



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

Maanvastaisten rakenteiden kosteudenhallinta sisäpuolisilla korjaustoimenpiteillä

Tiina Palviainen, tekn. yo
Rakennusfysikaaliset asiantuntijapalvelut
Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy
tiina.palviainen@vahanen.com

2

Maanvastaisiin rakenteisiin kerääntyvä kosteus on yksi yleisimmistä kosteusvauriotyypeistä. Maanvastaisten rakenteiden kosteusteknisten korjausten suorittaminen ulkopuolelta on etenkin kaupunkien keskusta-alueilla kallista ja joskus lähes mahdotonta. Joissakin tapauksissa ulkopuoliset korjaukset eivät riitä estämään kosteuden kulkeutumista rakenteeseen. Viime vuosina on etsitty vaihtoehtoisia korjaustapoja, jotka ovat teknisesti toimivia ja ulkopuolisia korjauksia taloudellisempia. Sisäpuolisia korjausmenetelmiä on kehitetty ja käytetty Keski-Euroopassa jo muutaman vuosikymmenen ajan. Tässä artikkelissa käydään lyhyesti läpi erilaisia kiviaineisten maanvastaisten rakenteiden sisäpuolisiin korjauksiin soveltuvia menetelmiä ja niiden toimintatapoja. Artikkelin pääasialliset lähteet on esitetty lähdeluettelossa, mutta osa tiedoista pohjautuu myös materiaalisitteistä ja muusta kirjallisesta aineistoista kerättyyn tietoon.

Kosteusvaurioihin johtaneita syitä

Maanvastaisten rakenteiden kosteusvaurioiden syynä on yleensä maaperästä rakenteisiin eri tavoilla kulkeutuva kosteus. Vanhoissa betonieinissä kosteusongelmia voivat aiheuttaa vanhojen bitumisiveli- ja bitumikermieristeiden epäjatkuvuuskohdat, käytetyn betonin huono laatu sekä rakenteiden halkeilu, joiden seurauksena rakenteen läpi pääsee kulkeutumaan kosteutta. Massiivisten tiiliseinien kostumisen aiheuttajana voivat olla monet eri syyt, mm. maaperästä kapillaarisesti niin perustuksen kuin maanvastaisen seinän läpi siirtyvä kosteus sekä puutteen pintavesien ohjauksessa tai salaajituksessa.

Ongelmien kasvua on lisännyt aikaisemmin varastokäytössä olleiden kellarikerroksen tilojen ottaminen asuin-, toimisto- ja liikekäyttöön ilman rakenteiden kosteusteknistä suunnittelua. Käyttötarkoituksen muutoksien myötä muuttuvat myös rakennuksen sisäilmaolosuhteet, mikä vaikuttaa suoraan myös rakenteiden kosteustekniseen toimintaan.

Yleisin virhe on uusia rakenteiden pinnat liian tiiviillä pinnoitteilla, jolloin aikaisemmin kosteusteknisesti ”oikein” toimineen rakenteen toiminta häiriintyy, rakenteen kosteuspitoisuus alkaa vähitellen kasvaa kunnes saavutetaan kriittinen kosteuspitoisuus, jonka seurauksena syntyy näkyviä kosteusvaurioita. Maanvastaisien rakenteiden kosteusongelmat ilmenevät tyyppillisesti tiili- ja betonirakenteissa esiintyvänä maali- ja pinnoitevaurioina sekä puu- ja levyrakenteissa home- ja lahovaurioina. Näkyvien vaurioiden lisäksi kosteusongelmat voivat heikentää sisäilman laatua.

Tyypillisin merkki kivirakenteisen seinän kosteusvauriosta on maalipinnoitteen irtoaminen, kun kosteuden mukana kulkeutuneet suolat kiteytyvät rakenteen pinnalle kosteuden haihtuessa. Osa rakenteesta olevista suoloista tai niiden ainesosista on peräisin rakenteesta käytetyistä materiaaleista, osa taas on siirtynyt rakenteeseen ulkopuolelta kosteuden mukana tai on siirtynyt rakennuksen käytön aikana rakenteisiin tai rakennuspaikan maaperään. Pääasiallisimpia pinnoitevaurioiden aiheuttajia ovat hapot ja helposti liukenevat suolat, joiden reaktioissa syntyy erilaisia suolayhdisteitä. Taulukossa 1 on esitetty erilaisia suojojen ja niiden ainesosien lähteitä. [1]

Monissa tapauksissa kosteuden aiheuttamat pinnoitevauriot korjataan virheellisesti uusimalla vaurioituneiden alueiden rappaus- ja maalipinnat vastaavilla tuotteilla kuin aikaisemmin tai peittämällä vauriot levytyksellä. Tällaisista korjauksista on vain lyhytaikaista hyötyä, sillä vaurioiden aiheuttajaa ei ole poistettu. Seinän alaosan levytyksellä aiheuttaa kosteuden haihtumisrintaman nousemisen levyn yläpuolelle ja vaurioiden uusiutumisen lisäksi on vaarana levyn taustapinnan mikrobivaurioituminen.

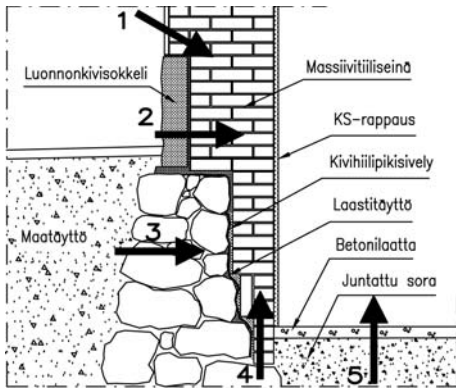
Maanvaraisissa lattioissa kosteusongelmia voi aiheuttaa rakenteesta puuttuva kapillaarisen kosteuden nousun katkaiseva kerros. Kapillaarisesti nousevan kosteuden lisäksi betonilaatan kastumisen syyksi voi olla diffuusion avulla siirtyvä kosteus, joka etenkin lämpöeristämättömän alapohjan alla olevan maatyön lämpenemisen seurauksena voi olla runsasta.



Kuva 1. Luonnonkivilatomuksen pinnassa on vedeneristeenä kivihiilipikisively, johon on sisäpuolelle muurattu kiinni tiiliverhous.

Taulukko 1. Rakenteissa esiintyvien suolojen ja niiden ainesosien alkuperä. [1]

Materiaaliperäiset suolan lähteet	Ulkoa tulevat suolat
Sideaine	Talvikuukausien kloridirasitus vajoveden sekä roiskeveden kautta
Merenrantahiekan käyttö laasteissa (aikaisemmat vuosisadat)	Rakennuspaikan maaperän maa-alkalien kapillaarinen nousu
Hydrauliset lisäaineet	Maan lannoitus (nitraatit)
Laastin sekoitusvesi	Viemäreiden vuotokohdat
Tiilien valmistukseen käytetty savi	Koirien ym. ulosteet
Kipsilaasti ja stukkolaasti	Saneeraustoimenpiteet, alkalipitoiset injektointiaineet (vesilasi -> natrium- ja kaliumkarbonaatti)
Luonnonkivet, vulkaaninen trassi ja potsolaani (rappauslaasteissa)	Eläinsuojat (ulosteet, keinolannoitteet, virtsa, humus)
Sementti, etenkin 1900-luvun alussa käytetty, voi sisältää poltettua tai sammutettua kalkkia	Ilmansaasteet, sadeveden sisältämä rikkidioksidi (kalsiumsulfaatin kehittyminen)



1. Sadevesi
2. Pintavesi, roiskevesi
3. Vajovesi, rakenteessa olevat raot
4. Kapillaarinen kosteus
5. Diffuusio

Kuva 2. Kosteuden kulkeutuminen rakenteen läpi.



Kuva 3. Kosteuden mukana kulkeutuneet suolat ovat kiteytyneet seinän alaosaan asennetun levytyksen yläpuolelle.

Maanvaraisten lattiarakenteiden korjausmenetelmiä

Yleistä

Erilaisia maanvaraisten lattioiden korjausmenetelmiä on olemassa lattianpinnoitteen vaihtamisesta alapohjarakenteen uusimiseen. Seuravassa on käyty läpi 4 yleisintä kosteusrisitetun

betonilattian korjaustapaa. Lisäksi Maanvaraisen seinien korjausmenetelmät -luvussa esiteltä sähköistä korjausmenetelmää voidaan käyttää myös lattioiden korjauksissa. Korjausmenetelmää valittaessa tulisi huomioida korjattavan tilan käyttötarkoitus.

Tuulettuva lattia

Kapillaarisen katkon muodostavan kerroksen puuttuessa voidaan alapohjarakenteeseen asentaa tuulettuva kerros betonilaatan päälle. Tarvitavan tuuletusvälin suuruuteen vaikuttavat useat tekijät, mm. kosteusrasituksen määrä, huonekoko sekä tuuletusvälin ilmavirta. Rakenteen toimivuuden kannalta on tärkeää, että ilmavälissä liikkuvan ilman kosteus ei saavuta kriittistä kosteuspitoisuutta, jossa mikrobikasvu on mahdollista [2].

Tuulettuva lattia voi olla painovoimaisesti tuulettuva, mutta varmin ratkaisu on tuuletusvälin koneellinen tuuletus. Menetelmässä tulee huolehtia reuna-alueiden ja liitoskohtien huolellisesta tiivistämisestä, jotta tuuletus tapahtuu suunnitellusti. Käytön aikana tulee huolehtia korvausilmarakojen auki pitämisestä. Rakenteeseen ohjattava korvausilma tulee suodattaa ja suodattimet tulee puhdistaa vähintään kerran vuodessa, jotta vältytään epäpuhtauksien kulumiselta tuuletusväliin.

Tuuletusväli voidaan rakentaa valmiiden muovi- tai kumimattojen, profiilipellin, puu- tai teräskoolauksen tai geokomposiittien avulla. Valmiiden muovi- tai kumimattojen huonona puolena on niiden pieni ilmaväli, joka ei välttämättä ole riittävä kaikissa tapauksissa. Koolauksilla tehtävien tuuletusvälien huonona puolena on lattiarakenteen paksuuden kasvaminen, mikä seurauksena voidaan joutua lyhentämään ovia. Myös olemassa olevat kevyet väliseinät tulisi huomioida rakennetta korjattaessa.

Hyvän puolena tuulettuvissa rakenteissa on se, että alapohjan pintamateriaali voidaan valita vapaasti. Tuulettuvan rakenteen toiminnan tarkastaminen ei ole mahdollista, ellei rakenteeseen tehdä jo asennusvaiheessa tarkastuksen mahdollistavia tiiviitä luokkuja. Tuulettuvaan rakenteeseen voidaan asentaa kosteusmittausanturit, jolloin rakenteen toiminnan seuraaminen on mahdollista käytön aikana. Antureita tulee asentaa useita, jotta voidaan varmistua rakenteen toiminnasta koko tuulettelulla alueella.

Rakenteen uusiminen

Rakennuksen peruskorjauksen yhteydessä on mahdollista uusia alapohjarakenne. Maanvaraiset betonilaatat ja alustäytöt puretaan, asennetaan tarvittaessa rakennuksen sisäpuolelle salaoja, vaihdetaan laatan alla oleva maatyttö kapillaarisen kosteuden nousun katkaisevaksi ja

valetaan uusi lämmöneristetty alapohjalaatta. Mikäli maapohjan kosteustuotto on suuri, ja on vaarana että kosteutta kulkeutuu maapohjasta kapillaarikatkon läpi diffuusion välityksellä betonilaattaan, voidaan kapillaarisen kosteuden nousun katkaisevana kerroksena käyttää tiivistettyä kevytsoraa, joka tuulettetaan koneellisesti ja poistetaan alapohjaan kulkeutuva haitallinen kosteus. Tuuletuksen järjestely tulee suunnitella erikseen, jotta varmistetaan rakenteen toiminnasta. Yleensä alapohjan lämmöneristeenä käytetty solupolystyreeni muodostaa riittävän diffuusiokatkon.

Keraamiset tai kiviaineiset laatoitukset

Kosteiden betonilattioiden pinnoitteeksi voidaan valita keraaminen tai kiviaineinen laatoitus. Oikein asennettu keraaminen laatoitus kestää alapohjan kosteusrasitusta hyvin. Joissain tapauksissa laattasaumoihin voi syntyä kosteuden mukana kulkeutuneista suoloista värjäytymää, mutta kyseinen haitta on lähinnä esteettinen. Keraamisen laatoituksen toiminta kostealla alustalla perustuu laattojen ja laattasaumojen vesihöyrynläpäisevyyteen, jolloin alapohjarakenteen kosteus haihtuu vähitellen sisäilmaan. Lasittamattomat laatat läpäisevät vesihöyryä hiukan lasitettuja laattoja enemmän. Kivilaatoitusten huonona puolena pidetään niiden kylmyyttä, joka vaikuttaa asuintiloissa oleskelumukavuuteen. Keraaminen laatoitus ei sovellu akustisten ominaisuuksien takia käytettäväksi tiloissa, joissa on äänitekniisiä vaatimuksia, kuten luokka- tai käytävätiloissa.

Tiivistäminen

Tietyissä tapauksissa kostea betonilaatta tai sen reuna-alue voidaan pinnoittaa huonosti vesihöyryä läpäisevillä pinnoitteilla. Yleisimmin käytetään epoksi- tai akryylikäsittelyä, joista osa soveltuu sellaisenaan kulutuspinnaiksi. Käsitteily avulla kostealle alueelle voidaan valita pinnoitteeksi parketti, laatoitus tai muovimatto. Tiivistävä käsittely voidaan asentaa myös seinän alaosaan jalkalistan korkeudelle, jolloin on mahdollista valita jalkalistoiksi puiset listat, joiden käyttäminen kosteilla alustoilla ei ole muutoin suositeltavaa laho- ja homehtumisriskin vuoksi. Puisia jalkalistoja käytettäessä niiden taustapinnat tulee käsitellä puunsuojaj-aineella. Tiivistämällä lattia- ja seinärakenteen rajapinnassa oleva rako massamaisella vedeneristeellä voidaan myös estää maatyöstä sisäilmaan siirtävät epäpuhtaudet.

Epoksinpinnoitteiden osalta ongelmaksi voi tulla pinnoitteeseen syntyvät kuplat. Kuplimisen syntymekanismia ei tarkoin tiedetä, mutta yhtenä syynä on todennäköisesti osmoottisen



Kuva 4. Lattian ja seinän rajapinnassa olevan raon tiivistäminen massamaisella vedeneristeellä.

paineen aiheuttama kosteuden kerääntyminen pinnoitteen alle. Ongelman syntyyn voidaan vaikuttaa valitsemalla riittävän paksu pinnoite, jolloin pinnoitteen paineen kestävyys on parempi, tai käyttämällä yksikomponenttisia vesiohenteisia pinnoitteita, joiden vesihöyrynläpäisevyys on kaksikomponenttisia liuotteellisia pinnoitteita parempi. Epoksi- ja akryylinpinnoitteita käytettäessä on tunnettava alapohjan kosteusrasituksen syy ja arvioitava pinnoitteen käyttämisen riskit.

Maanvastaisten seinärakenteiden korjausmenetelmät

Yleistä

Maanvastaisten seinärakenteiden korjauksissa on kaksi pääkorjaustapaa, rakenteeseen jälkikäteen muodostettavan kapillaarikatkovyöhykkeen tekeminen sekä rakenteen sisäpinnan pinnoittaminen kosteusrasitusta kestäväillä materiaaleilla. Näiden korjausmenetelmien lisäksi on olemassa myös rakenteen kosteustekniseen toimintaan vaikuttavat tuuletus- ja lämmitysmenetelmät sekä sähköinen rakenteen kuivattamis- ja kuivanaipitomenetelmä. Erilaisia laasti- ja injektointikorjauksia on tehty paljon, mutta uudemmista menetelmistä kokemuspohjaista tietoa on vielä vähän.

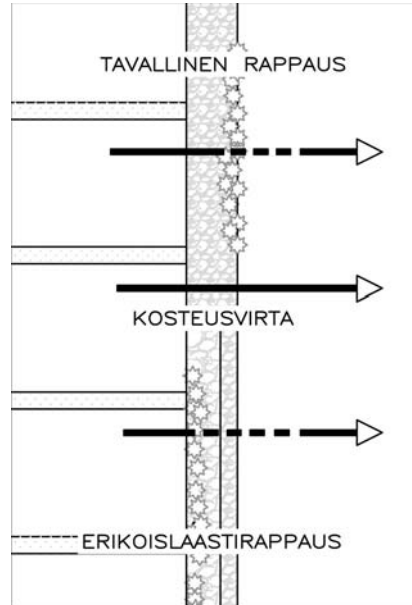
Erikoislaastirappaukset

Mikäli rakenteeseen kulkeutuvaa kosteutta ei pystytä estämään, voidaan pintavaurioiden uusiutuminen estää vaihtamalla seinäpintojen rappausmateriaaleiksi kosteus- ja suolarasitusta

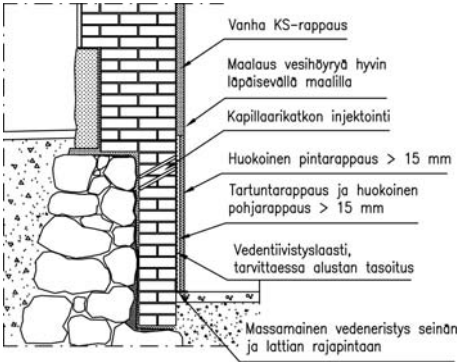
hyvin kestäviä erikoislaasteja nk. suolankeräyslaasteja. Erikoislaastien kehitystyö alkoi 1970-luvulla, kun pyrittiin parantamaan julkisivurappauslaastien kosteus- ja suolakestävyyttä. Sittemmin kehitystyötä on jatkettu ja WTA (Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege, kansainvälinen yhdistys, joka tukee rakennusten korjausmenetelmien tutkimuksia ja ohjeistaa hyvin korjaustapoihin) on antanut näitä erikoisrappauslaasteja koskevia valmistus- ja toteutusohjeita. Julkisivukorjauksen ohella näitä laasteja voidaan käyttää myös kosteus- ja suolavaurioituneiden maanvastaisten seinien kunnostamisessa. [1]

Vanhojen kastuneiden ja suolavaurioituneiden rappausen tilalle asennetaan kerrossittainen, WTA-hyväksytty saneerauslaastijärjestelmä, jonka osia ovat alusta, tartuntapohjarappaus, huokoinen laasti, saneerauslaasti sekä viimeistelypinta. Menetelmää voidaan käyttää myös betoniseiniin, mikäli niissä esiintyy paljon suoloja.

Laastien toiminta perustuu normaalia kalkkisementtirappausta suurempaan ilmahuokostilavuuteen, joka siirtää rakenteessa kulkeutuvan



Kuva 5. Tavallisessa rappauksessa kosteuden mukana kulkeutuneet suolat kiteytyvät rakenteen pinnalle, kun taas erikoislaastirappauksessa suolat kiteytyvät rappauksen sisällä oleviin suuriin ilmahuokosiin rappauksen pinnan säilyessä ehjänä.



Kuva 6. Maanvastaisen tiilirakenteisen seinän korjauksessa käytettäviä korjausratkaisuja.

kosteuden haihtumispinnan rappauksen sisälle, jolloin kosteuden haihtumisen seurauksena kiettyvät suolat kerääntyvät laastin sisälle. Rappauksen pinta säilyy ehjänä niin kauan kuin rappauslaastin suolankeräyskapasiteetti riittää. Tavallisilla rappauslaasteilla suolat kiettyvät rakenteen pinnalle. Laastin täytettyä suolalla alkaa suolakiteitä ilmestyä myös rappauksen pinnalle, mikä on merkinä rappauksen uusimistarpeesta. Rappauksen keston vaikuttaa suola- ja kosteusrasituksen määrä sekä rappauksen paksuus ja huokoisuus. Sisäpuolisissa korjauksissa saavutetaan tavallisesti 10–25 vuoden käyttöikä. Laastit toimivat hydrokooptiivisuutensa kautta myös kosteuden kondensoitumista estävänä pintana.

Korjauksen toimivuuden edellytyksenä on, että rakenne pinnoitetaan hyvin vesihöyryä läpäisevällä maalilla. Mikäli käytetään liian tiiviin kalvon muodostavaa maalia, on seurauksena maalipinnan irtoamista. Tapettien käyttämistä pinnoitteena ei suositella. Mahdolliset jalkalistat ja kalusteet tulee asentaa hiukan irti seinäpinnasta, niin että seinäpinta pääsee tuuletuttamaan vapaasti huoneilmaan.

Vedentiivistyslaastit

Tiili- ja betoniseinissä, joissa on aktiivisia vesivuotoa tai suuri ulkopuolelta tuleva kosteusrasitus, voidaan käyttää vedentiivistyslaasteja, jotka estävät nestemäisen veden tunkeutumisen rakenteen läpi. Osa vedentiivistyslaasteista soveltuu käytettäväksi myös paineellisen veden rasittamissa rakenteissa. Vedentiivistyslaastit eivät estä vesihöyryn kulkeutumista rakenteen läpi, joten niiden pintaan tulee asentaa vesihöyryä hyvin läpäisevä maalipinnoite. Tapettien käyttämistä viimeistelypintana tulee välttää.

Vedentiivistyslaasteja on kahta tyyppiä, ohut muutaman millin paksuisena käytettävä slammimainen tiivistyslaasti sekä veden tunkeutumisen estävä 10–20 mm paksu rappauslaasti, nk. sulkulaasti. Osa laasteista on saatavilla myös elastisina, jolloin niitä voidaan käyttää halkeilleille alustoille ja ne kestävät jossain määrin myös rakenteen mahdollisia halkeiluja laastin asennuksen jälkeen.

Mikäli rakenteen lämmöneristävyyden huono, voi kylmillä rakenteilla slammimaisen ohuen tiivistyslaastin pintaan kondensoitua kosteutta, kun taas paksuimmilla sulkulaasteilla ei vastaavaa ongelmaa yleensä esiinny. Slammimaisten vedentiivistyslaastien pintaan voidaan tarvittaessa asentaa muita kosteusrasitusta kestäviä pinnoitteita, esimerkiksi huokoisia laasteja estämään kosteuden kondensoitumista tai suola kerääviä laasteja mahdollisten suolakiteytymien varalle. Vedentiivistyslaastilla korjattujen seinäpintojen tuulettuminen tulee varmistaa ja sijoittaa kalusteet irti seinäpinnoista.

Aktiivisten vuotokehien tiivistäminen

Betoniseinien aktiivisten vesivuotokehien, kuten halkeamien, valusauhojen tai putkiläpiviennien korjaamiseen on muutamia vaihtoehtoja. Halkeamat tai valusauhat avataan esimerkiksi piikkaamalla tai timanttisahaamalla viistosti. Avattuun kohtaan laitetaan kerroksittain tiivistyslaastia tasaisesti pintaan asti. Vuotokehän tiivistämiseen voidaan käyttää myös nopeasti kovettuvaa sementtipohjaista pikakorjauslaastia, joka tekee vuotokehästä vesitiiviin.

Halkeamat ja putkiläpiviennit voidaan tiivistää myös injektioimalla. Korjattavan kohdan ympärille porataan reikiä viistosti kohti vuotoa kohtaa. Reiät täytetään injektioimalla esimerkiksi injektointilaastilla, epoksilla tai silikonihartsilla. Injektointimateriaalit toimivat täyttäen porareikien ohella myös rakenteen huokokset porareian ympärillä.

Putkiläpiviennin ympärille voidaan tehdä vedentiivistyslaastilla, vedeneristys- tai epoksi-massalla kaulus. Tiivistyksen onnistumista edesauttaa putkiläpiviennin reunan avaaminen noin 10–20 mm syvyyteen, jolloin tiivistysainetta saadaan paksuksi kerros ja samalla saadaan suurempi tartuntapinta. Putkiläpiviennin ympärille tehtävissä tiivistyksissä tulisi käyttää elastisia materiaaleja, jotka kestävät mahdolliset pienet rakenteen liikkumiset halkeamatta.

Sisäpuolinen mineraalilevy-pinnoitus

Keski-Euroopassa EU:n tuella tehdyssä INSUMAT tutkimuksessa kehitettiin historiallisten raken-

nusten lämmöneristyksen sisäpuoliseen parantamiseen soveltuvia materiaaleja. Tutkimuksessa keskityttiin kapillaarisesti aktiiviseen kalsiumsilikaattilevyyn, jonka käyttämisestä oli saatu jo aikaisemmin hyviä kokemuksia. Tarkoituksena oli kehittää optimaalinen ratkaisu, jossa yhdistyvät hyvä lämmöneristävyyttä sekä kosteusliike nestemäisen veden ja vesihöyryn osalta. [3]

Mineraalilevypinnoitusta voidaan käyttää seinien lisälämmöneristeenä sekä kosteiden rakenteiden pinnoitteena. Pinnoite soveltuu kiivaainespintojen lisäksi myös puurakenteisten seinien lisälämmöneristämiseen. Huokoisuutensa ansiosta kalsiumsilikaatti varastoi kondensoituvan kosteuden ja luovuttaa sen vähitellen sisäilmaan [4]. Levytyksellä toimii myös jossain määrin suojaa keräävänä puskurina.

Kalsiumsilikaattilevyt kiinnitetään puhdistettuun seinään sementtilaastilla sekä tarvittaessa myös mekaanisin kiinnittimin. Materiaalitoimittajien asennusohjeissa on pieniä eroja esikäsitteilyiden sekä kiinnityksen osalta. Levyjen pinnat on käsiteltävä pohjusteella ennen päälle tulevia maali-, rappaus- tai tasoitekerroksia. Tiililadonnalla asennetut levyt pinnat tasoitetaan tasoituslaastilla, jonka jälkeen pinta maalataan vesihöyryä hyvin läpäisevällä maalilla.

Sisäpuolinen kosteuseristys

Rakenteen sisäpintaan voidaan asentaa rakenteesta ja kosteusrasituksesta riippuen eristykseksi bitumiväly, vastaavasti kuten vanhojen kerrostalojen maanvastaiset rakenteet on eristetty. Ulkopuolinen rakenne jää edelleen märäksi, mutta kosteuden siirtyminen huonetilaan vähenee. Eristysmateriaali voidaan valita tapauskohtaisesti korjauksen ja materiaalin vesihöyrynläpäisevyyden perusteella (veden- tai kosteuseristys). Rakenteissa mahdollisesti oleva vanha sisäpuolinen lämmöneristys joudutaan purkamaan ennen vedeneristystä eikä sen takaisin asentamista suositella. Rakenteen lämmöneristävyyttä voidaan parantaa asentamalla seinän sisäpintaan kevytbetoni- tai kevytsorabetoniharkkomuuraus. Myös rappaamalla pinnat huokoisilla laasteilla voidaan hiukan parantaa rakenteen lämmöneristävyyttä.

Seinäarakenteen tuulettaminen

Kosteiden seinien eteen voidaan asentaa kotelointi, jonka taustalle jää tyhjä tila. Tyhjä tila tuuletetaan tekemällä kotelon alaosaan ilmaraiko joko yhtenäisenä kaistana tai porareikäriivinä. Kotelon yläosaan tehdään vastaava tuuletusrako tai kanavointi poistoilmanvaihtoon. Sisäilmaan tuulettamisen edellytyksenä on, että rakenteesta poistetaan sisäilmahaittoja aiheuttavat orgaaniset ainekset. Tuulettuvan rakenteen

tehokkain toiminta saavutetaan tuulettamalla väli koneellisesti, jolloin myös tuuletusväliin mahdollisesti kulkeutuvat mikrobin aineenvaihduntatuotteet sekä muut epäpuhtaudet poistuvat aiheuttamatta sisäilmahaittaa. Koteloinnin saumakohdat tulee tiivistää ilmatiiviiksi, jotta tuuletus tapahtuisi suunnitellusti. Kotelointi voidaan rakentaa vastaavilla tavoilla kuin tuulettuva lattiarakenne. Tuuletusrakoon voi alkaa kerääntyä suolaa, mikäli kosteusvirran mukana kulkeutuu paljon suoloja. Koteloinnin sisälle voi kerääntyä pölyä, mikäli tuuletusrat ovat yhtenäisiä. Suolojen kiteytyminen ja pölyntyminen tulisi huomioida tuuletusraon suuruutta ja tuuletustapaa suunniteltaessa.

Kapillaarikatkon injektointi

Injektoinnissa seinärakenteen alaosaan tehdään tasaisin välimatoin porareikiä, joiden kautta rakenteeseen imeytetään tai injektoidaan kapillaarikatkon muodostavaa injektointiainetta. Injektointiainetta jaotellaan vesihöyryä läpäiseviin ja vesihöyryä läpäisemättömiin aineisiin. Markkinoilla on useita erilaisia injektointiaineita, joiden valintaan vaikuttavat korjattava rakenne sekä kosteus- ja suolarasitus.

Injektointi voidaan suorittaa paineettomana, jolloin injektointiainetta valutetaan reikiin kannujen tai täyttösuppiloiden avulla tai paineellisena, jolloin reiät täytetään erityisen injektointipumpun avulla noin 10–20 barin paineella. Pienistä hiukkasista muodostuvat injektointiainet tunkeutuvat kapillaarisuuden välityksellä rakenteen huokosiin, ja täyttävät rakenteen kapillaarihuokokset estäen kapillaarisen kosteuden kulkeutumisen. Paineellinen injektointi tehostaa injektointiaineen tunkeutumista rakenteen huokosiin ja saavutettu kapillaarikatkoväly on suurempi kuin paineettomassa injektoinnissa. Osassa injektointimenetelmiä rakennetta on kuivatettava ennen injektointia, toiset menetelmät toimivat ilman kuivatusta märkää-märälle -periaatteella.

Taulukko 2. Kapillaarikatkon injektointiin käytettäviä erilaisia injektointiaineita.

- Alkalisilikaattiliuokset
- Alkalimetyylisilikonaattit
- Alkalipropyylisilikonaattiliuokset
- Alkalisilikaatti- ja alkali-metyylisilikonaattien yhdistelmäliuokset
- Bitumiemulsioit, -sulatteen ja -liuokset
- Orgaaniset hartsit
- Parafiinit
- Sementti- ja hienoaineseokset
- Silaanit ja pienimolekyyliset siloksaanit
- Silikonihartsiliuokset
- Silikonimikroemulsioit



Kuva 7. Kapillaarikatkon paineellinen injektointi seinärakenteen alaosaan porattujen injektointireikien kautta.

Mekaaniset menetelmät (V-leikkaus / Sahaus / Poraus)

Kapillaarisen kosteuden nousun katkaiseva kerros voidaan tehdä sahaamalla rakenteeseen ura, johon asennetaan kapillaarikatkoksi metalli- tai muovilevy tai vesitiivis betoni- tai epoksimaassa. Rakenteen kantavuuden säilyttämiseksi korjaus tehdään pienissä, noin 1 metrin pätkissä. V-leikkauksessa sahataan urat seinän molemmilta puolilta alaviistoon, V-muotoon. Sahausmenetelmää käytettäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteen vakauden säilyttämiseen. Porausmenetelmässä rakenteeseen porataan vaakasuunnassa tasaisin välimatkoin porareikiä, jotka täytetään vesitiiviillä materiaalilla, esimerkiksi epoksi- tai muovimassalla tai vesitiiviillä betonilla. Massan kovettumisen jälkeen reikien viereen porataan uudet reiät, jotka täytetään vastaavasti tiivistysaineella. Mekaaniset menetelmät ovat vanhimpia menetelmiä kapillaarikatkon saamiseksi rakenteeseen ja niiden käyttäminen on vaativaa niin työn suunnittelun kuin suorituksenkin osalta. Mekaanisilla menetelmillä tehtävät kapillaarikatkokorjaukset soveltuvat käytettäväksi lähinnä laajojen peruskorjausten yhteydessä.

Rakenteiden lämmittäminen

Temperierung (engl. Tempering) on Saksassa kehitetty rakenteiden lämmitys- ja kosteudenhallintamenetelmä, joka soveltuu erityisesti vanhojen historiallisten rakennusten lämmitykseen, kosteusvauriokorjauksiin ja julkisivuvaurioiden ennaltaehkäisyyn. Menetelmä poh-

jautuu antiikin Rooman aikaisissa kylpylöissä käytettyyn lämmitystapaan. Menetelmässä asennetaan tili- tai luonnonkivirakenteisten ulkoseinien alaosaan sisäpinnan rappaukseen halkaisijaltaan 12–22 mm lämmitysputkia, jotka lämmittävät ensisijaisesti rakenteita ja rakenteiden lämmittyä myös sisätiloja [5].

Rakenteiden lämpenemisen seurauksena rakenteet alkavat kuivua, sillä huokosiin mahtuu enemmän kosteutta. Kosteuden haihtumisrintama siirtyy syvemmälle rakenteeseen. Kapillaarinen kosteuden nousu pysähtyy ja suolojen kulkeutuminen rakenteen pinnalle estyy. Rakenteen lämpenemisen seurauksena sisäilman kosteuden kondensoitumista seinäpinnoille ei ilmene. Ulkoseinärakenteen kohonneen lämpötilan seurauksena sisätilojen normaalin lämmityksen määrää voidaan vähentää, sillä ulkoseinien vierustalla sisäilman lämpötilaolosuhteet ovat viihtyisämpiä eikä kylmien pintojen aiheuttamia ilmavirtauksia ja sitä kautta vedontunnetta ilmene. Energiankulutus on Ruotsissa tehdyn selvityksen mukaan 20 % pienempi normaaliin patterilämmitykseen verrattuna.

Menetelmää on käytetty Keski-Euroopassa useissa kymmenissä museo- ja kirkkorakennuksissa 1980-luvulta lähtien. Historiallisten rakennuksien ohella menetelmää on Keski-Euroopassa käytetty myös uudemmissa kasvihuone- ja eläintarharakennuksissa. Menetelmää käytetään myös massiivitiilien julkisivujen korjauksissa. Lämmityksen ansiosta tiilirakenteisten ulkoseinien kosteusvaurioriski saderasituksen suhteen pienenee oleellisesti ja samalla rakenteen lämmöneristävyyys paranee kuivumisen seurauksena. Julkisivupintojen osalta lämmityksellä voidaan samalla myös hidastaa pakkasrapautumista. Ulkoseinien sisäpintojen osalta merkittävä hyöty on, että sisäpintojen homeutumisariski poistuu käytännössä kokonaan pinta- lämpötilojen nousemisen seurauksena.

Sähköiset menetelmät

Sähköisiä rakenteiden kuivatusmenetelmiä on kehitetty 1970-luvulta lähtien. Elektro-osmoosiin perustuvia kuivatusmenetelmiä on käytetty myös Suomessa. Menetelmän käyttöön on kuitenkin vaikuttanut se, että kaikissa kohteissa sen käytöllä ei ole saavutettu haluttua vaikutusta. Perinteisessä sähköosmoosiin perustuvassa kuivatusmenetelmässä rakenteeseen asennetaan elektrodit, joiden välillä rakenteessa kulkee jatkuvasti sähkövirta.

Yhdysvalloissa on kehitetty viime vuosikymmenellä uusi elektro-osmoosiin perustuva rakenteiden kuivatusmenetelmä EOP eli vaihtuva sähköosmoosi. Menetelmässä asennetaan seinä- tai lattiarakenteen sisään anodina toimiva kaapeli ja rakenteen ulkopuolelle maaperään asennetaan katodina toimiva elektrodi. Elektrodien

välille aiheutetaan ajoittain suuntaa vaihtava virta, joka koostuu positiivisesta sekä negatiivisesta virtapulsusta sekä taukoajasta. Positiivisen pulssin kesto on pisin ja negatiivisen pulssin kesto aika lyhin, kokonaisaika tällä vaihtelulla on 2–0 sekuntia. Tuloksena on huokosnesteen virtaus yhteen suuntaan elektrodien välillä [6].

EOP-menettelyn toiminnan edellytyksenä on, että materiaalissa 1) on kapillaarihuokosia, joissa kosteus voi liikkua, 2) on määrätty pinta-vaara, kuten savi, betoni tai vastaava materiaali, 3) on kyllästynyt kosteuspitoisuus, 4) olevan neste on oltava laimea elektrolyytti. Järjestelmän suunnitteluun vaikuttavat maaperän mineraalikoostumus, sen kosteuspitoisuus ja huokosveden kemialliset ominaisuudet. Kosteuden kulkeutumiseen vaikuttavat maaperän ja rakenteen ionien konsentraatio, materiaalit sekä sähkökentän voimakkuus, eli vaatimuksena on, että maa-aines ja pohjavesi toimivat elektro-osmoosin väliaineena, esim. saviperäinen maa ja suolaton pohjavesi [7].

Toimivuuden edellytyksenä on, että järjestelmän avulla saavutettu elektro-osmoottinen voima on yhtä suuri tai suurempi kuin vaikuttava hydrostaattinen paine. Järjestelmän avulla on mahdollista, joko pysäyttää kosteuden siirtymisen rakenteeseen, tai siirtää kosteuden kulkuun rakenteesta katodille.

Pinnan puhdistus ja maalaus

Kiviainespinna voidaan joissakin tapauksissa puhdistaa suolavaurioituneista tasoitus- ja rappauslaasteista ja jättää seinäpinnat käsittelemättä. Tällöin on mahdollista, että rakenteen pintaan kertyy ajan kuluessa kosteuden mukana suolakiteytymää. Puhdistettu kiviseinäpinta voidaan myös maalata vesihöyryä hyvin läpäisevillä maaleilla. Mikäli tarvitaan tasoitettu seinäpinta, voidaan vanha seinätasoite vaihtaa kosteutta paremmin kestäväksi tasoitteeksi. Myös maalatulla pinnoilla on mahdollista, että ajan myötä rakenteen alaosaan pintaan voi kerääntyä suolakiteytymää. Kiteytymät voidaan poistaa siivouksen yhteydessä esimerkiksi harjaamalla tai imuroimalla.

Sisäpuolisten korjausten edut

Sisäpuolisten korjausten käyttäminen on perusteltua silloin, kun ulkopuolisia korjauksia ei ole mahdollista suorittaa tai niiden toteuttaminen on poikkeuksellisen hankalaa. Sisäpuoliset korjaukset voivat toimia myös väliaikaisena korjauksena, joilla saadaan tilat käyttökuntoon ja siirretään rakenteen täydellisempi korjaus seuraavan laajemman peruskorjauksen yhteyteen.

Joissain tapauksissa voidaan käyttää rinnakkain sekä ulkopuolisia että sisäpuolisia korjauksia. Etenkin vanhojen massiivitiilirakenteiden osalta rakenteen ulkopuolinen korjaus voi olla riittämätön, jolloin on suositeltavaa yhdistää ulkopuolen vedeneristyskorjaukseen kapillaarikatkon tekeminen sekä rakenteen alaosaan erikoislaastikorjaus rakenteen kuivamisen seurauksena syntyvien suolavaurioiden estämiseksi. Yhdellä yksittäisellä sisäpuolisella korjaustavalla ei todennäköisesti saavuteta toimivaa lopputulosta vaan tarvitaan useita samalla kertaa toteutettavia korjauksia, kuten em. kapillaarikatkon tekeminen yhdistettynä erikoislaastikorjauksiin. Sisäpuolisia korjauksia suunniteltaessa on tärkeää valita käytettävät menetelmät ja materiaalit korjattavan rakenteen mukaan.

Sisäpuolisissa korjauksissa käytettävät materiaalit ovat vastaaviin ”tavallisiin” materiaaleihin verrattuna huomattavasti kalliimpia. Korjaustyön kokonaishintaan vaikuttaa lisäksi myös käytettävän korjausmenettelyn yleisyys. Jos menetelmällä suoritetaan korjauksia satunnaisesti, ei työn suorittamiseen synny rutiinia, jolla suorittamisen työmenekkiä ja samalla kustannuksia saataisiin alemmas. Saamalla korjauksissa tarvittavien materiaalien sekä urakoitsijoiden välille kilpailua, saadaan myös edullisempia korjauksia.

Lähteet

- [1] Frössel, F. 2001. Mauerwerkstrookenlegung und Kellersanierung. Wenn das Haus nasse Füße hat. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag. 556 s.
- [2] Leivo, V., Rantala, J. 2002. Maanvastaist alapharakenteet – Kosteustekninen mitoittaminen ja korjaaminen. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Rakennustekniikan osasto, Talonrakennustekniikka, Julkaisu 121. 33 s.
- [3] Modern materials keep historic buildings warm and dry (7.4.2003). EU-komission tiedote INSUMAT-tutkimuksesta (à materials à success stories)
- [4] Ruisinger, U., Petzold, H., Grunewald, J., Häupl, P. Energetische Bewertung von Gebäuden mit raumseitiger Wärmedämmung aus Calciumsilikat. Institut für Bauklimatik, Technische Universität Dresden.
- [5] Kotterer, M., Großschmidt, H., Boody, F.P., Kippes, W. (editors). 2004. Klima in Museen und historischen Gebäuden: Die Temperierung. Wissenschaftliche Reihe Schönbrunn, Band 9. 506 s.
- [6] Hock, V.F., McInerney, M.K., Kirstein, E. 1998. Demonstration of Electro-Osmotic Pulse Technology for Groundwater Intrusion.

sion Control in Concrete Structures. FEAP Technical Report 98/68. U.S. Army Construction Engineering Research Laboratories. Champaign. IL 61826-9005. 44 s.

- [7] McNerney, M.K., Morefield, S., Cooper, S., Malone, P., Weiss, C., Brady, M., Bushman, J.P., Taylor, J., Hock, V.F. 2002. Electro-Osmotic Pulse (EOP) Technology

for Control of Water Seepage in Concrete Structures. US Army Corps of Engineers. Engineer Research and Development Center. ERDC/CERL TR-02-21 Construction Engineering Research Laboratory, 168 s.

TALONRAKENNUS | KORJAUSRAKENTAMINEN | INFRA-RAKENTAMINEN | BETONIRAKENNUKSET | TEOLLISUUSRAKENNUKSET | TUOTEKEHITYS

RAKLI-SKOL-ATL:n
hyväksymä laatujärjestelmä

**Kattavaa rakennetekniikan
asiantuntemusta ja luotettavaa
rakennesuunnittelua niin kotimaan
kuin ulkomaan rakennuskohteisiin.**

Finnmap Consulting
FMC GROUP

PI 88 Ratamestarinkatu 7 A
00520 HELSINKI
puh 0207 393 300
fax 0207 393 396
www.finnmapcons.fi

Espoo | Hämeenlinna | Jyväskylä | Kaarina | Kemi | Kouvola | Kuopio | Lahti | Lappeenranta | Oulu | Parainen | Pietarsaari | Pori
Porvoo | Rauma | Seinäjoki | Tampere | Turku | Vaasa | Vantaa | Olsztyn, Puola | Riika, Latvia | Tallinna, Viro | Pietari, Venäjä

Vesivahinkojen ehkäiseminen rakentamisessa

Vesivahinkojen syitä ovat mm. suunnittelu-, asennus- ja materiaalivirheet sekä väärä käyttö. Oppaassa tarkastellaan tekstein ja esimerkkipiirroksin rakennuksen vesi- ja viemäri-laitteistojen kannalta riskialttiita kohtia. Tavoitteena on välttää vesivahinkoja ja minimoida vuodosta aiheutuvat kustannukset. Opas ei anna yksityiskohtaisia ohjeita, vaan suunnittelijan on tapauskohtaisesti mietittävä sopivin ratkaisu.



2. painos

YM, Rakennustieto Oy, 2005

(YM, Ympäristöopas 111, rakentaminen)

ISBN 951-682-690-3

34 s., hinta 22 €, sis. alv 8 %

Tee tilauksesi helposti
www.rakennustieto.fi
tai soita puh. 0207 476 401

RAKENUUSTIETO