

Maanvastaisten seinien sisäpuolinen korjaus



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinnan korkeakoulukeskus, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka,

Insinööri (AMK)

Kevät, 2021

Otto Rantanen

Tekijä Otto Rantanen

Vuosi 2021

Työn nimi Maanvastaisten seinien sisäpuolinen korjaus

Ohjaajat Anssi Knuutila (HAMK), Markus Råbergh (Rusttet Oy)

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mitä eri sisäpuolisia korjausvaihtoehtoja on kellarin maanvastaiselle seinälle. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Suunnittelutoimisto Rusttet Oy:n kanssa. Työn tavoitteena on antaa vaihtoehtoiset korjaustavat maanvastaisen seinän sisäpuolisissa korjaus tilanteissa. Opinnäytetyössä esitellään korjaustapa ja sen hyvät ja huonot puolet. Opinnäytetyössä esitetään myös urakoitsijoilta saatuja urakkahintoja ja korjauksen suunniteltu käyttöikä.

Opinnäytetyössä keskitytään seinän sisäpuolisiin korjauksiin kuivatilassa ja märkätilassa. Opinnäytetyössä käydään läpi kolme eri korjausta, joista kaksi on märkätilan korjausvaihtoehtoa ja yksi kuivantilan korjausvaihtoehto. Tilanteissa esitellään olemassa oleva rakenne ja sen suunnitellut korjausvaihtoehdot.

Seinien rakenteiden tutkimisessa käytettiin DOF-lämpöohjelmaa. Myös olemassa olevan ja uuden rakenteen U-arvot laskettiin käsin. Tutkimustuloksissa verrattiin vanhan rakenteen ja uuden rakenteen lämmön eristävyyttä ja kosteuden siirtymistä. Korjattujen rakenteiden U-arvot paranivat kaikilla korjausratkaisuilla alkuperäisestä rakenteesta.

Avainsanat maanvastainen seinä, kosteus, DOF-lämpö

Sivut 33 sivua

Author Otto Rantanen

Year 2021

Subject Repairing the inside of basement walls

Supervisors Anssi Knuutila (HAMK), Markus Råbergh (Rusttet Oy)

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to find out what kinds of different inside repairing methods there are for basement walls. This thesis was commissioned by a design company Rusttet Oy. The more specific aim of this thesis is to provide the optional repairing methods for the basement walls. This thesis shows the repairing method and its advantages and disadvantages. There are also contract prices and the expected life for the repair work included.

The thesis focuses on the inside repairing of basement walls in a dry space and wet spaces. There are three different cases, of which two are repairing plans for wet space and one is a repairing plan for dry space. In each case the current situation and the repair plans are presented.

The Dof-heat program was used for analyzing the basement walls. In addition, the U-values for the current structure and the new structures were calculated. The heat isolation and moisture transmission of the old structure and the new structure were compared in the test results. The U-value got better in each repairing method.

Keywords Basement, moisture, Dof-heat

Pages 33 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Maanvastainen seinä.....	2
2.1	Historia	2
3	Maanvastaisen seinärakenteen rakennusfysikaalinen toiminta.....	8
3.1	Lämpö.....	8
3.2	Kosteus.....	9
3.3	Käsitteitä	9
4	Maanvastaisten seinärakenteiden riskit ja vauriot	10
4.1	Maanvastaisten seinien kosteustekniset vaatimukset	10
4.2	Maanvastaisten seinärakenteen riskit ja kosteusvaurion aiheuttajat.....	11
4.3	Kosteuskartoitus	13
4.4	Korjausratkaisut lyhyesti.....	14
5	Maanvastaisen seinärakenteen korjaus.....	14
5.1	Eri korjausmateriaalit.....	17
5.2	Korjausmenetelmä 1	18
5.3	Korjausmenetelmä 2	21
5.4	Korjausmenetelmä 3	23
6	Muita korjausratkaisuja.....	25
6.1	Kapillaarisen vedennousun katkaisu.....	25
6.2	Vesihöyryvoimet pinnoitteet ja tiivistykset	25
6.3	Ulkopuoliset korjaukset	25
7	Kustannusten vertailu	26
8	Tutkimusmenetelmät ja tulokset	27
8.1	U-arvo.....	27
8.2	DOF-lämpö	28
9	Pohdinta	29
10	Johtopäätökset	30
	Lähteet.....	31

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Esimerkkitalo 1891 (Neuvonen, 2006, s.43).....	3
--	---

Kuva 2. Esimerkkitalo 1939 (Neuvonen, 2006, s.81)	4
Kuva 3. Esimerkkitalo 1958 (Neuvonen, 2006, s.133)	5
Kuva 4. Esimerkkitalo 1963 (Neuvonen, 2006, s.197)	6
Kuva 5. Maanvastaisen seinän käännetty rakenne (Fise n.d)	7
Kuva 6. Kellarin rakenteiden kosteuden aiheuttajat. (Hometalkoot, n.d)	12
Kuva 7. Olemassa oleva kellarin seinä ja lattiarakenne.	16
Kuva 8. Märkätilan korjausvaihtoehto 1	20
Kuva 9. Märkätilan korjausvaihtoehto 2	22
Kuva 10. Kuivan tilan korjausvaihtoehto 1	24
Kuva 11. DOF-lämpö kuvaajat. T= lämpötila, KK= kyllästyskosteus (punainen), KM= kosteusmäärä (sininen)	29
Taulukko 1. Urakoitsijoiden hinnat.	26
Taulukko 2. DOF-tarkasteluihin käytetyt lämmönjohtavuusarvot.	27
Taulukko 3. Rakenteiden U-arvot	28
Taulukko 4. DOF-lämpö tarkasteluihin valitut olosuhdearvot	28

1 Johdanto

Rakennuksen maanvastaisissa seinärakenteissa todetaan usein kosteusvaurioita, jos ne on virheellisesti rakennettu, varsinkin jos seinät on lämmöneristetty sisäpuolelta väärin. Nämä sisäpuolelta lämmöneristetyt seinät luokitellaan nykyään riskirakenteiksi. Vaurioiden syyt ovat yleensä salaojien toimimattomuus tai kokonaan puuttuminen, maanvastaisen seinän vesieristeen puuttuminen tai sen huono kunto sekä sade- ja sulamisvesien poisjohtamisen virheet.

Kosteusvaurio näkyy yleensä seinän sisäpuolelta maalin hilseilynä tai seinärappauksien kopoina ja rikkoontumisina. Pahimmassa tapauksessa jos seinän sisäpuolelle on tehty lämmöneristyskerros, joka asennettu kiinni maanvastaiseen betoniseinään. Tähän kerrokseen voi alkaa kasvaa mikrobikasvustoa. Tästä voi tulla kyseiseen tilaan epäpuhtauksia, jotka aiheuttavat sisäilmaongelman ja joka voi alkaa levitä jopa koko rakennuksessa. (Sisäilmayhdistys ry, n.d)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on antaa eri korjausvaihtoehtoja maanvastaisen seinän sisäpuoliselle korjaukselle. Opinnäytetyössä tarkastellaan kahta erilaista korjausperiaatetta maanvastaisen seinän korjauksessa märkätilassa ja yhtä periaatetta kuivantilan seinän korjauksessa. Opinnäytetyössä myös hieman sivutaan maanvastaisen lattian korjauksia. Töiden laajuus sekä tarvittavat työsuoritukset esitellään. Opinnäytetyössä rakenteiden kosteustekninen toimivuus varmistetaan kirjallisuustutkimuksen ja laskennallisen tarkastelun avulla. Rakenteet simuloidaan DOF-lämpölaskentaohjelman avulla, jolla saadaan tietoa kosteuden ja lämmön liikkeistä seinärakenteessa. Maanvastaisen seinän tarkastelut tehdään opinnäytetyössä olettaen, että kosteusrasitus tulee seinän ympärystäyttöjen maankosteudesta. Kosteus johtuu sade- ja sulamisvesistä, jotka ovat imeytyneet maaperään. Kosteuden kapillaarista nousua ei ole huomioitu. Opinnäytetyössä ei myöskään tarkastella maanpinnan yläpuolella olevaa maanvastaisen seinän osaa.

Opinnäytetyössä on myös esitelty urakoitsijoilta saadut töiden ja purkujen €/m²-hinnat. Hinnat ovat saatu urakoitsijoilta, jotka ovat tehneet kyseisiä korjaustöitä. Suunnittelutoimisto Rusttet Oy suunnittelee ja valvoo kyseisiä korjauksia.

2 Maanvastainen seinä

Maanvastaisella seinärakenteella tarkoitetaan, että seinärakenne on kokonaan tai osittain maan alla. Seinä voi olla perustettu maanvaraisesti anturoille, suoraan kallion varaan tai vaihtoehtoisesti paaluille tai pilareille. Seinän ulkopuoli rajoittuu maahan ja sisäpuoli lämpimiin, puolilämpimiin tai kylmiin tiloihin. Maanvastainen seinä toimii maanpaineseinänä ja siirtää maasta tulevat vaakasuuntaiset kuormat perustuksille ja kantaville sekä jäykistäville väliseinille. Perinteisin maanvastainen seinärakenne löytyy rintamamiestalosta, jonka kellarin seinät on rakennettu joko kokonaan tai osittain taloa ympäröivän pintamaan alapuolelle. (Sisäilmäyhdistys ry, n.d)

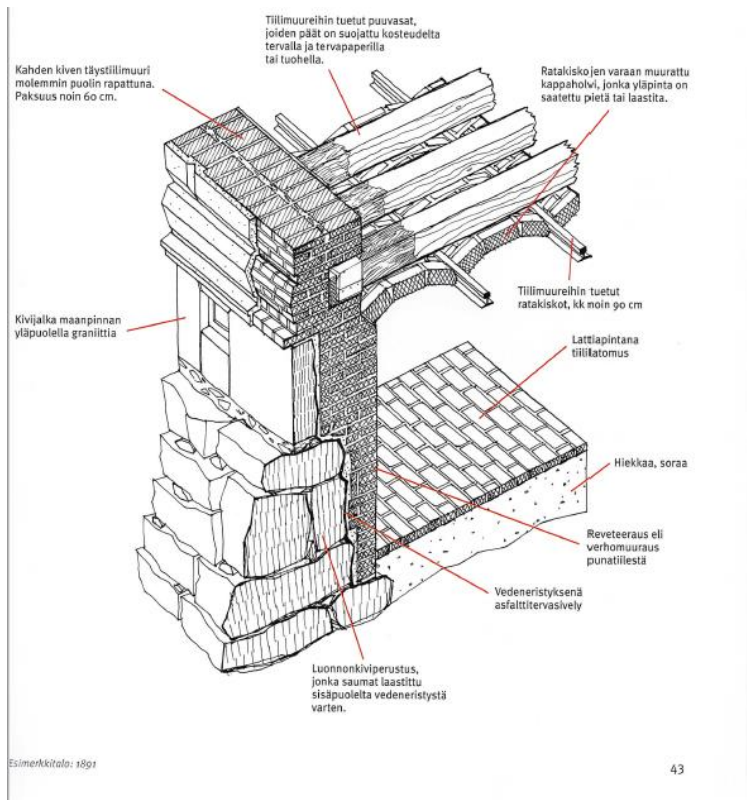
Maanvastaisia seinärakenteita esiintyy perinteisesti myös kerrostalojen ja asuinpienalojen kellaritiloissa. Myös parkkihalleissa ja muissa julkisissa rakennuksissa on maanvastaisia seinärakenteita. Maanvastainen seinä voidaan tehdä esimerkiksi betonista tai kevytsoraharkoista. Vanhojen rakennusten maanvastaiset seinät voivat olla kivilatomuksia. Kellaritiloja on voitu ottaa myöhemmin käyttöön asuintiloiksi tai tehty sauna- ja peseytymistiloiksi. (Sisäilmäyhdistys ry, n.d)

Maanvastaisen seinän on estettävä sitä ympäröivän maan ja hulevesien pääsy rakenteeseen. Maanvastaisen seinän lämmöneristys voi olla ulko- tai sisäpinnassa. Sisäpuolelta maanvastaista seinärakennetta eristäessä on varmistettava rakenteen hengittävyys. Kosteusteknisesti toimivin ratkaisu on seinän ulkopuolinen lämmön- ja vedeneristys eli käännetty rakenne. Tällöin seinä saadaan pidettyä seinä kuivana ja lämpimänä. Maanvastainen seinä voidaan myös tehdä vesitiiviinä rakenteena esimerkiksi bitumikermein tai vesitiiviillä betonilla. Vedenpaine-eristys on tarpeellinen, kun rakenne on pohjavedenpinnan alapuolella tai seinään kohdistuu ulkopuolista vesipainetta. (Sisäilmäyhdistys ry, n.d)

2.1 Historia

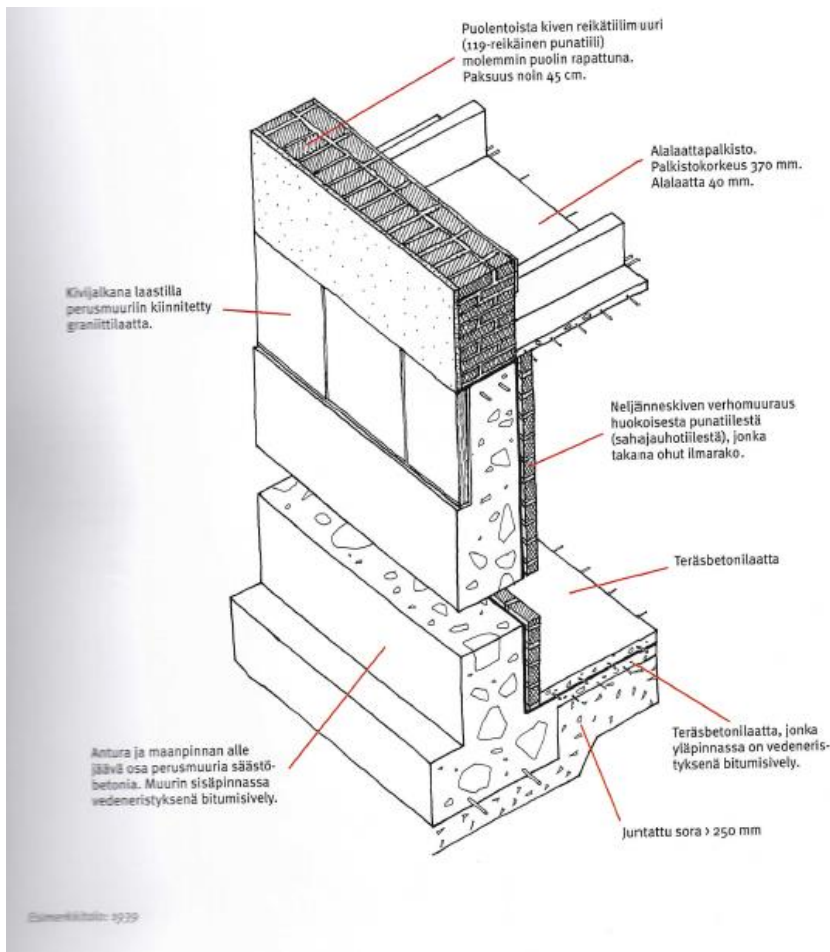
1880–1920-luvulla kerrostalojen ulkoseinät olivat tiilimuurirunkoja. Perustukset olivat luonnonkivistä tehtyjä. Tiilimuurauksen ja luonnonkivisokkelin välissä oli vedeneristyksenä asfalttitervasively. Lämmöneristys ja lämmitys olivat kellaritiloissa heikompia kuin ylemmissä asuintiloissa. Myös ilmanvaihto oli puutteellinen ja kellaritilat soveltuivat lähinnä vain varastotiloiksi. Kuvassa 1 on esitetty 1880–1920-luvun tyyppillinen kellarin maanvastainen seinä. (Neuvonen, 2006, s.16–17)

Kuva 1. Esimerkkitalo 1891 (Neuvonen, 2006, s.43)



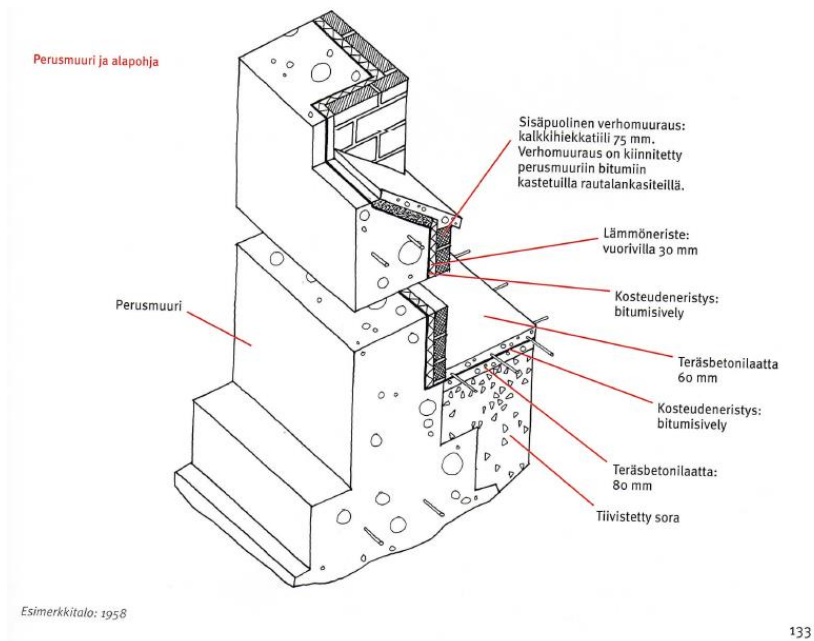
1920–1940-luvulla ulkoseinän kantavana rakenteena oli yhä tiilimuraus. Perustuksissa sen sijaan alettiin käyttämään säästöbetonia. Betonimuurin sisäpinnassa käytettiin vedeneristeenä bitumisiveliä. Seinärakenteen sisäpuolelle tehtiin verhomuuraus sahajauhoteiilestä, jonka takana oli ohut ilmarako. Kuvassa 2 on esitetty 1920–1940-luvun tyyppillinen kellarin maanvastainen seinä. (Neuvonen, 2006, s.54–55)

Kuva 2. Esimerkkitalo 1939 (Neuvonen, 2006, s.81)



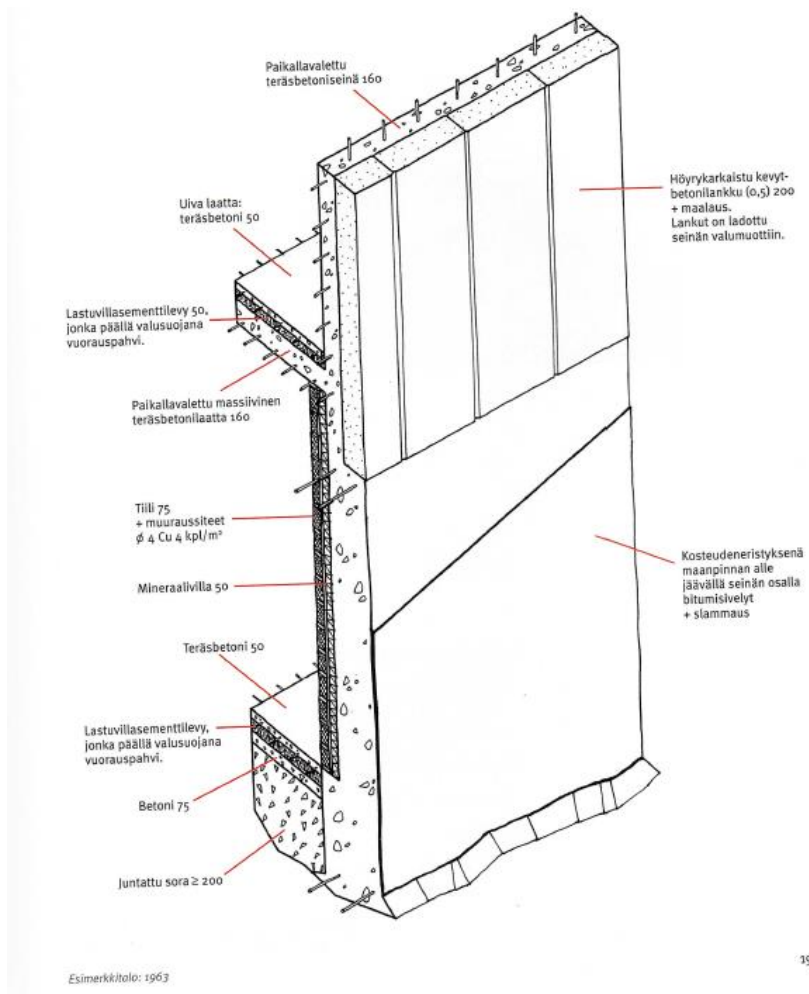
1940–1960-luvulla ulkoseinän rakennusmateriaaleina käytettiin tiiltä ja betonia. Talojen perustukset tehtiin jo betonista. Betonimuurin sisäpinnassa käytettiin yhä bitumisivelyä vedeneristysenä. Verhomuurauksen ja betoniseinän väliin asennettiin lämmöneriste ilman rakenteiden välistä ilmarakoa. Kuvassa 3 on esitetty 1940–1960-luvun tyypillinen kellarin maanvastainen seinä. (Neuvonen, 2006. s.87–90)

Kuva 3. Esimerkkitalo 1958 (Neuvonen, 2006, s.133)



1960–1975-luvulla ulkoseinän rakennusmateriaalina tiili poistui kantavana runkona ja tilalle tuli betoni jäädäkseen. Myös betonielementtitalot alkoivat saada jalansijaa rakennuskantaan. Perusmuurin vedeneristykseenä olevaa bitumisivelyä alettiin asentamaan seinän ulkopintaan maanpinnan alapuolella olevalle seinäosuudelle. Kuvassa 4 on esitetty vuosien 1960–1975 tyyppillinen kellarin maanvastainen seinä. (Neuvonen, 2006. s.143–152)

Kuva 4. Esimerkkitalo 1963 (Neuvonen, 2006, s.197)



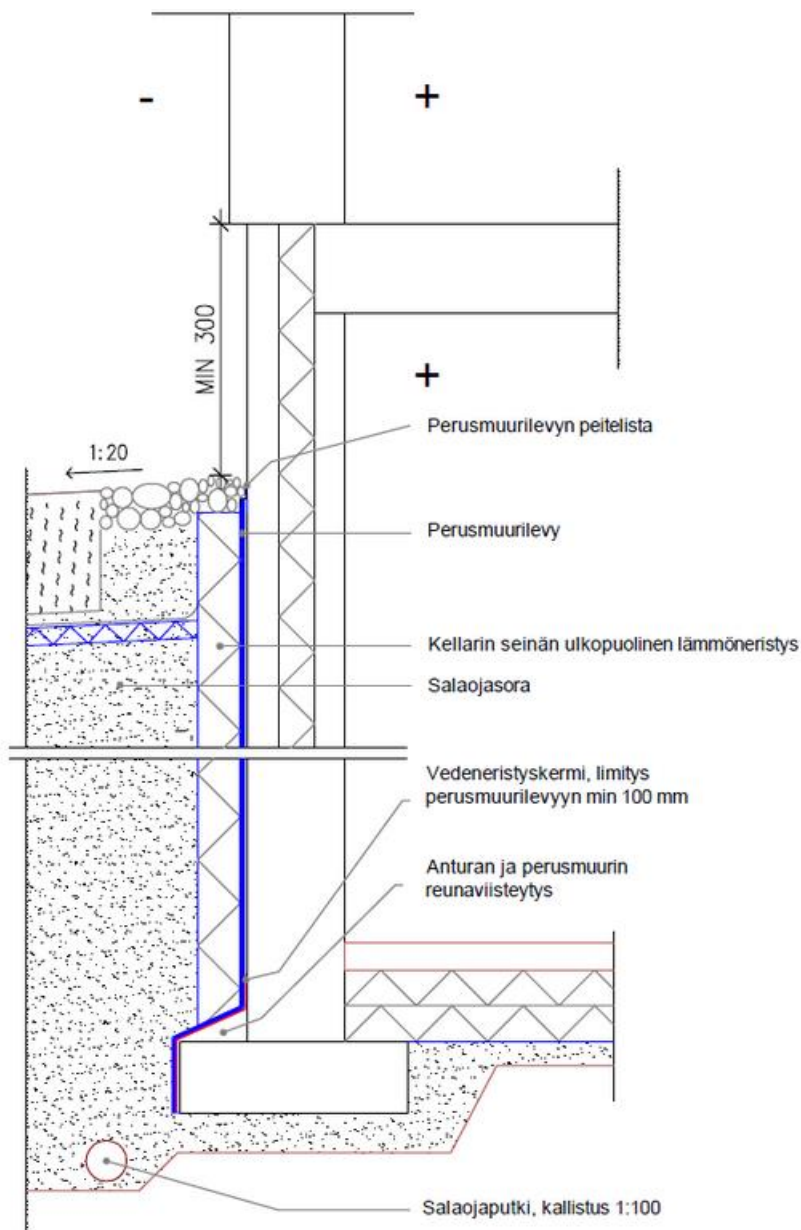
Esimerkkitalo: 1963

197

Nykyään maanvastaiset kellarilliset tilat kosteus- ja lämmöneristetään seinärakenteen ulkopuolelta. Ulkopuolella anturallisessa perustuksessa bitumikermi asennetaan anturan ja maanvastaisen seinän väliselle osuudelle. Anturan ja seinän liittymään tehdään kallistusvalu, jotta mahdollinen vesi ei jää lepäämään anturan reunan päälle vaan valuu siitä pois salaojiin. Seinän vedeneristys toteutetaan esimerkiksi patolevyllä. Patolevy on epäjatkua vedeneriste. Patolevyn nystyräpuoli asennetaan seinää vasten ja näin mahdollinen betoniseinästä vesihöyrynä vapautuva kosteus tiivistyy ja valuu patolevyä pitkin alas kohti salaojia. Patolevyn yläosaan maanpinnan tasolle asennetaan järjestelmään kuuluva tuuletuslista, jonka tehtävä on pitää patolevyn ja seinän välinen tila puhtaana. Seinä lämmöneristetään ulkopuolelta. Lämmöneriste EPS kiinnitetään patolevyn pintaan. Lämmöneristeenä voidaan käyttää myös eristeitä, jotka toimivat samalla lämmön- ja vedeneristeenä, esimerkiksi Finnfoam CW-100. On myös olemassa eristeitä, jotka toimivat lämmöneristeenä ja kapillaarikerroksena esim. Isodrän-levyt. Seinän vierustäyttö tehdään

vähintään 300 mm:n levyisenä salaojasorakaistana, joka erotetaan viereisestä maataytöstä suodatinkankaalla. Myös salaojaputken ympärillä käytetään kapillaarista salaojasoraa. Talon vierustan salaoja- ja sadevesiputkien päälle asennetaan routaeristys, jotta putket eivät talon perustukset jäätyisi talvella. (RT 83-10955, 2009, s. 3–11) Kuvassa 5 on esitetty nykyaikainen ulkopuolelta lämmön- ja vedeneristetty rakenne.

Kuva 5. Maanvastaisen seinän käännetty rakenne (Fise n.d)



Kuva 2. Periaatepiirustus kellarin seinän vedeneristyksestä perusmuurilevyä käytettäessä (RT 83-10955).

Rakennukset on ohjeistettu salaojitettavan jo 1940-luvulta. Salaojan sijainti perustuksiin nähden oli määritetty ennen perustusten tasoon eikä alapuolelle kuten nykyään määritellään.

Salaojaputket olivat alkuun materiaaleiltaan tiiltä ja savea. Nykyaikaiset muoviset salaojaputket tulivat 1960-luvulla. Talojen sadevedet ohjattiin alkuun salaojajärjestelmään, joka sadekelillä putken täytyttyä alkoi kastella perustuksia. Nykyään sade- ja sulamisvedet kerätään omana järjestelmänään sadevesikaivoihin. Täytöt ovat myös ohjeistettu tehtävän oikeilla soveltuvilla materiaaleilla mutta yleensä nämä talon vierustäytöt tehtiin tonteilla olevilla kaivuumailla. (Korjonen, 2020, s. 3–5)

3 Maanvastaisen seinärakenteen rakennusfysikaalinen toiminta

Kun tarkastellaan rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta, on hyvä tietää keskeiset rakennusfysikaaliset ilmiöt. Lämmön ja kosteuden siirtyminen tapahtuu rakenteissa ilmanpaineen, ympäröivän ilman lämpötilan ja kosteuspitoisuuden muutoksista. Maanvastaisen seinärakenteen rakennusfysikaalinen toiminta perustuu siis kosteuden ja lämmön siirtymiseen rakenteessa. Ulkopuolelta vesieristämätön rakenne päästää kosteuden seinän läpi sisäpuolelle, jossa se hakeutuu seuraaviin rakennekerroksiin. Ulkopuolelta lämmöneristämätön rakenne taas päästää ulkopuolella olevan maan kylmän ilman rakenteen läpi. Tällöin vesihöyrypitoinen lämmin sisäilma osuu eristekerroksen läpi kylmään betonipintaan ja tiivistyy (kondensoituu) kosteudeksi. Sisäpuolelta korjattaessa on siis mietittävä materiaalit ja rakennekerrokset niin että ulkoa tulevan kosteuden on mahdollista tuulettua eikä se siirry seuraaviin rakennekerroksiin. (Heiskanen, 2015, s.3)

3.1 Lämpö

Lämpö siirtyy rakenteessa tai tilassa kolmella eri tavalla: johtumalla, säteilemällä ja konvektion avulla (ilmavirtauksen mukana). Johtumisessa (konduktio) molekyylien liike-energiaa siirtyy molekyylistä toiseen eli tapahtuu lämmön virtaamista. Lämpö pyrkii tasoittumaan väliaineessa eli virtaamaan lämpimästä kylmempään päin. Lämmön johtumista esiintyy kiinteissä aineissa ja nesteissä. Konvektiossa lämpö siirtyy kaasun tai nesteen virtauksen mukana. Konvektio voi olla pakotettua tai luonnollista. Pakotetussa konvektiossa kaasu tai neste liikkuu jonkin ulkopuolisen voiman vaikutuksesta (esim. tuuli, koneellinen ilmanvaihto, ihmisten liikkuminen). Luonnollisessa

konvektiossa taas lämpötilanerojen aiheuttama tiheysero saa aikaan liikkeen. Puhtaasti luonnollista konvektiota esiintyy harvoin. Säteilyssä energia siirtyy sähkömagneettisen aaltoliikkeen välityksellä valon nopeudella. Kaikki kappaleet, joiden lämpötila on absoluuttisen nollapisteen yläpuolella lähettävät eli emittoivat säteilyä. Eniten lämpösäteilyä emittoi musta kappale. (Siikanen, 1996, s. 37–38).

Lämmönläpäisykerroin U ($W/m^2 K$) ilmoittaa lämpömäärän, joka jatkuvuustilassa läpäisee aikayksikössä pintayksikön suuruisen rakenneosan, kun lämpötilaero rakenneosan eri puolilla olevien ilmatilojen välillä on yksikön suuruinen. Rakennusosan lämmönläpäisykerroin sisältää myös sisä- ja ulkopinnan lämmönsiirtokertoimet. U -arvo oli aiemmin k -arvo. (Vinha, 2009, s. 396–397)

3.2 Kosteus

Kosteus voi siirtyä monella tapaa. Kapillaarisella vedenliikkeellä tarkoitetaan kosteuden siirtymistä rakenteen huokosissa nesteenä. Kapillaarisen liikkeen aiheuttaa rakenteen ja sen eri ainekerrosten pyrkimys kapillaariseen tasapainokosteuteen. Rakennustekniikassa diffuusiolla tarkoitetaan yleensä kosteuden liikkumista vesihöyrynä rakenteen läpi. Lähes kaikki materiaalit läpäisevät tietyn määrän vesihöyryä. Kondensoituminen tarkoittaa ilmiötä, jossa vesihöyry tiivistyy vedeksi. Hygroskooppinen kosteus on kosteutta, jonka sorptio aikaansaa aineessa suhteellisen kosteuden normaaliarvoilla eli huokoinen aine pystyy sitomaan kosteutta ilmasta ja luovuttamaan kosteutta ilmaan. Rakennuskosteus on rakennusaineisiin ja -tarvikkeisiin valmistuksen, varastoinnin tai rakentamisen aikana joutunutta ylimääräistä kosteutta. Kastumista voidaan vähentää käyttämällä oikeita suojausmenetelmiä. (Siikanen, 1996, s. 53–61)

3.3 Käsitteitä

Mikrobivaurio on tilanne, jossa mikrobikasvustoa esiintyy niin paljon, että se heikentää materiaalin teknisiä ominaisuuksia tai siitä voi aiheutua hajuja tai terveydelle haitallisia päästöjä sisäilmaan. Rakennuksen ulkopuolen sisäosissa ja sisäpuolisissa rakenteissa esiintyviä mikrobikasvustoja pidetään yleensä vaurioina todennäköisen sisäilmayhteyden takia. Kosteusvaurio tarkoittaa liiallisesta tai pitkäaikaisesta kosteudesta aiheutuvaa materiaalin ominaisuuksien muuttumista siten, että rakenne tai osa rakennetta tulee korjata. Vaurioituneen materiaalin lujuus, ulkonäkö,

tekninen toimivuus ja/tai terveydelliset ominaisuudet ovat oleellisesti heikentyneet. Kosteusvaurio ei aiheuta välttämättä mikrobivaurioita. Kosteusvaurion eteneminen mikrobivaurioksi riippuu siitä, kuinka kauan mikrobikasvulle vallitsevat hyvät olosuhteet (kosteus ja lämpötila), sekä kastuneet rakennusmateriaalit, jotka ovat ravintona mikrobeille. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 131–147)

Hengittävällä rakenteella tarkoitetaan rakennetta, joka ottaa vastaan kosteutta ja luovuttaa sitä takaisin. Jos rakenne ottaa enemmän vastaan kosteutta kuin voi luovuttaa sitä voi rakenteeseen alkaa kasvamaan mikrobikasvustoa. (Lehtisalo, 2019, s. 9–11)

4 Maanvastaisten seinärakenteiden riskit ja vauriot

4.1 Maanvastaisten seinien kosteustekniset vaatimukset

Ympäristöministeriö on säätänyt asetuksia rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017), joka on tullut voimaan 1.1.2018. Asetukset ovat velvoittavia. Asetuksiin on liitetty ohje, jossa on esitelty periaatteellisia ratkaisuja. Ohjeet on tarkoitettu käytettäväksi kaikessa rakentamisessa. Ohjeet eivät ole velvoittavia. Ympäristöministeriön asetuksissa pykälissä 3§ ja 4§ kerrotaan rakennuksen kosteusteknisistä vaatimuksista ja toimivuuksista. Tämän asetuksen ohjeosuudessa sanotaan seuraavaa.

”Rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa voidaan toimia joustavasti korjattavan kohteen ehdoilla siten, että korjaus- ja muutostyö ei johda kohtuuttomilta tuntuviin ratkaisuihin. Ympäristöministeriö on myös erikseen määrännyt asetuksen maanvastaisten seinärakenteiden kosteusteknisestä toimivuudesta.” (Ympäristöministeriö, 2020, s. 10)

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017) sanotaan seuraavaa kohdassa 21 § Maanvastaiset seinärakenteet.

Maanvastaisen ulkoseinän rakenteen on estettävä ympäröivän maan kosteuden sekä hulevesien haitallinen tunkeutuminen seinärakenteeseen vedeneristyksellä tai vedenpaineen eristyksellä taikka rakenteellisesti hallitulla vedenpoistolla, joka mahdollistaa kellarin seinän kuivumisen ulospäin. Vedeneristyksen tai vedenpaineen

eristyksen on oltava maanvastaisen ulkoseinärakenteen ulkopinnassa tai ulkopuolisen, maata vasten olevan lämmöneristyksen sisäpuolella.

(Ympäristöministeriö, 2020, s. 33–34)

Korjaustyötä suunniteltaessa on suunnittelijan selvitettävä rakennuksen rakennusaikainen rakentamistapa ja sen kosteustekninen toimivuus. Korjauksien tulee perustua rakennuksen sisäilma- ja kosteusteknisiin kuntotutkimuksiin, jos näitä on tehty rakennuksesta. Ratkaisuilla ei saa heikentää rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta. Käyttäjien turvallisuus ja terveydelliset olot eivät saa myöskään heikentyä. Rakenteiden tulee olla myös kosteusteknillisesti toimivia niiden suunnitellun käyttöiän perusteella. (Ympäristöministeriö, 2020, s. 9–10) Rakennuksesta tehtyä kuntotutkimusta voidaan verrata asumisterveysasetukseen 545/2015 (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista) ja siinä esitettäviin toimenpiderajoihin. Jos rajat ylittyvät tulee poistaa tämä haitta rakenteesta. (Terveydensuojelulaki, 545/2015, 2015)

Näitä asetuksia noudattamalla ja ohjeita tarkastelemalla päästään hyvään ja toimivaan lopputulokseen korjaamisessa. Kellarin sisäpuolinen korjaus ei vaadi rakennuslupaa, jos korjaus tai muutostyö ei ole verrattavissa uudisrakentamiseen, käyttötarkoituksen muutokseen tai rakennuksen laajentamiseen. Mutta jos korjaus- ja muutostyöllä voi olla vaikutusta rakennuksen terveydellisiin oloihin täytyy hakea rakennuslupaa. (Maankäyttö- ja rakennuslaki, 132/1999, 1999)

4.2 Maanvastaisten seinärakenteen riskit ja kosteusvaurion aiheuttajat

Maanvastainen seinä on luokiteltu nykyään riskirakenteeksi. Riskirakenteella tarkoitetaan rakennetta, joka on vaurioitumisherkkä. Rakenne voi olla sen rakennusajan määräysten, ohjeiden ja rakennustavan mukainen mutta vasta myöhemmin on todettu mahdolliset vaurioherkät rakenteet tai rakenneosat. On erilaisia riskitekijöitä, jotka vaikuttavat maanvastaisen seinän toimivuuteen.

Tyypillisiä tilanteita, jotka aiheuttavat ajan myötä vaurioita: (Sisäilmayhdistys ry, n.d)

- Puutteet sade- ja sulamisvesien pois johtamisessa ja hallinnassa.
- Salaojien puutteet

- Veden kapillaarinen nousu rakenteisiin
- Maanvastaisen seinän vesieristyksen puutteet
- Sisäpuolisten eristeiden kosteudesta johtuvat mikrobivauriot
- Märkätilat kellarissa (suuret sisäilmankosteudet sekä mahdolliset tiiviit rakennekerrokset)

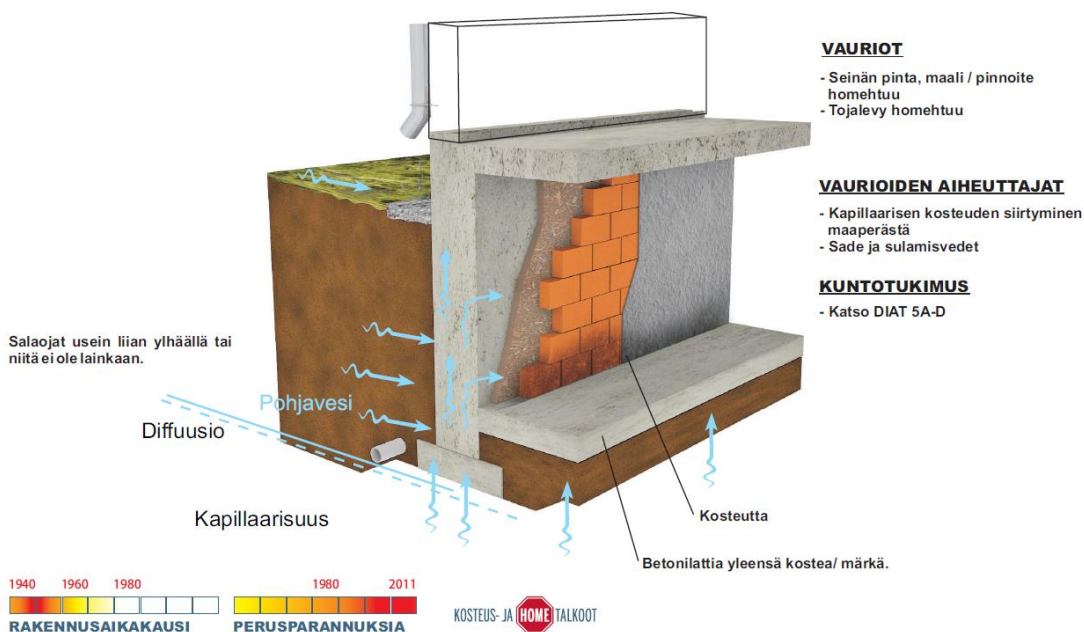
Kuvassa 6 on esitetty maanvastaiseen seinään tulevat ulkopuoliset kosteusrasitukset. Sisäpuolelta kohdistuu seinään myös kosteusrasitusta kostean sisäilman muodossa.

Kuva 6. Kellarin rakenteiden kosteuden aiheuttajat. (Hometalkoot, n.d)

PIENTALOJEN RISKIRAKENTEET

Kosteuden siirtymät, vauriot ja niiden aiheuttajat
Kuntotutkimus

18B 50-LUVUN TALON KELLARI



Seinien vaurioita nimitetään kosteuden aiheuttaviksi vaurioiksi. Kosteusvaurio voi olla paikallinen tai isompi kokonaisuus. Kosteusvaurion voi huomata aistinvaraisesti tai avaamalla rakenteita. Tyypillisiä kosteusjälkiä sisätiloissa ovat pinnoitteiden irtoaminen, pintojen värimuutokset tai kalkkihärmät. Myös epäsäännöllisesti homeen hajua sisätiloissa tai vesivuodot rakenteiden läpi ovat myös merkkejä kosteusvauriosta. (Sisäilmayhdistys ry, n.d)

Kosteus siirtyy monella eri tapaa ulkoa sisälle ja toisinpäin. Jos rakenteiden kosteustekninen toiminta ei toimi, kosteus saattaa jäädä rakenteisiin ja aiheuttaa kosteusvaurion näihin. Kosteus tulee suurimmaksi osaksi joko pohjavesien tai hulevesien kautta rakenteisiin. Sisäpuolelta seinään

kohdistuu kosteusrasitusta johtuen kosteasta sisäilmasta. Tyypillinen maanvastaisen seinän vaurioitumistilanne johtuu seinän vedeneristyksen puutteista, jolloin rakenteeseen pääsee kulkeutumaan kosteutta maaperästä diffuusion ja maa-aineksen kapillaarisuuden vuoksi. Lisäksi usein rakennuksen vierustan pinnantasauksessa, salaojajärjestelmässä sekä hulevesien poisjohtamisessa on puutteita, jotka lisäävät maanvastaiseen seinään ja perustuksiin kohdistuvaa kosteusrasitusta. Kosteus- ja mikrobivauriot syntyvät, kun rakenteet ja materiaalit eivät kestä niihin kohdistuvia kosteusrasituksia. Maanvastaisen seinän sisäpuolelle asennetut alkuperäiset lämmöneristeet kuten erilaiset kuitulastuvillalevyt ja mineraalivillaeristeet mikrobivaurioituvat tyypillisesti kivirakenteen ja eristeen rajapinnasta. Myös maanvastaisten seinien läpivientien tiiveyden puutteet voivat aiheuttaa kosteusvaurion. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 32–37)

Myös kellarikerroksissa oleva ilmanvaihto voi olla tyypillisesti puutteellinen. Tämä nostaa sisäilman kosteuspitoisuutta, jolloin kosteus tiivistyy kylmiin seinärakenteisiin ja aiheuttaa kosteusvaurioita. Toimivalla ilmanvaihdolla voidaan myös tuulettaa ulkopuolelta läpi tunkeutuvaa kosteutta. (Ympäristöministeriö, 2016, s. 45)

4.3 Kosteuskartoitus

Kosteuskartoituksessa tehdään erilaisia mittauksia sisäilmasta ja rakenteista. Kosteusmittaukset voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin: mittaukset sisäilmasta, pintamittaukset, mittaukset tuuletustiloista ja mittaukset rakenteiden sisältä. Sisäilmamittauksilla selvitetään tilan käyttäjien ilman laatua tai rakenteiden kosteusteknistä toimintaa. Pintakosteusmittaus antaa suuntaa rakenteen kosteudesta, johon liittyy paljon epävarmuustekijöitä. Pintamittauksilla saadaan tunnistettua kosteuseroja, mutta sillä ei voida luotettavasti varmistaa rakenteen kosteuspitoisuutta. Pintakosteusmittausta ei voida käyttää esimerkiksi betonin päällysteiden mittaamiseen. Näitä mittauksia voidaan tehdä alustavina vaurioiden laajuutta kartoitettavina toimenpiteinä esimerkiksi, jos tilassa on tapahtunut vesivahinko. Ennen kuin tehdään rakenteiden korjauspäätöksiä, on vahingon laajuus varmennettava muilla laajemmilla mittausmenetelmillä. Tuuletettujen tilojen ja rakenteiden sisältä tapahtuvien mittausten tavoitteena on selvittää rakenteiden kosteusteknistä toimintaa ja vaurioitumisriskiä. (Sisäilmayhdistys ry, n.d)

4.4 Korjausratkaisut lyhyesti

Rakennusfysikaalisesti toimivin maanvastaisen seinän rakenneratkaisu on käännetty rakenne, jossa vedeneriste sijaitsee kantavan seinän ulkopinnassa ja lämmöneriste uloimpana rakennekerroksena. Vedeneriste toimii myös rakenteen ilmansulkuna. Ensisijainen korjaustapa on korjata maanvastainen seinä ulkopuolelta. Tämä ei kuitenkaan ole aina mahdollista. Syitä ovat esimerkiksi kustannukselliset syyt, ulkopuolisten korjauksien tilan puute tai maaperän laadut kuten kallioisuus. Näin ollen maanvastaisten seinien toimivuutta joudutaan parantamaan sisäpuolisella korjauksella. Maanvastaisten seinien korjauksia suunniteltaessa periaatteena on, että maanvastaista seinää vasten ei asenneta mikrobivaurioherkkiä materiaaleja, kuten puuta tai kosteuden vaikutuksesta vaurioituvia lämmöneristeitä kuten mineraalivillaa. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 46)

Jos osa maanvastaisesta seinästä sijaitsee maanpinnan yläpuolella, on maanpinnan yläpuolisen osan lämmöneristys tarkasteltava erikseen. Tässä opinnäytetyössä ei käsitellä tätä osaa seinästä. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 142–153)

5 Maanvastaisen seinärakenteen korjaus

Ennen kuin suunnittelu aloitetaan niin suunnittelijan tulee selvittää kyseisen rakennuksen rakenteet. Alla on listattu esimerkkejä valtioneuvoston asiakirjasta Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Jos suunnittelija ei saa rakennepiirustuksista selville rakenteita, joudutaan tekemään tarvittavia rakenneavauksia.

Tärkeimpiä tietoja rakennuksesta: (Ympäristöministeriö, 2016, s. 41)

- Mikä on lattiapinnan korkeusasema ympäröivään maanpintaan ja pohjavedenpintaan nähden?
- Onko rakennuksessa salaojitusta? Onko salaojaverkosto suunniteltu oikein ja tehty suunnitelmien mukaisesti? Toimiiko salaojitus?
- Mitkä ovat perustusten, alapohjan ja seinien rakennetyypit?
- Mikä on perusmaan ja täyttömaan laatu?

- Onko maanvastaisissa rakenteissa kapillaarikatkokerros, kuten tarkoitukseen sopiva sepelitäyttö ja/tai solumuovinen lämmöneriste?
- Minkälainen kosteusrasitus rakenteeseen kohdistuu?
- Onko seinien ja lattian läpiviennit toteutettu ilma- ja kosteustiiviisti?

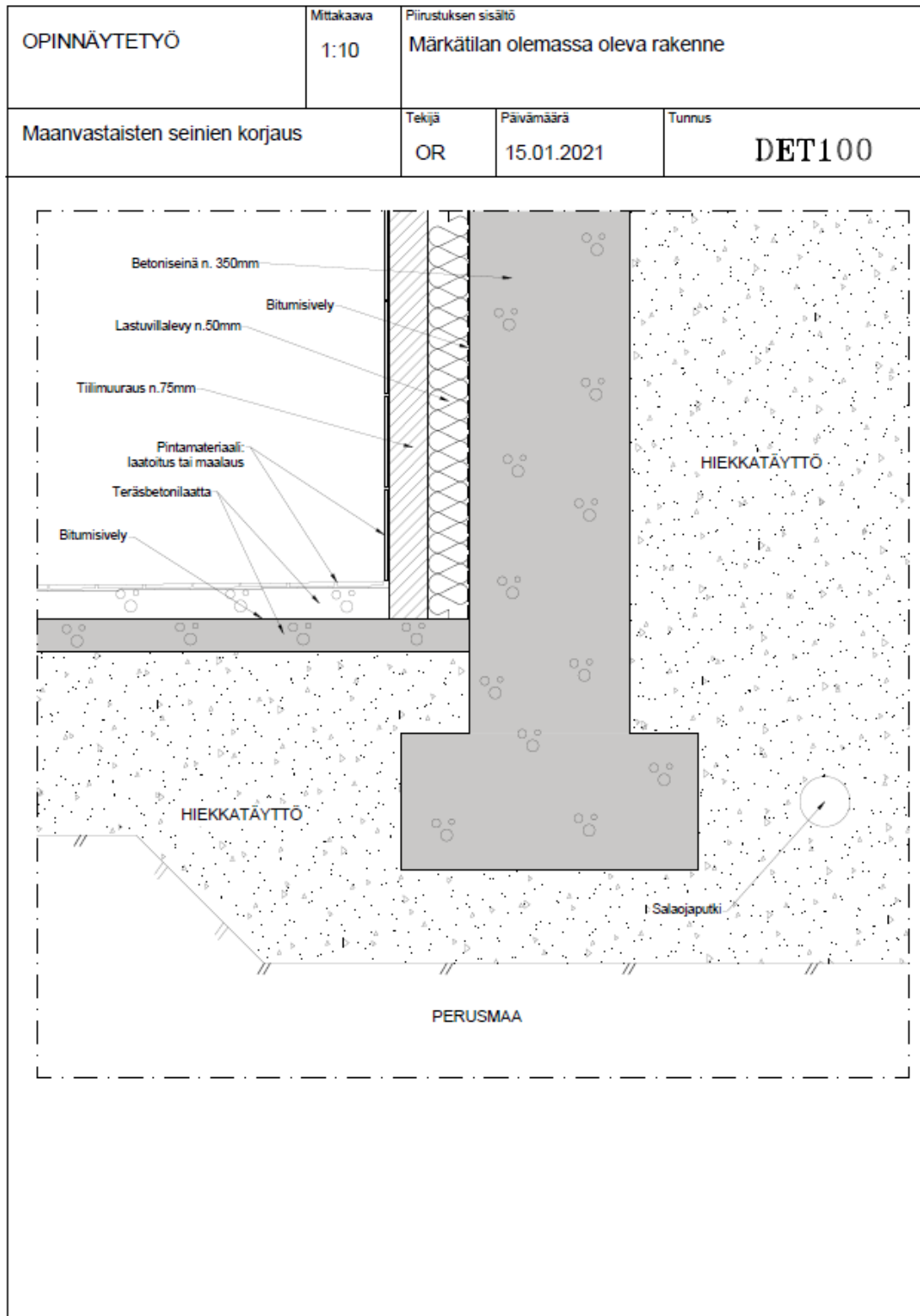
Seuraavissa luvuissa käsitellään kolmea eri vaihtoehtoa maanvastaisen seinärakenteen korjauksesta. Kohteeksi on otettu tyypillinen 1950-luvun kerrostalon kellarin maanvastainen seinä- ja lattiarakenne. Seinärakenteena on kantava teräsbetoniseinä, jonka sisäpinnassa on bitumisively. Tämän vesieristyskerroksena toimiva bitumisively oletetaan olevan jo käyttöikänsä päässä. Maanvastainen seinä on eristetty sisäpuolelta lastuvillalla 50 mm ilman ilmarakoa eli lämmöneriste on asennettu suoraan kiinni betoniseinään. Sisäpuolen pintakerroksena on 75 mm paksu tiilimuuraus, jonka pinta on tasoitettu ja maalattu.

Lattiarakenteena on maanvarainen kaksoisbetonilaatta, jonka laattakerrosten välissä on myös bitumisivelyvedeneristys. Ulkopuolella kantava teräsbetoniseinä on suoraan maata vasten ilman ulkopuolisia lämpö- tai vesieristeitä. Kohteen salaojituksista ei ole tietoa, mutta oletus on että niiden korkoasema on anturan alapinnan yläpuolella. Ympäristäytöistäkään ei ole tietoa, mutta niiden oletetaan olevan hiekkaa.

Kohteena esitetään olevan kerrostalon kellarikerroksen yleisten tilojen ja saunaosaston korjaustilanteet. Esimerkkinä näytetään kaksi märkätilan korjausratkaisua ja yksi kuivan tilan korjausratkaisu. Esimerkkikohteessa seinään kohdistuu kosteusrasitusta ulkopuolelta tulevasta kosteasta maaperästä, joka tunkeutuu betoniseinän läpi ja seinän sisäpinnassa oleva bitumisively on jo käyttöikänsä päässä. Seinällä oleva lämmöneriste oletetaan olevan hieman kastunut ajan saatossa. Muita mahdollisia kosteusrasituksia ei oteta huomioon korjauksissa. Kaikki korjaukset tehdään sisäpuolelta.

Alla olevassa kuvassa on esitetty rakennedetaljin muodossa tyypillinen 1950-luvun maanvastaisen seinän ja alapohjan rakenteet.

Kuva 7. Olemassa oleva kellarin seinä ja lattiarakenne.



5.1 Eri korjausmateriaalit

Maanvastaisen seinän sisäpuolisessa korjauksessa voidaan käyttää erilaisia rakennusmateriaaleja. Eristeet, joita käytetään suoraan maanvastaista seinää vasten, tulisi olla kapillaarisia, hyvin vesihöyryä läpäiseviä sekä alkalisia lämmöneristeitä. Alla olevissa korjauksissa käytetään seuraavia rakennemateriaaleja: Kalsiumsilikaattilevy, märkätilan vedeneristelevy, siporex ja silikaattimaalit.

Kalsiumsilikaattilevy on kapillaarinen ja hyvin vesihöyryä läpäisevä lämmöneristemateriaali. Kalsiumsilikaattilevy ja järjestelmään kuuluvat laastit ja maalit ovat täysin epäorgaanisia eli ne eivät homehdu, erittäin alkalisia, eivätkä ne muodosta estettä kosteuden kululle. Levyt ovat palamattomia. Kalsiumsilikaattilevy kerää kondensoituvan kosteuden ja luovuttaa sitä sisäilmaan. Levy kiinnitetään seinään laastilla ja tarvittaessa mekaanisesti. (Insinööritoimisto Sulin Oy, n.d). Roosa Heiskanen on tutkinut diplomityössään maanvastaisten seinien sisäpuolista lisälämmöneristystä ja saanut tutkimuksissaan selville, että paras eristepaksuus kalsiumsilikaattilevyä käytettäessä on 50 mm. Seinän alaosassa yli 50 mm:n kalsiumsilikaattilevyä käyttäessä homeindeksi nousee korkeaksi, joten suositeltava eristepaksuus on korkeintaan 50 mm (Heiskanen, 2016, s. 51–52). Lisäksi suositeltava betoniseinän suhteellinen kosteus tulisi olla ≥ 85 %. Jos rakenne on kosteampi voi betoniseinän ja kalsiumsilikaattilevyn väliin alkaa kasvamaan hometta. (Vinha, 2013, s. 188)

Märkätilan vedeneristyslevy on suulakepuristettua polystyreenivaahtoa (XPS). Levyn molemmat puolet on vahvistettu lasikuituverkolla ja pinnoitettu sementtilla. Levy voi asentaa kaikille lujille, muotovakaille ja kantaville alustoille. Levy toimii siis vesi- ja lämmöneristeenä. (Laattapiste, 2015). XPS-levyllä on huonompi vesihöyryn läpäisevyys kuin EPS-levyllä, joten levy tulee koolata irti seinästä, jotta rakenteeseen saadaan ilmarako. Ilmaraon tuuletus on varmistettava esimerkiksi alakattotilaan. (Heiskanen, 2016, s.61) Tässä opinnäytetyössä olevaa märkätilanlevy-korjausta ei ole tarkemmin tutkittu.

Siporex-väliseinälaatta on höyrykarkaistua kevytbetonia. Siporex on hyvin kosteutta kestävä, sillä on hyvä vesihöyrynläpäisevyys ja se on paloturvallinen materiaali. Siporex-väliseinälaatat ovat kevyitä ja helposti työstettäviä. Siporex-väliseinälaattoja käytetään märkätiloissa väliseinäratkaisuna (VTT märkätilasertifikaatti). Siporexin päästöluokitus on M1. (H+H, n.d)

Kosteudelle alttiissa rakenteessa on suositeltavaa käyttää hengittäviä silikaattimaaleja. Silikaattimaali ei muodosta pintaansa tiivistä kalvoa kuten perinteiset akryylimaalit. Maali ottaa vastaan ja luovuttaa kosteutta eikä ala hilseilemään. (Sisäilmayhdistys ry, n.d)

5.2 Korjausmenetelmä 1

Nykyiset seinärakenteet puretaan puhtaalle betonipinnalle. Jos rakenteissa on havaittavissa mikrobivaurioita, tulee näistä ottaa näytteet ja selvittää sisältävätkö ne haitallisia aineita. Myös olemassa olevasta bitumisivelyksestä otetaan haitta-ainenäyte ja purku tehdään tarvittaessa haitta-ainepurkuna. Myös lattian pintabetonilaatta ja betonilaattojen välinen bitumisively puretaan. Maanvarainen teräsbetonilaatta voidaan purkaa myös kokonaan, jolloin saadaan vaihdettua alapohjan maatäytöt. Näin saadaan alapohjan kapillaarisen veden nousu katkaistua ja tehtyä tarvittavat alapohjan lisälämmöneristykset. Ennen uuden seinärakenteen rakentamista on mitattava seinän suhteelliset kosteudet ja tarvittaessa kuivatettava seinärakenteita.

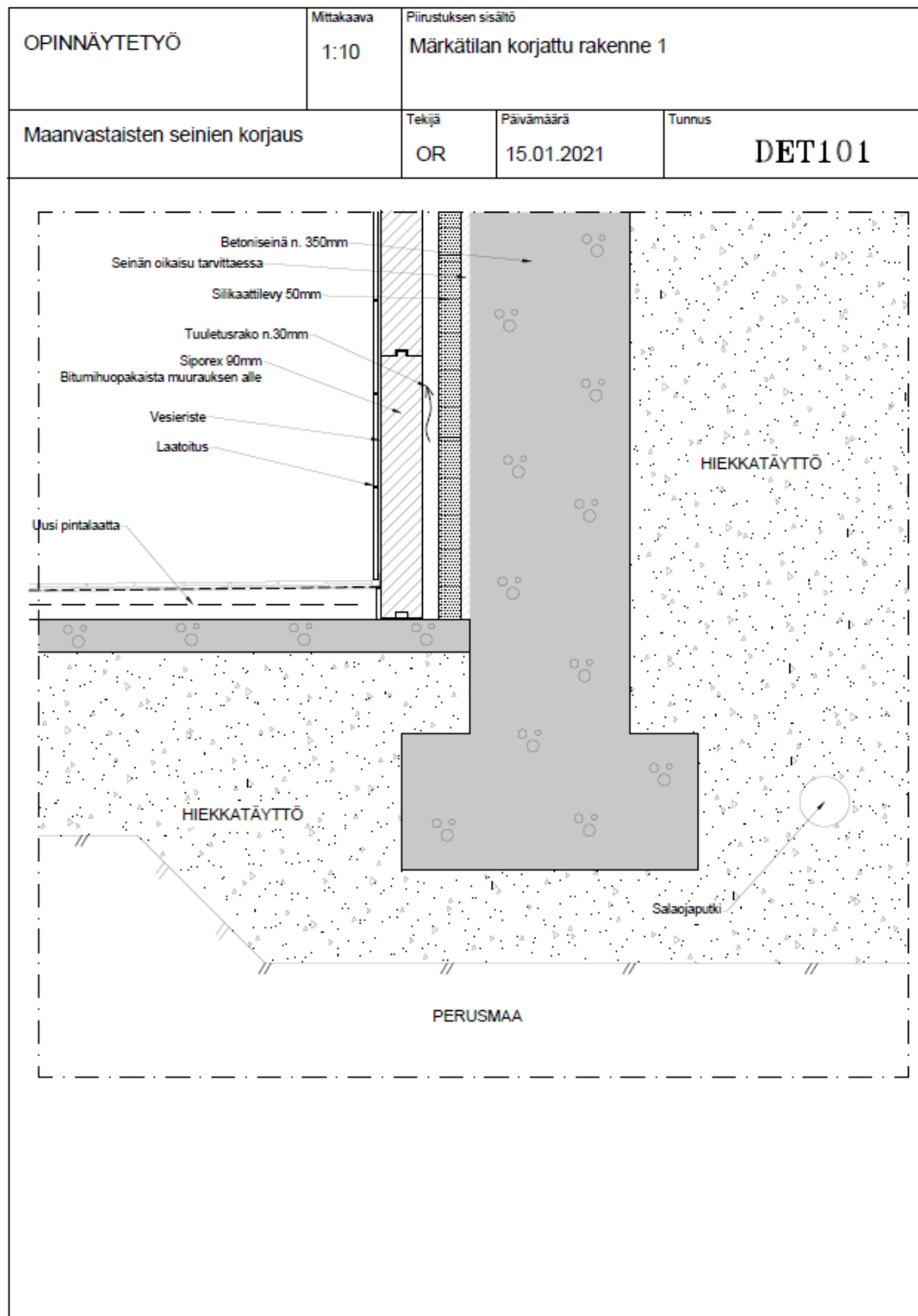
Uusi lämmöneristys toteutetaan kalsiumsilikaattilevyllä 50 mm. Levyn paksuus katsotaan tilanteen mukaan. Kalsiumsilikaattilevyn asennuksessa noudatetaan valmistajan ohjeita.

Kalsiumsilikaattilevy asennetaan puhdistettuun seinäpintaan järjestelmään sopivalla kiinnityslaastilla. Seinä tarvittaessa esioikaistaan. Uusi kuorimuuraus tehdään Siporex 90 - väliseinälaattalla. Muurauksen ja kalsiumsilikaattilevyn väliin jätetään vähintään 30 mm ilmarako, joka on auki ylös asti. Muuraus jätetään siis ylhäältä vajaaksi, jotta kalsiumsilikaattilevystä vapautuva kosteus saadaan tuuletettua. Harkkomuurausta tehdessä on varmistettava, etteivät laastipurseet tuki silikaattilevyn ja harkkojen välistä ilmarakoa. Tästä johtuen kosteus voi myös siirtyä laastipurseita pitkin rakennuskerrosten välillä. Harkkomuurauksen alle asennetaan bitumihuopakaista tai bitumisively kapillaarisen vedennousun estämiseksi. Tasoitettun harkkomuurauksen pintaan tehdään pesuhuoneessa vesieristys ja laatoitus. Saunassa harkkojen pintaan asennetaan alumiinipintainen polyuretaanilevy ja koolaus sekä saunan panelointi.

Lattian uusi pintalaatta valetaan betonista ja samalla tehdään lattiankaadot märkätiloissa. Lattia vesieristetään käyttäen joko 1- tai 2-komponenttista vesieristystä. 2-komponenttinen vedeneriste on suositeltavampi koska ei tiedetä alapohjan maatäytön kapillaarisista ominaisuuksista. 2-komponenttinen vedeneriste estää paremmin lattian alta nousevaa kapillaari- ja diffuusiokosteutta kuin 1-komponenttinen. Vedeneristeen päälle asennetaan laatoitus.

Uudessa seinärakenteessa on sekä hyviä että huonoja puolia. Uusi lämmöneriste on vesihöyryvoin ja homehtumaton. Kalsiumsilikaattilevyllä on myös hyvä lämmöneristävyys. Rakennusosan paksuutta voidaan säädellä rakenteiden vahvuuden mukaan. Uusi rakenne on hieman paksumpi kuin vanha, joten tila pienenee hiukan. Alla olevassa kuvassa on esitetty rakennedetaljin muodossa korjausmenetelmä 1.

Kuva 8. Märkätilan korjausvaihtoehto 1



5.3 Korjausmenetelmä 2

Purkutyöt tehdään samanlailla kuin ensimmäisessä korjausehdotuksessa.

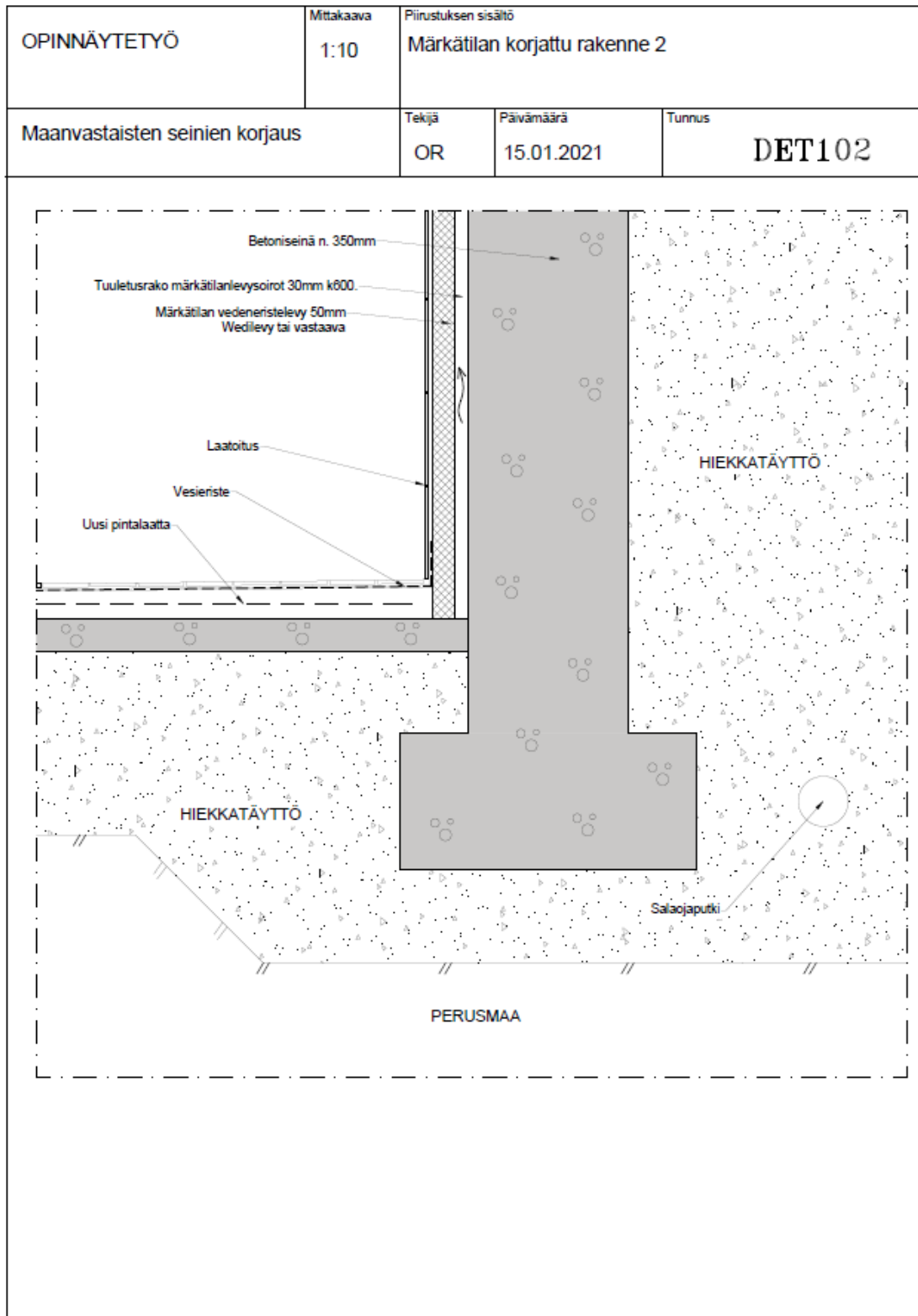
Uusi lämmöneristys toteutetaan käyttäen vedeneristyslevyä esim. Wedi. Levy koolataan irti seinästä vähintään 30 mm käyttäen esimerkiksi märkätilanlevystä tehtyjä koolaussoiroja.

Eristyslevyn paksuus on 50 mm. Vedeneristelevyn ja betoniseinän väliin jäävän tuuletusvälin tulee olla auki ylös asti ja tuuletus katonrajasta tilan alakattoon. Vedeneristyslevy toimii vedeneristeenä, joten erillistä vedeneristystä ei seinillä tarvita. Vedeneristyslevy asennetaan valmistajan ohjeiden mukaan. Vedeneristyslevyn päälle voidaan laatoittaa. Tämä korjaus toimii märkätiloissa, joissa tarvitaan vedeneristys seinille. Lattia korjataan samalla lailla kuin ensimmäisessä korjausehdotuksessa.

Tässäkin korjauksessa on hyvät ja huonot puolet. Myös tässä rakenteessa uusi lämmöneriste on homehtumaton. Rakennetta voidaan säädellä vedeneristyslevyn paksuudella.

Märkätilanvedeneristelevyä käyttäessä työ nopeutuu, kun seinää ei tarvitse vedeneristää märkätilassa. Levyä on myös helppo työstää ja se on kevyt käsitellä. Huonoja puolia rakenteessa on sen heikko lujuus. Jos halutaan ulkoseinälle kiinnittää painavia kalusteita, tulee kiinnikkeiden ulottua kantavaan betoniseinään saakka. Myös rakenteen iskunkestävyys on heikompi harkkomuuraukseen verrattuna. Alla olevassa kuvassa on esitetty rakennedetaljin muodossa korjausmenetelmä 2.

Kuva 9. Märkätilan korjausvaihtoehto 2



5.4 Korjausmenetelmä 3

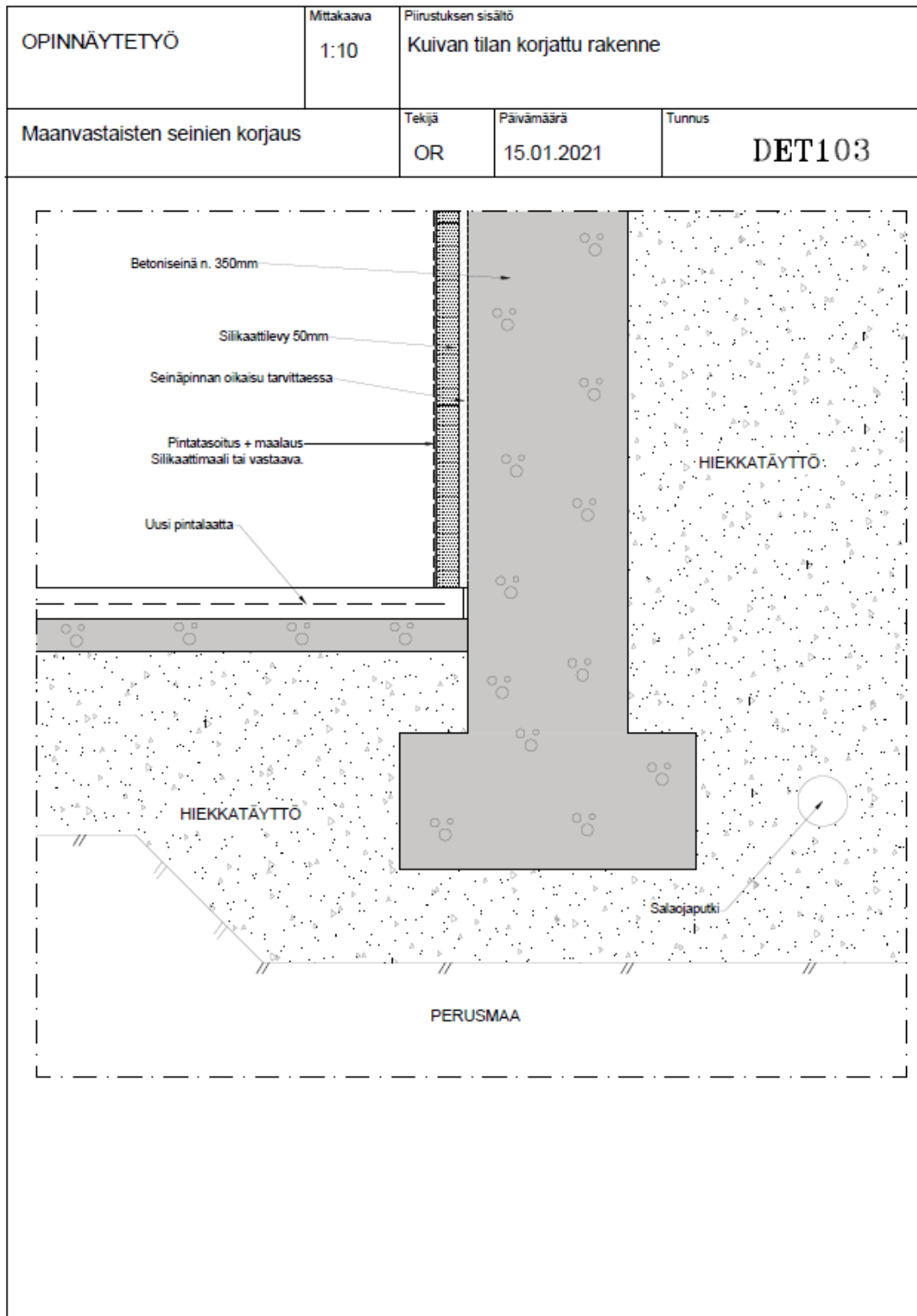
Purkutyöt tehdään samanlailla kuin märkätilan korjauksissa.

Uusi lämmöneristys toteutetaan kalsiumsilikaattilevyllä 50 mm. Levyn paksuus valitaan tilanteen mukaan. Kalsiumsilikaattilevyn asennuksessa noudatetaan valmistajan ohjeita.

Kalsiumsilikaattilevy asennetaan puhdistettuun seinäpintaan, joka käsitellään ja oikaistaan ensin järjestelmään sopivalla laastilla. Kalsiumsilikaattilevyn sisäpinta käsitellään järjestelmään kuuluvalla tasoituslaastilla. Pinta maalataan lopuksi silikaattimaalilla.

Tämän korjauksen hyviä puolia ovat sen nopeus ja keveys. Myös tässäkin korjauksessa vanha lämmöneriste korvataan uudella epäorgaanisella eristeellä. Huonoja puolia rakenteessa ovat seinän kiinnitykset, joiden tulee ulottua kantavaan betoniseinään saakka. Myös silikaattilevyn iskun kestävyys on huono. Alla olevassa kuvassa on esitetty rakennedetaljin muodossa korjausmenetelmä 3.

Kuva 10. Kuivan tilan korjausvaihtoehto 1



6 Muita korjausratkaisuja

6.1 Kapillaarisen vedennousun katkaisu

Jos kohteessa havaitaan kapillaarista vedennousua seinärakenteissa, voidaan rakenteeseen tehdä kapillaarikatko. Tämä työ on tarpeellinen, jos ulkopuolella ei tehdä salaojien korjaustyötä. Tällöin seinärakenteeseen tehdään kapillaarisen veden nousun katkaiseva kerros mahdollisimman alas kivirakenteeseen seinään. Seinän alaosaan porataan reikiä, jotka täytetään injektointiaineella, joka imeytyy rakenteen huokosiin ja täyttää ne. Tällöin rakenteeseen tulee kapillaarikatko-kerros, josta vesi ei pääse nousemaan kapillaarisesti korkeammalle rakenteessa. (Sisäilmäyhdistys ry, n.d)

6.2 Vesihöyryvoimet pinnoitteet ja tiivistykset

Maanvastaisten seinien ja lattian korjaus voidaan tehdä myös ”kevyillä” vaihtoehdoilla kuten vesihöyryvoimilla pinnoitteilla ja rakenteiden tiivistyksillä. Jos kosteusrasitus on pientä ja halutaan tehdä kevyt korjaus, jonka käyttöikä on pienempi niin vesihöyryvoimien rappaus on hyvä vaihtoehto. Tällöin kosteus pääsee hallitusti huonetilaan, josta se pitää tuulettaa hyvällä ilmanvaihdolla pois. Myös rakenteiden tiivistystä voidaan parantaa erilaisilla tiivistysratkaisuilla, jotta saadaan vesihöyryn ja kaasumaisten epäpuhtauksien kulkeutuminen alapohjasta ja lattian rajasta sisäilmaan hallittua. (Sisäilmäyhdistys ry, n.d)

6.3 Ulkopuoliset korjaukset

Ulkopuolisia korjauksia ovat salaojien korjaaminen, jolloin saadaan pohjaveden nousu hallittua ja rakennuksen perustukset pidettyä kuivina. Tämä korjaus on yksi tärkeimmistä, jotta saadaan kellarin rakenteet pidettyä kuivina. Salaojien korjauksen yhteydessä korjataan myös perustusten ja kellarin seinän veden- ja lämmöneristeet sekä seinän vierustäytöt uusitaan salaojasoraksi. Myös rakennuksen sadevesijärjestelmä on hyvä korjata, jotta hulevedet saadaan johdettua hallitusti omaan järjestelmäänsä. Tähän korjaukseen kuuluu katon sadevesien poisjohtaminen hallitusti sekä pihan sadevesien kerääminen omaan järjestelmään. Myös pihan kallistukset tulee tehdä rakennuksesta pois päin 1:20 kallistuksella kolmen metrin matkalla. (Sisäilmäyhdistys ry, n.d)

7 Kustannusten vertailu

Opinnäytetyössä tiedusteltiin suunnitelluille töille hintoja. Hintoja kyseltiin Rusttetin yhteistyöurakoitsijoilta. Urakoitsijoilta tiedusteltiin seuraavia hintoja. Kokonaispurkutyöt 80 m², josta puolet märkätilan purkua ja puolet kuivantilan purkua. Tämän lisäksi rakennustöitä kutakin vaihtoehtoa 40 m². Lattian korjauksista ei tiedusteltu urakkahintoja. Töille kysyttiin €/m² hintoja. Kohteena oletetaan olevan ”normaali” kohde, jossa huonekorkeus on noin 2,5 m. Taulukko 1. on koottu kahden eri urakoitsijan antamat hinnat kyseisille korjauksille.

Taulukko 1. Urakoitsijoiden hinnat.

Hinnat alv 0%	Seinän purkutyöt €/m ²	Märkätila 1 korjaus €/m ²	Märkätila 2 korjaus €/m ²	Kuivatila 1 korjaus €/m ²
Urakoitsija 1	65 €/m ²	270 €/m ²	140 €/m ²	140 €/m ²
Urakoitsija 2	225 €/m ²	193 €/m ²	108 €/m ²	82 €/m ²
Keskiarvot	145 €/m ²	232 €/m ²	124 €/m ²	111 €/m ²

Hinnoista voidaan päätellä, että märkätilassa kalsiumsilikaattilevyä käytettäessä hinta on kalliimpi kuin vedeneristelevyä käytettäessä.

Sisäpuolinen korjaus on edullisempi kuin ulkopuolinen korjaus. Tällöin ei saada poistettua ulkopuolista kosteuden lähdettä mutta pystytään hieman hallitsemaan sitä. Ulkopuolisella seinän korjauksella saadaan samalla tehtyä myös muita ulkopuolella tehtäviä töitä kuten salaojituksen kunnostus sekä ulkopuolisia tonttivesijohto, jätevesi- ja hulevesiviemäreiden saneerauksia. Ulkopuolisilla korjaustöillä saadaan pidemmät käyttöiät rakenteiden korjauksille.

8 Tutkimusmenetelmät ja tulokset

Rakenteita tutkittiin DOF-lämpöohjelman avulla. Ohjelman avulla saadaan selville, miten lämpö ja kosteus siirtyy rakenteen eri kerroksissa. Rakenteesta tutkittiin vain seinän maanvastainen osa. Kohdaksi valittiin seinän keskiosa, jossa arvioitiin olevan noin 1 metrin maanpinnan alapuolella. Rakenteista tehtiin myös U-arvolaskennat. U-arvo laskennassa käytettiin Ympäristöministeriön ohjeita sekä määrittämiä.

8.1 U-arvo

Taulukossa 2. on koottu rakenteiden lämmönjohtavuuskertoimia, joita on käytetty U-arvon laskennassa. Sisäpinnan pintavastuksena käytettiin arvoa 0,13. Ulkopinnan pintavastuksen arvona käytettiin 0,25. Ulkopuolen täyttömaista ei ollut tietoa, joten käytetään salaojittamattoman hiekan lämmönvastusarvoa. Arvot saatiin U-arvo laskentaohjeista. Taulukossa 3. on koottu olemassa olevan ja uusien korjauksien rakenteiden U-arvot. (Ympäristöministeriö, 2003)

Taulukko 2. DOF-tarkasteluihin käytetyt lämmönjohtavuusarvot.

Materiaali	Lämmönjohtavuus
Betoni	1,7
Bitumisively	0,17
Lastuvillalevy	0,08
Poltettu tiili	0,6
Kalsiumsilikaattilevy	0,045

Ilmarako	0,125
Siporex	0,114
Vedeneristelevy (Wedi)	0,036

Taulukko 3. Rakenteiden U-arvot

Kohde	Vanha rakenne	Märkätila 1	Märkätila 2	Märkätila 3
U-arvo	0,75	0,38	0,47	0,59

8.2 DOF-lämpö

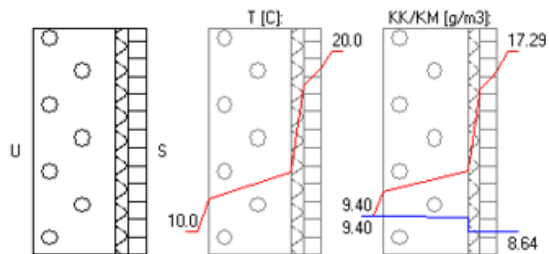
Rakenteet simuloitiin yhdestä pisteestä. Simuloinnissa ei huomioitu märkättilassa seinän vedeneristeitä tai laatoituksia eikä kuivassa tilassa silikaattimaaleja. Myöskään kalsiumsilikaattilevyn kiinnityksessä käytettäviä kiinnityslaasteja ei huomioitu laskennassa Taulukossa 4. on määritelty DOF-lämpöohjelmaan asetetut arvot. Kuva 10. kuvaajista nähdään lämpötilan ja kosteuden siirtyminen rakenteessa. Rakenteeseen ei synny kastepistettä kyseisillä arvoilla simuloidessa.

Taulukko 4. DOF-lämpö tarkasteluihin valitut olosuhdearvot

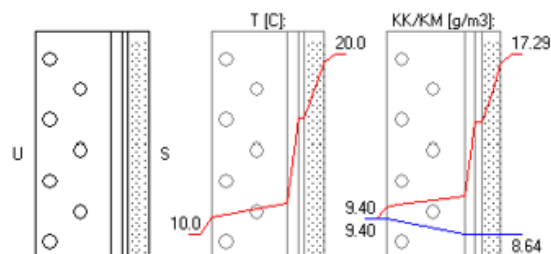
Tarkkailtava kohta	Ulko °C	Sisä °C	Ulko RH%	Sisä RH%
Maanvastaisen seinän keskiosuus	10 °C	20 °C	100 %	50 %

Kuva 11. DOF-lämpö kuvaajat. T= lämpötila, KK= kyllästyskosteus (punainen), KM= kosteus määrä (sininen)

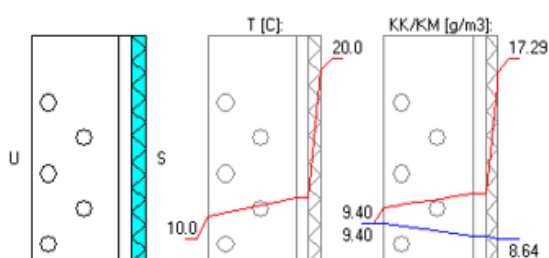
Olemassa oleva rakenne



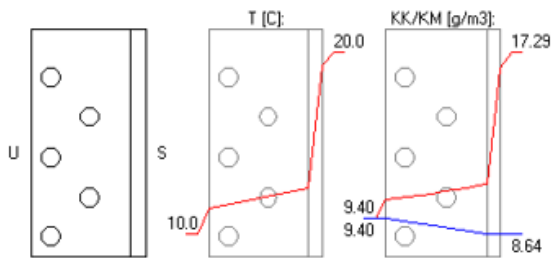
Korjaus 1



Korjaus 2



Korjaus 3



9 Pohdinta

Opinnäytetyössä rakenteet tutkittiin vain yhdellä tavalla ja yhdestä kohtaa seinärakenteesta. Jos haluttaisiin vielä laajempia tutkimuksia, tulisi tarkastella maanvastaisen seinän jokaista osaa. Tutkimuskohdat tulisi ottaa seinän ylä- ja alaosa sekä seinän keskeltä kuten tässä opinnäytetyössä tutkittiin Dof-lämpöohjelman avulla. Myös jatkotutkimuksissa voisi myös tutkia kapillaarisen veden nousun vaikutuksia rakenteeseen. Seinärakenteesta voidaan myös tehdä homemalli, josta saadaan selville rakenteen homehtumisriski. Näin saataisiin tutkimuksista vielä luotettavampia ja laajempia.

Opinnäytetyössä suunnitellut korjaukset perustuivat jo aikaisemmin tehtyihin korjauksiin ja tutkimuksiin. Työssä annettiin selvät tavat millä vanha kosteusteknisesti ei-toimiva rakenne saatiin korjattua. Työssä ei tutkittu kosteusvaurioituneen rakenteen korjauksia vaan rakenteen, jolla on kohonneita kosteusarvoja.

Kehitysehdotuksena olisi tutkia korjattuja rakenteita niiden suunnitellun käyttöiän ajan. Tästä voisi kerätä dataa ja tehdä johtopäätöksiä mitkä ovat rakenteen heikot ja vahvat puolet. Varsinkin märkätilanlevyllä korjattaessa ei ole tehty juuri tutkimuksia, joten tätä rakenneratkaisua olisi myös hyvä tutkia jatkotoimenpitein.

10 Johtopäätökset

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin saamaan suunniteltua kosteusteknisesti toimiva rakenne kellarin maanvastaisille seinille. Olemassa olevan rakenteen kosteustekninen toimivuus oli huono johtuen jo ikääntyneestä vedeneristeestä sekä tuulettumattomasta eristetilasta. Myös eristeen herkkä homehtuvuus oli riski. Rakenne oli siis riskirakenne.

Kaikki kolme korjausratkaisua paransivat seinän kosteusteknistä ominaisuutta. Kahdessa ensimmäisessä korjauksessa rakenteessa on tuuletusrako, josta kosteus saadaan tuuletettua pois. Kolmannessa korjauksessa seinän rakenteet ovat hengittäviä, joten kosteus pääsee hallitusti sisätilaan, josta se pitää tuulettaa hyvällä ilmanvaihdolla. Myös maanvastaisen seinärakenteen U-arvo parani jokaisessa korjauksessa, joten tilan energiatehokkuutta myös parannettiin.

Kyseisillä korjauksilla saadaan hallittua maanvastaisen seinän vesipaineesta johtuva kosteuden siirtyminen sisälle. Jos kosteusrasitus on liian voimakasta, ei kalsiumsilikaattilevy pysty siirtämään kaikkea kosteutta sisäilmaan. Kosteuden siirtyminen on silti mahdollista kapillaarisen nousun takia. Vesi nousee perustuksista kapillaarisesti kohti seinän alaosa ja maanvaraista betonilaattaa. Tällöin täytyy harkita kapillaarisen kosteuden nousun katkaisua sisäpuolelta esim. injektoimalla.

Sisäpuolisella korjauksella saadaan noin 20–25 vuoden käyttöikä rakenteelle, kun taas ulkopuolen töillä saadaan noin 50 vuoden käyttöikä. Vaikka ulkopuolelta korjataan, tulee homehtuneet seinärakenteet vaihtaa silti sisäpuolelta.

Lähteet

Fise (n.d) Maanvastaisen seinän puuttuva vedeneristys. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta

[Maanvastaisen seinän puuttuva vedeneristys | FISE](#)

Heiskanen, R. (2015) *Maanvastaisten seinien sisäpuolinen lisälämmöneristäminen*. Diplomityö,

Tampereen teknillinen yliopisto. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta [Maanvastaisten seinien sisäpuolinen lisälämmöneristäminen \(tuni.fi\)](#)

H+H. (n.d) Tietoa H+H Siporexista. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta

<https://www.hplush.fi/tuotteet>

Hometalkoot (n.d) – Tunnista ja tutki riskirakenne. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta

<http://uutiset.hometalkoot.fi/talkootiedot/talkoissa-nikkaroitua/tunnista-ja-tutki-riskirakenne-opetusmateriaali.html>

Insinööritoimisto Sulin Oy. (n.d). Insinööritoimisto Sulin Oy. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta

<https://www.sulinoy.fi/fi>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132 (1999). Noudettu 07.06.2021 osoitteesta

<https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#a132-1999>

Neuvonen, P. (2006). Kerrostalot 1880-2000. Tampere: Tammer-paino oy.

Korjonen, P. (2020) *Pientalojen ulkopuolinen kosteudenhallinta ja salaojat*. Opinnäytetyö, HAMK.

Noudettu 07.06.2021 osoitteesta

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/335611/Korjonen_Petri.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Laattapiste. (2015) Wedi-rakennuslevy. Tekninen tuotekortti 9/2015. Noudettu 07.06.2021

osoitteesta

https://www.laattapiste.fi/globalassets/inriver/resources/tuotekortti_wedi_tekninen_tuotekortti.pdf

Lehtisalo, J. (2019) *Hengittävä seinärakenne luonnonmukaisista materiaaleista*. Opinnäytetyö, Lapin AMK. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta [Opinnäytetyö Juhani Lehtisalo Lapin AMK \(theseus.fi\)](https://opinnaytetyo.juhani.lehtisalo.lapinamk.fi/theseus.fi)

RT 83-10955 (2009). Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys. Helsinki: Rakennustieto. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta [RT tietoväylä | RT 83-10955 Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys \(rakennustieto.fi\)](https://www.rakennustieto.fi/tietovayla/rt-83-10955-perustusten-ja-perusmuurien-veden-ja-kosteudeneristys)

Siikanen, U. 1996. Rakennusfysiikka perusteet ja sovellukset. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Sisäilmayhdistys ry. (n.d) Kellarin seinät. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Maanvastaiset-rakenteet/Kellarin-seinat>

Sisäilmayhdistys ry. (n.d) Kosteusmittaukset. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Rakennustekniset-tutkimukset/Kosteusmittaukset>

Terveydensuojelulaki 545 (2015). Noudettu 07.06.2021 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545>

Vinha, J (2009) Rakennusfysiikan perussäännöt suunnittelussa ja rakentamisessa. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta [Rakennusfysiikan perussäännöt suunnittelussa ja rakentamisessa \(rakennustieto.fi\)](https://www.rakennustieto.fi/rakennusfysiikan-perussaannot-suunnittelussa-ja-rakentamisessa)

Vinha, J (2013) Ilmastonmuutoksen ja lisälämmöneristyksen lisäyksien vaikutukset vaipparakenteiden kosteusteknisessä toiminnassa ja rakennusten energiankulutuksessa. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta [vinha ilmastonmuutoksen ja lammoneristyksen lisäyksen vaikutukset.pdf \(tuni.fi\)](https://www.tuni.fi/tila/tila/tila/vinha_ilmastonmuutoksen_ja_lammoneristyksen_lisayksen_vaikutukset.pdf)

Ympäristöministeriö, (2020). Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta [Rakennusten kosteustekninen toimivuus \(edilex.fi\)](https://www.edilex.fi/tila/tila/tila/rakennusten-kosteustekninen-toimivuus)

Ympäristöministeriö. (2019). Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161855/YM_2019_18_211019.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Ympäristöministeriö, (2016). Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimusopas.pdf

Ympäristöministeriö, (2002). C4 Suomen Rakentamismääräyskokoelma - Ympäristöministeriön asetus lämmöneristyksestä. Noudettu 07.06.2021 osoitteesta

<https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/c4.pdf>