

Antti Heikkinen

Kosteusvauriokorjausten vaihtoehtoiset toimintamallit

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (ylempi AMK)

Korjausrakentaminen

Opinnäytetyö

16.3.2018

Tekijä(t) Otsikko	Antti Heikkinen Kosteusvauriokorjausten vaihtoehtoiset toimintamallit
Sivumäärä Aika	60 sivua 16.3.2018
Tutkinto	Insinööri (ylempi AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Korjausrakentaminen
Ohjaaja(t)	Kehitysjohtaja Tomi Valkeapää, Sitowise Oy Yliopettaja Hannu Hakkarainen
<p>Opinnäytetyössä oli ensisijaisena tavoitteena selvittää, eroavatko julkisten ja yksityisten rakennuksien kosteusvauriokorjaushankkeet toisistaan ja toissijaisesti tuottaa Sitowise Oy:lle vaihtoehtoisia toimintamalleja kosteusvauriokorjaushankkeisiin. Tutkimuksen tarkoituksena oli myös selvittää, eroavatko kosteus- ja homevauriokorjausten suunnittelu- ja toteutusprosessit toisistaan.</p> <p>Opinnäytetyöhön valittiin satunnaisotannalla tarkasteltavaksi 15 erilaista toteutettua kohdetta. Tutkimuskohteita tarkasteltiin kosteusvaurion kuntotutkijan ja korjausrakennesuunnittelijan näkökulmista. Mahdollisiin lupateknisiin asioihin ei otettu kantaa. Kohteista 11 oli yksityisiä rakennuksia ja 4 julkisia rakennuksia. Esimerkkikohteista tarkasteltiin projektin laajuutta, toimintamalleja, tilaajan päätöksentekoprosessia, suunnitelmalaajuutta sekä mahdollisia työmaa-aikaisia muutoksia tai yllätyksiä.</p> <p>Tutkimuskohteissa havaittiin olevan kolme erilaista toimintamallia. Pieniin, kuten yhden tilan kosteusvauriokorjauksiin ja kiireellisiin hankkeisiin soveltuivat parhaiten ennakoiva- ja purkutöiden jälkeen -toimintamallit. Suuriin ja/tai kiireettömiin kosteusvauriokorjaushankkeisiin soveltuivat parhaiten alalla yleisestikin vallitseva perinteinen menetelmä.</p> <p>Ennakoivassa toimintamallissa periaatteena oli laatia ensin tavanomaista kevyemmät kosteusvauriokorjauksen suunnitelmat, joita täydennettiin sekä purkutöiden yhteydessä että niiden jälkeen.</p> <p>Purkutöiden jälkeen -toimintamalli erosi ennakoivasta toimintamallista siten, että varsinainen kosteusvauriokorjauksen suunnitteluvaihe aloitettiin vasta purkutöiden jälkeen.</p> <p>Perinteinen toimintamallin noudatti esimerkiksi tilaajatohon asettamaa sisäilmakorjausprosessia tai muuta virallista ohjeistusta. Korjaussuunnitelmat perustuivat lähtötietoihin sekä tutkimuksiin ja niitä jouduttiin täsmentämään työmaavaiheessa.</p> <p>Tutkimuskohteista ja toimintamalleista havaittiin, että hyvän lopputuloksen edellytyksenä on tehdä riittävät ja hyvät esiselvitykset ajoissa suunnittelun pohjatiedoiksi. Kosteus- ja homevauriokorjauksien toimintamalleissa ei havaittu merkittäviä eroavaisuuksia.</p>	
Avainsanat	kosteusvaurio, korjaussuunnittelu, toimintamalli

Author Title	Antti Heikkinen Alternative Operating Models for Moisture Damage Renovations
Number of Pages Date	60 pages 16 March 2018
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Building Renovation
Instructor(s)	Tomi Valkeapää, Director of Development, Sitowise LTD Hannu Hakkarainen, Principal Lecturer
<p>The main objective of the study was to find out if there were differences between public and private building moisture damage renovations and secondary to produce alternative operating models for Sitowise Ltd. Also, a secondary purpose was to find out if moisture damage and mold damage renovations design and operating models differ from each other.</p> <p>In this thesis there were 15 different types of moisture damage projects that were reviewed. The review was done from the view of engineering surveys and design. 11 of the subjects were private buildings and 4 were public buildings. The extent, operating models, subscriber's decision-making process, scale of the renovation design and possible on-site modifications or surprises of the subjects were surveyed.</p> <p>There were three different types of operating models. Small scale moisture damage projects were found to be an appropriate anticipatory operating model and after demolition operating model. The commonly used, traditional operating model was found suitable for large scale projects mainly.</p> <p>The main principle of the anticipatory operating model was to first create lighter renovation design for moisture damages and to update that during the demolition and renovation work.</p> <p>In the after demolition operating model, the demolition work was first settled and done. After the demolition the renovation design was done for the build-up phase.</p> <p>The traditional operating model mainly followed the subscriber's guides and/or processes. The renovation design was mainly based on the survey material and had to be updated during the build-up.</p> <p>The results indicate that for the good result in any kind of moisture damage project, proper surveys and preparations need to take place before the planning phase. There were no major differences between the moisture and mold damage projects; the differences were mainly found in the protection and cleaning work on the site.</p>	
Keywords	moisture damage, renovation design, operating model

Sisällys

Määritelmät

1	Johdanto	1
2	Kosteusvauriokorjaukset	2
2.1	Rakennusten ikääntyminen ja korjaustarve	2
2.2	Tekniset vaurionaiheuttajat	3
2.3	Kosteusvaurioiden ehkäiseminen	5
2.4	Kosteusvaurioiden aiheuttamat terveystaitat?	6
3	Tutkimuskohteet	7
3.1	Yksityiset rakennukset	8
3.1.1	Kohde A	8
3.1.2	Kohde B	9
3.1.3	Kohde C	12
3.1.4	Kohde D	15
3.1.5	Kohde E	17
3.1.6	Kohde F	20
3.1.7	Kohde G	22
3.1.8	Kohde H	23
3.1.9	Kohde I	26
3.1.10	Kohde J	28
3.1.11	Kohde K	30
3.2	Julkiset rakennukset	33
3.2.1	Kohde L	33
3.2.2	Kohde M	35
3.2.3	Kohde N	37
3.2.4	Kohde O	38
3.3	Yhteenveto kohteista	40
4	Toimintamallit kosteusvauriokorjauskohteisiin	42
4.1	Ennakoiva toimintamalli	43
4.2	Suunnitelmat laaditaan purkutöiden jälkeen -toimintamalli	45
4.3	Perinteinen toimintamalli	46
4.4	Toimintamallien merkittävimmät eroavaisuudet	48

5	Johtopäätökset	49
6	Pohdinta	51
	Lähteet	53

Määritelmät

Esiselvitys

Esiselvityksiä tehdään hankkeen alussa lähtötietojen selvittämiseksi. Ne ovat useimmiten kyselyjä tai erityyppisiä rakennus- tai taloteknisiä tutkimuksia. (Lappalainen ym. 2017:42,44).

Homevaurio

Rakenteen pinnalla olevaa homesienikasvustoa, jonka määrä tai sijainti heikentää rakennusmateriaalin esteettisiä tai teknisiä ominaisuuksia tai siitä voi aiheutua hajuja tai epäpuhtauksia rakennuksien sisäilmaan. (YO 2016:227)

Korjausrakentaminen

On toimintaa, jonka tavoitteena on parantaa tai ylläpitää olemassa olevan rakennuksen tai rakennusosan kuntoa. (Suomen virallinen tilasto (SVT).

Kosteusvaurio

Kosteusvaurio syntyy, kun rakennusmateriaaliin kohdistuu runsasta tai pitkäaikaista kosteutta tai sen kosteudensietokyky ylittyy, mikä johtaa materiaalin korjaamiseen tai vaihtamiseen. (RIL 250-2011:223.)

Kuntotutkimus

Kuntotutkimuksessa selvitetään erilaisin tutkimusmenetelmin eri rakennusosien tai rakennusosakokonaisuuksien kuntoa ja korjaustarvetta erilaisten vaurioiden suhteen. Kuntotutkimuksella pyritään saamaan selville rakenteissa olevat vauriot sekä syyt niiden muodostumiselle ja vaikutukset vaurioille. (Haukijärvi 2005:3).

1 Johdanto

Sitowise Oy on talo- ja infrarakennusalan asiantuntijayritys, joka tarjoaa erilaisia konsultointi-, suunnittelu- ja rakennuttamispalveluita uudis- sekä korjausrakennuskohteisiin. Opinnäytetyö laaditaan yrityksen talon liiketoiminta-alueen korjausrakentamisen toimialalle. Toimialalla työskennellään tutkimuksien, suunnittelun, rakennuttamisen sekä valvonnan eri osa-alueilla. Tämä opinnäytetyö siis tukee lähes kaikkia korjausrakentamisen toimialan eri palvelualueita.

Toimialalla on havaittu, että useat kosteusvauriokorjaushankkeet tulisi käynnistää välittömästi asiakkaan yhteydenoton jälkeen ja korjaussuunnitelmien tulisi olla valmiina lähipäivinä. Tämä johtaa usein siihen, että hankkeeseen lähdetään puutteellisilla lähtötiedoilla, mikä johtaa siihen, ettei suunnitelmia pystytä laatimaan riittävällä tarkkuudella. Lähtötietojen hankkiminen on usein aikaa vievää, koska usein piirustukset ja raportit ovat hukkuneet matkan varrella.

Mikäli suunnitelmat ovat epätarkat, voivat ne vaikeuttaa urakan hinnoittelua, aiheuttaa viivästyksiä rakennustyöhön sekä nousevia kustannuksia tilaajalle. Hankkeiden pitkittyessä kärsijänä ei ole vain korjaustöiden tilaaja, vaan myös tilojen käyttäjä tai asukas.

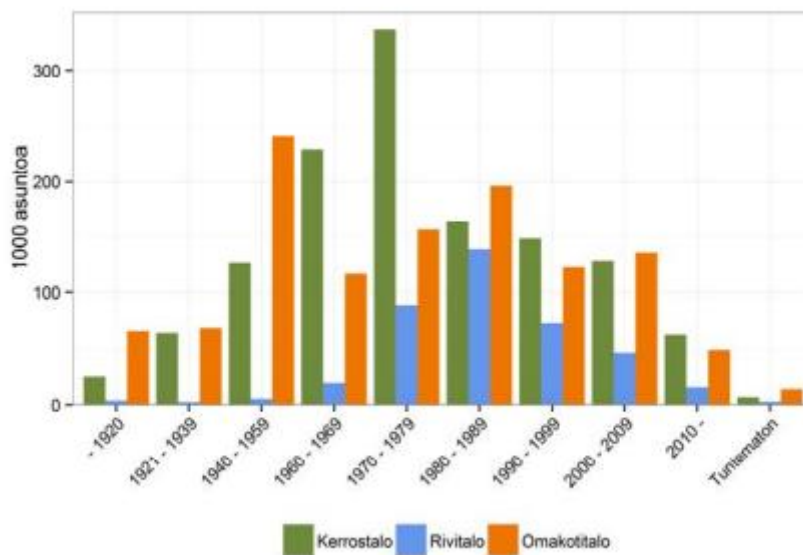
Opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena oli selvittää eroavatko julkisten ja yksityisten rakennuksien kosteusvauriokorjaushankkeet toisistaan. Toissijaisena tavoitteena oli tuottaa Sitowise Oy:lle vaihtoehtoisia toimintamalleja kosteusvauriokorjaushankkeisiin. Ajatuksena oli toimintamallien avulla ennakoida kosteusvauriokorjaushankkeiden tulevia vaiheita jo hankkeiden alkuvaiheissa sekä perehdyttää uusia työntekijöitä kosteusvauriokorjaushankkeisiin. Tutkimuksen tarkoituksena oli myös selvittää eroavatko kosteus- ja homevauriokorjausten suunnittelu- ja toteutusprosessit toisistaan.

Opinnäytetyöhön valittiin tarkasteltavaksi 15 erilaista toteutettua kohdetta. Kohteet valittiin satunnaisotannalla yrityksen saamista kosteusvauriokorjaustoimeksiannoista ja niitä tarkastellaan kosteusvaurion kuntotutkijan ja korjausrakennesuunnittelijan näkökulmasta eikä opinnäytetyössä oteta kantaa mahdollisiin lupateknisiin asioihin. Kohteista 11 on yksityisiä rakennuksia ja 4 julkisia rakennuksia. Esimerkkikohteista tarkasteltiin projektin laajuutta, toimintamalleja, tilaajan päätöksentekoprosessia, suunnitelmalaajuutta sekä mahdollisia työmaa-aikaisia muutoksia tai yllätyksiä.

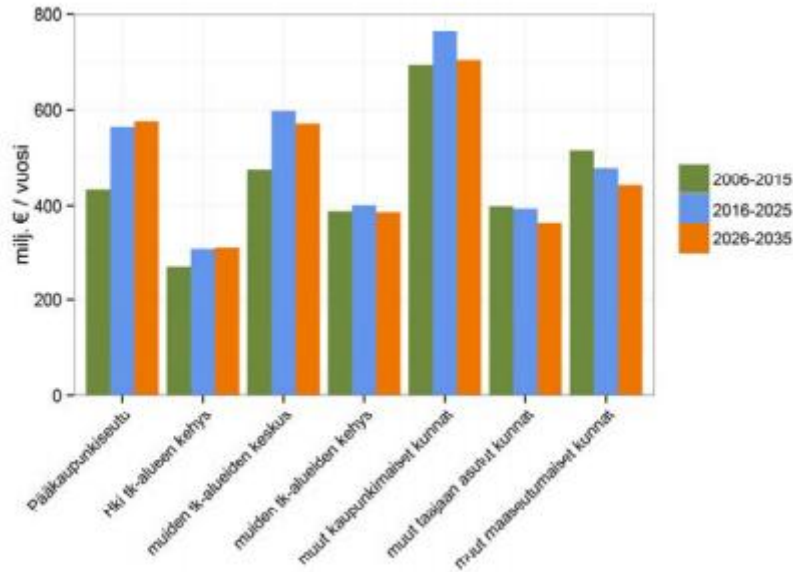
2 Kosteusvauriokorjaukset

2.1 Rakennusten ikääntyminen ja korjaustarve

Rakentamisen määrä on Suomessa kasvanut merkittävästi sotien jälkeen. Erityisesti 1970-luvulla rakennettiin kaupunkeihin paljon uusia kerrostaloja ja 1980-luvulla paljon rivitaloja. Kun rakennuksen rakennusosien ja teknisten järjestelmien tekninen käyttöikä päättyy, pitää ne joko uusia tai korjata. Tekniseen käyttöikään vaikuttavat rakennusosan tai laitteen ikä, käyttö- ja rasitusolosuhteet, käytetty materiaali, suunnittelu- ja asennusvirheet sekä niille asetetut vaatimukset. (Hietala ym. 2015:15,17; RT 18-10922 2008:1-2.) Kosteus- ja homevauriot eivät ole uusi asia tai "trendi", sillä aihepiiriin tiimoilta on laadittu kirjallisuutta jo 1990-luvun puolivälistä saakka muun muassa Sisäilmäyhdistyksen ja Rakennusteollisuuden toimesta. (Reijula ym. 2012:69.)



Kuva 1. Rakennettujen asuntojen ikäjakauma rakennusajankohdittain ja talotyypin mukaan. (Hietala ym. 2015:16)



Kuva 2. Asuinrakennusten korjaustarve yhteensä, milj. €/vuosi. (Hietala ym. 2015:27).

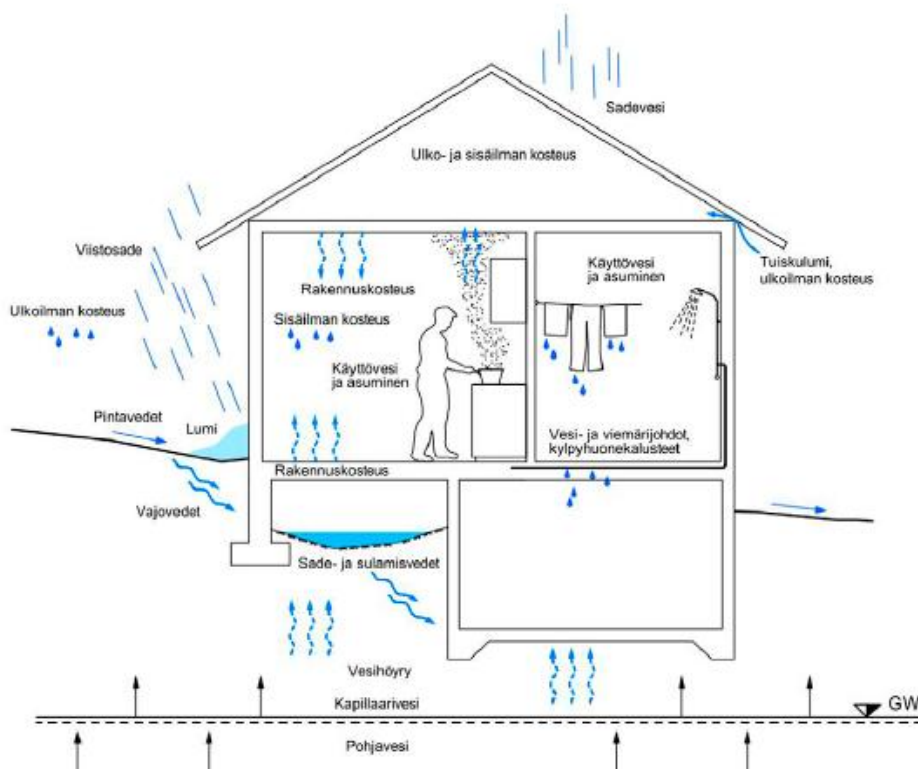
Kuten yllä olevista kuvista voidaan todeta, rakennusten korjaamiselle syntyy painetta vuosille 2016-2035 erityisesti kaupungeissa, missä sijaitsee myös suurin osa kerrosta-loista (Hietala ym. 2015:9-10).

1970-luvulla tarvittiin kiireesti uusia asuntoja kaupunkeihin muuttaville ihmisille. Asunto-pulaa pyrittiin helpottamaan rakentamalla elementtirakenteisia rakennuksia, mikä oli vielä uutta tekniikka Suomessa. Uusien rakenneratkaisujen vuoksi jouduttiin opettelemaan muun muassa ilma- ja äänitiiviiden liitosten tekoa paljon työn ohessa sekä käyttökokemuksien pohjalta. Koska rakentamista oli uutta niin suunnittelijoille kuin tekijöillekin, saattoivat rakennusfysikaalisesti tärkeät yksityiskohdat jäädä huomioimatta. Kun kiinteistöihin ajan saatossa asennettiin vielä koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä ilman korvausilmareittejä, saatiin sisäilma pilattua vaurioituneiden rakenteiden läpi otetulla korvausilmalla. (RIL 250-2011:145-146,148.)

2.2 Tekniset vaurionaiheuttajat

Yleisin kosteusvaurion aiheuttaja on rakenteisiin sisälle tai pinnalle tiivistyvä kosteus. Vauriot syntyvät, kun kyseinen rakenne ei kestä siihen kohdistuvaa kosteusrasitusta. Tyypillisimmin kosteusvaurio aiheutuu vesivahingosta tai puutteista rakenteissa (esim. puutteellinen märkätilan vedeneristys). Välittömästi vesivahingon jälkeen kosteusvaurio

ei synny, vaan yleisesti ottaen se kehittyy ajansaatossa. Vesi voi eri olomuodoissaan aiheuttaa kosteusvaurion. Esimerkiksi vesisade neste-olomuodossa voi imeytyä julkisivurakenteisiin tai sisäilmankosteus vesihöyrynä voi kondensoitua lämmöneristeisiin. Rakennusten alimmat rakenteet vaurioituvat usein helpommin, sillä vesi liikkuu painovoimaisesti korkeammasta pisteestä alempaan pisteeseen. Yleisimpiä kosteuslähteitä on esitetty seuraavassa kuvassa. (Hometalkoot.fi 8:4; Reijula ym. 2012:69. Sisäilmayhdistys; YO 2016:101-102.)



Kuva 3. Yleisimmät sisä- ja ulkopuoliset kosteuslähteet rakennuksissa. (YO 2016:107).

Kun rakenteen kosteuden sietokyky ylittyy, aiheutuu kosteusvaurio. Kosteusvaurioituneeseen rakenteeseen alkaa kehittyä homeetta, kun suhteellinen kosteus on pidemmän aikaa yli RH 70%, tarjolla on ravinteita sekä happea ja lämpötila on riittävän suuri (0-50°C). Tätä kutsutaan homevaurioksi. Kun suhteellinen kosteus on korkea (>RH 90%) pitkän ajan, syntyy lahovaurio.

Mikäli rakennuksessa epäillään olevan kosteus- tai homevaurio, voidaan sitä selvittää erilaisin kuntotutkimuksin. Rakennusfysikaalisissa tutkimuksissa tutkitaan rakenteiden lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa esimerkiksi kosteus-, lämpötila- ja tiiveysmittauksin. Mikrobiologisissa tutkimuksissa otetaan vaurioituneeksi epäillystä rakennusmateriaalista

tai sen pinnalta näytteitä, jotka analysoidaan laboratoriossa. Näiden tutkimusten lisäksi on hyvä tutkia ilmanvaihtojärjestelmiä sekä rakennusten painesuhteita. Esimerkiksi, mikäli rakennus on alipaineinen ulkoilmaan nähden, kulkeutuu korvausilma sisätiloihin rakenteiden läpi mukanaan mahdolliset epäpuhtaudet. (Hometalkoot.fi 8:6; Hometalkoot.fi 9:9-10,113; Reijula ym. 2012:89; RT80-10712:2.)

2.3 Kosteusvaurioiden ehkäiseminen

Kosteusvaurioita voitaisiin ehkäistä ihmisten asenteita muuttamalla rakentamisen eri vaiheissa, koska rakennushankkeen laatu koostuu itse rakennuksen laadusta sekä rakentamisprosessin laadusta. Ellei rakennushankkeeseen ryhtyvällä itsellään ole riittävää osaamista, tulee hänen rakennushankkeen alkaessa hankkia hankkeelleen projektinjohtaja. Yhteistoiminnallaan he luovat perustan hankkeen onnistumiselle. Rakennushankkeeseen ryhtyvän ja projektinjohtajan tai rakennuttajan tehtävä on lakien ja määräysten mukaisesti huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja toteutetaan määräysten, säännösten, lakien ja rakennusluvan mukaisesti. Hankkeen alkuvaiheessa asetetaan raamit kustannuksille ja aikatauluille, joita ei tulisi laatia liian kireiksi, ettei laatu kärsi.

Jotta kosteusteknisesti kriittiset kohdat tulisi laadittua tarkasti, tulisi suunnitteluvaiheeseen panostaa eikä pihistää. Suunnittelupöydällä tehdään suurimmat päätökset muun muassa rakennuksen ulkomuodosta ja kosteusteknisestä toimivuudesta. (Reijula ym. 2012:70-71; RIL-250-2011:39,43-44,93.)

Lähtökohtaisesti kosteusvauriokorjauksissa tulisi pyrkiä korjaamaan tai poistamaan vaurion aiheuttaja sekä poistamaan vaurioituneet materiaalit. Vaurioituneen materiaalin poistaminen vähentää riskiä uusien vaurioiden ja muiden ongelmien syntymiselle jatkossa, verrattuna muihin korjaustapoihin, kuten rakenteiden ja niiden liitosten tiivistämiseen. Rakenteiden tiivistäminen voi olla vaihtoehto, mikäli vaurioituneen rakenteen uusiminen on hankalaa tai se on kustannuksiltaan kohtuuttoman suuri. (RT 80-10717.1999:3.)

Vuoden 2018 alussa Suomen rakentamismääräyskokoelma uudistuu, jolloin muun muassa sen osa C2 Kosteus muuttuu asetukseksi. Uusi asetetus ottaa kantaa suunnitteluasioiden lisäksi myös rakentamisen aikaiseen kosteudenhallintaan. Jatkossa on laadittava

kosteudenhallinta-asiakirja, kosteudenhallintasuunnitelma sekä nimettävä työmaalle kosteudenhallinnasta vastaava henkilö. (Outinen. 2016:4-5,15.)

Rakentamisvaiheessa urakoitsijan tulee noudattaa suunnitelmia, yleisiä ohjeita ja määräyksiä, lakeja sekä hyvää rakentamistapaa. Erityisesti työmaa-aikaiseen suojaukseen ja kosteudenhallintaan tulisi nykypäivänä panostaa, ettei kosteusvaurioita syntyisi rakenteisiin jo rakentamisvaiheessa. Esimerkiksi työmaalle voidaan palkata erityinen kosteudenhallinnasta vastaava henkilö, kosteusvastaava. Lisäksi urakoitsijan olisi hyvä perehdyttää rakennuksen käyttäjät tai ylläpidosta vastaavat henkilöt rakennushankkeen päätteeksi rakennuksen huoltoon ja ylläpitoon sekä teknisten laitteiden käyttöön.

Kiinteistöjen korkean rahallisen ja esteettisen arvon säilyttämiseksi kannattaa niiden ylläpitoon panostaa käytön aikana. Rakennusten omistajat ja käyttäjät voivat omalla toiminnallaan ehkäistä kosteus ja muiden vaurioiden syntyä huolehtimalla rakennuksen huollosta sekä ylläpidosta. Rakennusten omistajia jopa veloitetaan lainsäädännöllä (terveydensuojelulaki ja työturvallisuuslaki) pitämään huolta omaisuudestaan niin, ettei terveyshaittoja ilmene. (Reijula ym. 2012:70-71; RIL-250-2011:93,115.)

2.4 Kosteusvaurioiden aiheuttamat terveyshaitat?

Tieteellisesti on pystytty osoittamaan, että kosteusvaurioituneissa rakennuksissa työskentelevät tai asuvat ihmiset voivat oireilla tai sairastua rakenteista alkujaan olevista haittatekijöistä. Useissa tutkimuksissa on pystytty todistamaan kosteusvaurioiden ja oireilujen välillä olevan yhteyden, mutta tarkemmin ei tiedetä, mikä aiheuttaa mitään. Epidemiologisissa tutkimuksissa on kuitenkin pystytty esittämään, että ennaltaehkäisemällä ja korjaamalla kosteusvaurioita pystytään vähentämään rakennuksissa olevien ihmisten riskiä sairastua, kuten taulukossa 1 on esitetty. (Reijula ym. 2012:89-91.)

Taulukko 1. Kosteus- ja homevaurioihin liittyvät terveysvaikutukset epidemiologisten tutkimusten ja systemaattisten kirjallisuuskatsausten mukaan (ET=ei tutkittu). (Reiluja ym. 2012:91).

Sairaus tai oire	ICM:n johtopäätös (2004)	WHO johtopäätös (2009)	Mendell ym. (2011) johtopäätös
Astman paheneminen	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö (vahva viite aiheuttamisesta)
Astman syntyminen	Rajallinen tai viitteellinen näyttö	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö
Yskä	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö
Hengityksen vinkuminen	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö
Hengenahdistus	Rajallinen tai viitteellinen näyttö	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö
Ylempien heng. teiden oireet	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö
Allerginen nuha	ET	Rajallinen tai viitteellinen näyttö	Riittävä näyttö
Hengitystieinfektiot	ET	Riittävä näyttö (paitsi välikorvan tulehdus)	Riittävä näyttö
Kauhkoputkentulehdus	ET	Rajallinen tai viitteellinen näyttö	Riittävä näyttö
Homepölykeuhko	(Yhteys perustuu kliiniseen näyttöön)	(Yhteys perustuu kliiniseen näyttöön)	Riittämätön näyttö
ODTS	Riittämätön näyttö	Riittämätön näyttö	ET
Maha-suolisto-oireet	Riittämätön näyttö	ET	ET
Heikotus	Riittämätön näyttö	ET	ET
Neuropsykologiset oireet	Riittämätön näyttö	ET	ET
Syöpä	Riittämätön näyttö	Riittämätön näyttö	ET
Reuma ja muut immuunilogiset sairaudet	Riittämätön näyttö	Riittämätön näyttö	ET
Lisääntymisterveys	Riittämätön näyttö	Riittämätön näyttö	ET

Mikäli rakennuksessa havaitaan kosteusvaurio ja epäillään sen aiheuttavan oireita rakennuksessa oleville, tekee terveydellisyyden arvioinnin sisäilmaongelmiin perehtynyt lääkäri (Lappalainen ym. 2017:40).

Maallikot käsittelevät kosteusvaurioita sekä aiheeseen liittyviä termejä ja riskejä eri tavoilla kuin ammattilaiset. Esimerkiksi asiantuntijoiden pienenä pitämä riski voi maallikon mielessä paisua suureksi ja pelottavaksi asiaksi, mistä on erityisesti median helppo kirjoittaa sensaatiohakuksia artikkeleita. Mediassa usein oiotaankin asioita tai johtopäätöksiä, mikä johtaa vääränlaisiin tulkintoihin sekä hankaluuksiin itse korjaushankkeissa. (Lahtinen. 2017:7-8.)

3 Tutkimuskohteet

Opinnäytetyöhön valittiin yhteensä 15 kosteusvaurioprojektia, joihin Sitowise Oy:n tutkijat tai korjausrakennesuunnittelijat olivat osallistuneet. Tutkimuskohteet jakaantuivat asunto-osakeyhtiöiden yksittäisten huoneistojen ja kokonaisten palvelukiinteistöjen välille. Palvelukiinteistöt ovat lähinnä opetuskäytössä. Tutkimuskohteiden yhteydessä mainittujen toimintamallien peruseriaatteet on esitetty jäljempänä.

3.1 Yksityiset rakennukset

3.1.1 Kohde A

Kohde A on asuinkerrostalo, joka on valmistunut vuonna 1959. Yhdessä asunnossa oli havaittu kosteusvaurioita, jotka olivat tehtyjen tutkimusten perusteella aiheutuneet putkirikoista. Kohteessa ei ollut vielä tehty kokonaisvaltaista LVIS-peruskorjausta, joten rakennuksen talotekniikka oli alkuperäistä. Tietävästi märkätilan rakenteet olivat alkuperäisessä kunnossa eli niiden tekninen käyttöikä oli ylittynyt. Myös huoneiston osakas oli ilmaissut huolensa mahdollisesta sisäilmaongelmasta.

Kun kohteen A kosteusvauriokorjausta alettiin suunnitella, halusi taloyhtiö kiirehtiä prosessin läpiviemistä. Osakas oli muuttanut sijaisasuntoon ja purkutöitä oli aloitettu pintarakenteiden osalta. Ennen laajamittaisempaa purkutöitä korjausrakennesuunnittelija kävi lähtötiedot läpi ja tutustui kohteeseen paikan päällä. Kohdekäynnin perusteella sovittiin tarkemmin purkutöiden laajuudesta. Tilaajan aiempi toiminta johti valitsemaan toimintamallin, jossa suunnitelmat laaditaan purkutöiden jälkeen. Kuvassa 4 märkätilan pintarakenteet on purettu runkorakenteeseen saakka.



Kuva 4. Märkätilan rakenteet purettu runkorakenteeseen saakka.

Samalla kun asunnossa tehtiin purkutöitä, laati korjausrakennesuunnittelija kosteusvauriokorjauksessa tarvittavat suunnitelmat sekä urakan kilpailutusasiakirjat. Suunnitelmien laajuus oli tavanomainen.

Suunnitelmien valmistuttua hanke kilpailutettiin jälleen rakentamisen osalta. Rakennustöissä ei ilmennyt suunnitelmapuutteita eikä työmaalla tullut yllätyksiä vastaan, sillä rakenteet oli jo purettu valmiiksi. Perusteellisen korjauksen jälkeen koko asunto siivottiin. Suunnitelmissa oli määritetty laajamittainen homesiivous koko asuntoon, mutta kustannussyistä taloyhtiö halusi tinkiä ja kohteeseen päätettiin tehdä vain tavanomaista perusteellisempi siivous. Purku- ja korjaustöiden laajuuden osalta taloyhtiön hallitus teki päätökset nopeasti, eikä päätöksen teko hidastanut projektin läpiviemistä.

3.1.2 Kohde B

Kohde B on rivitaloyhtiössä oleva asuinhuoneisto, joka on valmistunut vuonna 1984. Rakennus on rinnetontilla. Yhdessä asuinhuoneistossa oli havaittu alimmassa kerroksessa

maakellarimaista hajua ja lämpökuvauksessa oli todettu kylmiä kohtia maanvastaisten ulkoseinien ja alapohjien liittymissä. Myös betonirakenteisessa alapohjalaatassa oli havaittu kohonneita kosteuspitoisuuksia. Huoneiston asukas muutti sijaisasuntoon ennen tutkimusten aloittamista.

Koska kohteesta ei löytynyt minkäänlaisia piirustuksia, olivat lähtötiedot puutteelliset. Kohteessa oli tehty kosteusmittauksia ja rakenteiden kuivatusta, joista oli laadittu raportit. Raporteista ei kuitenkaan selvinnyt piilossa olevia rakenteita. Tästä johtuen päädyttiin tekemään lisätutkimuksia ennen suunnitteluvaiheen käynnistämistä.

Alapohja- ja ulkoseinärakenteita tutkittiin rakenneavauksin. Rakenneavausten yhteydessä otettiin materiaalinäytteet home- ja mikrobivaurioituneiksi epäillyistä tai haitta-aineita sisältävistä materiaaleista. Rakenneavaus ulkoseinässä on esitetty kuvassa 5. Kevyessä tutkimuksessa pystyttiin toteamaan, että rakenteet vastaavat rakennusaikakaudelle tyypillistä rakentamista. Haitta-aineita ei löytynyt, mutta ulkoseinärakenteen lämmöneristeestä ja tuulensuojalevystä löydettiin mikrobikasvustoa.



Kuva 5. Ulkoseinärakenteen rakenneavaus.

Rakenneavausten ja materiaalianalyysien perusteella korjausrakennesuunnittelija laati hanke-ehdotuksen taloyhtiölle. Hanke-ehdotus sisälsi kaksi vaihtoehtoista korjaustapaa asunnon osalta sekä suosituksen asentaa salaojajärjestelmä ja ulkopuoliset kuivatusrakenneet koko taloyhtiöön.

Hanke-ehdotus käytiin läpi taloyhtiön hallituksen kanssa. Suunnittelija esitteli heille molempien korjaustapojen hyvät ja huonot puolet sekä arvioi kustannuksia. Hanke-ehdotuksen läpikäyntiä seuraavana päivänä hallitus päätti edetä halvemmalla korjaustavalla, koska taloyhtiö on pieni ja he halusivat minimoida yhteen asuntoon kohdistuvia kuluja. Ulkopuoliset toimenpiteet siirrettiin myöhempään ajankohtaan, sillä ne eivät olleet niin akuutteja.

Suunnittelusisällön selvittyä korjausrakennesuunnittelija laati suunnitelmat ja hanke kilpailutettiin. Korjaustöiden aikana ei ilmennyt suunnitelmatarpeita eikä urakoitsija ehdottanut suunnitelmamuutoksiakaan, joten hanke koettiin onnistuneeksi. Korjaustöiden jälkeen tehtiin laadunvarmistuskokeita korjausten onnistumisen varmistamiseksi, kuten kuvassa 6 on esitetty. Koska kosteusvaurion aiheuttaja ei ollut tarkasti tiedossa suunnitteluvaiheen alussa, eikä hankkeella ollut aikataulupaineita, päädyttiin käyttämään kosteusvauriokorjausten perinteistä toimintamallia.



Kuva 6. Ikkunatiivistyksen laadunvarmistus merkkiainekokein.

3.1.3 Kohde C

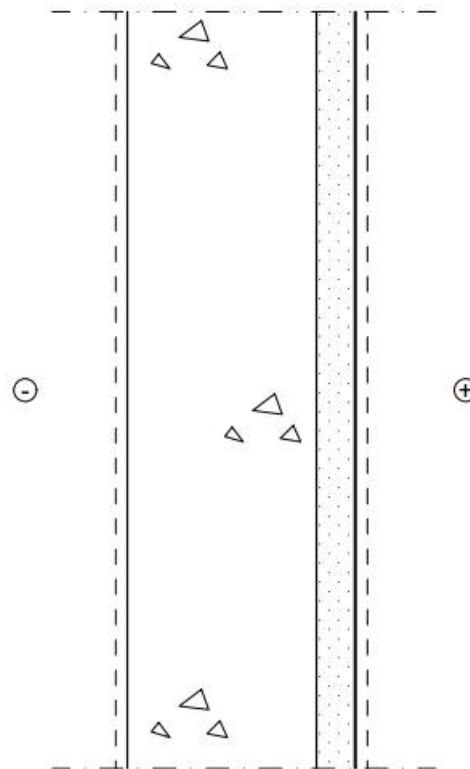
Kohde C on rivitaloyhtiössä oleva asuinhuoneisto, joka on valmistunut vuonna 1957. Rivitalo sijaitsee rinnetontilla ja siinä on kaksi kerrosta kellarin lisäksi. Huoneiston osakas oli havainnut kellarikerroksessa maakellarimaista hajua ja kosteutta. Tämän jälkeen kohteeseen oli tehty kuntotutkimus, jossa oli todettu, ettei rakennuksessa ole salaojia tai ulkopuolisia kuivatusrakenteita eikä seinissä ole höyrynsulkua. Rakentamisajankohdalle tyypillisesti kallioiselle rinnetontille rakennettaessa oli tapana minimoida kallion louhinnassa. Rakennuksen kellarissa olikin havaittavissa kovalla sateella, kuinka vesi juoksi kallion pintaa pitkin rakennuksen sisälle alapohjarakenteiden alle (katso kuva 7).



Kuva 7. Kallionpinta näkyvissä kellaritiloissa. Kosteuden aiheuttamia jälkiä betonissa ja kalliopinnalla.

Kuntotutkija toimi hankkeessa projektinjohtajana, jotta tieto välittyisi tutkijalta suunnittelijalle mahdollisimman hyvin. Koska kohteesta oli huonosti lähtötietoja ja kuntotutkimuksissa oli tehty vain paikallisia, pieniä rakenneavauksia ehdotettiin taloyhtiölle suurempien rakenneavausten tekoa rakenteiden ja liittymien varmistamiseksi. Tutkimukset tehtiin kuntotutkijan toimesta suunnittelijan ohjeistamana. Välittömästi rakenneavausten valmistuttua aloitettiin korjaussuunnittelu.

Korjaussuunnittelun aikataulu oli erittäin tiukka, joten taloyhtiön kanssa sovittiin, että korjaustöistä laaditaan suppea työnkuvaus sekä muutama tarkentava piirustus (katso kuva 8). Kevyempien suunnitelmien lisäksi urakan kilpailuksessa oli tarjouksen jättämisen ehtona urakoitsijoille tarkempi tutustuminen paikan päällä. Ennen urakan kilpailutusta suunnitelma-asiakirjat käytiin läpi taloyhtiön hallituksen kanssa. Suunnitelmakatselmuksen lopputuloksena hallitus hyväksyi suunnittelijan korjausehdotuksen ja siihen liittyvät suunnitelmat.



Rakennekerrokset:	250 mm	Kantava betonirakenne (v)
	0-10 mm	Alustan tasoitus (u)
	50 mm	Köster Hydrosilikaattilevy (u)
	2 mm	Tasoite Köster Hydrosilikaattiliima SK (u)
	-	Vesihöyryn läpäisevä maalaus, 2xTikkurila Kivitex -silikaattimaali (u)

Kuva 8. Korjattu maanvastainen kellarin ulkoseinä.

Ennakoivan toimintamallin mukaisten kevyempien suunnitelmien vuoksi rakennustöiden valvoja kävi työmaalla tavanomaista useammin, jotta työt suoritettiin vaaditulla tavalla ja laajuudella. Lisäksi suunnittelija ja urakoitsija pitivät ennen töiden aloitusta palaverin, jossa tehtävät toimenpiteet käytiin tarkemmin läpi. Korjaustöiden aikana urakoitsija pyysi muutamia suunnitelmatarkennuksia muun muassa rakenteiden liittymien toteuttamisen osalta. Kosteusvaurion korjaustöiden aikana kyseisen huoneiston parvekerakenteiden huomattiin olevan lahonneita. Työmaa-aikaisena suunnitteluna rakennesuunnittelija laati suunnitelmat parvekerakenteiden korjauksesta.

Vaikka korjaussuunnitelmia ei ollut laadittu tavanomaisella tai tarkalla detaljitasolla, korjaustyöt onnistuivat hyvin. Onnistumiseen vaikuttivat urakoitsijan, rakennustöiden valvojan sekä suunnittelijan saumaton yhteistyö sekä informaation kulku.

3.1.4 Kohde D

Kohde D on vuonna 1973 valmistunut asuinkerrostalo. Eräässä asunnossa oli sattunut vesivahinko, kun elinkaaren päässä oleva viemäriputki oli haljennut ja aiheuttanut kosteusvaurion. Vesivahingon seurauksena tehtiin kosteuskartoitus, jonka perusteella oli päätetty purkaa asunnon märkätilojen pintarakenteet sekä kuivien tilojen lattiarakenteet. Tilaajan aiemmin tekemät toimenpiteet johtivat käyttämään purkutöiden jälkeen -toimintamallia tässä korjaushankkeessa.

Koska kohteessa oli käynnissä LVIS-peruskorjauksen hankesuunnittelu, haluttiin asunnon märkätilan rakenteet, vesi- ja viemäriputket sekä sähköjärjestelmät uusiksi samalle tasolle kuin muutkin asunnot tultaisiin korjaamaan laajemmassa LVIS-peruskorjauksessa. Kuvissa 9 ja 10 on esitetty nousuhormissa olevat vesijohdot ja viemäriputket ennen korjaustöitä ja niiden jälkeen. Koska osakkeenomistaja asui puolet vuodesta ulkomailla, ei hänelle tarvinnut hankkia sijaisasuntoa korjaustöiden ajaksi. Tällä oli huomattava merkitys korjaustöiden aikataulun kannalta.

Korjaustöiden sisältö käytiin pääpiirteissään läpi kohdekäynnillä ennen suunnittelun aloitusta. Tämän jälkeen hankkeesta laadittiin yksityiskohtaiset rakenne-, LVI- ja sähkösuunnitelmat, jotka käytiin läpi taloyhtiön hallituksen kanssa suunnitelmakatselmuksessa ennen korjaustöiden kilpailutusta. Pienien, lähinnä pintamateriaaleihin ja kalusteisiin liittyvien suunnitelmamuutosten jälkeen hanke kilpailutettiin sekä toteutettiin.



Kuva 9. Vanhat viemäriputket ja vesijohdot nousuhormissa.

Korjaustöiden aikana ei havaittu suunnitelmapuutteita, tai ainakaan niillä ei suunnittelijaa lähestytty. Suunnittelijoiden kannalta hanke koettiin onnistuneeksi, eikä taloyhtiön puoleltakaan moitteita kuultu. LVIS-peruskorjauksen suunnitteli ja valvoi toinen konsulttiyri-tytys, joten kyseisen asunnon korjausten yhteensovituksen onnistumisesta laajamittaiseen korjaukseen ei ole tietoa.



Kuva 10. Uudet viemäriputket ja vesijohdot nousuhormissa.

3.1.5 Kohde E

Kohde E on asuinkerrostalon huoneisto, joka on valmistunut vuonna 1939. Huoneiston osakas oli havainnut asunnossaan maalin kupruilevan irti seinäpinnoilta. Tämä oli johtanut siihen, että taloyhtiö oli päättänyt tilata kosteuskartoituksen asuntoon. Kosteuskartoituksessa todettiin jatkotutkimuksien olevan tarpeellisia lopullisen korjaustavan määrittämiseksi. Jatkotutkimuksina asunnon lattiarakenteita purettiin sekä putkiston kuntoa selvitettiin mahdollisen putkivuodon selvittämiseksi.

Koska jatkotutkimuksissa lattiarakenteessa käytetyn eristeen: sahanpurun ja kutterilas-tun todettiin olevan kastuneita, päätettiin purkaa koko asunnon kuivien tilojen pintamateriaalit sekä poistamaan eristeet (katso kuva 11).



Kuva 11. Vettä lammikoitunut maanvastaisen betonilaatan päälle.

Korjausrakennesuunnittelija sai toimeksiannon kosteusvaurionkorjauksesta sen jälkeen, kun rakenteita oli purettu osittain. Koska vaurionaiheuttajasta ei lähtötietojen ja aistinvaraisen tarkastelun perusteella ollut varmuutta, päätettiin tehdä vielä tarkentavia tutkimuksia alapohjarakenteisiin. Perinteisen toimintamallin mukaan tarkentavien tutkimusten perusteella laadittiin taloyhtiölle hanke-ehdotus kustannusarvioineen korjaustoimenpiteistä, mikä sisälsi toimenpiteitä kyseiseen asuntoon sekä rakennuksen ulkopuolisiin rakenteisiin. Hanke-ehdotusta käytiin läpi suunnittelukokouksessa taloyhtiön hallituksen kanssa ja tämän jälkeen taloyhtiön yhtiökokouksessa. Taloyhtiön yhtiökokouksessa päätettiin korjaustöiden olevan kustannuksiltaan korkeita ja tästä syystä he päättivät jakaa korjaustoimenpiteet kahteen vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe oli saada kosteusvaurioitunut asunto kuntoon ja toinen vaihe oli saattaa rakennuksen ulkopuoliset kuivatusrakenteet nykypäivän vaatimustasolle.

Korjausrakennesuunnittelija laati vaiheesta yksityiskohtaiset suunnitelmat, joilla hanke kilpailutettiin. Purkutöiden edetessä kuitenkin huomattiin, että kevyet väliseinät olivat paikotellen niin huonosti muurattuja, etteivät ne olisi pysyneet pystyssä korjaustöiden ai-

kaa. Tästä johtuen väliseiniä joko purettiin tai vahvistettiin. Maata vasten olevien rakenteiden purun jälkeen vasta pystyttiin toteamaan lopullinen kalliopinnan korkeus ja tarvittavan louhinnan määrä.

Kun rakenteet oli purettu, selvitettiin vielä mahdollista kosteusvaurion aiheuttajaa muun muassa pintakosteuskartoituksella sekä rakennekosteusmittauksin. Kuvassa 12 on rakennekosteusmittaukset käynnissä ja kuvassa 13 on esitetty niiden tuloksia. Työmaaikaisena suunnitteluna pääasiassa heti purkutöiden jälkeen otettiin kantaa piilossa olleiden rakenteiden toimenpiteisiin, kuten kantavien rakenteiden kapillaarikatkojen toteuttamiseen, ilmanvaihtokanavointien reititykseen, vesi- ja viemäriputkien sijoitukseen ja asennukseen. Hankkeessa päästiin haluttuun lopputulokseen, sillä kosteusvauriot tulivat korjatuksi ja kosteuden pääseminen rakenteisiin estettiin. Kapillaarisen kosteuden nousu rakenteisiin estettiin injektoimalla kapillaarikatkot muun muassa ulkoseinä-rakenteisiin, kuten kuvassa 14 on esitetty. Asukas joutui kokemaan ajateltua enemmän asumishaittaa, sillä korjaustöitä hidastivat hankaluudet naapuritaloyhtiön kanssa.



Kuva 12. Kantavien rakenteiden kosteusmittaukset porareikämittauksin.

Mittaustulokset								
Mittauspaikka/ mittaustunnus	Rakenne /materiaali	Pinta- mat.	Anturi	Ta- saan- tumis- aika	Mittaus- syvyys	RH (%)	T (°C)	Huokosil- man kos- teus (g/m ³)
KO.01	Pilari/Betoni	B	(1)	60 min	101mm	61,4	17,0	8,90
KO.02	Antura/Betoni	B	(2)	61 min	100mm	98,2	16,4	13,73
KO.03	Antura/Betoni	B	(3)	62 min	100mm	100, 0	15,9	13,57
KO.04	Antura/Betoni	B	(4)	63 min	102mm	91,9	16,4	12,90
KO.05	Antura/Betoni	B	(5)	64 min	100mm	98,3	15,9	13,38

Kuva 13. Ote kantavien rakenteiden kosteusmittausten mittaustuloksista.



Kuva 14. Ulkoseinään toteutetut kapillaarikatkot injektoimalla.

3.1.6 Kohde F

Vuonna 1908 rakennetun kerrostalon pohjakerroksessa havaittiin sekä aistinvaraisesti että pintakosteusmittarilla kohonneita kosteuspitoisuuksia sekä haitta-aineita alapohja-

laatassa ja kantavissa pystyrakenteissa ravintolan pintaremontin purkutöiden yhteydessä. Pohjakerroksen lattian korko oli viereisen kadun koron alapuolella, eikä rakennuksessa ollut rakentamisajankohdalleen tyypillisesti ulkopuolista vedeneristystä tai salaojitusta.

Korjaussuunnitelmat laadittiin kevyesti, sillä merkittävimmät pintarakenteiden purkutyöt oli tehty jo ennen toimeksiannon saamista ja ammattitaitoinen urakoitsija oli hankkeeseen kiinnitetty jo aiemmin. Perusteellisemmalle korjaukselle ei koettu tarvetta taloyhtiön puolelta, sillä korjaustöissä haluttiin edetä kustannuksia säästäten eikä tilan rakenteita haluttu parantaa muita tiloja paremmaksi. Tilaajan mukaan rakennus oli yli sata vuotta vanha ja selvinnyt maailmansodista, joten se tulisi jatkossakin selviämään olemassa olevilla ratkaisulla. Tästä syystä korjaushankkeessa jouduttiin tekemään kompromissi perusteellisemmän korjauksen sijaista pinnoittamalla alapohjarakenne diffuusioavoimella pinnoitteella, kuten kuvassa 15 on esitetty. Taloyhtiön hallituksen puheenjohtajalle oli myönnetty päätäntävalta korjaustöiden laajuuden ja kustannusten osalta. Hänen hyväksyntä suunnitelmat korjaustyöt aloitettiin.



Kuva 15. Maanvastainen alapohja pinnoitettu diffuusioavoimella pinnoitteella.

Työmaan aikana suunnittelija kävi muutaman kerran ohjeistamassa urakoitsijaa tarkkuutta vaativissa tehtävissä. Muilta osin korjaustyöt saatiin valmiiksi urakoitsijan esittämissä kuluissa sekä aikataulussa.

3.1.7 Kohde G

Kohteen G käyttövesijohdot ja viemäriputket olivat tulleet teknisen käyttöikänsä päähän. Vuonna 1971 rakennetussa kerrostaloyhtiössä on maantason alapuolisia kellarikerroksissa, joissa on muun muassa saunatiloja ja varastoja. LVIS-peruskorjauksen suunnittelun alkuvaiheessa kiinteistössä tehdyllä kiinteistökierröksellä korjausrakennesuunnittelija havaitsi kellaritilojen seinillä kosteuden aiheuttamia jälkiä ja vaurioita (katso kuva 16). Hän laati korjausehdotuksen, joka sisälsi korjaustöitä kellaritiloihin sekä piha-alueille. Perinteisen toimintamallin mukainen korjausehdotus käytiin läpi taloyhtiön hallituksen kanssa LVIS-peruskorjauksen suunnittelukokouksessa. Koska taloyhtiöön oli tulossa usean miljoonan euron LVIS-peruskorjaus, päätti taloyhtiön hallitus suunnittelukokouksessa tehdä vain sisäpuoliset korjaustyöt sekä paikalliset korjaukset piha-alueille. Tällä tilanne saataisiin paremmalle tasolle ja laajemman korjaustyön voisi tehdä samalla, kun julkisivuja tultaisiin korjaamaan.



Kuva 16. Kellarin seinässä kosteusjälkiä ja alustastaan irronneita lämmöneristeitä.

Korjaustöitä taloyhtiö ei halunnut kilpailuttaa, vaan se teetti työt LVIS-peruskorjauksen yhteydessä samalla urakoitsijalla, jolla oli kokemusta putkiremonttien lisäksi myös kosteusvauriokorjauksista sekä maanrakennustöistä.

Korjaustöiden aikana ei kustannuksiin tai aikatauluun vaikuttavia lisä- ja muutostöitä ilmennyt. Suunnittelija ainoastaan tarkasteli urakoitsijan vaihtoehtoisia reittivaihtoehtoja tai toteutustapoja.

3.1.8 Kohde H

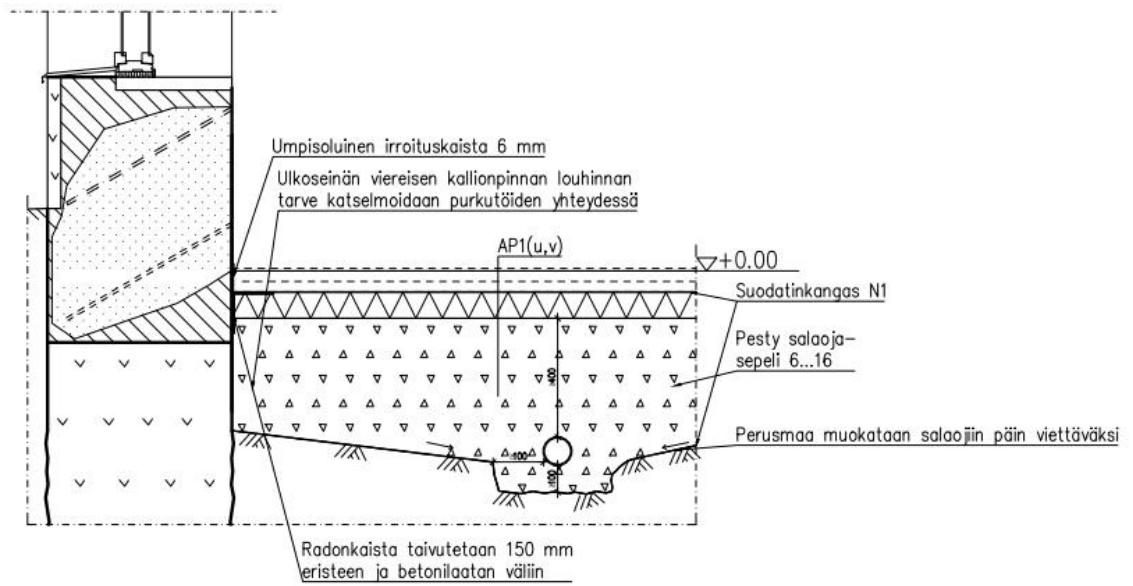
1900-luvun alkuvuosina alun perin kerrostalon hevostalliksi rakennetun nykyisen liiketilan käyttäjät olivat valitelleet kellarimaisesta hajusta ja tunkkaisesta sisäilmasta. Liiketilä sijoittuu osittain kerrostalon alimpaan kerrokseen ja osittain se on oma yksikerroksinen siipirakennuksensa. Ajansaatossa liiketilassa oli sattunut putkirikko wc:ssä, mikä jälkikäteen todettiin korjatun puutteellisesti. Lisäksi siipiosan vuotanutta vesikattoa oli korjattu, mutta korjaukset eivät olleet kohdistuneet alapuolisiin tiloihin tai rakenteisiin. Liiketilän

lattian pinta oli noin puoli metriä viereisen kaduntason alapuolella. Käyttäjän mukaan kovalla sateella vesi oli tullut sisälle kokolattiamatolle ja matto oli alkanut haista.

Lukuisista vaurioista ja ongelmista johtuen liiketilaan oli teetetty homekoiratutkimus sekä rakenneteknisiä tutkimuksia. Kohteen ollessa erittäin vanha, ei siitä löytynyt muita suunnitelmia kuin alkuperäinen pohjapiirustus. Tästä johtuen päädyttiin tekemään vielä rakenne- ja talotekninen selvitys tarvittavien toimenpiteiden määrittämiseksi. Koska vaurioiden aiheuttaja tai aiheuttajat eivät olleet tarkasti tiedossa ja kohteeseen oli tehty useita tutkimuksia, päädyttiin korjaushankkeessa käyttämään perinteistä toimintamallia.

Tehtyjen tutkimusten ja lähtötietojen perusteella todettiin suunnittelukokouksessa, että liiketilaan kohdistuu merkittäviä korjaustyitä ja niistä tulisi laatia yksityiskohtaiset suunnitelmat. Rakennuksen sijainnista ja rakentamisajankohdasta johtuen tilaaja päätti teettää korjaustyöt vain liiketilan sisäpuolelle.

Liiketilän yritys löysi korvaavan tilan samasta rakennuksesta, johon heidän toimintansa siirtyi korjaustöiden ajaksi. Urakan kilpailutuksen jälkeen korjaustyöt aloitettiin liiketilaan. Kaikki pintarakenteet ja talotekniset järjestelmät purettiin ja alapohjarakenteet purettiin maaperään saakka, kuten seuraavista kuvista on havaittavissa. Purkutöiden jälkeen paljastui, ettei sisäpuolelle tarvitsekaan tehdä kallion louhintaa, sillä kallion pintaa ei löytynyt purkualueelta. Mutta lisätöitä ei välttytty, sillä purkutöiden jälkeen todettiin, että ulkoseiniltä puuttui osittain perustukset.



Kuva 17. Leikkauspiirustus ulkoseinän vierestä.



Kuva 18. Sisäpuolinen salaojajärjestelmä.

3.1.9 Kohde I

Vuonna 1915 valmistuneen kerrostalon alimmissa kerroksissa oli todettu aistinvaraisesti kohonneita kosteuspitoisuuksia ja yhden liiketilan käyttäjät olivat valittaneet kellarimaisesta hajusta tiloissaan. Tästä syystä liiketilaan oli päätetty tilata kosteuskartoitus. Kosteuskartoituksen raportin mukaan tilojen alapohjarakenteita rasitti maaperästä tuleva kosteus sekä sadevesien puutteellinen ohjaus rakennuksen ulkopuolella. Rakenteessa oli myös orgaanista materiaalia lämmöneristeenä maaperää vasten (katso kuva 19).

Korjaussuunnittelun toimeksiannon alkaessa korjausrakennesuunnittelija totesi, ettei kosteuskartoituksessa ole selvitetty olemassa olevia rakenteita tai mahdollisia haitta-aineita ja ne tulisi selvittää, jotta suunnittelulle saadaan tarvittavat lähtötiedot. Koska kosteuskartoituksessa ei oltu myöskään tehty kosteusmittauksia porareikämittauksin, ne päädyttiin tekemään suunnittelun aikana kohonneiden kosteuspitoisuuksien syyn selvittämiseksi.



Kuva 19. Maanvastaisen alapohjarakenteen rakenneavaus.

Edellä mainittujen esiselvitysten jälkeen korjausrakennesuunnittelija laati hanke-ehdotuksen korjaustöistä. Taloyhtiön hallitus rakennuttajakonsultin avustuksella päätyi tekemään korjaustöitä vain liiketilojen sisäpuolelle perustellen päätöstään kustannuksilla sekä kaupungin katutöillä kyseisen liiketilan kohdalla. Rakennuttajakonsultin mukaan katutöissä tehtäviin kaivantoihin asennetaan salaojat, joten ne olivat hänen mukaansa perusteltua jättää pois hankkeesta. Sisäpuolisia korjaustöitä on esitetty kuvissa 20 ja 21.



Kuva 20. Maanvaraisen laatan lämmöneristeet ja radonkaistat asennettu sekä kantavien seinien kapillaarikatkot tehty injektoimalla.

Purkutöiden jälkeen oli havaittavissa, että liiketilan alapohjarakenteen alta löytyi vanha käytöstä poistettu viemäriputki ja seinärakenteiden sisältä piilossa olleita rakenteita. Lisäksi havaittiin liiketilan ja viereisen huoneiston väliseinärakenteen olevan kosteusvaurioitunut sekä olevan puutteellinen palonkestoluokaltaan. Huoneistossa havaittiinkin olevan putkirikko sekä asennusvirheitä taloteknisissä järjestelmissä, jotka urakoitsija korjasi lisätyönä. Väliseinästä poistettiin vaurioitunut materiaali ja sen palonkestoluokkaa parannettiin.

Korjaustöiden aikana liiketilan käyttäjä halusi omana muutoksenaan luoda perusteet liiketilan jakamiselle, mikä tehti eri suunnittelualoilla ja urakoitsijalla lisätöitä. Lisätyöt kohdistuivat lähinnä palo- ja äänitekniisiin ratkaisuihin. Suunnittelussa osattiin arvioida tarvittavan sisäpuolisen louhinnan määrä sopivaksi, sillä siitä ei koitunut lisäkustannuksia urakan aikana. Korjaushankkeessa käytettiin perinteistä toimintamallia hieman soveltaen.



Kuva 21. Louhintaa sisätiloissa louhintarobotilla.

3.1.10 Kohde J

Vuonna 1980 valmistuneen rivitaloyhtiön yhden huoneiston kosteusvauriot olivat kuntotutkimusten perusteella aiheutuneet rakennusaikakaudelle tyypillisten virheellisten rakenneratkaisujen sekä puutteellisen toteutuksen seurauksena. Rakennusaikakaudelle tyypillinen valesokkelirakenne muodosti ulkoseinä- ja alapohjarakenteiden liitoskohtaan riskirakenteen. Kyseisessä valesokkelirakenteessa seinärakenteet ulottuivat nykyisen hyväksi tiedetyn rakennustavan vastaisesti lattiapinnan alapuolelle, jolloin puurungon, lämmöneristeiden ja levytyksien alimmat osat olivat jatkuvasti voimakkaasti kosteusrasitettuja. Tämän lisäksi rakennuksen sisäpuolisena täyttömateriaalina oli käytetty hiekkaa,

joka oli edesauttanut rakennuksen alapuolisen kosteuden kapillaarista nousua seinärakenteisiin.

Edellä mainittuihin korjauksiin liittyen oli aiemmin toinen ammattitaidoton suunnittelija laatinut suunnitelmat. Koska työtä ei näillä suunnitelmilla saatu tehtyä loppuun asti, eivätkä ne kelvanneet viranomaisillekaan, pyydettiin asiasta toista näkemystä.

Taloyhtiölle koitui ylimääräisiä kuluja, kun jo kertaalleen osittain korjatut rakenteet jouduttiin purkamaan ja tekemään uudelleen eri tavalla. Suunnittelija joutui pahaan asemaan, sillä hänen olisi pitänyt taloyhtiön mielestä hyväksyä hyvän rakentamistavan ja yleisten määräysten vastaiset ratkaisut, jotta purkutöiltä olisi välttytty. Kun suunnitteluratkaisut perusteltiin viranomaismääräyksiin perustuen, saatiin asiat ratkaistua ja korjaustyöt tehtyä loppuun asti. Hankkeen monisäikeisyydestä johtuen päätöksen teko oli melko hidasta, koska asioita jouduttiin käymään läpi ja perustelemaan useissa suunnittelukouksissa.



Kuva 22. Korjattu valesokkelirakenne.

Työmaa-aikaisena suunnitteluna jouduttiin tarkentamaan valesokkelirakenteen korjaukseen liittyviä kermiasennuksia (kuva 22) sekä saunan pintarakenteiden toteutusta. Korjaushankkeen monista käänteistä johtuen sen läpiviemiseksi ei ollut yhtä selvää toimintamallia, mutta se noudatti enimmäkseen perinteistä toimintamallia.

3.1.11 Kohde K

1911 rakennetun asuinkerrostalon kellarikerroksen asunnossa oli tapahtunut putkirikko, mikä aiheutti vesivahingon. Kuivausyrityksen tekemässä kosteuskartoituksessa oli ehdotettu, että rakenteita tulisi purkaa laajemmin vaurion aiheuttajan selvittämiseksi. Rakenteita purettiin urakoitsijan toimesta ja havaittiin, että putkirikon lisäksi asunnossa on muitakin kosteusvaurioita ja haitta-aineita. Kosteusvaurion arvioitiin aiheutuneen putkirikon lisäksi teknisen käyttöikänsä ylittäneistä rakennusmateriaaleista sekä vanhoista rakentamistavoista. Asunnon ulkoseinät olivat osittain maanpinnan alapuolella ja alapohjarakenteista puuttui kapillaarikatkokerrokset, joten rakenteisiin kohdistuva kosteusrasitus oli merkittävä. Maanvastaisia ulkoseinärakenteita oli rakennusaikana suojattu sisäpuolelta ulkoa tulevalta kosteudelta rakentamisajankohdalle tyypillisesti kivihiilitervasivelyllä. Kivihiilitervasivelystä teetettiin haitta-aineanalyysi. Korkeiden PAH-yhdisteiden pitoisuuksien (kuva 23) vuoksi sively jouduttiin purkamaan haitta-ainepurkuna.

PAH-määritys	GC/MS			
- PAH-yhdisteet yhteensä		97 000	mg/kg ka	
- PAH-yhdisteet yhteensä (PIMA) x		81 500	mg/kg ka	
- Naftaleeni x		7 700	mg/kg ka	30
- 2-Metyyli-naftaleeni		3 500	mg/kg ka	30
- 1-Metyyli-naftaleeni		1 600	mg/kg ka	30
- Bifenyyl		590	mg/kg ka	30
- 2,6-Dimetyyli-naftaleeni		1 100	mg/kg ka	30
- Asenaftaleeni x		820	mg/kg ka	30
- Asenaftaleeni x		1 500	mg/kg ka	30
- 2,3,5-Trimetyyli-naftaleeni		430	mg/kg ka	30
- Fluoreeni x		3 300	mg/kg ka	30
- Fenantreeni x		11 000	mg/kg ka	30
- Antraseeni x		4 100	mg/kg ka	30
- 1-Metyylifenantreeni		1 400	mg/kg ka	30
- Fluoranteeni x		11 000	mg/kg ka	30
- Pyreeni x		10 000	mg/kg ka	30
- Bentso(a)antraseeni x		5 800	mg/kg ka	30
- Kryseeni x		6 200	mg/kg ka	30
- Bentso(b+k)fluoranteeni x		9 000	mg/kg ka	30
- Bentso(e)pyreeni		3 600	mg/kg ka	30
- Bentso(a)pyreeni x		5 200	mg/kg ka	30
- Peryleeni		1 700	mg/kg ka	30
- Indeno(1,2,3-cd)pyreeni x		3 000	mg/kg ka	30
- Dibentso(a,h)antraseeni x		1 600	mg/kg ka	30
- Bentso(ghi)peryleeni x		3 200	mg/kg ka	30

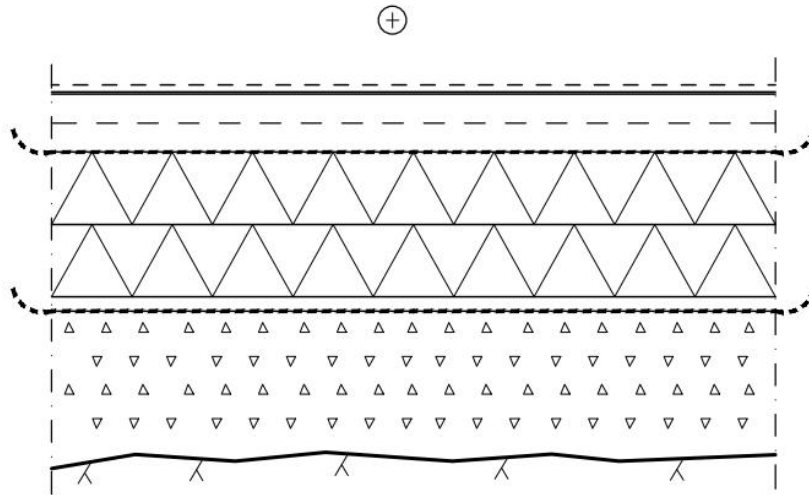
Kuva 23. Ote laboratorioanalyysin tuloksista PAH-yhdisteiden osalta.

Kun korjausrakennesuunnittelija sai toimeksiannon, oli asunnosta purettu lähes kaikki kevyet rakennelmat kuten väliseinät sekä alapohjarakenteet (katso kuva 24). Tästä syystä päädyttiin purkutöiden jälkeen -toimintamalliin. Kosteusvauriokorjauksen suunnittelun yhteydessä havaittiin, ettei asuntoa ollut alun perin tarkoitettu asuinkäyttöön vaan toimistoksi. Tämä monimutkaisti korjaushanketta, kun korjausten lisäksi tila tuli muutossuunnitella sekä rakennusluvalla muuttaa asuinkäyttöön sopivaksi. Hanke vaati useamman suunnittelukokouksen suunnittelijoiden ja taloyhtiön hallituksen välillä, sillä kyseessä ei ollutkaan lopulta yksioikoinen kosteusvauriokorjaus. Korjaustöiden sisällön osalta päätöksen teko oli nopeaa, mutta tilamuutokseen liittyvää byrokratiaa hallitus joutui pohtimaan muutamia viikkoja.



Kuva 24. Väliseinät ja alapohjarakenteet purettu.

Suunnitelmien valmistuttua (kuva 25) ja rakennusluvan saatua, käynnistettiin korjaustyöt purkutyöt tehneen urakoitsijan toimesta. Työmaa-aikaisena suunnitteluna jouduttiin ottamaan kantaa muun muassa salaojapumppaamon asentamiseen ja putkitukseen sekä palokatkojen toteuttamiseen. Vaikka asunto oli suunnitteluvaiheen alkaessa purettu, ei edellä mainittuja asioita voitu havainnoida kuin vasta työn ohessa.



Rakennekerrokset:	- Laatoitus ja kiinnityslaasti (u)
	- Tasoituslaasti (u)
80 mm	Teräsbetoni-laatta, C25/30, rasitusluokka XC1, käyttöikä 50v, notkeusluokka S2, betonipinnan laatu luokka C-4-30, teräsverkko T8-200 B500K (u)
	- Suodatinkangas (u)
200 mm	Lämmöneriste Finfoam FL-300 100+100 mm (u)
20 mm	Tasaushiekka (u)
	- Suodatinkangas (u)
>300 mm	Sepeli Ø6...16 (u)
Ohjeet:	- Kallio / perusmaa (v)

Kuva 25. Korjattu maanvarainen alapohjarakenne.

3.2 Julkiset rakennukset

3.2.1 Kohde L

Alun perin 1970 -luvulla valmistunut palvelurakennus peruskorjattiin vuonna 2002 koulurakennukseksi ja laajennettiin kahdessa osassa vuosina 2007-2009. Rakennuksen käyttäjät epäilivät sisäilmaongelmaa useiden sairaustapausten vuoksi. Kohteen ollessa julkinen rakennus käynnistivät kiinteistönomistajan edustajat korjausprosessin perinteisen toimintamallin mukaisesti. Rakennuksen omistaja päätti tehdä kattavat sisäilmatutkimukset ja kuntotutkimukset kaikkiin rakenneosiin sekä ilmanvaihtojärjestelmiin. Tutkimuksissa todettiin, että rakennuksen vanhimmassa osassa on laajoja kosteus- ja mikrobivaurioita muun muassa ulkoseinärakenteissa ja ne tulisi korjata. Koska tutkimustietoa oli paljon, koettiin hyödylliseksi saman yrityksen jatkavan suunnittelutehtävissä, jotta minimoitaisiin informaatiokatkokset tutkijoiden ja suunnittelijoiden välillä.

Koska tarvittavat korjaustyöt olivat massiivisia, käynnistettiin korjaustöiden suunnittelu hankesuunnitelman laatimisella. Hankesuunnitelman yhteydessä tehtiin lisää tarkentavia kuntotutkimuksia ja rakenneavauksia piilossa olevien rakenteiden selvittämistä varten.

Hankesuunnitelman valmistuttua siirryttiin toteutussuunnitteluvaiheeseen. Toteutussuunnitteluvaiheessa tehtiin enää muutamia tarkentavia haitta-aineselvityksiä, sillä viranomais määräykset olivat tiukentuneet niiltä osin hankesuunnitteluvaiheen jälkeen.

Kilpailutuksen jälkeen korjaustyöt käynnistyivät. Työn aikana ilmeni seuraavia muutossuunnitelmatarpeita: ulkoseinien sisäkuoret olivat vinoja, joten ne jouduttiin oikaisemaan; piilossa olleet rakenteet eivät vastanneet alkuperäisiä piirustuksia tai löytyi ihan uusia rakenteita. Erityisesti sisäkuorien oikaisutöiden määrä yllätti kaikki osapuolet ja se vaikutti urakan kokonaiskustannuksiin sekä aikatauluun, mm. lämmöneristeiden asennusaikatauluun (katso kuvat 26 ja 27).



Kuva 26. Epätasainen sisäkuoren ulkopinta julkisivun purkutöiden jälkeen.



Kuva 27. Julkisivun lämmöneristystyöt käynnissä tasoitustöiden jälkeen.

Vaikka kohteeseen tehtiin todella paljon tutkimuksia, voidaan korjaustöiden jälkeen todeta, että parhaiten piilossa olleet rakenteet selvisivät vasta purkutöiden jälkeen.

Kyseinen kohde on suuressa kaupungissa sijaitseva julkinen rakennus, jonka omistaa kaupunki ja sen ylläpidosta vastaa paikallinen tilakeskus. Eri vaiheiden päätteeksi tuli tehtäville saada hyväksyntä muun muassa tilakeskukselta, kaupungin sisäilmaryhmältä, julkisivulautakunnalta sekä kaupungin hallitukselta. Eli yhteensä päätöksien teko kesti useita kuukausia.

3.2.2 Kohde M

Vuonna 1982 rakennetun koulurakennuksen käyttäjät oireilivat muutamassa luokkatilassa ja rakennuksen omistaja teetti koko kouluun kattavia kuntotutkimuksia. Luokkatiloista, joissa oireiltiin, löydettiin kosteusvaurioon viittaavia merkkejä, jotka olivat edesauttaneet ulkoseinärakenteiden homehtumista. Myös muissa tiloissa ja rakenneosissa

todettiin puutteita tai vaurioita, mutta tässä korjaushankkeessa keskityttiin vain kiireellisiin.

Tutkimusten jälkeen kyseiset luokkatilat laitettiin käyttökieltoon suunnittelun ajaksi. Hankkeesta laadittiin yksityiskohtaiset rakennesuunnitelmat, joilla hanke kilpailutettiin ja toteutettiin.

Korjausalue oli pinta-alaltaan pieni ja rakenteet yksinkertaisia. Korjaustyöt tehtiin rakennuksen sisäpuolelta, kuten kuvassa 28 on esitetty. Tutkimuksissa tehdyt rakenneavaukset vastasivat hyvin yleistä toteutustapaa korjausalueella. Tästä syystä korjaustöiden aikana ei havaittu suunnitelmapuutteita, sillä rakenteet olivat tiedossa etukäteen.



Kuva 28. Ulkokuori sisäpuolisten purkutöiden jälkeen.

Korjattavan koulun sijaitessa pienessä kaupungissa ja korjaustöiden ollessa pieniä, ei työn sisältöä tarvinnut hyväksyttää lautakunnissa tai muilla päättävillä tahoilla. Kuitenkin korjaustöissä edettiin perinteisen toimintamallin periaatteita noudattaen. Kiinteistön ylläpitoa hallinnoivan viraston hyväksyntä suunnitelmille ja korjauslaajuudelle riitti.

3.2.3 Kohde N

Vuonna 1950 valmistuneessa koulurakennuksessa oli todettu sisäilmaongelmia, joten rakennukseen teetettiin kattavat kuntotutkimukset. Perinteisen toimintamallin alkuvaiheiden jälkeen korjausrakennesuunnittelija liitettiin hankkeeseen. Tutkimuksissa todettujen vaurioiden perusteella korjausrakennesuunnittelija laati korjausehdotuksen rakennuksen ylläpidosta vastaavalle kaupungin tilakeskukselle. Koska kaupungilla on lukuisia kiinteistöjä ja tietty budjetti käytettävissään korjauksiin, päädyttiin tilakeskuksessa sillä erää korjausehdotusta kevyempiin korjaustöihin rakennuksen ryömintätiloihin. Suuresta vedennäärästä (katso kuva 29) johtuen ryömintätiloihin jouduttiin asentamaan rakennuksen sisäpuolinen salaojajärjestelmä.



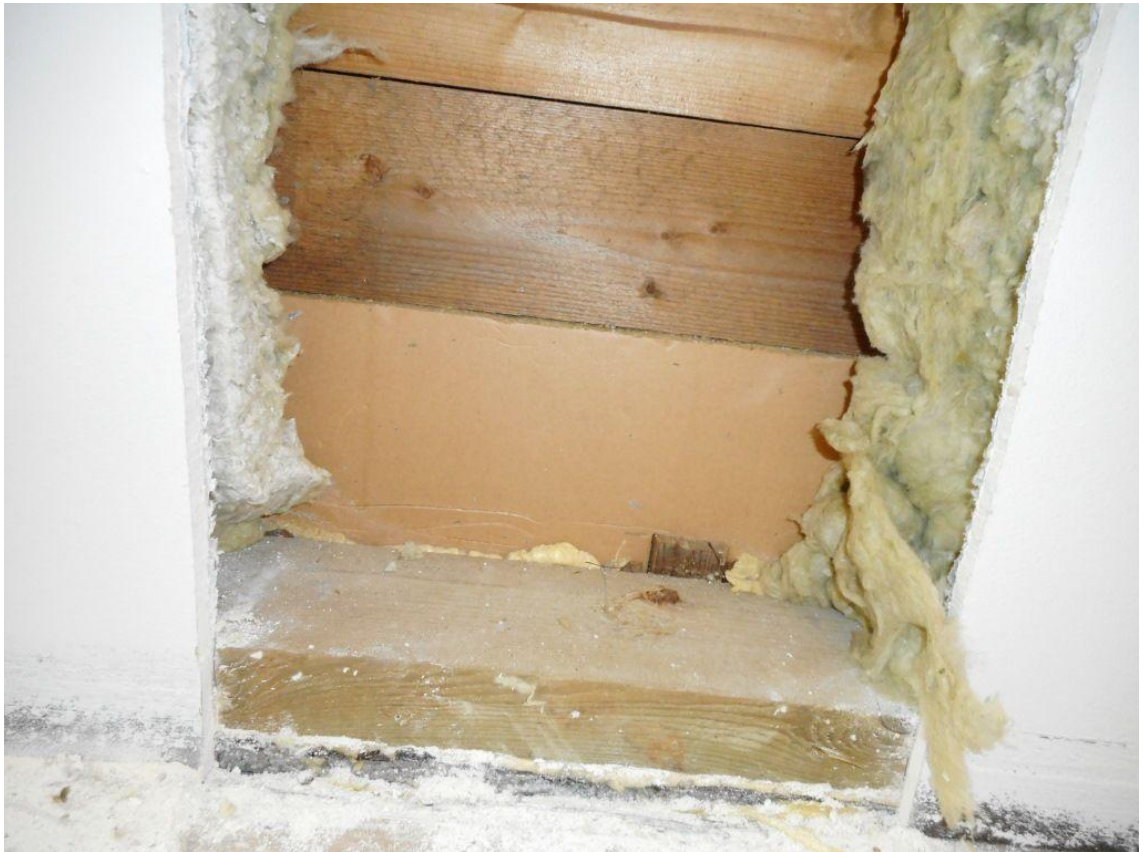
Kuva 29. Vettä ryömintätilassa portaiden alla sekä kastuneita rakenteita

Tilakeskuksen pyynnössä korjausrakennesuunnittelija laati kevennetyllä sisällöllä suunnitelmat korjaustöistä. Korjaustöiden aikana ei havaittu suunnitelmapuutteita, tai ainakaan niistä ei suunnittelijaan oltu yhteydessä.

3.2.4 Kohde O

Kohde O on kaupungin omistama päiväkotirakennus vuodelta 1986. Sen käyttäjillä oli esiintynyt sisäilmaongelmiin viittaavaa oireilua. Tästä syystä rakennukseen oli päätetty käynnistää perinteisen toimintamallin mukaisesti teettämällä sisäilmatutkimus. Sisäilmatutkimuksissa todettiin, että rakennuksessa oli sattunut vesivahinko, höyrynsulun olevan puutteellinen, vesikaton vuotaneen ja julkisivun kosteusvaurioituneen. Tutkimustulosten perusteella kaupungin sisäilmatyöryhmä oli asettanut rakennuksen käyttökieltoon ja toiminta oli muuttanut väistötiloihin toisaalle.

Tutkimusraportissa oli ehdotettu vaurioituneiden materiaalien poistoa, vesikaton paikasta ja ulkovaipan tiiveyden parantamista uusimalla höyrynsulku. Tilakeskus pyysi korjausrakennesuunnittelijaa laatimaan suunnitelmat tutkimusraportin ja tilakeskuksen päätöksien pohjalta. Korjausrakennesuunnittelija kuitenkin totesi annettujen lähtötietojen perusteella, etteivät paikalliset tutkimukset olleet riittävän kattavia ja tulisi tehdä jatkotutkimuksia, jotta korjaukset voitaisiin suunnitella. Jatkotutkimuksien rakenneavauksissa löydettiin rakenteista lisää puutteita ja vaurioita. Kuvassa 30 on esitetty ulkoseinärakenteen rakenneavaus rakennekerrosten havainnoimiseksi ja dokumentoimiseksi.



Kuva 30. Ulkoseinän rakenneavaus.

Tutkimusraporttien valmistuttua tilakeskus päätti, että rakennuksen tulee olla jatkossa tiivis ja vaurioituneet materiaalit tulisi poistaa kauttaaltaan.

Tilaaajan tahtotilan ja tutkimusten havaintojen perusteella todettiin, että kohteeseen tulisi tehdä laaja peruskorjaus. Peruskorjausta puolsivat myös teknisen käyttöikänsä loppu puolella olevat talotekniset järjestelmät, jotka olisi myös hyvä uusia laajamittaisten korjausten yhteydessä.

Kokemuksen ja muiden korjaushankkeiden perusteella päätettiin ennen peruskorjauksen suunnittelua laatia suunnitelmat kustannuslaskentaa varten. Kustannuslaskennan perusteena oli kartoittaa kustannuksia verrattuna uudisrakentamiseen. Kustannuslaskennan jälkeen todettiin suunniteltavien korjaustöiden olevan niin mittavat ja kalliit, että rakennus puretaan ja tilalle rakennetaan uudisrakennus.

3.3 Yhteenveto kohteista

Kaikkien tutkimuskohteiden perusajatuksen voisi kiteyttää yhteen lauseeseen: Hyvin tutkittu ja suunniteltu on puoliksi tehty. Lähes kaikissa tutkimuskohteissa tuli esille, että mitä enemmän rakenteita on tutkittu tai purettu ennen suunnitteluvaihetta, sitä vähemmän työmaa-aikana tuli vastaan lisätöitä tai aikataulumuutoksia. Kuntotutkimuksien yhteydessä tehdyt rakenneavaukset ovat yleensä pieniä ja paikallisia. On mahdollista, että rakenneavauksen vierestä on löytynyt aivan toisenlaisia rakenteita tai haitta-aineita kuin rakenneavauksessa on havaittu.

Yleisesti ottaen julkisilla tahoilla, kuten kaupungeilla ja valtiolla on useita kiinteistöjä omistuksessaan ja niiden ylläpidosta vastaa jokin kaupungin toimija. Kaupungit varaavat vuosittain rakennusten huoltoon ja korjauksille tietyn summan, joka käytetään isompiin ja pienempiin korjaushankkeisiin. Pienemmät hankkeet eivät yleisesti ottaen tutkimuskohteissa vaatineet käsittelyjä tai investointipäätöksiä erilaisissa lautakunnissa tai johtoryhmissä. Kun kyseessä oli miljoonien eurojen korjaushanke, oli päätöksen teko hitaampaa ja monitahoisempaa.

Asunto-osakeyhtiöitä koskevissa tutkimuskohteissa päätöksen teko oli yleisesti ottaen ripeää. Suunnitteluvaiheeseen mennessä taloyhtiön hallitukset olivat jo tietoisia hankkeissa todetuista vaurioista sekä mahdollisista korjaustavoista, joten suunnittelija yleensä vain täsmensi tehtäviä toimenpiteitä tai laajuutta. Mahdollisesti taloyhtiöiden yhtiökokoukset olivat jo aiemmin myöntäneet hallituksille valtuudet teettää suunnitelmat ja korjaustyöt, ennen kuin korjaussuunnittelija oli kiinnitetty hankkeeseen. Kaikissa yksityisten omistamissa tutkimuskohteissa oli kyse yhden asunnon korjaamisesta. Useimmiten asunnon asukkaalla ei ollut päätäntävaltaa itse korjauslaajuuteen, koska vastuu rakenteista on taloyhtiöllä. Tästä syystä osakkaan päätökset liittyivät lähinnä pintamateriaaleihin. Haasteena yksityisten omistamissa tutkimuskohteissa todettiin olevan maallikoiden käsitys kosteus- ja homevaurioista sekä niiden korjaustavoista. Usein maallikoiden tiedot kosteusvaurioista pohjautuvat median tietoihin tai vanhoihin rakentamistapoihin, minkä lisäksi kosteus- ja homevaurioiden edellyttämiä toimenpiteitä vähäteltiin. Haasteena koettiin myös taloyhtiön alkuperäisen tason määrittäminen. Rakentaminen, tietoisuus rakenteiden rakennusfysikaalisesta toiminnasta sekä rakennusmateriaalit ovat ajansaatossa kehittyneet, joten esimerkiksi kellarikerrokseen lankkulattian toteuttaminen on monimutkaisempaa kuin 1900-luvun alussa oli.

Pääasiassa hankkeiden koolla ei havaittu olevan suurta merkitystä toimintamalleihin. Suurin ero tutkimuskohteissa todettiin olevan korjaushankkeista päättävässä tahossa eli tilaajassa. Tilaaja asettaa jokaiselle projektille aikataulun ja kustannuskehykset, mitkä ohjaavat osaltaan projektin läpiviemistä. Tutkimuskohteista pystyttiin toteamaan, että kosteusvauriokorjaukset edellyttävät nopeaa reagointia jokaiselta hankkeen osapuolelta. Jotta saataisiin nopeita päätöksiä ja vietyä hanketta ripeästi eteenpäin, edellytetään kaikilta hankkeen osapuolilta hyvää keskinäistä luottamussuhdetta. Nopealla toiminnalla ja päätöksillä saadaan vähennettyä esimerkiksi kosteusvaurioituneen asunnon asumishaittaa ja väistötiloista koituvia kustannuksia.

Monessa tutkimuskohteessa rakenteessa oleva kosteusvaurio oli edennyt homevaurioksi, mikä osittain monimutkaisti prosessin läpiviemistä. Kosteusvaurion tai homevaurion suunnittelussa ei havaittu eroavaisuuksia kuin puhdistus- ja siivoustehtäviä määriteltäessä. Esimerkiksi homevaurioita korjattaessa epäpuhtaudet yleensä leviävät sisäilmaan purkutöiden yhteydessä, mikä tuli huomioida suojauksia suunniteltaessa. Useimmissa tutkimuskohteissa vaurioiden laajuus ja tehdyt korjaukset olivat paikallisia, esimerkiksi yksittäisiä tiloja tai yksi huoneisto. Kun tutkimukset perustuvat otantaan ja ihmiset kokevat, aistivat ja oireilevat eri tavoin, on mahdollista, että vaurioita on muuallakin kuin kyseisissä tiloissa. Kaikki eivät vain reagoi vaurioihin tai välitä niistä. Useimmiten rakenteet ja talotekniset järjestelmät ovat samanlaiset kaikkialla rakennuksessa.

Maallikoiden kanssa työskenneltäessä havaittiin, että heidän on helpompi käsittää ja käsitellä esimerkiksi vuotavasta putkesta aiheutuva kosteusvaurio kuin mikrobiologisen tai kemiallisen reaktion seurauksena saastuneen, mutta aistinvaraisesti havaittavissa kunnossa olevan materiaalin homevaurion. Homevaurioihin suhtauduttiin yleisesti vakavammin kuin kosteusvaurioihin niin yksityisissä kuin julkisissa tahoissa.

Tutkimuskohteita läpikäydessä oli havaittavissa, että vuosien aikana rakennuksissa oli tehty monenlaisia korjauksia. Välillä isompia, välillä pienempiä erilaisin tavoin. Kaikkia korjauksia ei oltu myöskään aina dokumentoitu asian mukaisella tavalla, mikä olisi saattanut helpottaa korjausten suunnittelua. Lisäksi oli todettavissa, että rakennusten pitkäjänteisellä ja huolellisella ennakoivalla ylläpidolla voidaan ehkäistä yllättäviä kosteusvauriokorjauksia.

Tutkimuskohteita läpikäydessä kohdattiin myös kosteusvauriohanke, jossa todettiin, ettei korjaaminen ole taloudellisesti kannattavaa vaan uudisrakennus tulee edullisemmaksi.

Osittain lopputulokseen olivat johtaneet kosteusteknisesti heikosti toimiva arkkitehtuuri sekä rakennusajankohdalle tyypillisesti kosteusteknisesti toimimattomat rakenteet. Monesti myös rakennuksen käyttötarkoitus tai kapasiteetti on muuttunut ajan saatossa, jolloin uudisrakennuksella voidaan vastata paremmin nykyiseen ja tulevaan tarpeeseen. Uudisrakennuksen sijoittamiseen ja suunnitteluun vaikuttavat usein myös alueen kaavoitustilanne sekä kiinteistönomistajan suunnitelmat alueellisesti, esimerkiksi tulevaisuuden asukas-/käyttäjämäärä alueella.

4 Toimintamallit kosteusvauriokorjauskohteisiin

Kaikille jäljempänä esitettäville toimintamalleille on yhteistä, että kosteusvauriokorjausprojektit aloitetaan tilauksen jälkeen lähtötietojen hankkimisella ja tilaajan tahtotilan selvittämisellä. Tämän jälkeen voidaan päättää millä toimintamallilla hanketta lähdetään viemään eteenpäin. Toimintamallista riippuen kosteusvauriokorjaushanke onnistuu sitä paremmin mitä paremmin yhteistyötä tehdään hankkeen aikana. Kuten muussakin rakentamisessa, tulee kaikkien toimintamallien mukaisissa kosteusvauriokorjaushankkeissa huomioida viranomais määräykset ja muut ohjeet esimerkiksi haitta-aineiden purkutöihin liittyen.

Vaikka esiselvitykset ja suunnitelmat laadittaisiinkin huolellisesti, edellyttää hankkeen onnistuminen myös huolellista toteutusta urakoitsijalta sekä työmaa-aikaista valvontaa. Myös hankkeen eri vaiheiden dokumentoiminen tulevaisuutta varten on tärkeää. Dokumentoinnin hoitaa yleisesti urakoitsija sekä valvoja työmaalla. Tämän lisäksi suunnittelija vie mahdolliset työmaa-aikaiset muutokset suunnitelmiin. Tästä syystä on tärkeää, että korjausten suunnittelija pidetään ajan tasalla korjaustöiden eri vaiheissa ja pyydetään tarvittaessa käymään työmaalle. Monesti asiat ratkeavat helpommin yhteistyössä paikan päällä sovittaessa kuin suunnittelupöydän ääressä toimistolla.

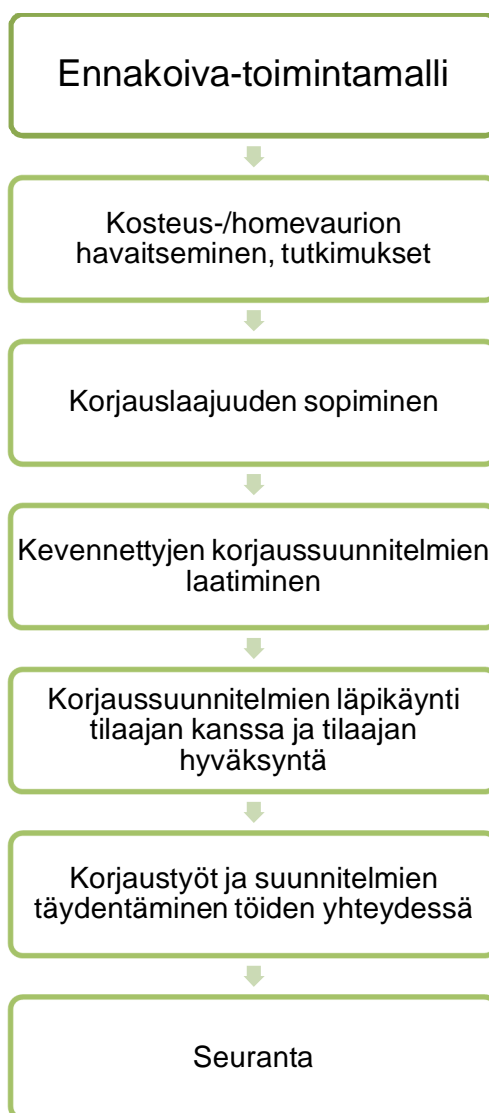
Kaikkien kosteusvauriokorjausten jälkeen on suositeltavaa tehdä seurantaa, kuinka korjaukset onnistuivat. Seurannassa tarkastetaan onnistuivatko korjaukset eli vähenikö mahdollinen käyttäjien tai asukkaiden oireilu, toimivatko järjestelmät suunnitellusti sekä muut tavanomaiset rakennustöiden takuuajan alaiset tarkastukset.

4.1 Ennakoiva toimintamalli

Ennakoivan toimintamallin periaatteena on laatia ensin tavanomaista kevyemmät kosteusvauriokorjauksen suunnitelmat, joita tullaan täydentämään sekä purkutöiden yhteydessä että jälkikäteen. Ennakoiva toimintamalli soveltuu parhaiten pieniin korjaushankkeisiin, joissa toimenpiteet sijoittuvat yksittäisiin tiloihin tai asuntoihin. Esimerkiksi tapauksiin, joissa halutaan minimoida korjaustöistä aiheutuvat asumis- tai käyttöhaitat. Toimintamallin edellytyksenä on, että tilaajataho on tehnyt kustannuspäätöksen kosteusvauriohankkeen osalta ja tiedostaa, että hankkeeseen liittyvät päätökset pitää tehdä nopeassa aikataulussa. Toimintamallin tarkoituksena on, että kevyelläkin suunnitelmapaketilla korjaushanke voidaan kilpailuttaa ja toteuttaa nopeasti.

Ennakoivassa toimintamallissa tutustutaan kohteeseen paikan päällä, minkä jälkeen laaditaan korjausehdotus tilaajalle tehtävistä korjauksista. Kun korjausehdotus on käyty läpi tilaajan kanssa ja se on hyväksytty, laaditaan kevyet suunnitelmat. Kevyt suunnitelmapaketti voi sisältää hankkeesta riippuen esim. yksi-kaksi sivuisen hankekuvauksen sekä rakennetyyppiirustuksen. Mikäli kohteessa on monimutkaisia rakenteita, jotka vaativat tarkempia detaljipiirustuksia, voidaan sellaiset laatia tarpeen mukaan. Detaljipiirustukset voivat olla aluksi luonnostyyppiset, joita tarkennetaan rakennustöiden aikana. Tarvittaessa voidaan laatia yksikköhintaluettelo, johon on määritetty ennakkoon yksikköhinnat (esim. €/jm, €/kpl tai €/m²) erilaisille hankkeeseen liittyville töille. Yksikköhintaluettelon avulla rakennusaikaisille töille sovitaan hinta etukäteen ennen töiden aloitusta, jolloin vältytään epäselvyyksiltä lisä- ja muutostöiden hinnoittelussa.

Ennakoiva toimintamalli mahdollistaa kosteusvauriokorjauksen suunnitteluvaiheen läpiviennin nopealla aikataululla. Erityistä huomioita tulee kiinnittää siihen, että urakoitsija on ymmärtänyt korjaustavan, tehtävät korjaustoimenpiteet sekä tutustuu kohteeseen paikan päällä ennakkoon ennen tarjouksen laatimista. Tarjouskäynnille on hyvä ottaa myös suunnittelija mukaan, mikäli tarjoustusta laativilla urakoitsijoilla herää kysymyksiä. Ennakoiva-toimintamalli on esitetty prosessikaaviona kuviossa 1.



Kuvio 1. Ennakoivan toimintamallin prosessikaavio

Ennakoivan toimintamallin kosteusvauriokorjaushankkeisiin tulisi valita urakoitsijaehdokkaista, joiden ammattitaidosta on kokemuksia aiemmista kosteusvauriokorjaushankkeista. Vaikka urakoitsija olisikin ammattitaitoinen, hän todennäköisesti hinnoittelee urakkaan riskilisän, sillä kaikki rakenteet ja korjaustyöt eivät ole tarkasti tiedossa urakkaa tarjottaessa.

Rakennustöiden valvonnan voi suorittaa sama henkilö joka on laatinut korjaussuunnitelmat, mikäli hänen osaamisensa riittää. Myös erillisen valvojan käyttäminen on mahdollista, mutta se voi tuoda lisäkustannuksia tilaajalle. Erillistä valvojaa käytettäessä on hänet hyvä perehdyttää kohteeseen ja siellä tehtäviin korjaustöihin hyvissä ajoin etukäteen.

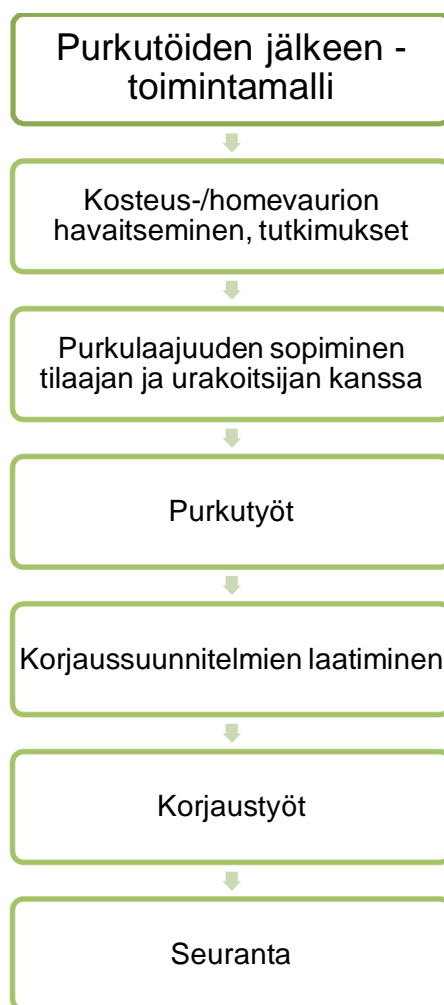
Mahdollisia ongelmia ennakoivassa toimintamallissa voivat aiheuttaa muun muassa: tilaajan hidas päätöksen teko, mahdolliset viranomaismenettelyt, eri osapuolien erimielisyydet hankkeen aikana tai materiaalivalinnat (toimitusaikojen huomioiminen suunnitelmia ja tarjouksia laadittaessa).

4.2 Suunnitelmat laaditaan purkutöiden jälkeen -toimintamalli

Toimintamalli eroaa edeltävästä siten, että varsinainen kosteusvauriokorjauksen suunnittelu aloitetaan purkutöiden jälkeen. Toimintamalli sopii erityisesti pieniin kosteusvauriokorjauksiin, joissa korjaustyöt suoritetaan pienellä alueella tai yksittäisessä tilassa. Toimintamalli voisi toimia myös kiinteistökehityshankkeissa tai laajamittaisissa korjauksissa, joissa on paljon toistuvuutta ja samat rakenteet. Esimerkiksi tyhjiällä oleva liikekiinteistö, josta puretaan pinta- ja kevyet rakenteet aluksi tai useasta rakennuksesta koostuvasta rivitaloyhtiö, jossa tehdään kaikkiin rakennuksiin samanlaiset korjaukset rakennus kerrallaan.

Eryteisesti pienissä kosteusvauriokorjauksissa tulisi korjaustyöt tekevä urakoitsija olla valmiiksi valittuna ennen korjaustöitä. Esimerkiksi voidaan käyttää samaa urakoitsijaa purku- ja jälleen rakennusvaiheissa.

Toimintamalli aloitetaan sopimalla tarvittavat purkutyöt katselmuksessa paikan päällä tilaajan, suunnittelijan ja urakoitsijan kanssa yhteistyössä. Suunnitelmat voidaan laatia joko kevennettynä kuten ennakoivassa toimintamallissa tai niin sanotusti tavanomaisella laajuudella. Suunnitteluvaihe aiheuttaa katkoksen urakoitsijalle työmaalle, joka tulee huomioida urakkasopimuksessa (esimerkiksi korjaustyöt tehdään tuntiveloitusperusteisesti). Suunnitelmien valmistuttua aloitetaan korjaustyöt. Purkutöiden jälkeen -toimintamalli on esitetty prosessikaaviona kuviossa 2.



Kuvio 2. Suunnitelmat laaditaan purkutöiden jälkeen -toimintamallin prosessikaavio

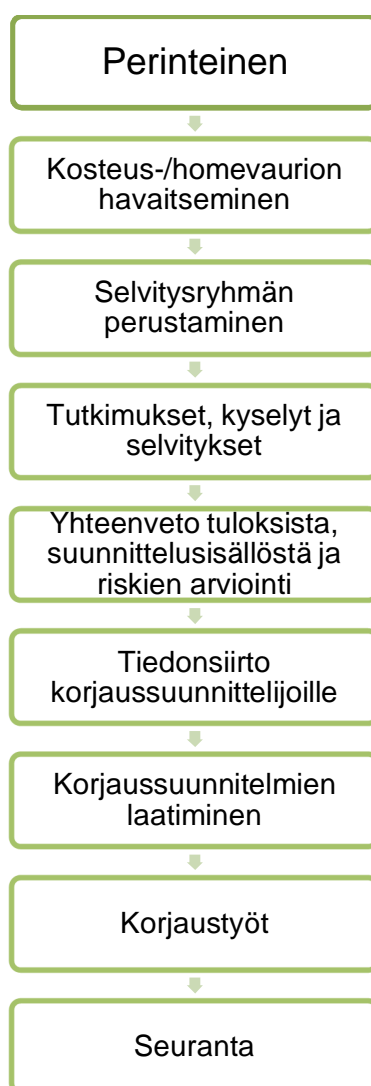
Hyvänä puolena toimintamallissa on, että tarvittavat rakenteet on purettu valmiiksi ennen suunnittelun aloittamista, joten työmaalla ei tule yllätyksiä piilossa olevista rakenteista. Yllätyksettömyys myös helpottaa urakan hinnoittelua ja suunnitelmien tarkkuus paranee.

4.3 Perinteinen toimintamalli

Perinteinen toimintamalli sopii pieniinkin hankkeisiin, mutta parhaiten se sopii isoihin kii-reettämiin julkisien rakennusten kosteusvauriokorjaushankkeisiin, jotka käsittävät yleensä koko rakennuksen tai jonkin suurin rakennusosan, kuten alapohja- tai ulkosei-närakenteet. Useimmiten kyseisiä hankkeita ohjaakin tilaajan asettama sisäilmakorjaus-prosessi ja -työryhmä tai muu protokolla. Tällöin toimintamallin prosessi yleensä etenee Työterveyslaitoksen ohjetta ”Tilaajan ohje sisäilmasto-ongelman selvittämiseen” tai Ope-tushallituksen ohjetta ”Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen” mukaillen.

Prosessi on suhteellisen pitkä, mutta lyhyesti kuvattuna se on seuraavanlainen: selvitysryhmän perustaminen, kyselyiden ja tutkimuksien teko, yhteenvedon laatiminen tarvittavista korjauksista ja terveydellisen riskin arviointi, tiedonsiirto korjaussuunnittelijoille, korjaussuunnitelmien laatiminen, tiedonsiirto urakoitsijalle, korjaustyöt ja korjausten jälkeinen seuranta. Prosessi on kuvattu kaaviona kuviossa 3.

Tällöin korjaussuunnitelmat perustuvat lähtötietoihin ja tutkimuksiin ja suunnitteluprosessia ohjaavat alalla vallitsevat suunnittelualakohtaiset tehtäväluettelot. Tutkimusvaiheessa selvitykset ovat yleisesti paikallisia, joten on mahdollista, että työmaan aikana joudutaan suunnitelmia täsmentämään, koska jokin rakenne ei vastaa alkuperäisiä piirustuksia tai rakenneavauksia. Perinteinen toimintamalli on esitetty prosessikaaviona kuviossa 3.



Kuvio 3. Kosteusvauriokorjausten perinteinen toimintamallin prosessikaavio

Riippuen kohteen ominaisuuksista sekä tutkimuksien laadusta ja laajuudesta, on mahdollista, ettei työmaan aikaan tule juurikaan suunnitelmamuutoksia tai vaihtoehtoisesti ne voivat olla merkittäviä. Mikäli suunnitelmamuutokset ovat merkittäviä, asettaa se yleensä suuria paineita aikataululle ja kustannusraameissa pysymiselle.

4.4 Toimintamallien merkittävimmät eroavaisuudet

Projektipäällikön aloittaessa kosteusvauriokorjauksen prosessi, tulee hänen aluksi käydä läpi tilaajan kanssa millä tavoin hanke halutaan viedä läpi sekä mitkä ovat eri toimintamallien eroavaisuudet myös aikataulun ja kustannusten osalta. Riippuen kosteusvauriokorjausprojektista sekä tilaajan päätöksentekotavasta ja valtuuksista, valitaan toimintamalleista kyseiseen hankkeeseen sopivin. Kosteus- ja homevauriokorjauksien toimintamalleilla ei havaittu olevan merkittäviä eroavaisuuksia. Homevauriokorjauksissa tulee kiinnittää enemmän huomiota pölynhallintaan ja siivoustöihin.

Tutkimuskohteiden perusteella pieniin, kuten yhden tilan kosteusvauriokorjauksiin ja kiireellisiin hankkeisiin soveltuvat parhaiten ennakoiva- ja purkutöiden jälkeen -toimintamallit. Tällöin saadaan minimoitua prosessin läpimenoaika. Toimintamallit kuitenkin asettavat haasteita korjaustöiden hinnoittelulle, sillä kaikkia vaiheita ei voida välttämättä huomioida etukäteen.

Tutkimuskohteiden perusteella suuriin ja/tai kiireettömiin kosteusvauriokorjaushankkeisiin soveltuu parhaiten alalla vallitseva perinteinen menetelmä. Pitkäkestoisessa projektissa jää yhtä lailla aikaa tehdä tarvittavat tutkimukset ja selvitykset kuin hyväksyttää ratkaisut päättävillä tahoilla. Suurilla korjaushankkeilla on aina vaikutus rakennuksen käyttäjiin tai asukkaisiin. Suuret projektit ovat myös kustannuksiltaan suuria, mikä edellyttää hyviä perusteluja ennen investointipäätöksen tekoa.

Silloin tällöin suurissa palvelu-, teollisuus- tai liikekiinteistöissä havaitaan useita kosteusvaurioita, mitkä voivat johtaa kiinteistön käyttötarkoituksen muutokseen tai kiinteistön muuhun kehitykseen. Tällöin voisi harkita purkutöiden jälkeen -toimintamallin käyttöä, mikäli kiinteistö on tyhjillään tai tyhjennettävissä.

Kuviossa 4 on kuvattu tiivistetysti eri toimintamallien prosessikaaviot.



Kuvio 4. Toimintamallien prosessikaaviot tiivistetysti.

5 Johtopäätökset

Tutkimuskohteista oli havaittavissa, että riippuen korjaushankkeen tyypistä, kiireellisyydestä, tilaajatahosta sekä aikataulusta, valitaan jokaisen hankkeen alussa juuri sille sopivin toimintamalli. Ei ole vain yhtä mallia tai tapaa, joka sopisi kaikkiin kosteusvauriokorjauksiin. Taulukossa 2 on vertailtu eri toimintamallien jakautumista tämän opinnäytetyön tutkimuskohteissa.

Taulukko 2. Tutkimuskohteiden toimintamallien vertailutaulukko.

Kohde	Rakennus- tyyppi		Vauriolaa- juus		Käytetty toimintamalli		
	Asuin	Julkinen	Ra- jattu	Laaja	Enna- koiva	Purkutöiden jäl- keen	Perintei- nen
A	X		X			X	
B	X		X				X
C	X		X		X		
D	X		X			X	
E	X		X				X
F	X		X			X	
G	X		X				X
H	X		X				X
I	X		X				X
J	X		X				X
K	X		X			X	
L		X		X			X
M		X	X	X			X
N		X	X	X			X
O		X		X			X

Kaikkien korjaushankkeen osapuolien tulisi olla tietoisia hankkeeseen valitusta toimintamallista ja sen eri vaiheista sekä heillä tulisi olla keskinäinen luottamus toistensa tietoihin ja taitoihin. Tilaajan kanssa olisi myös hyvä sopia aluksi ajankohdat, jolloin tulee tehdä päätöksiä korjaushankkeeseen liittyen.

Kosteusvauriokorjausten päätavoitteena on poistaa vaurion aiheuttaja sekä uusia vaurioituneet materiaalit. Myös Suomen lainsäädäntö ja määräykset ohjaavat toimintaa tähän suuntaan. Kosteusvauriokorjaushankkeissa onkin jokaisen osapuolen tärkeää muistaa koko hankkeen läpimenoprosessin ajan hankkeelle asetettu määränpää. Eri vaiheiden välillä ei tulisi olla informaatiokatkoksia eli tiedon tulisi kulkea katkeamattomana aina kuntotutkimuksista korjausvaiheeseen saakka, mahdolliset poliittiset päättäjät mukaan lukien.

Yksittäisten rakenteiden tai tilojen korjauksiin soveltuvat ennakoiva ja suunnitelmat laaditaan purkutöiden jälkeen -toimintamallit nopeutensa ja kevyiden suunnitelmiensa vuoksi. Kyseisten toimintamallien noudattaminen oli osittain myös tilaajatahon toiveena, kuten muutamista tutkimuskohteista oli huomattavissa.

Kuten esimerkiksi tutkimuskohteista L-O on havaittavissa, koko rakennuksen käsittävien korjaushankkeiden vaikutukset heijastuvat pitkälle aikavälille ja useaan tilojen käyttöjään. Kyseessä ovat isot prosessit, jotka edellyttävät tietynlaisen protokollan noudattamista, mikä myös vaikuttaa projektin aikatauluun ja kustannuksiin. Tällöin korjaussuunnittelijan kannalta paras toimintamalli on perinteinen.

Tutkimuskohteista oli havaittavissa ja kaikkien toimintamallien edellytyksenä on tehdä riittävät suunnittelun esiselvitykset. Esiselvitykset voivat ajoittua ennen suunnitteluvaihetta tai sen aikana tehtäviksi.

6 Pohdinta

Opinnäytetyötä laatiessani mietin, kuinka kosteusvaurioita saataisiin vähennettyä tulevaisuudessa. Välittömiä vaikutuksia ei välttämättä näkyisi, mutta ajatusmallia muuttamalla muutokset rakentamisessa voisivat olla merkittäviä vuosikymmenien päästä. Esimerkiksi uudisrakentamisessa olisi hyvä omaksua toimintatapoja ja periaatteita, jotka ovat arkipäivää korjausrakentamisessa. Kuten rakennustöiden teko sääsuojauksien alla.

Vaikka Suomen rakennuskanta onkin suhteellisen nuorta muuhun Eurooppaan verrattuna, kannattaisi täälläkin käyttää rakentamisessa vanhoja ja ennen kaikkea Suomessa hyviksi havaittuja tapoja. Välttämättä kaikki trendit tai näyttävät rakenneratkaisut eivät sovellu Suomen ilmastoon. Rakennusten ja rakenteiden rakennusfysikaaliseen toimintaan tulisi panostaa tarkemmalla suunnittelulla myös korjausrakentamisessa. Onko yksikään kulttuurihistoriallisesti merkittävä rakennus niin merkittävä, että sitä kannattaa korjata kymmenen vuoden välein samoilla, huonoksi havaituilla menetelmillä tai materiaaleilla useilla miljoonilla euroilla?

Tällä hetkellä rakennusalalla sekä mediassa on meneillään kova buumi kosteudenhallinnassa ja kosteusvaurioiden ehkäisemisessä työmaavaiheessa. On hyvä, että työmaalekin viedään osaamista kosteudenhallinnan osalta, mutta kosteus- ja kosteudenhallinta asioihin tulisi panostaa jo suunnittelupöytien ympärillä istuvien ihmisten toimesta. Niin suunnittelijoiden, projektinjohtajien kuin tilaajienkin toimesta.

Useilla rakennusalalla toimivilla yrityksillä on käytössään asiakaspalautekyselyt, joihin pyydetään vastaamaan hankkeen päätyttyä. Kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen

tulisi muistaa myös kysyä korjattujen tilojen asukkailta tai käyttäjiltä, kuinka hanke onnistui ja poistuivatko tai vähentyivätkö mahdolliset terveyshaitat korjausten myötä.

Lähteet

Haukijärvi, Matti. 2005. JUKO-ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi. Hankesuunnittelu. Korjaustarpeen selvittäminen ja kuntotutkimukset. Verkkodokumentti. Julkisivuyhdistys. <http://www.julkisivuyhdistys.fi/julk-kari2/juko/JUKO_pdf_web/Korjaushanke/B_hankesuunnittelu/B3%20Korjaustarpeen%20selvittaminen%20ja%20kuntotutkimukset.pdf>. Luettu 18.8.2017.

Hietala, Mikko. Huovari, Janne. Kaleva, Hanna. Lahtinen, Markus. Niemi, Jessica. Ronikonmäki, Niko-Matti. Vainio, Terttu. 2015. PTT raportteja 251. Asuinrakennusten korjaustarve. Verkkodokumentti. Pellervon taloustutkimus (PTT). KTI Kiinteistötieto Oy. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. <<http://www.kiinteistoliitto.fi/attachements/2015-04-09T09-54-5113206.pdf>> Luettu 25.8.2017.

Hometalkoot.fi. 8. Opetusmateriaalia. 1.7. Rakenteiden vauriot ja materiaalien vioittuminen. Verkkodokumentti. <<http://hometalkoot.fi/file/15894.pptx>>. Luettu 25.8.2017.

Hometalkoot.fi. 9. Opetusmateriaali sisäilma-asioita opiskelevien ammattilaisten käyttöön. 3. Kosteus- ja mikrobivauriot. Verkkodokumentti <www.hometalkoot.fi/file/15925.pptx> Luettu 25.8.2017.

Lahtinen, Marjaana. 2017. Sisäilmatutkimusprosessin hallinta ja mikrobianalytiikka -kurssin luentomateriaali. Helsinki. Metropolia ammattikorkeakoulu.

Lappalainen, Sanna. Reijula, Kari. Tähtinen, Katja. Latvala, Jari. Hongisto, Valtteri. Holopainen, Rauno. Kurttio, Päivi. Lahtinen, Marjaana. Rautiala, Sirpa. Tuomi, Tapani. Valtanen, Arja. 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Työterveyslaitos. Helsinki. Verkkodokumentti. <<http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131872/Ohje%20ty%c3%b6paikoille%20sis%c3%a4ilmasto-ongelmien%20selvitt%c3%a4miseen.pdf?sequence=1>> Luettu 8.9.2017.

Outinen, Katja. 2016. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <<http://www.ym.fi/download/no-name/%7B85007C2F-5466-4133-AB94-3F451E473F05%7D/123797>> Luettu 15.12.2017.

Rakennustietosäätiö RTS. 1999. RT-ohjekortti 80-10712, Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot. Korjausrakentaminen.

Rakennustietosäätiö RTS. Kesäkuu 2008. RT-ohjekortti 18-10922, Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot.

Reijula, Kari. Ahonen, Guy. Alenius, Harri. Holopainen, Rauno. Lappalainen, Sanna. Palomäki, Eero. Reiman, Marjut. 2012. Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 1/2012. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat. Verkkodokumentti. Eduskunta. <https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/trvj_1+2012.pdf> Luettu 8.9.2017.

Sisäilmayhdistys. Homevaurioiden ehkäisy ja tunnistaminen. Verkkodokumentti <<http://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Homevaurioiden-ehkaisy-ja-tunnistaminen>> Luettu 25.8.2017.

Suomen rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2011. RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Saarijärvi: RIL ry.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Korjausrakentaminen. Verkkodokumentti. Tilastokeskus. < <http://www.stat.fi/til/kora/kas.html>> Luettu 18.8.2017.

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimusopas. Ympäristöministeriö. 2016. Helsinki.