voidaan olettaa rakenteiden kuivuminen ja kuivana pysyminen.

Mitta-antureiden antamaa dataa voidaan käyttää rakenteissa mahdollisesti olevien odottamattomien kosteuslähteiden paikantamisessa. Mitta-antureille annetaan kosteuksien raja-arvot. Jos rakenteisiin ilmaantuu raja-arvon ylittäviä kosteuksia antaa järjestelmä siitä ilmoituksen ja asiaan pystytään puuttumaan välittömästi. Ilman mitta-antureita kosteus voisi pysyä rakenteissa hyvin pitkiä aikoja ennen kuin se olisi aistinvaraisesti havaittavissa. Mitta-antureiden ansiosta kuivatusjärjestelmä on erittäin vikasietoinen ja toimintavarma.

7.3 Kuivatusjärjestelmä osana korotusvalua

Korotusvalun käyttö valesokkelikorjauksissa ei ole uusi asia, mutta kuivatusjärjestelmän asennus korotusvalun yhteyteen tuo korjauksen vikasietoisuudelle lisävarmuutta (kuva 11). Tällä korjaustavalla toteutettuna seinästä poistetaan kaikki vaurioituneet rakenneosat ja sokkelin ura puhdistetaan huolellisesti. Uraan asennetaan pystysuuntaiset eristelevyt, jotka katkaisevat kylmäsillan, sekä toimivat samalla valumuottina. Seuraavaksi uraan asennetaan kuivatuskanavisto, jonka jälkeen tehdään korotusvalu, jolla alaohjauspuu siirretään pois valesokkelin urasta alapohjalaatan yläpuolelle. Korotusvalussa käytetään kevytsoralla huokoistettua valubetonia, joka mahdollistaa diffuusiolla tapahtuvan kuivumisen koko kuivattavalle alueelle. Eristemateriaalit, tuuletusvälit ja valesokkelin raudoitukset suunnitellaan tapauskohtaisesti jokaiseen kohteeseen.

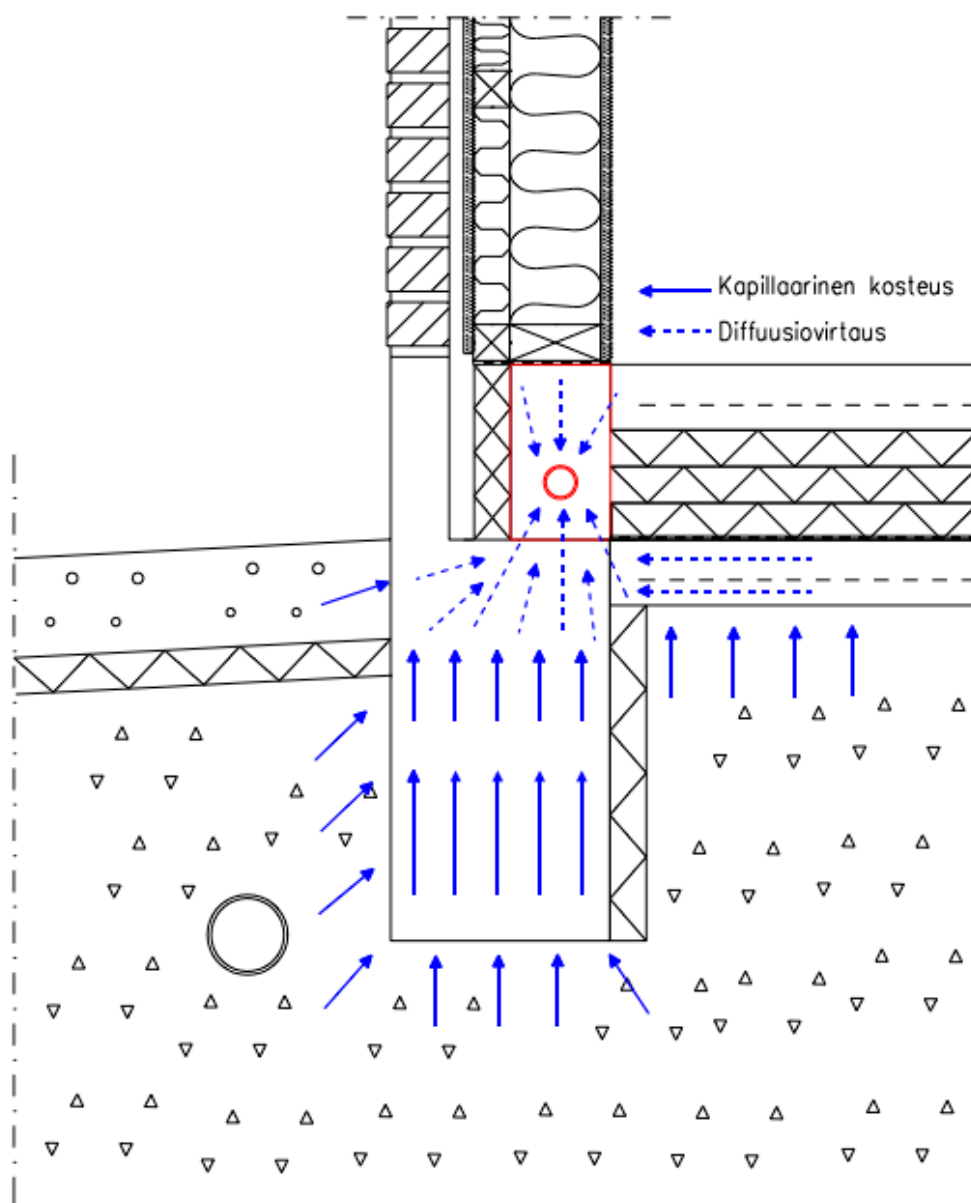


KUVA 11. Leikkauspiirustus kuivatuskanavasta korotusvalussa

7.3.1 Rakenteen kuivatus

Usein valesokkelikorjauksen yhteydessä rakennuksen salaojat joudutaan huoltamaan taikka uusimaan. Tällä varmistetaan sokkelin kuivana pysyminen. Kuivatusjärjestelmällä kuivatetuista sokkelirakenteista saadun datan perusteella voidaan helposti todeta kuivatusjärjestelmän kykenevän pitämään sokkelirakenteet kuivana, vaikka maaperästä nousisi suuriakin määriä kapillaarista kosteutta. Korotusvaluun asennetulla kuivatusjärjestelmällä pystytään siis poistamaan sokkeleissa kapillaarisesti siirtyvä kosteus, joka voi aiheuttaa valesokkelirakenteissa

kosteusvaurioita (kuva12). Koska muut valesokkelin korjaukseen käytetyt toteutustavat eivät kykene poistamaan kosteuslähteitä kuivatusjärjestelmän tapaan, joudutaan valesokkelikorjauksen yhteydessä toteuttamaan todennäköisesti myös muita kalliita remontteja kuten salaojaremontti ja ulkopuolisen maanpinnan kallistusten korjaus. Kuivatusjärjestelmän ansiosta rakenteet pysyvät kuivana ilman ylimääräisiä kosteuslähteitä ehkäiseviä remontteja. Kuivatusjärjestelmän pitäessä rakenteet kuivana pysyy rakenteissa myös niiden ominainen lämmöneristyskyky.



KUVA 12. periaatekuva kosteuden siirtymisestä kuivatuskanavaan

7.3.2 Alipaineistus korotusvalussa

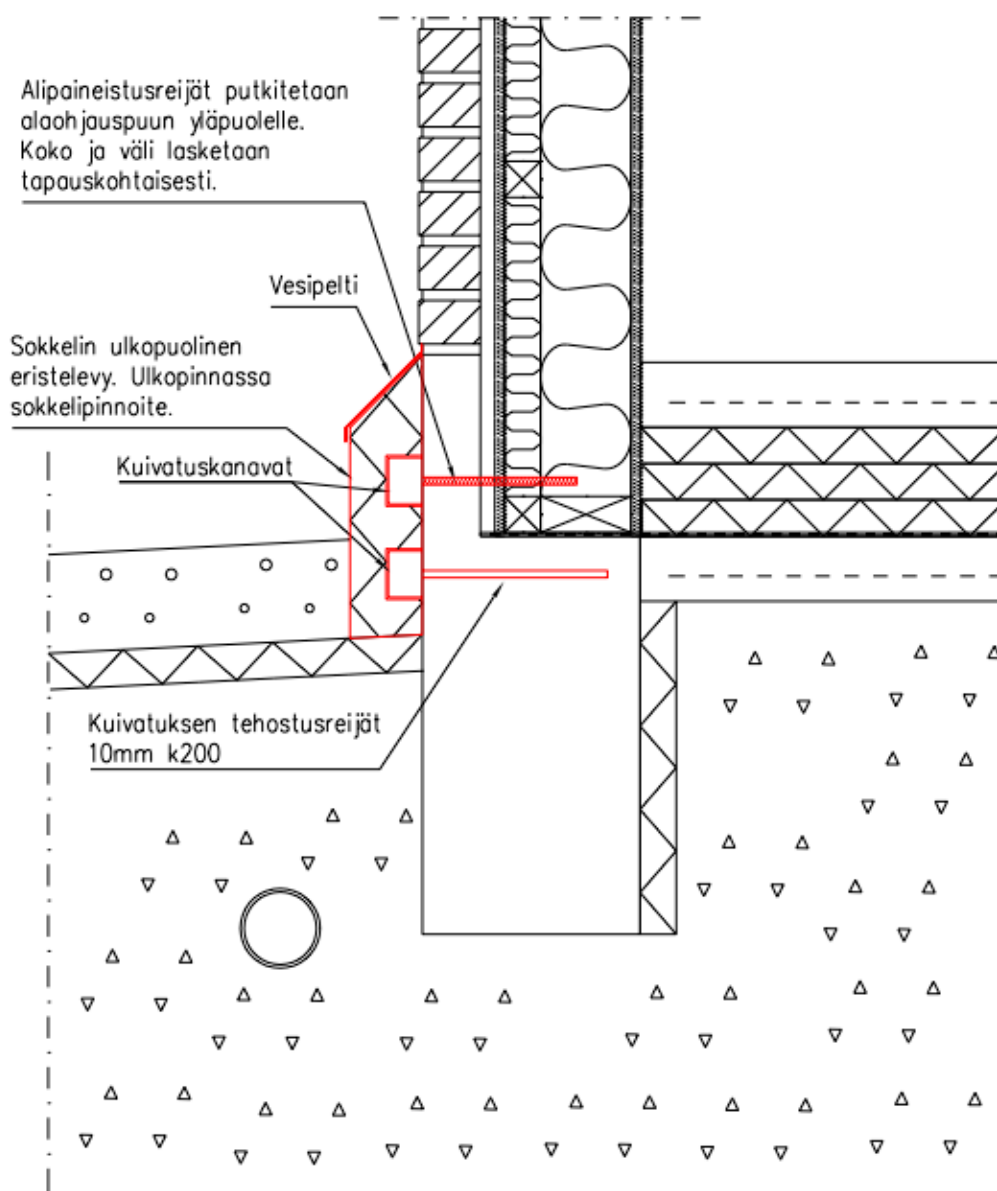
Korotusvaluun käytetyn huokoisen valubetonin ansiosta kuivatusjärjestelmän alipaineistus kykenee poistamaan rakenteeseen mahdollisesti jääneitä mikrobeja, mutta mahdollisesti myös alapohjan epäpuhtauksia kuten radonkaasuja. Vallesokkelin uran ollessa suorassa ilmayhteydessä alapohjaan, aiheuttaa järjestelmä alipaineen kuivatuskanavan suuntaan, joka osaltaan vähentää muutoin rakennuksen sisäilmaan päätyviä radonkaasuja.

Kuivatuskanavan alipaineistuksella alapohjalaatan ja ulkoseinän liitoskohdan kautta kulkeutuvat epäpuhtaudet saadaan poistettua ennen niiden siirtymistä huoneilmaan. Tällä voi olla suuri vaikutus sisäilman terveellisyyteen, erityisesti alueilla, joilla on havaittu suuria radonpitoisuuksia.

7.4 Kuivatusjärjestelmä ulkopuolisessa lisälämmöneristeessä

Ulkopuoliseen lämmöneristeeseen asennetulla kuivatusjärjestelmällä varmistetaan alaohjauspuun alueen kuivuminen, sekä samalla poistetaan muutoin sisäilmaan kulkeutuvat mikrobivaurioista johtuvat haitat.

Tällä toteutustavalla järjestelmä asennetaan sokkelin ulkopintaan lisäeristelevyn avulla (kuva 13). Eristelevyyn on upotettu päällekkäin menevän ja palaavan kuivatusilman kanavat. Alempaan kanavaan kuivatusyksikkö puhaltaa kuivaa ilmaa, jolla varmistetaan sokkelin ja alaohjauspuun alueen kuivuminen. Alemmasta kanavasta ilma kiertää ylempään kanavaan ja siitä takaisin kuivatusyksikköön. Kuivatusyksikkö alipaineistaa palaavan ilman kanavaa, jolla poistetaan seinärakenteista terveydelle haitallisia mikrobeja ja samalla pienennetään riskiä mahdollisten epäpuhtauksien päätyemisestä epätiiveyskohtien kautta sisäilmaan.



KUVA 13. Leikkauspiirustus kuivatuskanavasta ulkopuolisessa lisälämmöneristeessä.

Lisäeristelevy kiinnitetään tiiviisti sokkelin ulkopintaan. Eristelevyyn yläpinta on valmiiksi viistetty kaatamaan ulospäin. Viisteen päälle voidaan asentaa vesipelti, jolla varmistetaan, ettei eristelevyn taakse pääse valumaan vettä. Eristelevyn ulkopinta on valmiiksi pinnoitettu rakennuksen väriin sopivalla sokkelipinnoitteella.

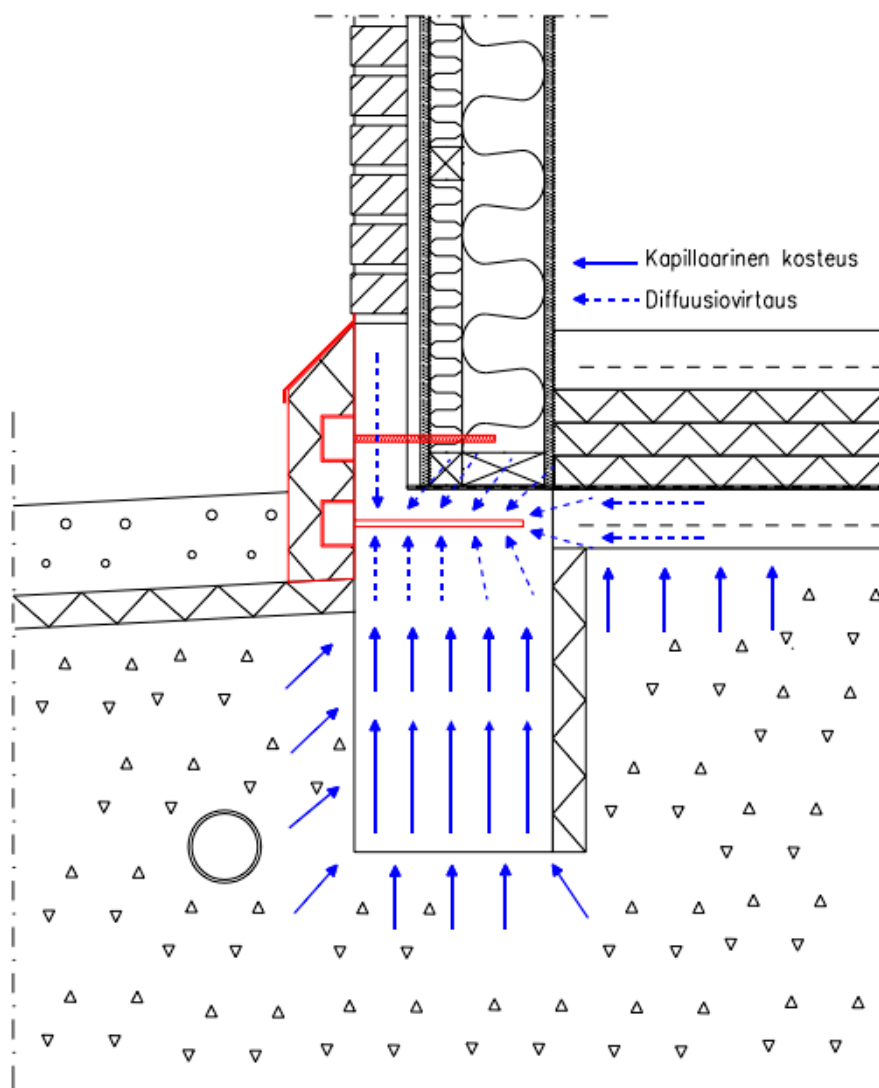
Lisälämmöneristeellä on suuri vaikutus rakenteen kosteus- ja lämpökäyttäytymiseen. Lisälämmöneristeinä käytetään XPS-eristelevyä, jonka yksi ominaisuus on pieni vesihöyrynläpäisevyys. Tästä syystä ulkopuolelta tulevat kosteusrasitteet eivät pääse siirtymään valesokkelin lävitse seinärakenteisiin.

Lisälämmöneristeen ansiosta ulkoseinän ja sokkelin liitoskohta pysyy myös aikaisempaa lämpimämpänä, joka osaltaan laskee rakenteessa vallitsevaa suhteellista kosteutta. Seinärakenteen pysyessä kuivana ja lämpimänä voidaan pitää varmana, ettei uusia mikrobivaurioita pääse syntymään.

Valesokkelin matalan perustamiskoron takia yhtenä ongelmana on pidetty sokkelin alapuolisen maa-aineksen routaantumista. Ulkopuolisen lisälämmöneristeen avulla sokkeli pysyy aikaisempaa lämpimämpänä, jolloin routaantumisen riski vähenee. Lisälämmöneriste asennetaan sokkelin ulkopintaan niin, että eristeen alareuna on routaeristeen yläpinnassa kiinni. Tällä varmistetaan, ettei eristykseen jää kylmäsiltoja.

7.4.1 Kuivatuksentehostusreiät

Kuivatus tapahtuu kuivatun ilman kierron lisäksi kuivatuskanavasta sokkeliin poratuilla kuivatuksentehostusrei'illä. Reikien avulla paksumpikin sokkeli saadaan kuivaksi koko syvyydeltä. Kuivatuksentehostusreiän ympäristön kuivuessa sokkelissa ja alaohjauspuussa oleva kosteus siirtyy diffuusiolla kuivatusreiän ympäristöön ja siitä edelleen kuivatuskanavistoon (kuva 14). Reikiä porataan sokkeliin 200 mm jaolla, mutta reikien syvyys suunnitellaan aina tapauskohtaisesti riippuen sokkelin paksuudesta. Reiät porataan sokkeliin alaohjauspuun alle, jolloin järjestelmä kuivattaa tehokkaasti sokkelin, mutta myös koko alaohjauspuun alueen ja estää kapillaarisen kosteuden päätyksen rasittamaan alaohjauspuun aluetta.



KUVA 14. periaatekuva kosteuden siirtymisestä kuivatustehostusreikien kauttakuiivatuskanavaan

Yksilölliset kohdekohtaiset rakenteiden eroavaisuudet voivat vaikuttaa kuivatusreikien tarkkaan sijaintiin. Kuivatusputkien sijaintiin voi esimerkiksi vaikuttaa mahdollinen bitumisively tai kermi seinärakenteen ja sokkelin välissä. Vahvasti vesihöyryn diffuusiota vastustava rakenteen osa voi vaikuttaa kuivatustehoon ja siksi kuivatusputkien tarkka sijainti suunnitellaan kohdekohtaisesti.

Alkuun kuivatusta tehostetaan kuivatusilman lämmityksellä, mutta sokkelin ja alaohjauspuun kuivuttua lämmitystä vähennetään tai se lopetetaan kokonaan. Lämmittämällä sokkelin ja alaohjauspuun aluetta saadaan rakenteessa vallitseva suhteellinen kosteus laskemaan ja mahdollinen käynnissä oleva mikrobien kasvu ja leviäminen pysähtymään.

7.4.2 Mikrobien poistaminen alipaineistamalla

Rakenteisiin mahdollisesti syntyneitä mikrobivaurioita ei tällä korjaustavalla tehdessä poisteta, vaan vaurioista syntyvät haitat poistetaan. Kuivatuskanavasta kuljetetaan alaohjauspuun yläpuolelle seinärakenteen eristekerrokseen alipaineistusputkia. Alipaineistusputkista mikrobit siirtyvät kuivatuskanavaan, josta ne johdetaan turvallisesti ulkoilmaan. Tällä tavoin varmistetaan, että mikrobit eivät pääse siirtymään rakennuksen sisätiloihin.

Alipaineistusputkia tulee olla vähintään yksi jokaisessa runkotolpan välissä eli yleensä 600 mm jaolla. Omakotitalon ulkoseinissä kiertävässä kuivatusjärjestelmässä voi olla yleensä 50–150 alipaineistusputkea, riippuen rakennuksen koosta.

Kuivatusjärjestelmän piirissä kiertää ilmaa 7–15 L/s. Jotta jokaisella alipaineistusputkelle saadaan riittävä alipaine, tulee alipaineistusputkien olla hyvin ohkaisia. Putkien tulisi olla sisähalkaisijaltaan 1–2 mm tai vaihtoehtoisesti suuremmalla halkaisijalla olevassa putkessa tulee olla ilmavirtaa rajoittava kuristin. Liian ohkaisessa putkessa on kuitenkin tukkeutumisriski, jonka takia kuristimen käyttö on turvallisempaa. Vaihtoehtona voisi olla myös putken täyttäminen huokoisella materiaalilla, joka hidastaa putken läpi kulkevaa ilmavirtaa. Käytännön toteutettavuuden puolesta kuristimen käyttö on yksinkertaisempaa ja helpompaa.

Jotta kanaviston alipaineistus riittäisi koko rakennuksen ympärille, järjestelmä jaetaan useampaan piiriin. Omakotitalossa voi riittää kaksikin piiriä, mutta esimerkiksi rivitaloissa piirejä joudutaan mahdollisesti asentamaan useampia. Kuivatusyksiköltä voidaan lähteä kahdella kuivatuspiirillä kiertämään rakennuksen seiniä. Loput kuivatuspiirit ovat kuitenkin kauempana kuivatusyksiköstä, jolloin piirille kuljetetaan tuleva ja lähtevä ilma siirtokanavia pitkin.

8 POHDINTA

Valesokkeli itsessään on hyvin riskialtis rakenne, jonka kosteusvaurioituminen on hyvinkin todennäköistä. Kosteusvaurioitumisen riskiä voidaan jälkikäteen vähentää erinäisillä toimenpiteillä, mutta kosteuden siirtymistä perustuksiin on mahdotonta poistaa kokonaan. Jo vähäinenkin kosteus seinärakenteissa voi aiheuttaa orgaanisiin rakenneseoksiin mikrobivaurioita. Valesokkeliaikakaudelle on myös ominaista rakenteiden heikko tiiveys, jonka takia mikrobit siirtyvät huoneilmaan ja voivat aiheuttaa rakennuksessa oleskeleville terveyshaittoja.

Monesti valesokkelikorjauksissa käytettävät menetöt eivät välttämättä poista kokonaan uudelleenvaurioitumisen riskiä tai vaihtoehtoisesti huonontavat rakenteen lämmöneristävyyttä, joka osaltaan voi heikentää asuinmukavuutta. Opin- näytetyössä tutkittujen valesokkelin korjausmenetelmien voidaan todeta vähentävän uudelleenvaurioitumisen riskiä ilman, että rakenteen lämmöneristävyys kärsii. Korjausmenetelmän valitsemisessa tulee kuitenkin ottaa huomioon vaurioiden laajuus ja rakenteiden yleinen kosteustekninen toimivuus, sekä tontin maaperässä esiintyvät kosteushaitat. SafeDrying-kuivatusjärjestelmällä myös mahdolliset ilman epäpuhtaudet poistetaan alipaineistuksen avulla.

Opinnäytetyössä käsiteltävät korjausmenetelmät vaativat kuitenkin lisätutkimuksia ja käytännönkokeita. Mahdollisia lisätutkimuksia tulisi tehdä liittyen järjestelmän kykyyn poistaa mikrobeja kosteusvaurioituneista rakenteista, sekä korjausmenetelmien vaikutuksesta rakenteiden lämmöneristävyyteen.

LÄHTEET

Terveystensuojelulaki 19.8.1994/763. Finlex. Luettu 4.4.2023.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 728/2017. Finlex. Luettu 5.4.2023

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782#Pidm45843168742448>

Moilanen, T. 2011. 70-luvun pientalon korjausopas. Koulutus- ja kehittämisspalvelu aducate Itä-Suomen yliopisto Kuopio. Luettu 18.6.2023.

https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/10136/urn_isbn_978-952-61-0338-9.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku Ratu 82-0383. 2011. Rakennustieto. Luettu 5.4.2023.

<https://www.rakennustietokauppa.fi/sivu/tuote/ratu-82-0383-kosteus-ja-mikrobivaurioituneiden-rakenteiden-purku-menetelmat/2742952>

Mikrobien ja homeiden aiheuttamat terveyshaitat. 2021. RTA Tutkimus. Luettu 30.3.2023.

<https://rtatutkimus.fi/artikkelit/mikrobien-ja-homeiden-aiheuttamat-haitat/>

Homepurku. n.d. Sisäilmayhdistys ry. Luettu 14.4.2023.

<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Purku-kuivaus-ja-puhdistus/Homepurku>

Ilmavirtaukset rakennuksessa. 2008. Sisäilmayhdistys ry. Luettu 6.7.2023.

<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekniikka-toiminta/Ilmavirtaukset-rakennuksessa>

Kosteuden siirtyminen. 2008. Sisäilmayhdistys ry. Luettu 14.4.2023.

<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekniikka-toiminta/Kosteuden-siirtyminen>

Maanvastainen kaksoislaatta tai puukorotettu lattia. 2008. Sisäilmayhdistys ry. Luettu 6.4.2023.

<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Maanvastaiset-rakenteet/Maanvastainen-kaksoislaatta-tai-puukorotettu-lattia>

Mikrobien terveyshaitat. 2008. Sisäilmayhdistys ry. Luettu 4.4.2023.

<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Terveysvaikutukset/Mikrobien-terveyshaitat>

Mikrobikasvun edellytykset. 2008. Sisäilmayhdistys ry. Luettu 3.4.2023.

<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Mikrobit/Mikrobikasvun-edellytykset>

Raportointi. n.d. Sisäilmayhdistys ry. Luettu 14.4.2023.

<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Raportointi>

Sivén, M. 2021. Mestarin vinkit: Puukoolatun lattian korjaustapoja.

Luettu 17.7.2023.

<https://rakennustaito.fi/mestarin-vinkit-puukoolatun-lattian-korjaustapoja/>

RT 820.1 Ulkoseinän alaosa maanvaraisalapohjaisissa rakennuksissa. 1957.

Suomen Arkkitehtiiliitto. Luettu 28.3.2023

https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/kortit/RT%20820_1?external_system=Juha&page=1&navref=Search

Home- ja mikrobikutkimukset. Suomen Sisäilmatutkimus Oy. Luettu 4.4.2023.

<https://www.suomensisailmatutkimus.fi/home-ja-mikrobikutkimukset/>

Radon Suomessa. n.d. Säteilyturvakeskus. Luettu 15.6.2023.

<https://stuk.fi/radon-suomessa>

Radonkartat. 2017. Säteilyturvakeskus. Luettu 15.6.2023.

<https://stuk.fi/radonkartat>

Tulla, K. 2020. Valesokkeli osa II. Maanvaraisen alapohjan historia.

Luettu 20.3.2023

https://rakennustarkkailija.files.wordpress.com/2018/11/valesokkelin-historiaa-osa-2_kor-26-3-2020.pdf

LIITTEET

Liite 1. Kiilto Oy tiivistysohje

TIIVISTYS

30.03.2021 / TaS

Kiilto Tiivistystuotteet



T 82

Valesokkelin korjaus, vaihtoehtoisia Kiilto-tuotteita

MK 1:2

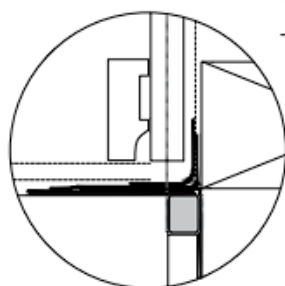
TÄMÄ EI OLE VALMIS SUUNNITELMA.

Tämän periaatedetaljin rakenne-esimerkki on luonnos toteutetusta kohteesta ja suunnittelija vastaa sen soveltamisesta kohteessa. Kohteen suunnittelija varmistaa alustan soveltuvuuden, riittävän lujuuden ja ohjeistaa olosuhteet asennuksen onnistumisen varmistamiseksi ja vastaa tuotteiden soveltuvuudesta käytettäväksi kohteessa. Korjauksessa tulee noudattaa hyvää rakentamistapaa ja liittyviä määräyksiä ja ohjeita.

Kiilto Airblock Fiberin käyttö ilmatiivyyden hallintaan ilmanläpäisevyysslausunnon 31.5.2019 Vahanen Rakennusfysiikka Oy ja diffuusion hallintaan RISE-raportin 2020 mukaan sekä Kiilto A 215 massan käyttö ilmanläpäisevyysslausunnon 26.10.2018 mukaan.

Materiaalien valinta, ks. detailjit T 07a Kiilto Airblock Fiber, T 06 Kiilto A215

Huom! Katso Kiilto A 215-massan enkoistysokalu DET T 61.



**) Tiivistyksen alusta tasoitetaan ja täytetään tiivyyden varmistamiseksi. Käsittely rakennesuunnittelijan mukaan. Tasoitus / täyttö esim. Kiilto 70.

M1

KIILTO
TIIVISTYSTUOTTEET
ON TESTATTU
RAKENNUSMATERIAALIEN
PÄÄSTÖLUOKKAAN M1.

Kiilto EPS Light DF -täyttö (sokkelikenkä). Sokkelin tuenta rakennesuunnittelijan mukaan.

Kiilto Butyyliinauha

Kiilto A 215-massa tarvittaessa

Kiilto Airblock Fiber

Lattia suunnittelijan mukaan

Kiilto KeraSafe-kangas tarvittaessa

Kiilto Airblock Fiber *)

Tasoitus / täyttö esim. Kiilto 70 **)

*) Kiilto Airblock -siveli suunnittelijan määrittämälle alueelle. Kiilto KeraSafe-nauha taitetaan pohjalle märkään Kiilto Airblockiin, jolla sivellään edelleen nauhan päältä. Nauha nostetaan sisälattiarakenteiden mukaan ylös. Nauha voidaan taittaa märkään Airblock Fiberiin lattialaatan päälle ja sivellä yli. Seinän höyrysulku liitetään Kiilto Butyyliinauhalla Kiilto Airblock-pintaan. Liittyminen erityissuunnitelman mukaan. Ks. työselostus. Kiilto Airblockin asennus tiivistystyön työohjeen mukaan.

Eristelevyt / ilmarako rakennesuunnittelijan mukaan.

Seinärakenteen ilmaraoit ja suojaus erityissuunnittelijan mukaan, Alustan puhdistus ja purseiden poisto huomioitava.

Levyn kiinnitys sokkeliin ja levyjen kiinnitys toisiinsa voidaan tehdä Kiilto kiinnityslaastilla tai Kiilto A215-massalla rakennesuunnittelijan mukaan.

Rakenteen kapillaarikatko huomioitava, esim. bitumihuopa rak-suunnittelijan mukaan.

Sokkelin sisäpinta puhdistetaan mekaanisesti, poistetaan irtomainen aines, purseet ja pinnat siistitään. Pesuaineita tai desinfiointia ei suositella.

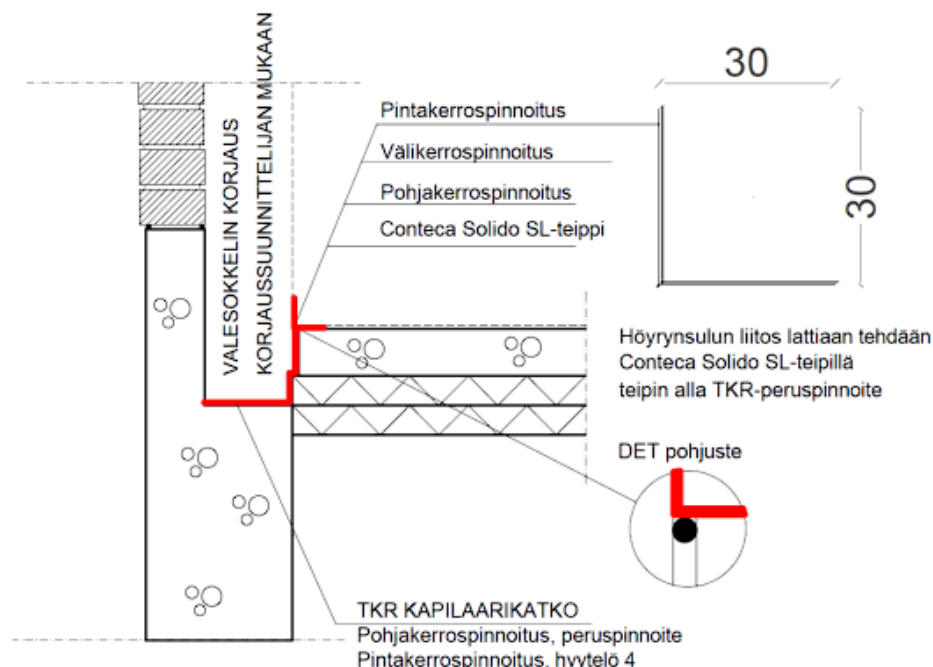
Periaatedetalji. Kohteen suunnittelija vastaa detaljin soveltamisesta kohteeseen ja tekee tarvittavat muutokset.

KIILTO OY - www.kiilto.fi

Liite 2. TKR-Marketing Oy tiivistysohje

SISÄILMAKORJAUSTEN HALLINTAJÄRJESTELMÄ

TKR-Haitta-aineidenhallintajärjestelmä

VALESOKKELIN KORJAUKSEN YHTEYDESSÄ
TEHTÄVÄ TIIVISTYS TKR-PINNOITEELLA

Pinnoitettava pinta on oltava puhdas, pölytön ja sementtiliima on poistettu.

Pohjakerrospinnoitus: TKR Peruspinnoite, väritön, menekki n. 200g/m²

Välikerrospinnoitus: TKR Hyytelö 2, vaaleanharmaa tai valkoinen, menekki 350g/m²

Pintakerrospinnoitus: TKR Hyytelö 2, vaaleanharmaa tai valkoinen, menekki 350g/m²

Kokonaiskalvopaksuus 0,8mm

Höyrynsulun liitos lattiaan tehdään Conteca Solido SL -teipillä. Teipin alla oltava TKR-käsittely.

- Amperla AIR TIGHT K- siveltävä ilmatiivistysmassa
- Umpisoluinen Polyeteenisaumanauha
- Polyuretaanivaaho
- Kova villa
- Finnfoam eristelevy
- Soudal Fix All ilmatiivistemassa
- ISOVER VARIO KM Duplex UV höyrysulku

HUOM! Pohjusteen tarkoitus on luoda alusta tiivistys/kapselointikorjaukselle/pinnoitukselle.

Pinnoituksen minimi tartuntapinnat harkinnan varaisesti, esim:

- Puinen karmiliitos min. 5 mm, suositus 10 mm
- Betoni 10 mm, suositus 20 mm
- Teräs 5 mm, suositus 10mm

Noudata TKR Pinnoitteiden käyttöohjetta. Epävarmoissa tilanteissa ota yhteyttä tuotteen tekniseen tukeen. Yksilölliset käyttöohjeet kohteista riippuen tuoteoppaassa www.tkr.fi

Tämä ei ole rakennesuunnitteluohje. Jokaiseen kohteeseen pitää olla oma suunnitelma, jossa on huomioitu tiivistyskorjaus rakennusfysikaalisena kokonaisuutena.