

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus | Rakennusmestari

NRAKMS14

2017

Tero Pöyhönen

1800-LUVUN KARTANON KOSTEUSVAURIO

– Ryömintätilan ja alapohjan saneeraus

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus | Rakennusmestari

2017 | 34 + 4

Jyrki Haapasaari, lehtori, Turun ammattikorkeakoulu

Pöyhönen Tero

1800-LUVUN KARTANON KOSTEUSVAURIO

– Ryömintätilan ja alapohjan saneeraus

Opinnäytetyön tavoitteena on kuvata 1800-luvulla rakennetun hirsirakenteisen kartanon vesivahingosta aiheutuneita kosteus- ja homevaurioita, mikrobien aiheuttamia terveyshaittoja, ryömintätilan ja alapohjan kosteusvaurion laajuuden kartoittamista sekä sitä edeltäviä tutkimus- ja korjaustoimenpiteitä.

Opinnäytetyössä käydään läpi korjausrakentamisessa tarvittavia toteutus suunnitelman osalualueita, sekä laadunvalvonnan teoriaa ammattikirjallisuuden pohjalta.

Työn lopussa käsitellään esimerkkikohteessa toteutettuja toimintatapoja korjauskohteen toimintaan saattamiseksi, sekä tarkastellaan vaurioituneen kohteen tutkimuksista saatuja tuloksia.

ASIASANAT:

home, kosteusvaurio, mikrobikasvusto, ryömintätila

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Construction Management | Bachelor of Construction Management

2017 | 34 + 4

Jyrki Haapasaari, Lecturer, Turku University of Applied Sciences

Tero Pöyhönen

DAMAGE DUE TO WATER IN 19TH CENTURY ESTATE

- Reconstructing of subfloor space and base floor

This thesis discusses a -19th century log estate that has suffered damages due to water. The thesis introduces the damage, water has made to the estate, health issues caused by microbes, as well as how to inspect the situation in subfloor and base floor and what kind of research and reparation the estate requires.

The topic was first researched with help of professional/ technical literature. After this, the topic was handled according to the type of measures in the example estate.

KEYWORDS:

Mold, microbe, subfloor, damage due to water

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 TUOTANTOSUUNNITTELUN JA -OHJAUKSEN TEORIA	7
2.1 Tuotannonsuunnittelu	7
2.2 Korjaustyömaan tuotannonsuunnittelu	7
2.3 Korjaushankkeen ajallinen suunnittelu ja valvonta	8
2.3.1 Kokonaistilajärjestely	9
2.3.2 Sarjatuotantolohko	9
2.3.3 Erityistuotantolohko	9
2.4 Korjaustyömaan laadunvalvonta	9
3 KOSTEUSVAURIO	12
3.1 Kosteus- ja homeongelmien yleisempiä aiheuttajia	12
3.2 Kosteusvaurion tunnusmerkkejä	13
3.3 Näkyvä mikrobikasvusto sisäpinnoilla tai rakenteissa	13
3.4 Kuntotutkimus	14
3.5 Riskiarvio rakennuksesta aistinvaraisen tarkastuksen avulla	15
4 MIKROBIT JA HOME	17
4.1 Home	17
4.2 Homekasvuston kasvuedellytykset	18
4.3 Mikrobiperäisten epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan	19
4.4 Homeitiöiden aiheuttamat terveyshaitat	20
4.5 Sairaudet	20
4.6 Mikrobinäytteiden ottaminen	20
4.7 Näytteenotto	21
5 KORJAUSTOIMENPITEET ESIMERKKIKOHOITEESSA	24
5.1 Vaurion synty	24
5.2 Korjaustoimenpiteet	24
5.2.1 Purkutyöt	25
5.2.2 Tutkimukset ja tutkimusten yhteenveto	26
5.2.3 Kantavien rakenteiden korjaus	28
6 YHTEENVETO	33

LIITTEET

- Liite 1. Tutkimusseloste homekoiran merkkauksista
Liite 2. Professori Tuula Putuksen lausunto kohteesta

KUVAT

Kuva 1. Home- ja kosteusvauriot rakennuksessa	13
Kuva 2. Yksinkertaistettu malli homeen elinkierrosta.	17
Kuva 3. Homekoiran ilmaisut alakerrassa	26
Kuva 4. Keskisalin alla oleva kivikasa	27
Kuva 5. Länsipuolen tiiliseinä	27
Kuva 6. Pohjoispuolen tiiliseinä	27
Kuva 7. Rossipohja	28
Kuva 8. Alapohjan rakenne	29
Kuva 9. Maapohja peitettynä suodatinkankaalla	30
Kuva 10. Kapillaarikatko puhallettuna	31
Kuva 11. Putkiläpivienti täytettynä bentoniitti-savella.	32

TAULUKOT

Taulukko 1. Rakentamisen eri osapuolten roolit laadunvarmistuksessa.	11
Taulukko 2. Homesienten kasvuun tarvittavat lämpötila- ja kosteusolosuhteet.	19

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä perehdytään kosteus- ja homevaurion tutkimuksista ja korjausmenetelmistä kertovaan ammattikirjallisuuteen sekä aihealueesta kertoviin artikkeleihin. Ammattikirjallisuuden teoriaa on sovellettu esimerkkikohteen saneeraustoimenpiteisiin. Opinnäytetyön merkittävimpinä aihealueina on korjaustyömaan tuotannosuunnittelu, homevaurion aiheuttamat haitat, tutkimukset ja korjaustoimenpiteet.

Opinnäytetyön esimerkkikohteenä on 1800-luvulla rakennettu hirsirunkoinen kartano, joka toimii Langh Ship Oy:n pääkonttorina ja sijaitsee Piikkiön Alaskartanossa. Opinnäytetyössä keskitytään ryömintätilan ja alapohjan saneeraukseen. Rakennus on perustettu kivanturalle, josta nousee hirsirakenne kahteen kerrokseen.

Ryömintätilan ja alapohjan saneerauksessa kirjoittajan työtehtäviin kuului laadunvalvontaa, vähän suunnittelua, dokumenttien arkistointia sekä työturvallisuuden seuranta.

2 TUOTANTOSUUNNITTELUN JA -OHJAUKSEN TEORIA

2.1 Tuotannonsuunnittelu

Ennen työmaan aloitusta suoritettavalla tuotannonsuunnittelulla urakoitsija pyrkii varmistamaan yksittäisen työmaan aikataulun pysyvyyden, kustannuksien kurissapidon, suunnitelmissa annettujen laatuvaatimusten saavuttamisen sekä töiden suorittamisen noudattaen työturvallisuusmääräyksiä (Ratu S-1231 2012, 1).

2.2 Korjaustyömaan tuotannonsuunnittelu

Korjausrakentaminen on uudisrakentamista enemmän kohteessa tehtävää käsityötä vanhan rakennuksen ehdoilla. Korjausrakentamisen tuotannonsuunnittelussa on hyvä varautua useisiin työnaikaisiin suunnitelmien muutoksiin. Ennen korjaussuunnitelman laatimista suunnittelijan on hyvä käydä tutustumassa kohteeseen ja suorittaa tarkemittauksia ennen korjaussuunnitelman laatimista, jotta suunnitelmista saataisiin mahdollisimman kauaskantoisia. Yleinen käytäntö on, että suunnittelija käy työmaalla myös purkuvaiheen aikana tarkastamassa jo laadittujen suunnitelmien sopivuuden, jotta piirustukset voidaan tarkentaa korjauskohteeseen sopiviksi. (Ratu S-1231 2012, 1)

Tuotannonsuunnittelun lähtötietoina ovat

- tehtäväluettelo
- määräluettelo
- alustava yleisaikataulu
- alustavat henkilöstö-, hankinta-, kalusto- ja aluesuunnitelmat
- kustannusarvio ja tavoitebudjetti
- suunnitteluasiakirjat
- urakkaohjelma

- urakkarajat
- aikaisemmat korjaustyöt
- rakennepiirustukset
- kuntoarviot ja kuntotutkimukset (Ratu S-1231 2012, 2).

2.3 Korjaushankkeen ajallinen suunnittelu ja valvonta

Korjaushankkeen ajallisella suunnittelulla pyritään suunnittelemaan kohteen korjaukseen kuluva aika. Kun hankkeeseen kuluva aika on määritelty, pilkotaan aikataulu osakohteisiin ja edelleen tuotantotehtäviin. Tuotantotehtävät asetetaan järjestykseen, jossa tuotantotehtävät on määrä tehdä, ja tahdistetaan muiden osakohteiden tuotantotehtävien kanssa. (Ratu S-1231 2012, 5)

Korjaushankkeen aikataulusuunnittelu eroaa uudisrakentamisesta siinä määrin, että aikataulun suunnittelua on haastavaa luoda alusta loppuun, sillä usein työvaiheiden menetelmät ja materiaalit muuttuvat suunnittelijoiden toimesta hankkeen edetessä (Ratu S-1231 2012, 5).

Erilaisia korjauskohteiden aikataulusuunnittelumenettelyjä ovat mm. kokonaistilajärjestely, käyttäjän ajoittama korjauskohde, toistuva tilakorjaus tai pieni korjauskohde. Tuotantomenetelmän valintaan vaikuttavat kohteen koko, korjausaste ja kohteen käyttö korjaustyön aikana. (Ratu S-1231 2012, 5)

Korjausrakentamiskohteiden aikataulusuunnittelussa tulee ottaa huomioon seuraavat asiat:

- kohteessa esiintyy purku-, tuenta- ja vahvistustöitä.
- kohteeseen tulee tilapäisiä asennuksia ja rakenteita.
- korjausaste vaihtelee kohteen sisällä.
- vanhojen rakenteiden kuntoa ei välttämättä tunneta.
- työkohteet ovat ahtaita.
- tilakohtainen sallittu rakennusaika on tyypillisesti lyhyt.
- käyttäjien muutot ja tarpeet (Ratu S-1231 2012, 5.)

2.3.1 Kokonaistilajärjestely

Kokonaistilajärjestelykohteiden korjausaste on yleensä korkea. LVIS-järjestelmät uusitaan pääosin, ja työt kohdistuvat monesti myös runkoon, vesikattoon tai perustuksiin. Kohteen käyttö työn aikana ei ole mahdollista, jolloin korjaustyöt voidaan ajoittaa vapaasti urakka-ajan sisällä. (Ratu S-1231 2012, 5)

2.3.2 Sarjatuotantolohko

Sarjatuotantolohko toimii kohteissa, joissa tuotantotehtävät ja niiden suoritemäärät ovat lähes yhdenmukaiset, esim. purkutyöt, väliseinätyöt ja pintakäsittely. Kun suoritemäärät ovat lähes yhdenmukaiset, työvaiheiden tahdittaminen on sujuvampaa, jolloin aikatauluun ei synny päällekkäisiä työtehtäviä. Sarjatuotantolohkon osakohteet valitaan siten, että aloitetaan osakohteista, joissa purkuvaihe on lyhin, ja lopetetaan osakohteisiin, joissa sisävalmistusvaihe on lyhin. (Ratu S-1231 2012, 5)

2.3.3 Erityistuotantolohko

Erityistuotantolohkoon valitaan työtehtäviä tai tiloja, jotka poikkeavat muista suoritteista merkittävästi niiden haastavuuden vuoksi. Valittavia kohteita voivat olla mm. keittiöiden työt ja hissikuilut. (Ratu S-1231 2012, 5)

2.4 Korjaustyömaan laadunvalvonta

Laadunvalvonta on yhteisnimitys erilaisille laaduntarkastustoimenpiteille. Laadunvalvonta on jaettu eri tahoille (taulukko 1), ja sen tavoitteena on varmistua siitä, että rakennus täyttää rakennusteknisesti ja visuaalisesti kaikki sille suunnitelmissa sekä laissa ja asetuksissa asetetut vaatimukset. (Ratu 6029 2017, 7)

Työmaan laadunvarmistuksen vaiheet toteutuksessa:

- halutun laatutason määrittäminen
- projektisuunnitelman laatiminen
- riskien arvioiminen ja torjuntatoimenpiteet

- tehtäväsuunnitelma
- mestan vastaanotto
- tehtävän seuranta
- mallikatselmus ja 1. mestan tarkastus
- tehtävän tarkastukset, testit ja mittaukset
- laadunvalvonta ja -ohjaus
- tehtävän vastaanotto (Ratu 6029 2017, 22).

Laadunohjauksen dokumentteja valvonnasta:

- laadunvarmistusmatriisi
- tarkastusasiakirjat
- työmaan aloituspalaverimuistiot
- tehtäväsuunnitelmat
- tarkastusten ja mittausten dokumentit
- rakennusvalvonnan aloituskokouksen pöytäkirja
- kosteudenhallintasuunnitelma
- osakohteiden tarkastusmuistiot
- tuotteiden ja materiaalien tyyppihyväksyntätodistukset
- käyttöturvallisuustiedotteet
- suoritustasoilmoitukset, CE- ja muut kelpoisuuden osoittamisen asiakirjat. (Ratu 6029 2017, 22)

Taulukko 1. Rakentamisen eri osapuolten roolit laadunvarmistuksessa. (Ratu 6029 2017, 19)

Rakentamisen eri osapuolien roolit laadunvarmistuksessa	
Rakennuttaja	<ul style="list-style-type: none"> • Rakennuttaja vastaa myötävaikutus- ja huolehtimisvelvollisuutensa täyttämisestä, antamalla mm. lähtötiedot urakoitsijan täydentävää suunnittelua varten ja huolehtimalla, että sivu-urakoitsijat hoitavat omat velvollisuutensa sopimuksen mukaan ja aikataulussa. • Rakennuttaja hyväksyy hankkeeseen valitut toimittajat ja aliurakoitsijat sekä seuraa käytettyjen tuotteiden kelpoisuutta. • Rakennuttaja valvoo hankkeen etenemistä. • Laatuun, laadunvarmistukseen, aikatauluun tai turvallisuuteen liittyvissä poikkeamatilanteissa rakennuttaja ja valvoja arvioivat tilanteen, poikkeaman vakavuuden ja päättävät jatkotoimenpiteistä. • Rakennuttaja esittää hankkeen laadunvarmistuksen rakennusvalvontaviranomaisille seurantakokouksissa
Suunnittelijat	<ul style="list-style-type: none"> • Suunnittelijat vastaavat rakennusvaiheen aikaisesta suunnittelusta sekä suunnitelmien yhteensopivuudesta ja ristiintarkastuksista. He esittävät suunnittelutilanteen suunnitteluvaihe ilmoituksissa. • Pääsuunnittelija valvoo suunnitelmien yhteensopivuutta ja määräysten mukaisuutta sekä suunnitteluajataulun toteutumista.
Urakoitsijat	<ul style="list-style-type: none"> • Pääurakoitsija perustaa rakennusvaiheen alussa hankkeelle laatukansion, johon kootaan kaikki hankkeen laadunvarmistusta koskevat dokumentit tai kopiot niistä. • Kukin urakoitsija huolehtii vastuullaan olevasta laadunvarmistustoimista ja työturvallisuustarkastuksista. Mikäli laadussa tai aikataulussa ilmenee poikkeamia suunnitellusta, niistä tiedotetaan rakennuttajaa, valvojaa ja asianosaisia osapuolia. • Urakoitsijat hyväksyttävät tuotemallit, toimittajat ja aliurakoitsijat rakennuttajalla. • Urakoitsijoiden vastuulla olevaa täydentävää suunnittelua varten järjestetään lähtötietokatselmuksia. • Suunnitelmat tarkastetaan ja hyväksytetään rakennuttajalla. • Hankkeen aikataulu- ja turvallisuustilanne esitellään työmaakokouksissa. Poikkeamien merkittävyys arvioidaan ja niiden korjaamiseksi suunnitellaan keinot. Työmaan tilanne sekä sitä koskevat toimet ja päätökset kirjataan pöytäkirjaan.

3 KOSTEUSVAURIO

Luvussa 3, käsitellään kosteusvaurion havainnointia, aiheuttajaa, vaurion aiheuttamia ongelmia ja vaurion korjaamiseen edeltäviä menetelmiä.

3.1 Kosteus- ja homeongelmien yleisempiä aiheuttajia

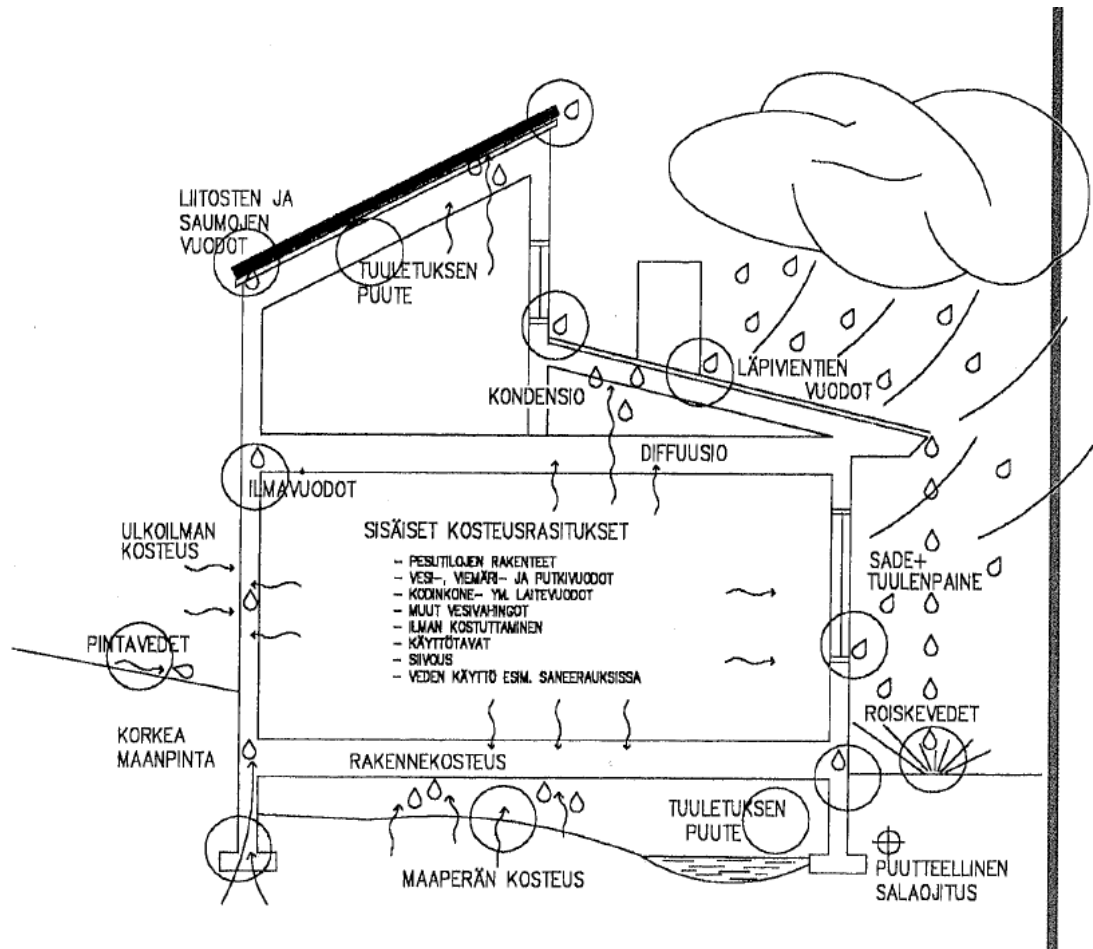
Kosteusongelmat johtuvat rakenteiden sisä- ja ulkopuolisista tekijöistä (kuva 1). Näiltä tekijöiltä voidaan kuitenkin välttyä rakennuksen säännöllisellä huollolla ja korjauksella (Salmi ym. 1996, 14-19).

Ulkopuolisilla tekijöillä tarkoitetaan yleensä tuulta, sadetta, pohjavettä, ns. ihmisestä riippumattomista tekijöistä ja näiden yhteisvaikutuksesta (Salmi ym. 1996, 14-19).

Sisäpuolisella tekijällä tarkoitetaan rakenteellisia ratkaisuja, jotka ovat edesauttaneet kosteusvaurion syntyä mm. rakenneosien liitokset, materiaalivalinnat, rakenneosien pak-suudet (kastepisteen sijoittuminen rakenteisiin), huono rakentamisen laatu sekä teknologian kehittymisestä johtuva rakennusfysikaalisten ominaisuuksien käyttäytyminen (Salmi ym. 1996, 14-19).

Rakentamisen kosteus- ja homeongelmia aiheuttaneet tekijät ovat paljolti samoja kuin muutkin rakentamisen laatuongelmia aiheuttavat seikat:

- suunnittelussa ei ole huomioitu home- ja kosteusvaurioiden syntymistä.
- rakenteet eivät ehdi riittävästi kuivua työvaiheiden välillä.
- kustannusten karsimisesta ja kiireestä johtuva ”oikaiseminen” rakennusvaiheissa.
- valvonnan puute ja sen tärkeyden väheksyntä.
- ammattitaitoisen työvoiman puute rakennusalan kuumina vuosina.
- välinpitämättömyys.
- ammattiyllpeyden puute.
- rakennusaikaisen kosteudenhallinnan puute.
- tietämättömyys rakenteiden kosteus ja homeongelmien vaikutuksesta rakennukseen ja sen käyttäjiin (Salmi ym. 1996, 22).



Kuva 1. Esimerkkikuva kosteusvaurion tekijöistä (Salmi ym. 1996, 21).

3.2 Kosteusvaurion tunnusmerkkejä

Rakennusten kosteus- ja homevauriot kehittyvät usein hitaasti ja huomaamattomasti, mikä usein tarkoittaa sitä, että vaurio on havaittaessa jo edennyt laajalle alalle ja syvälle rakenteisiin ennen, kuin käyttäjät aistivat vaurion (Ympäristöministeriö 1997.)

3.3 Näkyvä mikrobikasvusto sisäpinnoilla tai rakenteissa

Asuin- ja oleskelutilojen sisäpinnoilla tai rakenteissa silmin havaittava mikrobikasvusto voi näkyä värinmuutoksena materiaalin pinnalla tai puuterimaisina, pölymäisinä tai pis-

temäisinä kasvustoina. Homesieneni voi erottaa sinistäjäsienenestä irrottamalla materiaalista pala. Homesieni kasvaa vain pinnalla ja irtoaa yleensä alustastaan. Sinistäjäsieneä näkyy myös pinnan alla (Ympäristöministeriö 1997).

Olemassa olevan kosteusvaurion tunnusmerkit

- näkyvä mikrobikasvu.
- tunkkainen homeen haju tai maakellarimainen haju.
- kosteus rakenteissa, kosteus- ja valumajäljet pinnoilla ja rakenteissa.
- rakennusmateriaalien, kuten pinnoitteiden, irtoaminen, värin muuttuminen tai materiaalin turpoaminen sekä kalkkihärmän esiintyminen tiili- tai betonipinnassa.
- kiinteistön vesimittari liikkuu, vaikka vesipisteet ovat kiinni (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2017).

Vaikkakin rakennuksen käyttäjät havaitsisivat tunkkaista maakellarimaista hajua rakennuksessa, se ei aina tarkoita, että rakennuksessa olisi homea, vaan haju voi myös johtua rakennusmateriaaliemissioista (Ympäristöministeriö 1997).

3.4 Kuntotutkimus

Kuntotutkimuksen tarkoituksena on selvittää kiinteistön mahdolliset rakennustekniset epäkohdat, jotka ovat johtaneet kosteus- ja homevaurion syntyyn. Tutkimuksesta saatujen mittaustulosten perusteella kuntotutkija pystyy esittämään suunnittelijalle vaihtoehtoisia korjausmenetelmiä (Ympäristöministeriö 1997.)

Kuntotutkimus jaetaan kahteen vaiheeseen, jossa ensimmäisessä vaiheessa pyritään arvioimaan kosteus- ja homevaurioiden kannalta oleelliset tekijät. (Ympäristöministeriö 1997).

Ensimmäinen vaihe käynnistyy hakemalla kohteen lähtötiedot. Lähtötiedot ovat yleensä käyttäjän ilmoittamia asioita, esim. rikkoutunut putki, tiedossa oleva kosteus- tai homevaurio, mutta oleellista olisi kuitenkin antaa kaikki syyn selvittämisen kannalta tarpeelliset dokumentit. Lähtötietojen avulla suoritetaan riskiarvio ja pyritään päättämään vaurion todennäköinen syy sekä vaurion laajuus. Vaurion laajuuden määrittelyn jälkeen suunnitellaan tutkimusohjelma (Ympäristöministeriö 1997.)

Kuntotutkimuksen toisessa vaiheessa suoritetaan kohteessa tutkimukset ja mittaukset, jonka jälkeen tulokset analysoidaan ja esitetään vaihtoehtoiset korjaustavat (Ympäristöministeriö 1997).

3.5 Riskiarvio rakennuksesta aistinvaraisen tarkastuksen avulla

Aistinvarainen riskiarvio on suositeltavaa tehdä tutkimuskäynnin alkuvaiheessa. Riskinarvio suoritetaan aina kohdekohtaisesti sovitussa laajuudessa. Aistinvaraisessa tutkimuksessa ei avata rakenteita, vaan se perustuu silmämääräiseen havainnointiin (Ympäristöministeriö 1997.)

Joissakin tapauksissa on hyvä turvautua eri alojen asiantuntijoihin. Tällaisia asiantuntijoita voivat olla esim. rakennustekninen, LVI-tekniinen ja mikrobiasiantuntija. Kukin asiantuntija esittää omat johtopäätöksensä tarkastuksesta, mutta kuitenkin vain yksi asiantuntija vastaa vauriotapauksesta riippuen kuntotutkimuksen läpiviennistä (Ympäristöministeriö 1997.)

Riskiarvion aistinvaraisessa osuudessa kiinnitetään huomiota mm. seuraaviin seikkoihin:

- näkyvät kosteus- ja homevauriot
- homeen haju ja muut hajut
- riskialttiit rakenneratkaisut
- ilmavuodot
- ilmanvaihtuvuus
- ilmanvaihtoventtiilien sijainti ja toiminta.
- suunnitelmien muutokset
- väärät käyttötottumukset
- huollon ja kunnossapidon puutteet
- rakennusmateriaalien tai säilytettävän tavaran emissiot (Ympäristöministeriö 1997).

Aistinvaraisen kuntotutkijan suorittajan velvollisuuksiin kuuluu myös tarkastaa rakennus laajempaan kokonaisuutena. Kuntotarkastajan tehtävänä on ehdottaa korjaustoimenpiteitä, mikäli hän havaitsee home- ja kosteusvaurioon liittymättömiä, rakennusteknisiä epäkohtia (Ympäristöministeriö 1997.)

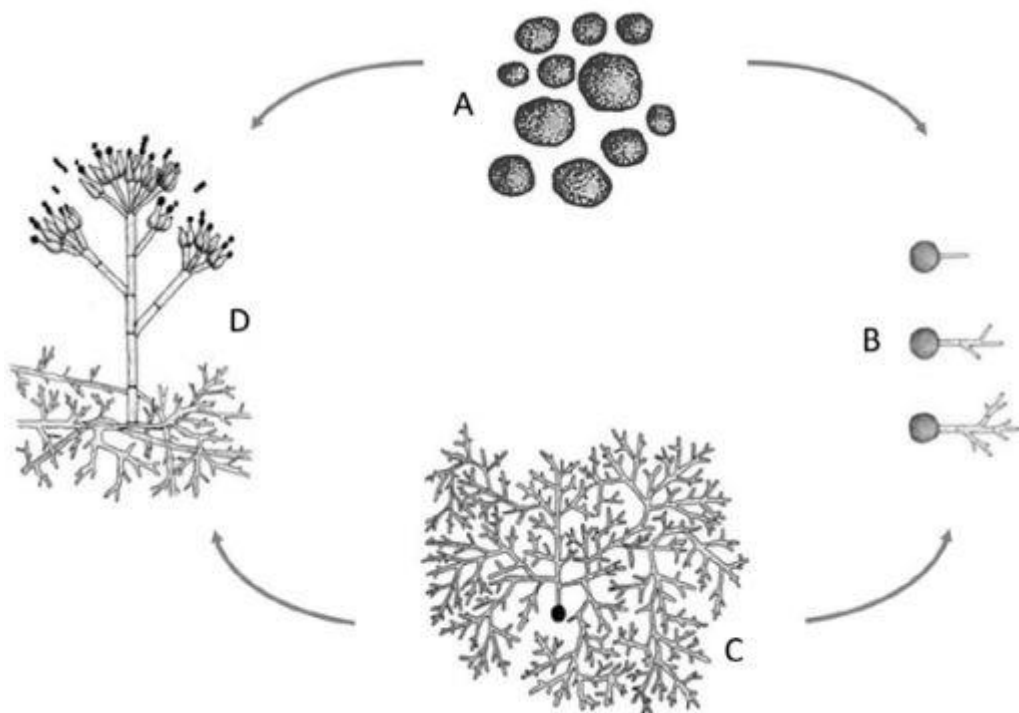
Aistinvaraisen tarkastuksen yhteydessä tehdyt havainnot dokumentoidaan huolellisesti, täydentäen dokumentointia valokuvilla (Ympäristöministeriö 1997).

4 MIKROBIT JA HOME

Home on kansankieleen juurtunut sana. Kun havaitaan oireita ”homeesta” voi kyseessä olla muutkin kuin homeitiöt. Mikrobit kuten aktinomykeetit eli sädesienet ja muut bakteerit, hiivat, muut sienet (lahottaja sienet) sekä mikrobien rihmastot aiheuttavat sisäilmaongelmia (Salmi ym. 1996, 8.)

4.1 Home

Home on oikeissa kasvuolosuhteissa esiintyvä tuhansista tunnetuista ja tuntemattomista sienistä syntyvä sienirihmasto. Homeet kasvavat monisoluisina sienirihmastoina ja lisääntyvät kuroumaitiöillä, jotka leviävät laajoille alueille ilmavirtojen avulla (kuva 2) (Salmi ym. 1996, 8.)



Kuva 2. Yksinkertaistettu malli homeen elinkierrosta. Sopivissa olosuhteissa homeitiöt (A) itävät ja kasvattavat rihmoja (B), jotka pitenevät ja haarautuvat edelleen rihmastoksi (C). Rihmastoon kehittyy itiönkantatinrakenteita, joihin kehittyy itiöitä (D). Itiöt leviävät uusille kasvupaikoille (Johansson 2014.)

4.2 Homekasvuston kasvuedellytykset

Homeet kasvavat erilaisissa ympäristöissä kasvualustan materiaalista riippumatta. Homeerihmasto tarvitsee kasvaakseen happea, vettä ja ravintoa. Useimmat homelajit hyödyntävät vetenä ilman kosteuspitoisuutta ja ravintona mm. pölyhiukkasten sisältämiä ravinteita (Kansallisarkisto 2017.)

Useimmiten homeiden kasvaminen on otollista, jos ilman suhteellinen kosteus on yli 65 prosenttia ja lämpötila +4–30 asteen välillä (taulukko 2). Homeissa ei ole lehtivihreää (klorofylliä). Tästä syystä niiden kasvu on mahdollista myös pimeässä (Kansallisarkisto 2017.)

Taulukko 2. Homesienten kasvuun tarvittavat lämpötila- ja kosteusolosuhteet (Ympäristöministeriö 1997).

Sienilaji	Lämpötila (°C)			Kosteus (%)	
	min	optimi	max	min	optimi
<i>Aspergillus</i>					
<i>candidus</i>	3–4	20–24	40–42	75	90
<i>chevalleri</i>	10	30	42	71	93
<i>clavatus</i>	5–6	20–25	42	88	98
<i>flavus</i>	6–8	35–37	42–45	80	95
<i>fumigatus</i>	10	37	52–55	85	98
<i>nidulans</i>	6–8	35–37	46–48	80	95
<i>niger</i>	6–8	35–37	45–47	88	97
<i>versicolor</i>	4–5	25–30	38–40	75	95
<i>Altenaria</i>					
<i>tenuis</i>	0	20–25		85	98
<i>Botrytis</i>					
<i>cinerea</i>	2	22–25	30–33	93	100
<i>Cladosporium</i>					
<i>herbarum</i>	–5	24–25	30–32	85	96
<i>Mucor</i>					
<i>racemosus</i>	–3	20–25	30–33	92	98
<i>Penicillium</i>					
<i>chrysogenum</i>	–4	25–28	32–33	85	96
<i>cyclopium</i>	5	23	32	82	98
<i>expansum</i>	–3	25–26	33–35	82	96
<i>islandicum</i>	10	31	38	83	97
<i>italicum</i>	–3	22–24	32–34	87	96
<i>mortensii</i>	5	23	32	79	98
<i>Rhizopus</i>					
<i>stolonifer</i>	5–6	26–29	32–34	92	98
<i>Stachybotrys</i>					
<i>atra</i>	2–3	25–27	37–40	93	100

4.3 Mikrobiperäisten epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan

Mikrobikasvusto tuottaa ympäröivään ilmaan itiöitä ja muita hiukkasia sekä kaasuja. Monet näistä ovat tai voivat olla haitallisia ihmiselle. Mikrobin tuottamista yhdisteistä osa on haihtuvia, osa puolihaihtuvia ja osa kiinteitä yhdisteitä. Epäpuhtaudet kulkeutuvat ilmassa kaasuihin ja erikokoisiin hiukkasiin sitoutuneina. Pääsääntöisesti mikrobiperäiset epäpuhtaudet kulkeutuvat ilmavirtojen mukana, mutta osa yhdisteistä voi kulkeutua ja myös läpäistä rakennusmateriaaleja diffuusiolla (Holmström ym. 2016.)

4.4 Homeitiöiden aiheuttamat terveyshaitat

Lukumääräisesti suurin osa pilaantuneen sisäilman tuottamista ongelmista ei ole varsinaisia sairauksia vaan lähinnä henkilön kokemia haittoja. Niilläkin on kuitenkin suuri merkitys ihmisen viihtymiseen ja työtehoon (Holmström ym. 2016.)

Homeitiöiden aiheuttamat yleisimmät haitat ovat

- silmien ärsyntyminen ja kutina
- limakalvojen ärsytys
- nenän tukkoisuus, kuivuuden tunne ja limavuoto
- yskiminen
- ihon kuivuus, kutina ja ihottuman kaltaiset oireet.
- päänsärky
- pahoinvointi ja huimaus
- väsymys
- kellarimaisen hajun aistiminen (Holmström ym. 2016).

4.5 Sairaudet

Homeitiöiden aiheuttamien haittojen lisäksi on mahdollista, että ihminen sairastuu huonon sisäilman vuoksi allergiseen nuhaan tai homepölykeuhkoon (allerginen alveoliitti) (Holmström ym. 2016).

Oireilujen syytä arvioitaessa tulee kuitenkin muistaa, että homeitiöt eivät välttämättä aina ole aiheuttajana, vaan ärsytysoireisiin saattaa vaikuttaa myös mm. tupakointi, passiivinen tupakointi, sisäilman lämpötila ja sisäilman suhteellinen kosteus (Holmström ym. 2016).

4.6 Mikrobinäytteiden ottaminen

Mikrobinäytteiden ottaminen oikeaoppisesti on hyvin vaativaa, ja tällöin turvaudutaankin useasti asiantuntijoihin. Näytteen voi ottaa myös kiinteistön tunteva henkilö tutkimuslaboratoriosta saatujen ohjeiden tai asumisterveysoppaan mukaan (Talvitie 2015.)

Kun kosteusvaurio tai kasvusto on paikannettu tai sitä epäillään, voidaan kasvuston esiintyminen varmentaa mikrobiologisin analyysin (Talvitie 2015).

Näytteestä/näytteistä tehtävien mikrobiologisten analyysien tarkoituksena on saada tietoa rakenteiden tai sisäilman mikrobiologisesta laadusta etenkin silloin, kun mikrobikasvu ei ole näkyvää tai selvää, tai jos vauriota ei ole pystytty paikantamaan rakennusteknisillä arvioilla/tutkimuksilla, mutta homeenhaju, asukkaiden oireilu tai muut seikat viittaavat mahdolliseen vaurioon (Talvitie 2015.)

4.7 Näytteenotto

Näytteenoton valmistelu ja suojautuminen

Näytteen sekä näytteenottajan suojaamiseksi on suositeltavaa käyttää hengityksensuojainta ja suojakäsineitä. Erityistä huomiota kannattaa kiinnittää työkalujen ja käsineiden puhtauteen, jotta edellisen näytteen itiöt eivät päädy uuden näytteen sekaan ja kontaminoitu (Talvitie 2015.)

Näytteenottoon tarvittavat välineet

Näytteenoton oikeanlaiseen menetelmään tarvitaan seuraavat välineet

- puhtaita ja tiiviitä näytepusseja tai -purkkeja
- puhtaat näytteenottovälineet esim. puukko, taltta ja vasara
- kertakäyttökäsineitä
- hengityssuojain (vähintään P3/A2-luokka)
- desinfiointiaine (80% etanoli)
- paperipyyhkeitä
- spriiilukoinen tussi (Talvitie 2015).

Näytteitä ei saa ottaa porakoneella tai muulla välineellä, joka aiheuttaa lämpötilan nousun yli 30–40 °C (Talvitie 2015).

Näytteenotto

Näytteenotto vaatii erityistä huolellisuutta, jotta vältetään levittämästä mikrobeja näytteistä toisiin (Talvitie 2015).

Näytteet pyritään ottamaan hyvin laajalta alueelta, jotta kartoitetaan vaurioalue mahdollisimman tarkasti. Mikäli epäilleen kasvuston levinneen useisiin materiaaleihin, tulisi jokaisesta materiaalista ottaa oma näyte (Talvitie 2015.)

Jotta näytteiden tulosten tulkitseminen olisi helpompaa, otetaan ensimmäiseksi vertailunäytteet vaurioitumattomista kohdista. Näytteiden ottojärjestyksessä edetään puhtaimmasta kohdasta vaurioituneimpaan (Talvitie 2015.)

Näytteet otetaan aina puhtaalla välineellä ja puhtailla suojakäsineillä, desinfioiden näytteenottoon käytetyt välineet jokaisen näytteen jälkeen (Talvitie 2015).

Materiaalinäyte

Materiaalinäyte otetaan n. 10 x 10 cm:n suuruiselta alueelta. Mikäli näyte on huokoista, esim. villaa, otetaan näytettä noin 2–3dl ja se pakataan puhtaaseen näytepussiin tai -purkkiin. Näytepakkaukset merkitään spriiliukoisella tussilla merkiten näytteen numero sekä näytteenottopaikka (Talvitie 2015).

Teippinäyte

Teippinäyte voidaan ottaa kovilta pinnoilta tai pinnoilta, joita ei haluta rikkoa. Näyte otetaan suoraan oletetusta kasvustosta. Näytettä ei voida myöhemmin viljellä (Talvitie 2015).

Näytteen toimittaminen laboratorioon

Näyte tulisi toimittaa laboratorioon 24 tunnin kuluessa näytteenotosta, jotta saadaan luotettavin kuva rakenteen tilasta. Mikäli toimittaminen viivästyy, tulee näyte säilyttää viileässä (+4 – +8 °C) (Talvitie 2015).

5 KORJAUSTOIMENPITEET ESIMERKKIKOHOITEESSA

5.1 Vaurion synty

Syksyllä 2014 esimerkkikohteessa havaittiin rakennuksen ryömintätilaan sijoitetun käyttövesiputken vuotavan putken sivuun muodostuneesta reiästä. On ajallisesti haastavaa arvioida, kuinka pitkään vesijohtoputki oli vuotanut ryömintätilassa, mutta sähkölaskua tarkasteltaessa oli sähkön kulutus kasvanut huomattavasti, joka viittasi lämminvesivaraajan runsaaseen energian käyttöön sen lämmittäessä vuotavaa vettä.

Huolimatta ryömintätilan hyvästä tuuletuksesta, lämmin vesi pistemäisesti sumutettuna ryömintätilaan asetti mikrobikasvustolle loistavat edellytykset kasvamiselle. Mikrobikasvusto oli levinnyt laajalti alapohjaan, maapohjan pintaan ja alipaineisesti hirsirakennetta pitkin rakennuksen sisätiloihin.

5.2 Korjaustoimenpiteet

Kun vesivahinko huomattiin, aloitettiin huoltotoimenpiteet välittömästi. Vesijohdosta katkaistiin vesi ja vesijohtoputki korjattiin ammattilaisen toimesta.

Maapohjan pinnassa esiintyi silminnähtävästi mikrobikasvustoa. Tultiin päätökseen, että ryömintätilan kosteusprosentti on niin suuri, että tila vaatii koneellista kuivatusta.

Ryömintätilaan asennettiin kuivatuslaitteet, jotka siirtävät kosteuden pois ja näin kuivatavat ryömintätilan. Ryömintätilan kuivatessa rakenteissa esiintyneet homepilkut hävisivät, kun mikrobikasvustolle ei ollut kasvamisen kannalta suotuisia olosuhteita. Ryömintätilan kuivuttua kuivatuslaitteet sammutettiin ja seurattiin, tulisiko mikrobikasvusto takaisin näkyviin. Mikrobikasvusto palautui takaisin, kun kuivatus ryömintätilassa sammutettiin.

5.2.1 Purkutyöt

Purkutyöt suoritettiin ulkopuolisen konsultin laatiman korjaustyöselityksen mukaisesti.

Purkutyöselityksen ohjeiden mukaan, alapohja purettiin yläkautta rakennuksen sisätiloista käsin. Purkutyön raja asetettiin niin, että hirsikehikko jätettiin esiin vaurion laajempaa tutkimista varten.

Purkutyötä suoritettaessa on tärkeää osastoida purkualueet mahdollisesti terveistä rakenneosista ja tiloista, joihin purkutyön aiheuttama pöly leviäisi. Pölyn hallitsematon leviäminen saattaa aiheuttaa terveille rakenteille kontaminoitumista ja näin ollen saastuttaa tilat, terveet rakenteet ja mahdolliset huonekalut sekä asiakirjat.

Osastointi suoritettiin kohteessa peittämällä muovilla ikkunat, tuuletuskanavat, ovet ja kaikki mahdolliset läpiviennit. Sisäilman puhtaus on purkutyötä suorittavien työntekijöiden ja rakennuksessa purkutyön aikana työskentelevien henkilöiden terveyden kannalta oleellista. Sisäilmaa poistettiin koneellisella ilmanpuhdistimella, joka oli varustettu HEPA-suodattimella.

Ryömintätilan purkutyöt

Ryömintätilassa esiintyi silminnähtävää mikrobikasvustoa. Kasvusto oli levinnyt laajalle alueelle maapohjassa, joka oli suurelta osin savea. Kasvusto poistettiin mekaanisesti käsin sekä käyttäen suurtehoimuautoa. Ensimmäiseksi poistettiin irtonaista maa-ainesta n. 10–15cm:n paksuudelta suurtehoimuautolla, jonka jälkeen maa-ainesta poistettiin vielä mekaanisesti toiset 5–10cm, jotta saatiin esiin ns. tervettä maa-ainesta ja voitaisiin varmistua, että kasvusto olisi poistettu maa-aineksesta. Suurtehoimuauton käyttö oli suotavaa sen pölyämättömän työmenetelmän vuoksi.

5.2.2 Tutkimukset ja tutkimusten yhteenveto

Suoritettut tutkimukset

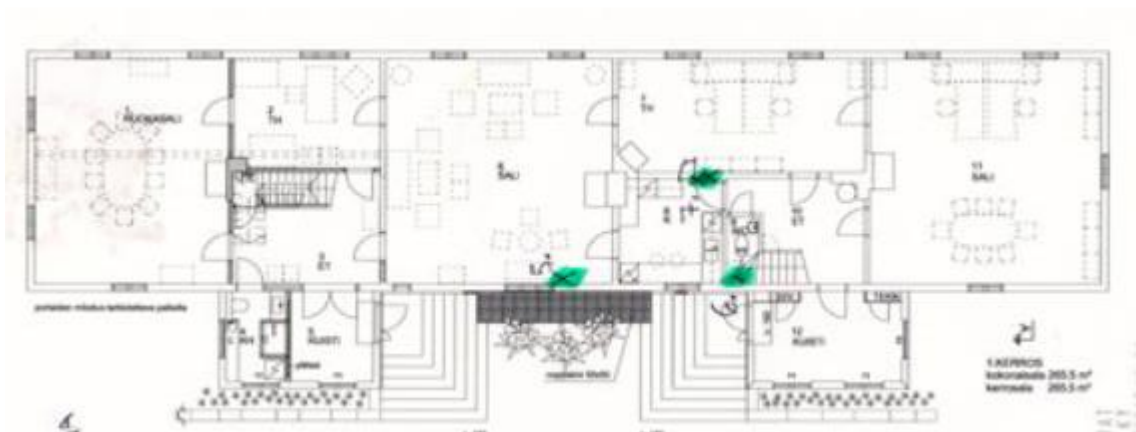
Kohteessa suoritettiin tutkimuksia homekoiria käyttäen ja ottamalla materiaalinäytteitä. Homekoirien käytöllä saatiin kohdistettua näytteenottoaikoja materiaalinäytteille ja osastoitua kosteusvaurioituneet alueet terveistä alueista.

Materiaalinäytteet otettiin homekoiran ilmaisujen mukaan aina terveestä osasta kohti homekoirien osoittamaa kohtaa. Tällä menetelmällä saimme vastaanäytteet mahdollisesti mikrobivaurioituneelle rakennosalle.

Homekoirien ilmaisut

Tutkimuksessa käytettiin kahta homekoiraa. Homekoirat antoivat ilmaisuja useista kohdista, mm. maapohjasta, keskisalun alla olevasta kivikasasta ja hirsistä sekä kellarin tiiliseinistä. Homekoirien ilmaisut valokuvattiin ja dokumentointiin kirjallisesti homekoira-raporttina (liite 1), jossa ilmenee homekoirien löytämät kohdat.

- maapohja, kiviä useasta kohtaa
- keskisalun alla (länsipuoli) olevaa kivikasaa ja kivien päällä olevaa hirttä
- kellarin tiiliseinää (länsipääty)
- kellarin tiiliseinää (pohjoispuoli).



Kuva 3. Homekoiran löytämät kohdat alakerrassa.



Kuva 4. Keskisalin alla oleva kivikasa.



Kuva 5. Länsipuolen tiiliseinä.



Kuva 6. Pohjoispuolen tiiliseinä.



Kuva 7. Rossipohja

Materiaalinäytteet

Rakennuksen alapohjasta otettiin useita näytteitä hirsistä, maaperästä ja eristeistä. Näytteet tutkittiin suoraviljely menetelmällä Turun yliopiston laboratoriossa. Näytteistä saatujen raporttien (liite 2) mukaan kaikissa näytteissä todettiin mikrobikasvustoksi tulkittava elinkykyisten homesienten pitoisuus.

Näytteiden valtalajina ja -sukuna olivat *Penicillium*, *Aspergillus rectricus*, *Geomyces*, *Torulomyces* ja pieninä pitoisuuksina *A. versicolor*, *A. niger*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Acremonium*, *Cladosporium*, *Eurotium*, *Phoma*, *A. sydowii*, *Oidiodendron*, *Peacilomyces*, *Chaetomium* ja *Blastobotrys*.

Näytteet olivat pääosin puuta, sammalta, mineraalivillaa ja ekovillaa. Kaikissa em. materiaaleissa todettiin aktiivisia mikrobikasvustoja.

5.2.3 Kantavien rakenteiden korjaus

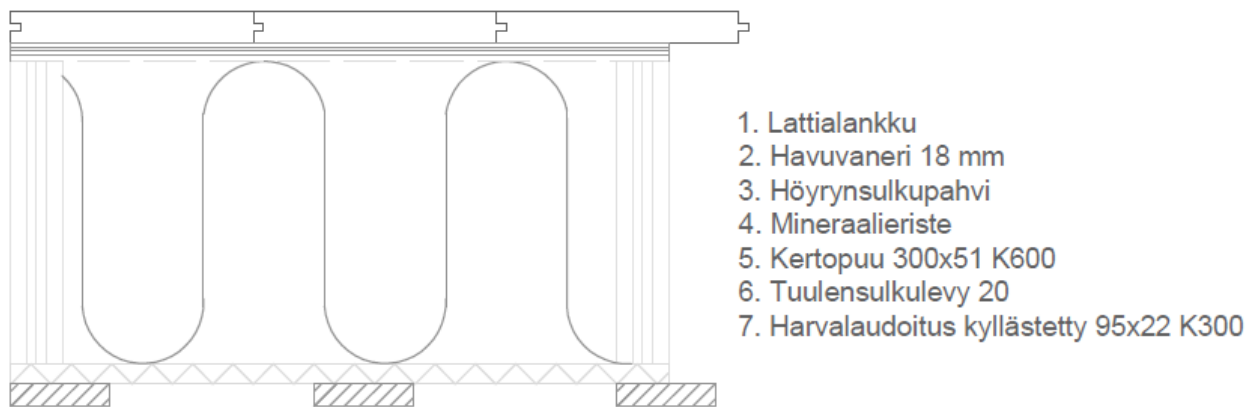
Homekoirien ilmaisujen ja materiaalinäytteiden tulosten jälkeen päätettiin korjausmenetelmä ja korjattava alue. Korjattavan alueen laajuus ulottui rakennuksen koko alapohjaan.

Kaikkien runkohirsien pinnat puhdistettiin huolellisesti höyläämällä vaurioitunut osa hirrestä tai vaihtamalla hirret uusiin. Lähes kaikki alapohjan hirret purettiin. Pintojen puhdistus todettiin ottamalla koepalat rakenteista höyläyksen jälkeen.

Alapohjan korjaus

Alapohjan runko (kuva 8) ja eristeet vaihdettiin kauttaaltaan koko rakennuksen lattia-pinta-alalta uudestaan. Rungon rakennusmateriaaliksi valikoitui hyvän kantavuuden ja hyvin ulkoisten rasituksien kestävyuden omaava kertopuu.

Kertopuut (300 × 51 K600) asennettiin alapohjaan kertopuun päihin ruuvattujen kulmakannakkeiden avulla. Kertopuun pitkien jännevälien vuoksi ryömintätilaan valettiin betonianturat, joille asetettiin kyllästepuusta pilarit tukemaan rakennetta.



Kuva 8. Alapohjan rakenne.

Alapohjan runkoa rakennettaessa aloitettiin rakennuksen alapohjan purkutyöt. Alapohjan purkutyöt olivat niin laajamittaiset, että pelkona oli tukirakenteita purkaessa rakennuksen muodon muuttuminen. Seinien tukirakenteeksi asennettiin valapohjan alimmaisiin seinähirsiin, sekä alapohjan runkopalkkeihin sinkitystä kierretangosta vetotangot, jotka jätettiin pysyvästi paikoilleen.

Kiinteistön ryömintätilan tuuletuksen oletettiin olevan puutteellista, joten tuuletuksen parantamiseksi kivisokkeliin porattiin kaksinkertainen määrä tuuletusaukkoja. Tuuletusaukoihin asennettiin pienisilmäinen teräsverkko pitämään linnut ja pieneläimet poissa ryömintätilasta.

Ryömintätilan maapohja

Ryömintätilan maankaivuutöiden jälkeen maapohja peitettiin kauttaaltaan suodatinkankaalla (kuva 9), jonka päälle puhallettiin kapillaarikatkoksi n. 30 cm paksu kerros 8–16 mm pestyä soraa (kuva 10). Kapillaarikatkon tarkoituksena on estää veden nouseminen kapillaarisesti alapohjan rakenteisiin.



Kuva 9. Maapohja peitettynä suodatinkankaalla.



Kuva 10. Kapillaarikatko puhallettuna.

Ryömintätilaan tuotiin sokkelin alituksena useita kaapeliputkia sekä lisätyönä teetetyn maalämmön vaatimat putket. Sokkelin alitukset tiivistettiin bentoniitti-savella, jotta varmistuttaisiin orsiveden koron pysyminen oikealla tasolla, eikä nousevan alitusten kohdalta ryömintätilaan (kuva 11). Orsiveden pinnan tarkkailuun ryömintätilaan asennettiin kuusi kappaletta tarkastuskaivoja, joista voidaan reaaliajassa seurata orsiveden pinnan tasoa ja reagoida tarvittaessa.



Kuva 11. Putkiläpivienti täytettynä bentoniitti-savella.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä pyrin tuomaan esille, kuinka haastavaa ja monimutkaista korjausrakentaminen voi pienelläkin osa-alueella olla. Miten laajalle alueelle kosteusvaurion tutkimuksia joudutaan viemään ennen varsinaisen korjaustyön alkua saattamista. Työssä osoitetaan eroavaisuuksia uudis- ja korjausrakentamisen välillä mm. aikataulutuksen ja töiden tahditusten suhteen.

Opinnäytetyön esimerkkikohteena toiminut kartano olisi antanut aihealueena lähtökohdat usean kirjan kirjoittamiselle. Pyrin kuitenkin opinnäytetyössä pitämään aihealueet suppeana ja mahdollisimman tiivistettynä, tuoden esille vain omassa kohteessa esiintyneet haasteet ja toimintatavat.

Haluaisin opinnäytetyön lopuksi antaa suuret kiitokset Hans Langh:lle opinnäytetyön aiheen ja hankkeen dokumenttien jakamisesta kanssani sekä Riku Heinosen loistavasta yhteistyöstä ja opastuksesta korjausrakentamisessa.

LÄHTEET

Holmström, J. & Pitkäranta, M. 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Helsinki: Ympäristöministeriö ja Rakennustieto Oy.

Kansallisarkisto 2016. Viitattu 22.10.2017 <http://www.arkisto.fi/fi/palvelut/saeilyttaaminen/ohjeet-homeisen-aineiston-kaesittelyyn/mitae-home-on>.

O. Talvitie 2015. Näytteenotto-ohjeet rakennusten mikrobiutkimuksissa. Turun yliopiston ympäristötutkimuskeskus, Aerobiologian yksikkö.

Ratu 6029. 2017. Rakennustöiden laatu 2017. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu S-1231. 2012. Korjausrakentamisen tuotannosuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Salmi, T. & Kemoff, T 1996. Home- ja kosteusongelmat rakennuksessa. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy-REP, Suomen kiinteistöliitto.

Sisäilmayhdistys. Viitattu 22.10.2017 <http://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Terveysvaikutukset>.

Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2017. Viitattu 22.10.2017 <https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/sisailma/hometalo-ja-kosteusvaurio/vaurion-tunnistaminen-ja-korjaus>.

Ympäristöministeriö 1997. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Helsinki: Ympäristöministeriö ja Rakennustieto Oy.

Ympäristöministeriö 1997. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. Helsinki: Ympäristöministeriö ja Rakennustieto Oy.

Liitteet

4. Selostus home-etsinnästä Tutkimuksen päivämäärä 30.9.2015

Talo tutkittiin koulutetuilla homekoirilla Frodo (osan talosta) ja Ready (kaikki tilat). Koirien ilmaisemat kohdat (osa) on valokuvattu. Kohdat on merkitty myös liitteenä olevaan pohjapiirustukseen. Homekoira Ready tutki myös rossipohjan. Homekoirien ilmaisemat kohdat:

YLÄKERTA:

1. Huone 15 ulkoseinää / ylöspäin ikkunan oikealta puolelta nurkkaan
2. Huone 20 ulkoseinää / ylöspäin ikkunan vasemmalta puolelta
3. Huone 14 ulkoseinustalla pistorasian kohtaan ikkunan vasemmalla puolella
4. Huone 22 molempia ulkoseiniä huoneen takaosassa

ALAKERTA:

5. Salissa ikkunan vasemmalta puolelta putkien läpiviennin kohtaa
6. Portaiden alta ulkoseinän vierestä lattiaa (entinen wc)
7. Huone 7 oven vierestä eteisen puolella lattiaa kynnyksen kohdilla / vierestä

ROSSIPOHJA

- Maapohjaa, kiviä useasta kohtaa
- Keskisalin alla (länsipuoli) olevaa kivikasaa ja kivien päällä olevaa hirttä
- Kellarin tiiliseinää (länsipääty)
- Kellarin tiiliseinää (pohjoispuoli)

5. Päiväys ja allekirjoitus

Home-etsinnän tekijä: _____
Jaana Sagulin

Homekoirat Sagulin Ky

Ruohojärventie 535 04840 Mäntsälä
gsm 0400 452 689 email posti@homekoirat.fi kotisivut www.homekoirat.fi

LIITTEET: Pohjapiirustus, valokuvia 12 kpl JAKELU: Tilaaja

LAUSUNTO

Yhteenveto Alaskartanon päärakennuksen kosteusvaurioon liittyvistä mikrobikasvustoista ja niiden kulkeutumisesta kellarikerroksesta ylempiin kerroksiin. Lisäykset on merkitty **lihavoinnilla**.

Lausunto perustuu useisiin käynteihin kohteessa sekä laajaan asiakirjamateriaaliin vuosilta 2015-2017, joista tärkeimmät ovat Turun yliopiston aerobiologian yksikön suoraviljelyyn ja suoraan mikroskopointiin perustuvat materiaalinäytteiden tulokset. Täydentävänä näytetietona on tarkasteltu lisäksi Mykometer-menetelmällä osoitettua homeiden pintarakenteiden entsyymisoitusta (näyttää myös viljelykelvottomat sienet) ja homekoiran osoituksia korjausten aikana ja purkutöiden jälkeen. Lausunnon ensimmäinen osa on kirjoitettu 23.10.2015 ja sitä on täydennetty 6.2.2017. (Lisäosa lopussa, lihavoidut lauseet muualla)

Mikrobi	kellari	1. krs	2. krs
aktinomykeetit	++...+++	+...++	(+)...+
Alternaria	+	+	+
Aspergillus sp.			
Aspergillus fumigatus	+		
A. versicolor	+		(+)
A. niger		+	(+)
A. ochraceus		+...++	
A. restrictii	++...++++	+	(+)
A. sydowii	+	(+)	(+)
Acremonium	++	(+)	
Arthrinium	(+)		(+)
Aureobasidium	+	(+)	
Blastobotrys	+		
Botrytis	+	+	
Chaetomium	+	+...++	+
Chrysosporium	+...+++		
Cladosporium	++	+...++	+
Dichobotrys			++...ylik.
Engyodontium	+		
Eurotium		(+)	++
Exophiala	(+)		
Geomyces	+...++	(+)...+	(+)...+
Mucor	+...ylikasvu	+	+...ylik.
Myceliophthora	++		
Myriodontium	++		(+)
Oidiodendron	+	(+)	
Paecilomyces	+...++	(+)...+	(+)...+
Penicillium	++...++++	++...+++	++
Phoma	+...++	(+)	
Pithomyces	+		
Rhizopus	+...ylik.	+...++...ylik.	
Spiniger		(+)	
Thysanophora		(+)	
Torulomyces	+...++...+++	(+)	(+)...+
Trichoderma	+...us.ylikasvuja	+...ylik.	
Ulocladium	++	+	
Wallemia	++		
Verticillium	+		

Alaskartanon rakennuksen materiaalinäytteistä on kasvanut noin 40 eri mikrobisukua. Eniten kosteusvaurioindikaattoreita on todettu rakennuksen kellarikerroksesta sekä määrällisesti että lajiston runsaudella tarkasteltuna. Sädesienien määrä ja esiintyvyys vähenevät alhaalta ylöspäin, mutta pieniä määriä todettiin myös yläkerroksissa läpivientien kohdalla viitaten kulkeutumaan kellarin vaurioalueelta. **Viimeisempien purkutöiden jälkeen ei merkittäviä määriä sädesieniä enää löydy.**

Maaperälle tyypillisiä mikrobeja ovat sädesienibakteerit eli aktinomykeetit, joita on eniten kellarissa sekä Geomyces hiiva/home jota on eniten kellarikerroksessa ja vähäisemmässä määrin ylemmissä kerroksissa (viittaa kulkeutumaan alhaalta ylöspäin).

Ulkoilmalle tyypillisiä mikrobisukuja Cladosporium, Botrytis ja Alternaria on tasaisesti kaikissa kerroksissa.

Puutavaralle tyypillisiä mikrobisukuja ovat Trichoderma, Aureobasidium ja Acremonium on eniten kellarikerroksen kosteusvaurioituneissa hirsissä ja vain niukasti muiden kerrosten hirsirakenteissa.

Nopeakasvuisia homeita ja hiivoja (Penicillium, Torulomyces, Phoma ja Mucor) on eniten kellarikerroksessa viitaten suhteellisen äskettäiseen vauriotapahtumaan. **Aspergillus restrictii kasvoi runsaana kellarikerroksessa ja on todennäköisesti sieltä levinnyt yläkerroksiin kuten Penicilliumkin.**

Ylempien kerrosten hirsirakenteet sammalriveineen ovat pääsääntöisesti puhtaita, lukuun ottamatta putki- ja sähköläpivientien alueita, joissa on havaittavissa kontaminaatiota alhaalta ylöspäin. Pellavarivessä sen sijaan on mikrobivaurioita, myös aivan uudessa avaamattomassa pakkauksessa. Selluvillalevyt olivat puhtaita.

Yhteenvetona tarkasteltuna pääasiallinen kosteus- ja mikrobivaurio on todettavissa pohjakerroksessa eli kellarissa, jolta alueelta mikrobit ovat päässeet leviämään yläkerroksiin porraskäytävän ja rakenteiden läpivientien kautta.

Itse hirsikehikko yläkerroksissa on vahingoittumaton ja vanhat sammaleristeet ovat mikrobiologisesti puhtaita siltä osin kun ovat säilyneet kuivana kellarin kosteusvaurion yhteydessä. Purkutyövaihe ja läpiviennit (putki ja sähkö) ovat mahdollistaneet kostean ilman ja mikrobipölyn kulkeutumisen yläkerroksiin, joissa paikoin sekä paperimateriaalit, kipsilevy, puhallettu selluvilla että lasivilla on päässyt mikrobiologisesti kontaminoitumaan. **Mikrobien pilaamat materiaalit tulee vaihtaa terveyshaittojen torjumiseksi. + ja (+) eivät ole merkittävää kasvustoa vaan yksittäisiä itiöitä. ++ ja +++ sekä ylikasvu (yk) on merkittävä löydös, joka edellyttää purkutoimia ja kantavien rakenteiden mekaanista puhdistamista.**

Turussa, 23.10.2015

Täydennetty 6.2.2017

Tuula Putus

Tuula Putus

professori

LAUSUNNON TÄYDENNYSOSA

Lausuntoa on täydennetty purkutöiden ja korjausten edetessä ja sen jälkeen, kun mm. irtaimistoa on viety pois rakennuksesta ja yläkerran pinnoitteita (tapetti, pinkopahvi, eristemateriaalit) on poistettu ja on päästy tarkastelemaan seinien ja välipohjan rakenteita tarkemmin.

Olen useana ajankohtana itse ottanut rakennusmateriaalinäytteitä alapohjasta, 1. kerroksen rakenteista ja 2. kerroksen rakenteista. Näytteet on otettu Asumisterveysohjeen mukaisesti ja kuljetettu laboratorioon

joko samana tai seuraavana päivänä. Näytteet on analysoitu Turun yliopiston aerobiologian yksikössä ja Mykometer-näytteet Vita-laboratoriossa Helsingissä. Mykometer-näytteitä on tehty pääasiassa v. 2015.

Mykometer-näytteet ovat olleet selkeästi positiiviset kellarissa ja 1. kerroksen huoneissa 6 ja 11 ja viitteellisesti positiivinen huoneissa 6, 7 ja 11. Mykometer-näytteet ovat olleet selvästi positiiviset neljässä näytteessä 2. kerroksessa, huoneissa 14, 15, 21 ja 22. Lisäksi Mykometer on osoittanut jonkin verran positiivisuutta kolmessa näytteessä 2. kerroksessa huoneissa 18, 19, 20, 21 ja 22. Nämä näytteet osoittavat mikrobikontaminaatiota myös 2. kerroksen alueella.

Kohteessa on käynyt homeiden etsintään koulutettu koira useaan kertaan. Koiran merkkaukset ovat viitteellisiä ja auttavat mm. viljelynäytteiden ottamiseen oikeasta paikasta. Viimeksi homekoira on käynyt kohteessa tammikuussa 2017, jolloin koira teki merkintöjä enää 1. kerroksen rossipohjasta, joissa oli mm. läpivientejä alapohjaan päin. 2. kerroksesta ei tullut merkintöjä, mikä osoittaa että purkutytöt on nyt tehty riittävällä laajuudella.

Lausunnon 1. sivulla olevassa taulukossa on yhteenveto aikaisemmin otetuista suoraviljely ja – mikroskopointinäytteistä. Taulukossa on merkattu keltaisella korostusvärillä ne mikrobit, joita on eniten kasvanut kosteusvaurion jälkeen kellarikerroksessa. Vastaavia mikrobisukuja on pienempinä pitoisuuksina todettu myös 1. ja 2. kerroksessa. Itiöiden kulkeutuminen on ollut mahdollista porraskäytävän ja läpivientien kautta.

Tammikuussa 2017 otetuista näytteistä ei enää ole löydetty merkittäviä määriä kosteusvaurioindikaattoreita. Sädesienten itiöt on poistettu lähes täydellisesti. Penicillium, joka tuoreessa vauriotilanteessa oli valtalaji A. restrictii ohella, on levinnyt kaikkiin kerroksiin ja ++ ja sitä runsaammat kasvustot ovat edellyttäneet materiaalien vaihtoa (eristeet) ja kantavien rakenteiden mekaanista puhdistusta.

Penicilliumia on vielä tammikuussa löytynyt kohtalaisia määriä huoneesta 13 (puu/pellava), 14 pellavaeristeestä, huoneesta 21 palovillasta ja hirren pinnalta. Kattolaudotuksesta h 22 on kasvanut Cladosporiumia joka on ulkohome. Salin vanerista on kasvanut Penicilliumia ++ ja Alternariaa joka on ulkohome. Ruokasalin hirrestä (näyte 10) on kasvanut A. restrictii. Huone 7 kattohirrestä on kasvanut Penicillium. Alapohjan sepelessä on kasvanut kohtalaisesti Cladosporiumia joka on ulkohome.

Yhteenveto

Kellarin vaurioalueella kasvaneet runsaat homekasvustot ovat portaikon ja läpivientien kautta levinneet 1. ja 2. kerroksiin, joista saastuneiden seinäpintojen ja eristeiden (selluvilla, lasivilla, kivivilla) purkamisen on ollut tarpeellista. Kantavat rakenteet ovat 1. ja 2. kerroksessa olleet pääosin puhtaita. Kohtalainen Penicillium-kasvu voidaan hirren pinnalta poistaa mekaanisesti eikä hirsii tarvitse vaihtaa. Hirsien välissä olevan pellavariveen saastuminen homeilla ja sädesienillä on voinut liittyä kosteusvaurioon, osittain voi olla kyse pellavan ominaisuudesta. Mikrobin saastuttamat eristeet on tarpeen vaihtaa puhtaisiin.

Kellarista kosteasta paikasta todettu vähäinen Cladosporium ei edellytä materiaalien vaihtoa, vaan alue voidaan peittää kuivalla sepeillä.

Viljelynäytteet ja Mykometer-näytteet ovat osoittaneet, että hirsien välissä oleva sammaleriste on pääosin mikrobiologisesti puhdasta eikä sitä tarvitse vaihtaa.

Käsitykseni mukaan korjaukset on nyt tehty oikein ja käyttäjän kannalta mikrobiologisesti turvallinen lopputulos on nyt saavutettu ja kosteusvaurio seurauksineen korjattu.

Tammisaarella 6.2.2017

Tero Pöyhönen
TERO PÖYHÖNEN
puh. 0400 671517

