



Rakennuksen kosteus- ja sisäil- matekninen kuntotutkimus

Case: Annankoti

Alexi Koskenniemi

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2019

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talorakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma
Talonrakennustekniikka

KOSKENNIEMI, ALEKSI:

Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus
Case: Annankoti

Opinnäytetyö 117 sivua, joista liitteitä 72 sivua
Huhtikuu 2019

Opinnäytetyön osana toteutettiin sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n asiakaskohteeseen sekä laadittiin tutkimuksen perusteella kattava, korjaustapaehdotukset sisältävä, tutkimusselostus ja tutkimussuunnitelma. Lisäksi työssä esitellään eri tutkimusmenetelmiä, vaurioitumismekanismeja, korjaustarpeita sekä kohteeseen soveltuvia korjausmenetelmiä.

Sisäilma- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen kohteena oli vuonna 1987 valmistunut yksikerroksinen puurankarunkoinen erillistalo. Tutkimuksen taustana oli tilaajan tavoite selvittää kohteen soveltuvuus väistötiloiksi. Tutkimuksessa selvitettiin kohteen rakenteiden kuntoa, lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa sekä tilojen sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, jotka on huomioitava tulevaisissa huolto-, kunnostus- ja korjaustoimenpiteissä.

Opinnäytetyössä analysoitiin kohteen luonteelle ja rakentamisajankohdalle tyypillisiä rakenneratkaisuja alakohtaisien ohjeiden, asetuksien ja kirjallisuuden perusteella. Analysoinnissa pyrittiin kiinnittämään huomioita erityisesti rakennuksen ja rakenteiden toimintaan kokonaisuutena.

Tutkimustulosten ja rakenneratkaisujen analysoinnin perusteella todetaan, että riskirakenteeksi luokitellut rakenneratkaisut eivät lähtökohtaisesti tarkoita vaurioitunutta rakennetta. Samankaltaisista rakenneratkaisuista huolimatta jokainen rakennus on yksilöllinen ja niiden rakennusfysikaalista toimintaa tulee aina arvioida tapauskohtaisesti ja kokonaisvaltaisesti.

Asiasanat: kuntotutkimus, sisäilma, vaurioitumismekanismi, rakennusfysiikka

ABSTRACT

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

KOSKENNIEMI, ALEKSI:
Indoor Air and Moisture Technical Survey of a Building
Case: Annankoti

Bachelor's thesis 117 pages, appendices 72 pages
April 2019

The objective of this thesis was to create a condition survey for the building owned by the customer of Vahanen Building Physics Ltd. The survey analyzed building physical performance of structures and evaluated factors affecting indoor air of the investigated building. Specific conclusions and proposals of the study are disclosed in the attached survey report.

The theoretical section of the study examines typical structural solutions used during the time of construction for this type of structures based on sectoral instructions, regulations and literature. The main focus of the analysis was in thermal and moisture performance of the structures.

The study shows that despite the fact that the particular structure is classified as a so-called risk structure, it does not necessarily mean that the structure is damaged due to that risk. Based on these findings, it can be concluded that all buildings must be examined as individuals. The performance of the structures must also be considered comprehensively, taking all surrounding conditions into account.

Key words: condition survey, indoor air, building physics

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KUNTOTUTKIMUKSEN VAIHEET	7
2.1	Lähtötiedot ja vaiheistus.....	7
2.1.1	Käyttäjäkokemukset ja haastattelut	9
2.1.2	Suunnitelmat, selvitykset ja muut dokumentit	9
2.1.3	Case Annankoti lähtötiedot.....	10
2.2	Tutkimussuunnitelma	10
2.2.1	Tavoitteet ja rajaus	11
2.2.2	Kohdekäynti.....	12
2.2.3	Alustava riskiarvio ja soveltuvat tutkimusmenetelmät.....	13
2.2.4	Raportointi	14
2.2.5	Case Annankoti tutkimussuunnitelma.....	15
3	RISKIRAKENTEET JA VAURIOITUMISMEKANISMIT: CASE ANNANKOTI	16
3.1	Kosteuslähteet	16
3.2	Valesokkelirakenne	17
3.3	Maanvastainen alapohja	19
3.4	Seinä- ja ikkunarakenteet.....	21
3.5	Vesikatto ja yläpohja	24
3.6	Märkätilat.....	27
4	TUTKIMUSMENETELMÄT	29
4.1	Tutkimusmenetelmien valinta yleisesti	29
4.2	Case kohteeseen soveltuvat menetelmät.....	30
4.2.1	Aistinvaraiset tarkastelut.....	30
4.2.2	Kosteusmittaukset	31
4.2.3	Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet.....	33
4.2.4	Ilmatiiveyden tarkastelu	34
4.2.5	Paine-eromittaukset.....	35
5	HAVAINNOT, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE- EHDOTUKSET	36
5.1	Havainnot ja johtopäätökset	36
5.2	Korjausmenetelmien valinta yleisesti	36
5.3	Korjaustöissä huomioon otavat asiat.....	37
5.4	Case-kohteeseen soveltuvat korjausmenetelmät	38

5.4.1 Piha-alueet, vesikatto, julkisivu	38
5.4.2 Rakennuksen ilmatiiveyden parantaminen	39
5.4.3 Märkätilat	40
6 POHDINTA	42
LÄHTEET	43
LIITTEET	45
Liite 1. Tutkimusselostus, Annankoti, sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus	45
Liite 2. Tutkimussuunnitelma, Annankoti, sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus	45

1 JOHDANTO

Laadukkaan sisäilma- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen teettämällä tilaaja saa kattavan käsityksen rakennuksen ja sen rakenteiden kunnosta sekä sisäilman laatuun vaikuttavista tekijöistä. Tutkimusselostus toimii tilaajalle apuvälineenä kiinteistön huolto- ja korjaustoimenpiteiden suunnittelussa. Lisäksi toimenpidesuositukset ja korjaustapaehdotukset sisältävä tutkimusselostus antaa riittävät lähtökohdat tapauskohtaisesti tarvittavalle korjaussuunnittelulle.

Opinnäytetyö tehtiin Vahanen Rakennusfysiikka Oy:lle osana yrityksen asiakaskohteeseen suoritettavaa sisäilma- ja kosteusteknistä kuntotutkimusta. Työn tavoitteena on esitellä yksityiskohtaisesti tutkittavalle rakennukselle tyypillisten rakenteiden vaurioitumismekanismia ja korjausmenetelmiä sekä tuottaa tutkimuksen pohjalta asiakkaalle toimitettava tutkimusselostus.

Työn tarkoitus on perehdyttää kirjoittaja oikeaoppisiin kuntotutkimuskäytäntöihin sekä aihetta käsittelevään kirjallisuuteen, asetuksiin ja määräyksiin. Teoriaosuudessa analysointi painottuu rakenteiden lämpö- ja kosteustekniseen toimintaan. Työssä pyrittiin erityisesti kiinnittämään huomioita rakennuksen toimintaan kokonaisuutena sekä tuomaan esille sisäilma- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen prosessi alusta loppuun. Tietoa kerättiin ja yhtenäistettiin kuntotutkimuksia ja rakennusfysiikkaa käsittelevistä lukuisista julkaisuista.

Työssä käsiteltävän kuntotutkimuksen taustana oli tilaajan halu selvittää rakennuksen soveltuvuutta väliaikaisiksi väistötiloiksi. Tutkittava kohde on vuonna 1987 valmistunut tiiliverhoiltu, tolpparunkoinen ja yksikerroksinen erillistalo. Kohteen tutkimussuunnitelma- ja selostus ovat tämän työn liitteinä.

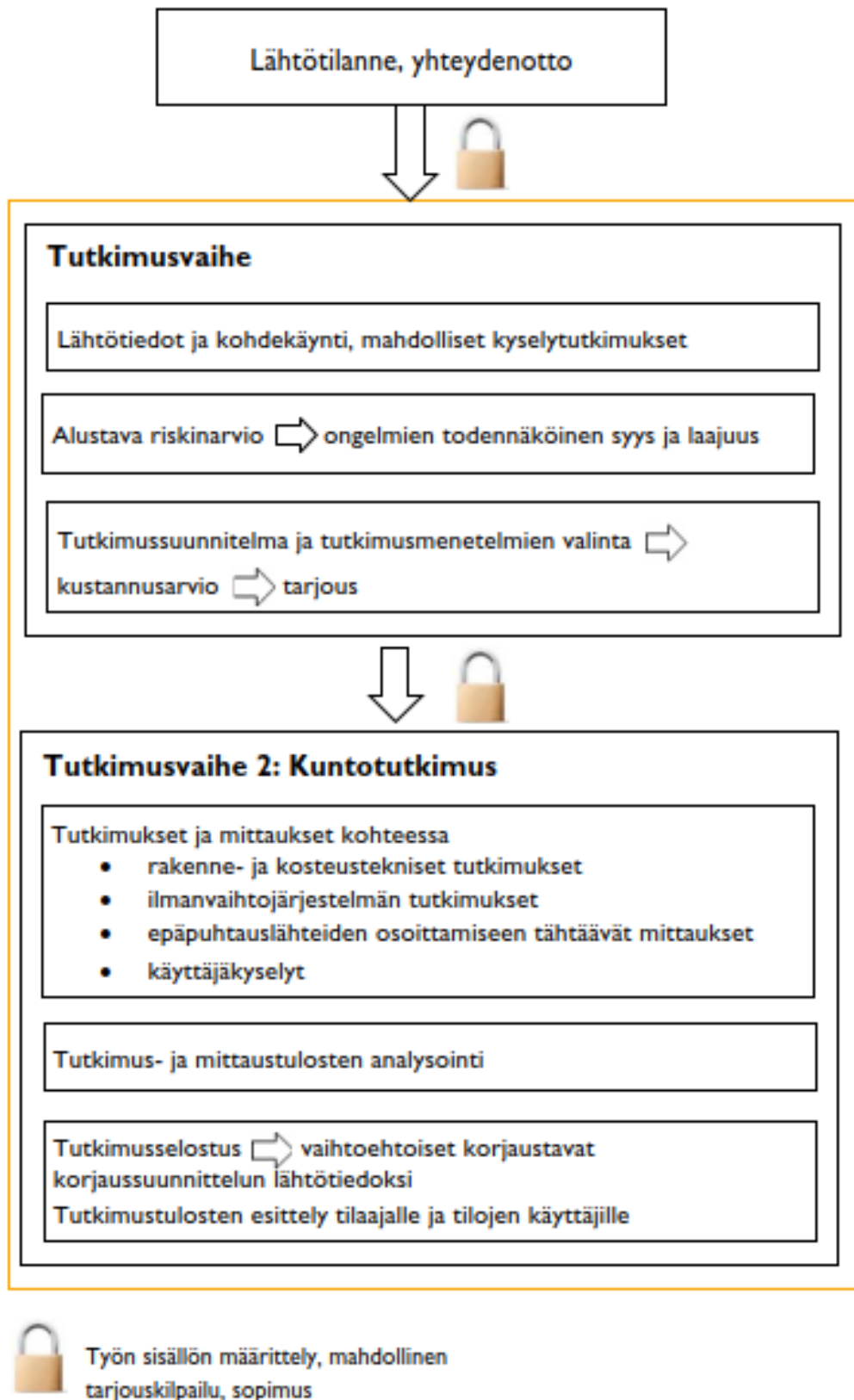
2 KUNTOTUTKIMUKSEN VAIHEET

Tässä pääluvussa käsitellään rakennuksen kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen eri vaiheita, niiden sisältöä ja merkitystä tutkimuksen kannalta. Aihetta käsitellään yleisellä tasolla sekä työn Case-kohteeseen soveltuena.

2.1 Lähtötiedot ja vaiheistus

Kuntotutkimusprosessi lähtee yleisesti etenemään kiinteistön terveellisyydestä ja turvallisuudesta vastuussa olevan omistajan toimesta. Työnantajan, kiinteistön omistajan tai hänen edustajansa tulee nimetä selvitystyöhön riittävän pätevä vastuullinen kuntotutkija (Ympäristöopas 2016, 10). Vastuullinen kuntotutkija toimii toimeksiannon koordinaattorina ja vastaa selvityksen tavoitteidenmukaisesta toteutuksesta. Kuntotutkimusprosessin vaiheet on havainnollistettu kuvassa 1. (Ympäristöopas 2016, 10-11, 21-22; RIL 250 2011, 137-138; RIL 255-1 2014, 377-378; Kiinteistön omistajan opas sisäilmaongelmaisten koulurakennusten kunnan tutkimiseen ja korjaushankkeisiin 2008, 12-16)

Tilaaajan velvollisuus on luovuttaa toimeksiantoa ja sen suoritusta koskevat lähtötietoaineistot konsultille, tässä tapauksessa vastuulliselle kuntotutkijalle (Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013, 3). Lähtötietoaineisto on tapauskohtainen ja aineiston laajuus vaihtelee riippuen esimerkiksi kiinteistön rakennusvuodesta, laajuudesta, käyttötarkoituksesta sekä selvitys- ja korjaushistoriasta. Sisäilma- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen tilausperuste vaihtelee lähtötilanteesta riippuen ja esimerkkejä yleisistä tilausperusteista ovat ennakkoiva selvitys, äkillinen kosteusrasitus ja käyttäjäpalautte sisäilmasta. Lähtötietojen pohjalta kuntotutkija tekee kohteeseen tutkimussuunnitelman. (Ympäristöopas 2016, 9-10, 21-22; Kiinteistön omistajan opas sisäilmaongelmaisten koulurakennusten kunnan tutkimiseen ja korjaushankkeisiin 2008, 12-16)



KUVA 1. Sisäilmaongelmaisen rakennuksen kuntotutkimuksen vaiheet ja etene-
minen (Ympäristöopas 2016, 21)

2.1.1 Käyttäjäkokeemukset ja haastattelut

Kiinteistön omistaja voi olla teettänyt rakennuksen käyttäjille kyselyitä rakennuksen käyttöön ja sisäilmastoon liittyen. Tutkimusprosessia edeltävät selvitykset voidaan jakaa pääosin kahteen ryhmään: käyttäjä- ja henkilökuntakyselyt sekä rakentajien- ja suunnittelijoiden haastattelut.

Käyttäjä- ja henkilökuntakyselyt voivat olla suppeampia yksittäisten henkilöiden haastatteluita tai kattavia ulkopuolisen asiantuntijatahon teettämiä lomakekyselyitä koko kiinteistön käyttäjäsektorille. Kyselyt antavat tilaajalle sekä kuntotutkijalle tietoa käyttäjien kokemasta sisäilman laadusta, käyttäjien sairastavuudesta ja rakennukseen liitetystä oireista (Ympäristöopas 2016, 23). Käyttäjäkyselyt kartoittavat ongelman laajuutta ja niiden perusteella voidaan mahdollisesti rajata sisäilmaongelma tiettyihin osiin rakennusta (Kiinteistön omistajan opas sisäilmaongelmaisten koulurakennusten kunnon tutkimiseen ja korjaushankkeisiin 2008, 16).

Rakentajien ja suunnittelijoiden haastatteluilla pyritään saamaan selville kohteen työnaikaiset muutokset tai poikkeukselliset rakentamisaikaiset olosuhteet. Haastatteluiden lisäksi käytettävissä voi olla työmaapäiväkirjat, työmaakokousmuistiot ja valvontapäytäkirjat. Työnaikaiset muutokset ovat saattaneet vaikuttaa rakenteiden kosteustekniseen toimintaan tavalla, jota ei ole osattu huomioida muutoksia tehtäessä. (Ympäristöopas 2016, 23-24.)

2.1.2 Suunnitelmat, selvitykset ja muut dokumentit

Tilaajalta saatavia oleellisimpia dokumentteja ovat kohteen alkuperäiset suunnitelmat, muutos- ja korjaussuunnitelmat, aiemmat tutkimusselostukset ja huoltokirjat. Edellä mainitut asiakirjat antavat pätevälle kuntotutkijalle kattavasti tietoa rakenteiden ja muutosten vaikutuksesta rakennuksen eri osien rakennusfysikaaliseen toimintaan. Dokumentit ovat tärkeässä osassa kohteen alustavaa riskiarviota ja tutkimussuunnitelmaa tehtäessä. Suunnitelmia voidaan analysoida esimerkiksi rakennusosakohtaisten tarkastuslistojen avulla. Tällöin rakenteiden

toimivuutta ja vaurion laajuutta voidaan arvioida jo alustavassa riskiarviossa. Lähtötietojen hyödyntämistä käsitellään tarkemmin alustavan riskiarvion yhteydessä luvussa 2.2.3. (Ympäristöopas 2016, 22-24)

2.1.3 Case Annankoti lähtötiedot

Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus suoritettiin Orivedellä sijaitsevaan vuonna 1987 rakennettuun yksikerroksiseen erillistaloon. Rakennuksen bruttokerrosala on 332 m², josta lämmintä tilaa on 296 m². Rakennuksen pääasiallinen käyttötarkoitus on ollut palvelutalo, mutta tutkimuksen aikana rakennus oli osittain aikaisesti varhaiskasvatuksen käytössä. Tutkimuksen tilaajana toimi Oriveden kaupunki, joka halusi selvittää soveltuvatko tilat noin 10-20 hengen väistötiloiksi.

Tutkimuksen lähtötietoina oli käytettävissä tilaajan toimittamat kopiot alkuperäisistä pääpiirustuksista sekä havainnot ja haastattelut kohteeseen suoriteltua katselmuskäynniltä. Pääpiirustukset sisälsivät kohteen pohja-, julkisivu, yleisleikkaus- ja rakenneleikkauspiirustukset. Suunnitelmat olivat Tuotantoelementti Oy:n tuottamia ja ne olivat hyväksytyt Oriveden kaupungin rakennuslautakunnassa.

2.2 Tutkimussuunnitelma

Tutkimussuunnitelman tehtävänä on osoittaa riittävän yksityiskohtaisesti ne asiat, jotka tullaan kuntotutkimuksessa tutkimaan (Kiinteistön omistajan opas sisäilmaongelmaisten koulurakennusten kunnon tutkimiseen ja korjaushankkeisiin 2008, 13). Tutkittavan kohteen laajuudesta riippuen tutkimussuunnitelma voidaan toteuttaa laajana tai suppeana. Lähtökohta on, että tutkimussuunnitelma toteutetaan laajassa ja monimutkaisessa kohteessa kattavana ja vastaavasti pienessä yksinkertaisessa kohteessa suppeana. Ennen lähtötietoselvitystä, katselmuskäyntiä ja tutkimussuunnitelman tekoa on hyvä sopia tilaajan kanssa kirjallisesti suunnitelmien laajuudesta ja kustannuksista (Ympäristöopas 2016, 20).

Suppea tutkimussuunnitelma voi itsessään sisältää tarjouksen tehtävästä tutkimuksesta ja suunnitelman avulla tilaaja saa yleisluontoisen kuvan tutkimuksen

sisällöstä. Suunnitelmassa esitellään seuraavat asiat: tutkittava kohde, lähtötietoaineisto, tutkimuksen tavoite ja rajaus, tutkimusmenetelmät ja -määrät, raportoinnin taso, kustannusarvio sekä aikataulu.

Kattava tutkimussuunnitelma ottaa yksityiskohtaisesti kantaa tutkimuksen sisältöön ja sen avulla tilaaja pystyy halutessaan kilpailuttamaan kuntotutkimuksen. Suunnitelmassa pyritään vastaamaan mahdollisimman tarkasti ja yksiselitteisesti vähintään seuraaviin kysymyksiin:

- Mitä tutkimuksella pyritään selvittämään? Miksi?
- Mitä aiempia tutkimuksia rakennukseen on tehty ja mitä niiden pohjalta voidaan todeta?
- Mihin tiloihin tutkimus rajataan?
- Mihin rakenneosiin tutkimukset kohdennetaan?
- Missä rakennuksen osissa yksittäisiä tutkimuksia suoritetaan?
- Mitä tutkimusmenetelmiä hyödynnetään ja miksi?
- Kuinka monta yksittäistä tutkimusta suoritetaan?
- Missä laajuudessa tutkimus raportoidaan?
- Sisältääkö raportti havaintojen lisäksi johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset?

(Ympäristöopas 2016, 21-22, 26)

2.2.1 Tavoitteet ja rajaus

Kuntotutkimuksen lähtötilanne ja tarve tutkimuksen toteuttamiselle voi vaihdella huomattavasti. Erilaisia lähtötilanteita on esitetty kuvassa 2 (Ympäristöopas 2016, 25). Lähtötilanne ja tilaajan tavoite vaikuttavat oleellisesti tutkimuksen sisältöön. Tilaajan tavoitteena voi esimerkiksi olla äkillisen tunnetun kosteusrasituksen laajuuden selvitys tai kyse voi olla moniulotteisesta pitkään jatkuneesta sisäilmaongelmasta (Ympäristöopas 2016, 25).



KUVA 2. Esimerkkejä kuntotutkimuksen erilaisista lähtötilanteista (Ympäristöopas 2016, 25)

Tilaaajan tavoitteen ja lähtötilanteen pohjalta tutkimus pyritään rajaamaan näihin asioihin vaikuttaviin tekijöihin. Tutkimukset voidaan myös jakaa useammaksi pienemmäksi kokonaisuudeksi, mikäli tämä on kohteen luonteen kannalta järkevää. Tutkimusten ulkopuolelle voidaan rajata esimerkiksi kiinteistön lämmitys-, vesijohto-, ilmanvaihto- ja rakennusautomaatiotekniikka. Tärkeää on kuitenkin huomioida taloteknisten järjestelmien vaikutus sisäilman laatuun, vaikka niiden teknistä kuntoa ei varsinaisesti tutkittaisi. (Ympäristöopas 2016, 25-26)

2.2.2 Kohdekäynti

Ensimmäisessä katselmuksessa kiinteistö pyritään käymään pintapuolisesti kokonaisuudessaan läpi. Katselmuskäynnin tarkoituksena on saada yleiskuva rakennuksen kunnosta, rakenneratkaisuista sekä käytetyistä materiaaleista (Ympäristöopas 2016, 25). Tilojen kuntoa arvioidaan aistinvaraisesti sekä tehdään tarvittaessa pintakosteuskartoitus. Kartoituksella pystytään havainnoimaan tilojen välisiä eroja, jotka antavat suuntaa rakenneavausten paikkojen määrittelylle. (Ympäristöopas 2016, 25)

Kohdekäynnillä suoritetaan mahdollisuuksien mukaan rakennuksen käyttäjien, huoltohenkilökunnan ja omistajan haastatteluita. Kiinteistön omistajalta voidaan saada tietoa rakennuksen korjaus- ja muutoshistoriasta, joita ei ole esitetty suunnitelmissa. Huoltohenkilökunnan haastattelu antaa tietoa rakennuksen huollon yleistasosta ja sillä voidaan selvittää esimerkiksi ilmanvaihdon toimivuutta ja säätöasetuksia sekä mahdollisia aiemmin ilmenneitä vaurioita. Käyttäjähavaintojen perusteella voidaan mahdollisesti rajata tiettyjä tiloja, joissa esimerkiksi oireilu on yleistä tai tilassa esiintyy voimakkaita hajuja. Havaintojen perusteella tutkimuksia voidaan kohdentaa näihin tiloihin. (Ympäristöopas 2016, 25)

2.2.3 Alustava riskiarvio ja soveltuvat tutkimusmenetelmät

Lopullinen tutkimussuunnitelma pohjautuu kokonaisuudessaan alustavaan riskiarvioon, joka tehdään lähtötietoaineiston, kohdekäynnin ja haastatteluiden pohjalta. ”Lähtötilanneselvityksessä tarkistetaan piirustusten ja aikaisempien selvitysten perusteella kohteen riskirakenteet ja ilmanvaihtojärjestelmän tekninen taso sisäilman laadun kannalta.” (Kiinteistön omistajan opas sisäilmaongelmaisten koulurakennusten kunnon tutkimiseen ja korjaushankkeisiin 2008, 15.) Alustavan riskiarvion (lähtötilanneselvitys) tekemisessä hyödynnetään yleistä tietämystä rakennusajankohdalle tyypillisistä rakenneratkaisuista ja niiden vaurioitumismekanismeista.

Suunnitelmista arvioidaan kaikkien esitettyjen rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa. Selvityksessä voidaan havaita selkeitä rakennusajankohdalle tyypillisiä riskirakenteita tai yksityiskohtia, joiden voidaan todeta olevan riskialttiita kosteusvaurioille. Rakennusfysikaalista toimintaa arvioidaan rakenteen iän, pitkäaikaiskestävyydestä saatujen kokemusten ja laskennallisten analyysien perusteella (ympäristöopas 2016, 24). Rakennesuunnitelmissa erityistä huomiota tulee kiinnittää piirustusten tarkkuuteen, rakenneratkaisun toteutettavuuteen, materiaalivalintoihin sekä mahdollisiin kosteuslähteisiin. Taloteknisistä suunnitelmista tulee erityisesti tarkastaa tekniikan ikä, sijainti rakenteissa ja alkuperäisen suunnitelman toimivuus.

Tutkimussuunnitelmassa esitetyt tutkimusmenetelmät ja rakenneavauksien paikat valitaan riskiarviossa tehtyjen havaintojen ja johtopäätösten mukaan. Kunkin tilaa ja rakenneosaa tutkitaan niihin parhaiten soveltuvilla menetelmillä. Kuntotutkijalla on oltava selkeä käsitys, mitä rakenteesta pyritään selvittämään sekä mikä tai mitkä menetelmät soveltuvat riittävässä määrin haluttuihin selvityksiin. Erilaisiin lähtötilanteisiin ja rakenteisiin soveltuvia tutkimusmenetelmiä on esitetty esimerkiksi Ympäristöopas 2016, Ympäristöministeriö, Sisäilmaongelmaisen koulurakennuksen korjaaminen, Opetushallitus 2008 ja RIL 255-1-2014: Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset, RIL ry 2014 julkaisuissa.

2.2.4 Raportointi

Tutkimussuunnitelmassa otetaan kantaa varsinaisesta kuntotutkimuksesta laadittavan tutkimusselostuksen sisältöön. Tutkimusselostus on kuntotutkimuksesta tuotettu niin sanottu loppuraportti, jossa on koottu yhteen tutkimuksen sisältö kokonaisuudessaan. Tutkimusselostuksen sisällön määrittely tutkimussuunnitelmassa antaa tilaajalle varmuuden siitä, mitä tietoa selostuksesta tulee löytyä. Mahdollisessa tarjouskilpailussa tutkimuksen tarjoajat pystyvät huomioimaan raportilta vaadittavan laajuuden tasapuolisesti. Tämä edesauttaa tilaajan saamien raporttien laatua. Mitä laajempi tutkimusselostus on, sitä parempana apuvälineenä se toimii tilaajalle tarjouskilpailutuksessa. Lisäksi tutkimussuunnitelmassa voidaan esittää pätevyyskysymyksiä tutkijoille.

Tutkimussuunnitelmassa on hyvä mainita, että tutkimuksista laadittu selostus pitää sisällään havainnot, johtopäätökset sekä toimenpide- ja korjaustapaehdotukset. Laajemmassa tarjouksen sisältävässä tutkimussuunnitelmassa otetaan kantaa myös tutkimusten aikatauluun ja kustannuksiin. Tutkimusselostuksen tarkempaan sisältöön on otettu kantaa esimerkiksi seuraavissa julkaisuissa: Sisäilmaongelmaisen koulurakennuksen korjaaminen, Opetushallitus 2008 sekä Ympäristöopas 2016, Ympäristöministeriö.

2.2.5 Case Annankoti tutkimussuunnitelma

Tutkittavana olevasta kohteesta laadittiin suppea tutkimussuunnitelma (Liite 2) kohteen ollessa yksinkertainen ja selkeä. Tutkimussuunnitelman tekoa edelsi kohteen lähtötietoihin tutustuminen ja kohdekäynti (13.02.2019). Katselmuksessa suoritettiin silmämääräiset tarkastelut kaikkiin tiloihin, huoltomiehen haastattelu sekä maanvaraisten lattioiden pintakosteuskartoitus. Lisäksi rakennukseen asennettiin kolme paine-eromittalaitteistoa mittaamaan sisäilman paineeroa suhteessa ulkoilmaan.

Kohteen tutkimussuunnitelmaa varten tehtiin lähtötietojen pohjalta alustava riskiarvio, jonka avulla määritettiin kohteeseen soveltuvat tutkimusmenetelmät. Riskirakenteita ja niiden analysointia on käsitelty tarkemmin pääluvussa 3. Kohteeseen tehty tutkimussuunnitelma sisältää seuraavat tiedot:

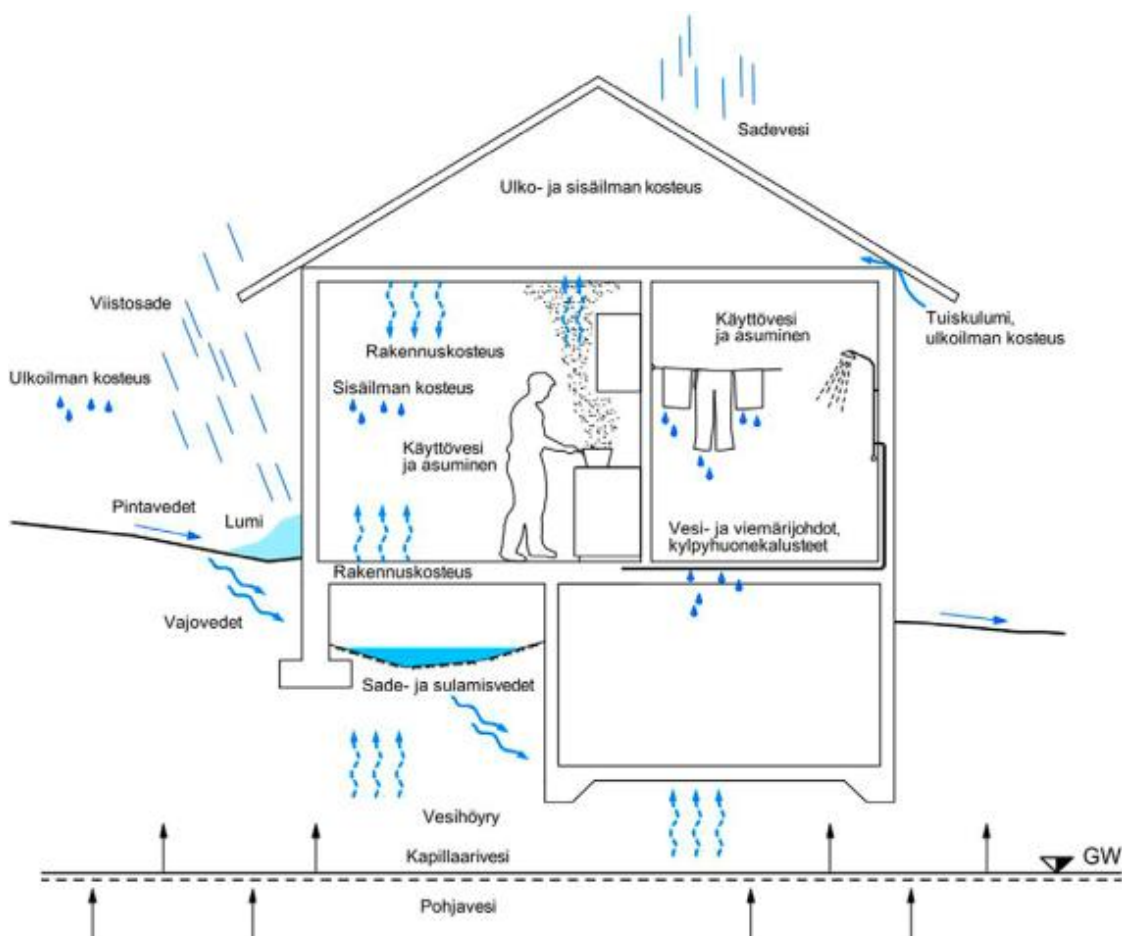
- Yleistiedot; kohde, tilaaja, suunnitelman tekijä
- Tutkimuksen tavoite ja tarkoitus
- Käytettävissä ollut lähtötietoaineisto
- Kohteen kuvaus
- Alustava riskikartoitus rakennekohtaisesti
- Tutkimuksen sisältö ja tehtävät
- Tutkimusmenetelmät ja arvioidut määrät
- Tutkimusselostuksen sisältö

3 RISKIRAKENTEET JA VAURIOITUMISMEKANISMIT: CASE ANNANKOTI

Tässä pääluvussa käsitellään tutkittavan kohteen riskirakenteiden ja rakennustyyppien vaurioitumismekanismia. Lisäksi luvussa esitellään rakennuksen tyyppilliset sisä- ja ulkopuoliset kosteuslähteet. Ilmanvaihto on rajattu tarkastelun ulkopuolelle.

3.1 Kosteuslähteet

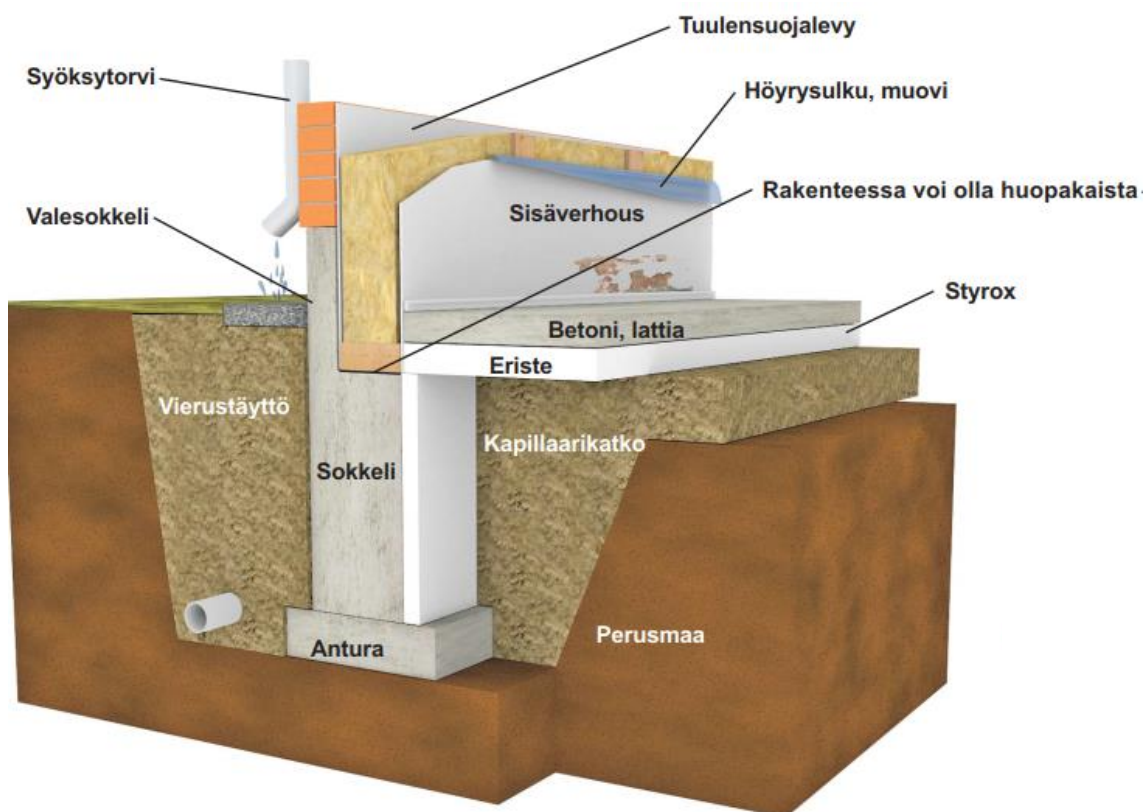
Rakennuksen kosteuslähteet jaotellaan yleisesti rakennuksen sisäisiin- ja ulkoiisiin kosteuslähteisiin (ympäristöopas 2016, 106). Rakennuksessa ja sen rakenteissa kosteus voi ilmetä näkyvänä vetenä, näkymättömänä vesihöyrynä tai rakennusmateriaaleihin sitoutuneena rakennekosteutena (Siikanen 2014, 66). Rakennuksen tavanomaisimmat kosteuslähteet on esitetty kuvassa 3.



KUVA 3. Rakennuksen yleisimmät sisä- ja ulkopuoliset kosteuslähteet (Ympäristöopas 2016, 25)

3.2 Valesokkelirakenne

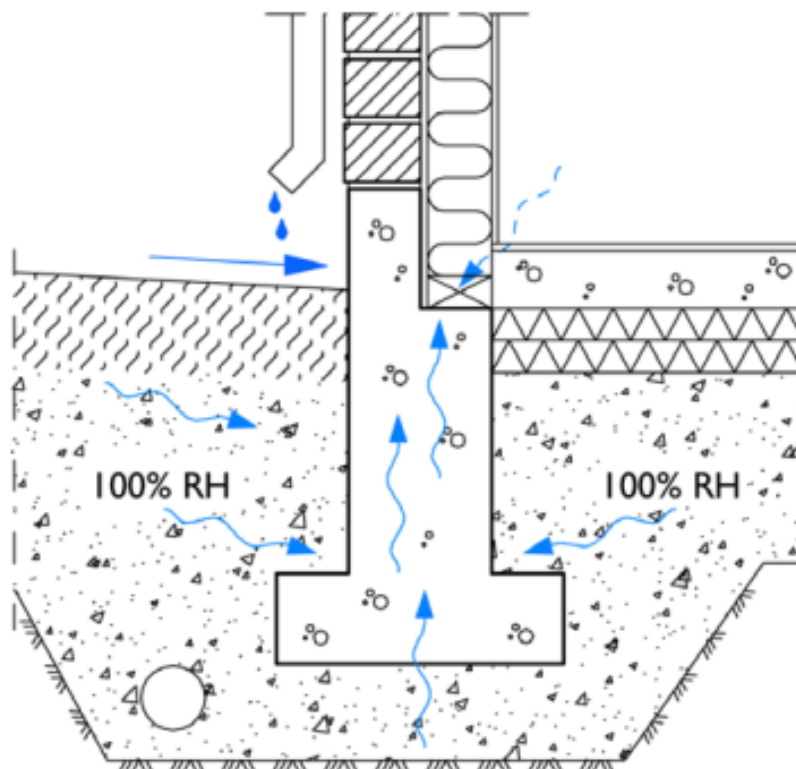
Valesokkelirakenteella tarkoitetaan riskirakenteeksi luokiteltua perustusrakennetta, missä kantavan rungon ja eristetilan alareuna on alempana kuin sokkelin ulkoreunan rakenne. Esimerkiksi julkisivumuurauksen alareunaa on nostettu betonisella rakenteella varsinaisen sokkelirakenteen pinnalta 300 mm ylöspäin. Puurunkoisessa ulkoseinärakenteessa alaohjauspuun alareuna on tyypillisesti n. 100-200 mm lattiapinnan alapuolella. Valesokkelirakenteen käyttö pientaloissa rajoittuu pääsääntöisesti 1960-luvulta 1990-luvun alkuun. (Kärki & Öhman 2007, 32; RT 80-10712 1999, 4-5)



Kuva 4. Tyypillisen valesokkelirakenteen rakenneosat (Tunnista ja tutki riskirakenne 2012, 11)

Rakenteeseen kohdistuvia vaurioiden kannalta merkityksellisiä kosteuslähteitä ovat erityisesti maaperän kosteus, viistosade, hulevedet ja sisäilman kosteus. Valesokkelirakenteen vaurioitumisherkkyys perustuu rakenteen alaosan heikkoon kuivumiskykyyn ja kosteuden kertymiseen tälle alueelle. Rakenteen huono

kuivumiskyky johtuu yleisesti puutteellisesta tai tukkiutuneesta tuuletusraosta. Lisäksi rakenteen valesokkeli on usein toteutettu betonisena, jolloin rakenteen kuivuminen diffuusiolla ulospäin on erittäin hidasta. Valesokkelirakenteessa kosteudesta johtuvia vaurioita esiintyy tyypillisesti eristetilan alaosassa, alaohjauspuussa ja sisäverhouslevyn alaosissa. (Ympäristöopas 2016, 157-159; RIL 255-1 2014, 149-153)



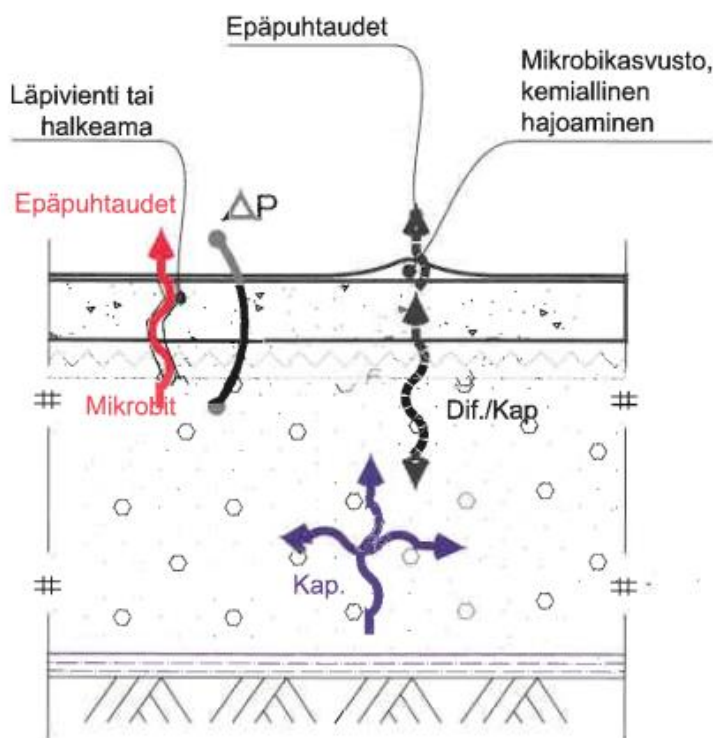
KUVA 5. Valesokkelirakenteen vaurioiden kannalta merkittävimmät kosteuslähteet ja kosteuden siirtyminen rakenteeseen (Ympäristöopas 2016, 158)

Rakennetta ympäröivän maaperän kosteus pääsee siirtymään rakenteeseen kapillaarisesti pintajännitysvoimien aiheuttaman huokosalipaineen vaikutuksesta. Julkisivuihin kohdistuva viistosade kastelee tiiliverhouksen pinnan, josta kosteus siirtyy kapillaarisesti rakenteen sisään. Sisäilmassa oleva kosteus voi siirtyä rakenteeseen diffuusion vaikutuksesta höyrynsulun ollessa puutteellinen ja tiivistyä rakenteen kylmille pinnoille. Maapinnan kallistuksien ja sokkelin vedeneristyksen ollessa puutteelliset, pääsee hulevedet valumaan sokkelin pintaa vasten ja kastelemaan rakennetta. (Ympäristöopas 2016, 157-159; Tunnista ja

tutki riskirakenne 2012, 11-21; Suunnittelijan opas koulurakennusten sisäilmasto-ongelmien ja kosteusvaurioiden korjaamiseen 2008, 154; RIL 255-1 2014, 149-150; RT 80-10712 1999, 4-5)

3.3 Maanvastainen alapohja

Kappaleessa käsitellään maanvastaista alapohjarakennetta, joka koostuu päällystemateriaalista, maanvaraisesta betonilaatasta, alapuolisesta polystyreenieristeestä ja täyttökerroksesta. Maanvastaiselle alapohjarakenteelle kosteusrahitusta aiheuttaa yleisesti maaperästä kapillaarisesti ja diffuusiolla siirtyvä kosteus, rakennusaikainen kosteus ja rakennuksen käytöstä johtuva kosteus.



KUVA 6. Maanvastaisen alapohjarakenteen kosteustekninen toiminta ja vaurioitumismekanismit (Suunnittelijan opas koulurakennusten sisäilmasto-ongelmien ja kosteusvaurioiden korjaamiseen 2008, 115)

Maaperän kosteuspitoisuuteen ja tätä kautta kosteuden kapillaariseen nousuun vaikuttaa erityisesti rakennuspohjan kuivatus ja piha-alueen vedenohjaus sekä maaperän ja täytön ominaisuudet. Tyypillisesti rakennuspohjassa oleva kosteus

pääsee nousemaan kapillaarisesti betonilaattaan, jos täyttökerroksena on käytetty liian hienorakeista maa-ainesta. Laatan alapuolella sijaitseva eristekerros voi rajoittaa kosteuden kapillaarista nousua ja estää betonirakenteen kosteuspiitoisuuden kasvun. (Ympäristöopas 2016, 185-186; Suunnittelijan opas koulurakennusten sisäilmasto-ongelmien ja kosteusvaurioiden korjaamiseen 2008, 114-115; RIL 250 2011, 189-190; RIL 255-1 2014, 151-157)

Maaperän ja sisäilman välisen diffuusiovirran suuruuteen ja suuntaan vaikuttaa erityisesti maaperän ja sisäilman lämpötila sekä kosteuspiitoisuus. Maaperän lämpötila riippuu rakenteen lämmöneristävydestä eli eristemateriaalista ja sen paksuudesta sekä ulkopuolisista lämmönlähteistä. Maaperän lämpötilan ollessa asuinrakennuksen normaaleissa käyttöolosuhteissa yli +10 °C:tta on diffuusiovirran suunta maaperästä sisäilmaa kohti. Alapohjarakenne kuitenkin toimii diffuusion kannalta, jos eristeen eri puolille muodostuu likimäärin 3 °C lämpötilaero. Lämpötilojen ollessa epäedulliset, saattaa betonirakenteen kosteuspiitoisuus nousta ja rakenne kosteusvaurioitua. (Leivo & Rantala 2000, 69-70; Harderup 1991; Suunnittelijan opas koulurakennusten sisäilmasto-ongelmien ja kosteusvaurioiden korjaamiseen 2008, 114-115)

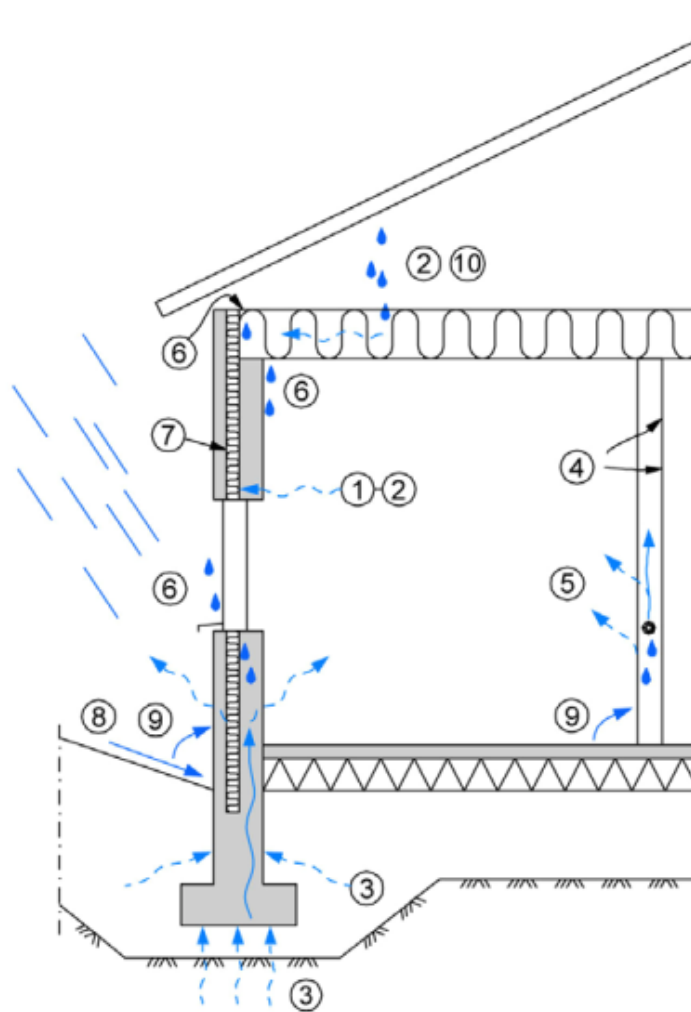
Kuvan 6 tyyppisessä maanvastaisessa rakenteessa kosteuspiitoisuuden nousun aiheuttamat merkittävimmät vauriot kohdistuvat rakenteen sisäpuolen pinnoitteisiin. Liiallinen kosteusrasitus saattaa aiheuttaa lattiapinnoitteiden tai niiden kiinnitysmateriaalien vaurioitumisen. Esimerkiksi lattiapäällysteenä olevan vesihöyrytiivin muovimaton alle kertyvä kosteus ei pääse kuivumaan ylöspäin ja seurauksena on mattoliiman ja muovimaton vaurioituminen. (Ympäristöopas 2016, 185-186; Suunnittelijan opas koulurakennusten sisäilmasto-ongelmien ja kosteusvaurioiden korjaamiseen 2008, 114-115; RIL 250 2011, 189-190; RIL 255-1 2014, 151-157)

Alapohjarakennetta kokonaisuutena tarkastellessa on myös syytä kiinnittää huomioita rakenteen ja liittymäkohtien ilmatiiveyteen. Betoni itsessään on lähtökohdaisesti tiivis, mutta esimerkiksi kuivumiskutistumisen aiheuttamien halkeamien ja tiivistämättömien läpivientien kautta saattaa aiheutua haitallisia ilmavirtauksia. Rakennusajankohdalle on hyvin tyypillistä, että läpivientejä ja rakenneliittymiä ei

ole tiivistetty. Maaperässä on lähtökohtaisesti otolliset olosuhteet mikrobikasvustolle, joten mahdollisen konvektion välityksellä maaperän epäpuhtauksien ja radonin siirtyminen sisäilmaan on todennäköistä. (Ympäristöopas 2016, 185, 198; Suunnittelijan opas koulurakennusten sisäilmasto-ongelmien ja kosteusvaurioiden korjaamiseen 2008, 114-115; RIL 250 2011, 74-75)

3.4 Seinä- ja ikkunarakenteet

Tiiliverhoiltuihin tolpparunkoisiin seinärakenteisiin (kuorimuuri ja rankaseinä) vaikuttavia merkittävimpiä kosteusrasituksia ja kosteuslähteitä ovat viistosade, huilvedet ja sisäilman kosteus. Seinärakenteiden kosteusteknisessä toiminnassa oleellisimpia ominaisuuksia ovat julkisivun vedenpitävyys, rakenteen tuuletuvuus sekä sisäpinnan vesihöyry- ja ilmatiiveys. Kuvassa 7 on esitetty yleisimmät seinärakenteiden kosteusvaurioiden aiheuttajat.



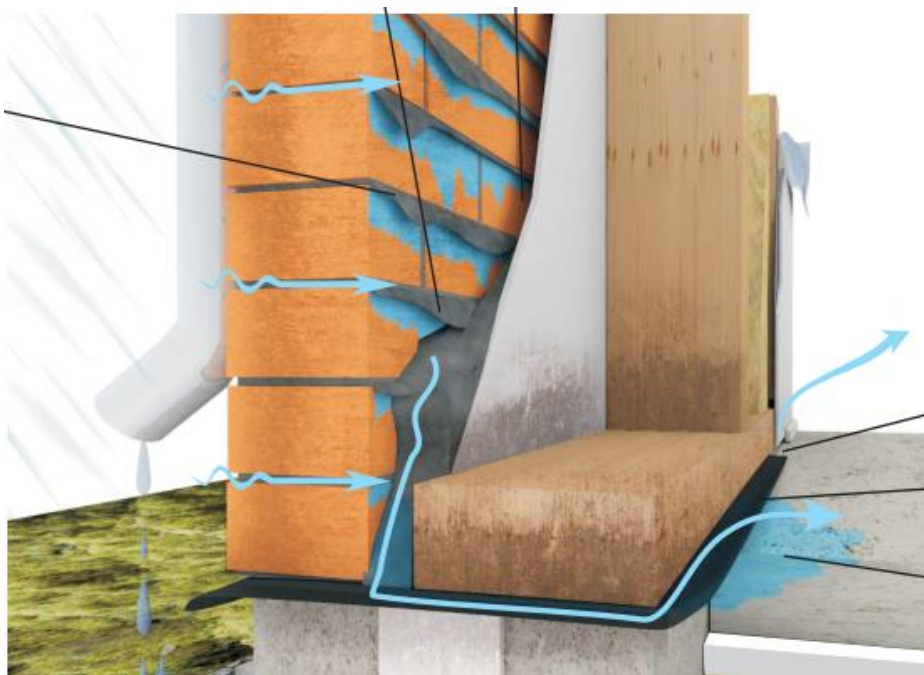
- 1 Sisäilman kosteuden diffuusio rakenteen kylmiin osiin
- 2 Kosteuskonvektio sisältä kylmiin tiloihin, kun rakennus on ylipaineinen kylmiin tiloihin verrattuna
- 3 Kapillaarinen veden nousu maasta seiniin
- 4 Kosteiden tilojen vedeneristyksen puutteet
- 5 Rakenteen sisällä oleva putkivuoto
- 6 Ulkoseinään tai sen läpi tunkeutuva vesisade
- 7 Tuuletusraon tukkeutuminen
- 8 Sadeveden ja lumen sulamisvesien valuminen rakennukseen päin sekä puutteellinen sadeveden poistojärjestelmä
- 9 Roiskevesi
- 10 Katon vesivuotojen tunkeutuminen ulkoseinä- rakenteisiin

KUVA 7. Seinärakenteen kosteusvaurioiden aiheuttajat (Ympäristöopas 2016, 161)

Tiiliverhoilussa ulkoseinärakenteessa korostuu rakenteen riittävä tuuletuvuus ja seinän alaosan rakenne vedenohjauksen kannalta. Viistosateella tiilimuuraus imee voimakkaasti vettä tiilen kapillaarisista ominaisuuksista johtuen ja rakenteen ulkopinnalle ei helposti synny imeytymiseltä suojaavaa vesikalvoa. Veden pääsy rakenteen sisään on lisäksi mahdollista muurauksessa olevien halkeamien

tai julkisivun muiden epätiivetysohjoitusten kautta. Rakenteen tuuletusraon yksi tehtävä on mahdollistaa tiilikuoren kuivaminen ulkoilmaan ja näin estää kosteusvaurion syntyminen. Seinärakenteen alareunassa tulee olla tiilimuurausten sisäpintaa pitkin valuvan veden hallittu poistoreitti, muuten vesi saattaa vaurioittaa puurungon ja eristeiden alaosaa. (RIL 255-1 2014, 131-137; Ympäristöopas 2016, 157-159)

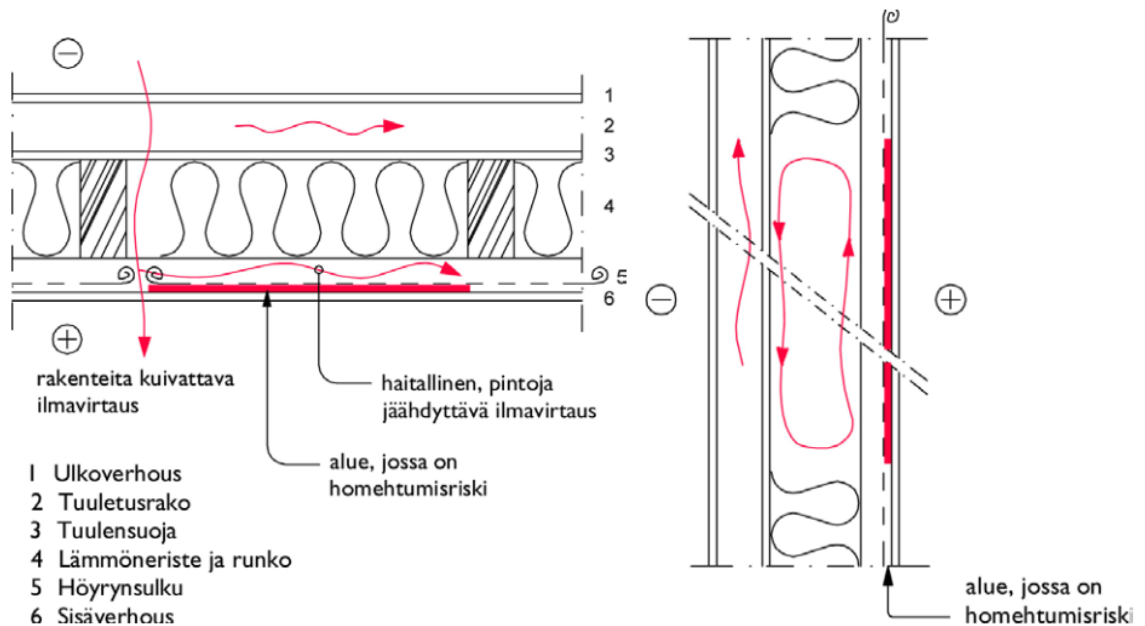
Vanhemman rakennuskannan tiilimuurauksille on tyypillistä, että muuratessa syntyvät laastipurseet tukkivat tuuletuksen seinärakenteesta. Laastipurseiden kasaantuminen seinän alaosiin heikentää tuuletusta sekä samalla ohjaa tiilimuurin sisäpintaa pitkin valuvan veden seinän eristekerrokseen. Tuuletusraon puutteellisuus tai tukkeutumien ei rajoitu ainoastaan seinärakenteen ja tiilimuurausten alaosiin. Tuuletusrako voi olla esimerkiksi tukittu rakenteen yläpäästä tai ikkunaliitoksista virheellisten rakenneratkaisuiden takia. (RIL 250 2011, 193-194; Ympäristöopas 2016, 157-159, 174-175, RIL 255-1 2014, 133-134)



KUVA 8. Havainnekuva saumapurseiden aiheuttamasta tuuletusraon tukkeutumisesta ja sadeveden johtumisesta rakenteeseen (Tunnista ja tutki riskirakenne 2012, 20, muokattu)

Puurankarunkoisen seinärakenteen lämpimällä puolella sijaitsevan höyrynsulun tehtävä on estää rakenteen läpi tapahtuva kosteuden siirtyminen konvektion ja diffuusion välityksellä. Lisäksi höyrynsulkukerros estää rakenteesta sisäilmaan

kohdistuvat ilmavirtaukset, jotka ovat mahdollisia esimerkiksi tilojen alipaineisuuden vuoksi. Höyrynsulun epätiiviyshkohdat voivat aiheuttaa sisäilman kosteuden tiivistymisen rakenteen kylmiin pintoihin ja epäpuhtauksien kulkeutumisen sisäilmaan ilmavuotojen kautta. Höyrynsulun tyypillisiä epätiiviyshkohtia on saumakohdat, rakenneliittymät ja läpiviennit. Kuvassa 7 on esitetty rakenteessa tapahtuvien ilmavirtauksien vaikutusta rakenteen kosteustekniseen toimintaan. Ympäristö-opas 2016, 157-158, 164-166; RIL 255-1 2014, 133-137)

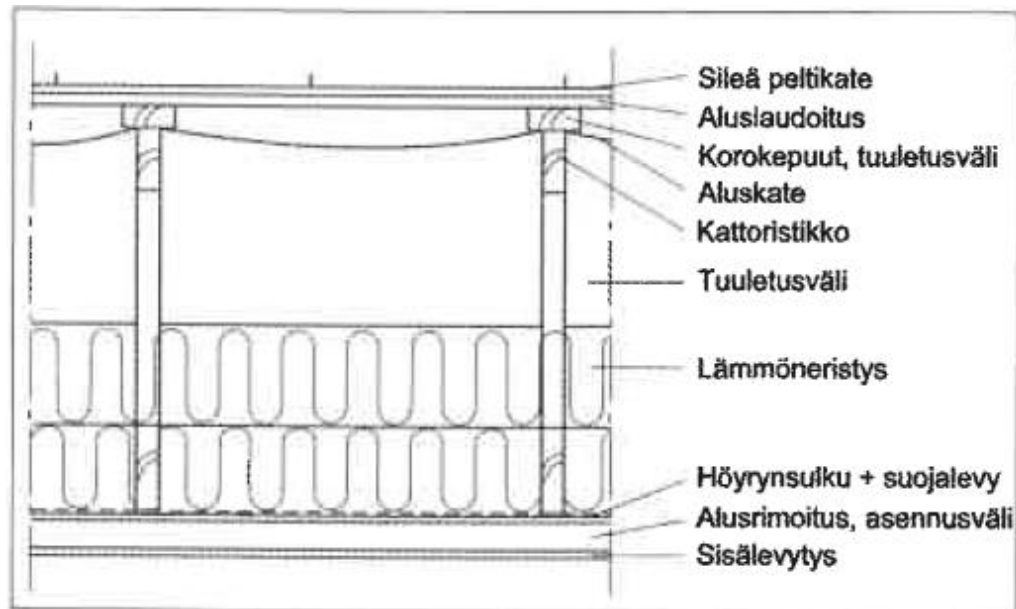


KUVA 9. Puutteellisesti toteutetussa ulkoseinärakenteessa tapahtuvat ilmavirtaukset ja niiden vaikutus rakenteen kosteustekniseen toimintaan (Ympäristöopas 2016, 166)

3.5 Vesikatto ja yläpohja

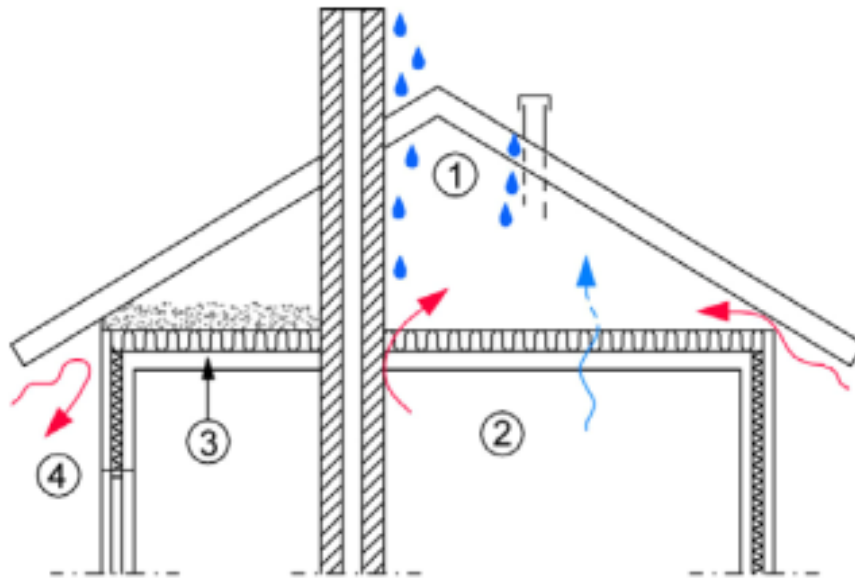
Kappaleessa tarkastellaan tavanomaista tuulettuvaa vesikatto- ja yläpohjarakennetta, joka koostuu kantavista harjamallisista naulalevyristikoista, vesi- ja aluskatteesta, tuulettuvasta ullakko-ontelosta ja eristetyistä yläpohjarakenteesta. Naulalevyristikoilla toteutetut tuulettuvat yläpohja- ja vesikattorakenteet ovat hyvin yleisessä käytössä edelleen tämän päivän rakentamisessa. Rakennetyypissä esiintyy paljon variaatioita muun muassa yläpohjan eristemateriaalin ja vesikatemateriaalin osalta, jotka vaikuttavat rakenteen vaurioitumisherkkyteen ja kos-

teustekniseen toimintaan. Yläpohja- ja vesikattorakenteen merkittävimpiä kosteusrasituksia- ja kosteuslähteitä ovat sadevesi, sulamisvesi sekä sisä- ja ulkoilman kosteus. Rakenteen periaatekuva esitetty kuvassa 10. (Ympäristöopas 2016, 180-181)



KUVA 10. Kevytrakenteinen tuulettuva yläpohja, jossa korkea ullakko-ontelo. (RIL 255-1 2014, 104)

Vesikattorakenteen tärkein tehtävä on olla vesitiivis ja estää haitallisen kosteuden pääsy yläpohjarakenteeseen. Yleisesti harjamalliset vesikatot on toteutettu jyrkinä (kaltevuus $\geq 1:10$) ja ulkopuolisella vedenpoistolla varustettuna. Jyrkissä katoissa käytetään usein epäjatkuvia katemateriaaleja kuten tiili- ja profiilipeltikate, jotka eivät ole itsessään vesitiiviitä. Epäjatkuvien katemateriaalien kanssa käytetään nykyohjeistuksen mukaisesti aluskatetta. Vesikatteen vesitiiveyden kannalta oleellista on aluskatteen ja sen läpivientien tiiveys sekä huolellinen toteutus. Yleisimmät vesikaton epätiiveyden aiheuttajat ovat läpivientien, liitosten ja saumojen epätiiviyys, aluskatteen puute sekä vesikatteen rikkoutuminen ulkoisen rasituksen seurauksena. Vesikatteen vuotokohdista tunkeutuva vesi voi päästä yläpohja- ja seinärakenteisiin aiheuttaen kosteusvaurion. Aluskatteen alapintaan on myös mahdollista tiivistyä kosteutta sopivien sääolosuhteiden seurauksena. Hyvin tuulettuvassa yläpohjarakenteessa kondenssilla syntynyt kosteus pääsee poistumaan, eikä aiheuta vauriota. Yläpohjan kosteusrasituksia esitetty kuvassa 11. (Ympäristöopas 2016, 176-180; RIL 255-1 2014, 91-93; RT 80-10712, 9; Toimivat katot 2019, 63)



- 1 Vesikatto vuotaa epätiiväistä katteesta johtuen ja/tai läpivientien kohdalta
- 2 Sisäkosteus siirtyy kylmiin rakenteisiin diffuusiolla ja konvektiolla
- 3 Yläpohjan korkea rakennekosteus
- 4 Tuuletus toimii puutteellisesti, jos lämmöneristeet tukkivat tuuletusvälin

KUVA 11. Yläpohjan merkittävimmät kosteusrasitukset. (Ympäristöopas 2016, 181)

Yläpohjan kosteusteknisen toiminnan kannalta merkittävimpiä seikkoja on yläpohjatilan tuulettavuus, rakenteen lämmöneristävyys ja sisäpinnan ilma- ja vesihöyrytiiveys. Korkealla ullakkotilalla varustetun yläpohjarakenteen tuulettavuus perustuu kosteuden poistumiseen konvektiolla tuuletusilmassa. Yleensä tuuletus tapahtuu ilman painovoimaisen siirtymisen ja tuulen aiheuttamien paine-erojen yhteisvaikutuksena. Yläpohjan puutteellisen tuuletuksen syitä ovat yleisesti tuuletusrakojen tukkeutuminen, tuuletusrakojen riittämätön määrä ja tuuletustilan epäjatkuvuus esimerkiksi sisätaitteessa. Tuuletuksen puutteellisuus hidastaa rakenteeseen päässeän kosteuden poistumista ja edesauttaa kosteusvaurion syntymisessä. (Ympäristöopas 2016, 180-183; RIL 255-1 2014, 91-92; RIL 250 2011, 194)

Rakennuksen ilmanvaihdon toimiessa tavanomaisesti rakennuksen sisätilojen yläreunassa vallitsee ylipaine suhteessa ulkoilmaan. Paine-ero syntyy sisä- ja ulkoilman välisen lämpötilaeron ja tuulenpaineen vaikutuksesta. Rakennuksen yläosien ollessa ylipaineisia pyrkii lämpimän sisäilman sisältämä kosteus siirtymään yläpohjarakenteeseen diffuusiolla rakenteen läpi tai konvektiolla ilmavuotojen seurauksena. Konvektiolla siirtyvän kosteuden määrä on huomattavasti suurempi kuin diffuusiolla, jonka takia rakenteen sisäpinnan ilmatiiveys on erittäin tärkeää. Ilmavuotojen kautta konvektiolla siirtyvä kosteus voi tiivistyä yläpohjarakenteen kylmiin pintoihin ja aiheuttaa kosteusvaurion. Konvektion seurauksena rakenteeseen kohdistuu kuitenkin tavanomaista voimakkaampi lämpövirta, joka pienentää tiivistymisen vaaraa. (Ympäristöopas 2016, 165-166, 180-181; RIL 107 2012, 26-28, 89,101-103; RIL 255-1 2014, 92, 100-101,116)

Rakennuksen yläosien ilmatiiveys korostuu myös rakennuksen yläosien ollessa alipaineisia esimerkiksi ilmanvaihdon vaikutuksesta. Tällöin ilmavirtaukset pyrkivät ulkotilasta sisäilmaan. Kosteus- ja lämpöteknisesti kylmästä tilasta lämpimään tilaan tapahtuvat ilmavirtaukset kuivattavat, mutta myös viilentävät rakennetta. Rakenteiden läpi tulevien ilmavirtauksien mukana sisäilmaan saattaa kulkeutua rakenteista ja ulkoilmasta peräisin olevia epäpuhtauksia kuten mikrobit ja radon. Samanaikaisesti kosteuden diffuusiovirran suunta on kuitenkin sisätiloista ulkoilmaa kohti. Eristetilan kylmien ilmavirtauksien tai lämmöneristeen puutteellisuuden seurauksena sisäilmasta diffusoituva kosteus saattaa tiivistyä jäähtyneen höyrynsulun sisäpintaan ja aiheuttaa kosteusvaurion. (Ympäristöopas 2016, 165-166, 180-181; RIL 107 2012, 26-28, 89,101-103; RIL 255-1 2014, 92, 100-101,116; Siikanen 2014, 70-72)

3.6 Märkätilat

Märkätiloissa rakenteille suuriman kosteusrasituksen aiheuttaa juoksevan veden käyttö sekä siitä aiheutuva huoneilman kosteuslisä. Sisäilman kosteuspitoisuudesta rakenteille aiheutuvaan kosteusrasitukseen vaikuttaa käytön lisäksi ilmanvaihdon toimivuus ja pintalämpötilat. Märkätiloissa kulkee myös paljon vesijohdot, jotka voivat hajotessaan tai vuotaessaan aiheuttaa vaurioita. (Ympäristöopas 2016, 168-171; RIL 250 2011,197-198; RIL 107 2012, 194-195)

Märkätilojen käytön aikana huonetilan lämpötila ja kosteuspitoisuus nousevat hetkellisesti, jonka seurauksena rakenteiden pinnoille tiivistyy kosteutta filmi- ja pisarakondenssina. Jos rakenteiden pintamateriaaleja ei ole suunniteltu kestämään kosteudesta aiheutuvaa räsitusta, voi rakenteen pinta vaurioitua. Ilmanvaihdon päätelaitteiden väärän sijoittelun tai ilmanvaihdon puutteellisen toiminnan seurauksena huonetilan kosteuspitoisuus voi pysyä korkealla pitkiäkin aikoja ja levitä muihin huonetiloihin. (Ympäristöopas 2016, 168-171; RIL 250 2011, 197-198; RIL 107 2012, 194-195)

Märkätilojen tyypillisimmät kosteusvauriot johtuvat yleisesti tilojen puutteellisesta tai vaurioituneesta vedeneristävydestä sekä rakenteiden huolimattomasta toteutuksesta. Lattian virheellisten kaatojen seurauksena vesi voi lammikoitua ja kulkeutua rakenteisiin aiheuttaen vaurioita. Muovimatolla päällystetyissä tiloissa puutteita ilmenee tavanomaisesti kaivojen liitoksissa, lattian ja seinärakenteen vedeneristeen liitoksissa sekä päällysteen saumakohtissa ja läpivienneissä. Kosteuden päästessä vedeneristeen alle se leviää kapillaarisesti laajalti rakenteeseen, eikä kosteus pääse kuivumaan tiiviin päällysteen tai pinnoitteen läpi. Kuvassa 12 on esimerkki muovipintaisten märkätilojen puutteista. (Ympäristöopas 2016, 168-171; RIL 250 2011, 197-198; RIL 107 2012, 194-195)



KUVA 12. Suihkunurkkauksen alaosassa olevat vuotavat vesijohtoputkien läpiviennit sekä vedeneristeenä toimivan muovitapetin puutteellinen kiinnitys. (Ympäristöopas 2016, 169; P. Laamanen, Vahanen Oy.)

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä pääluvussa käsitellään tutkimusmenetelmien valintaa yleisesti, sekä case-kohteeseen soveltuvia tutkimusmenetelmiä. Alaluvuissa tuodaan esille yksittäisten tutkimusmenetelmien tavoite ja yleisluonne. Tutkittavassa kohteessa käytettyjen menetelmien tarkempi kuvaus ja tutkimusmäärät on esitetty kohteen tutkimusselostuksessa (liite 1).

4.1 Tutkimusmenetelmien valinta yleisesti

Tutkimusmenetelmien valinta perustuu pääosin alustavaan riskiarvioon sekä tutkittavan kohteen lähtötilanteeseen. Tutkimusmenetelmän valintaan vaikuttaa oleellisesti kohteen rakenteet, tutkimusajankohta, kohteen käytön asettamat rajoitukset sekä tavoiteltu informaatio ja sen vaadittu tarkkuus. Tutkimusmenetelmiä valittaessa tulee huomioida tutkimusten monipuolisuus, systemaattisuus, kattavuus ja edustavuus. Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) mukaisesti ensisijaisina tutkimusmenetelminä käytetään rakenneteknisiä menetelmiä ja tarvittaessa tuloksia täydennetään esimerkiksi sisäilmamittauksilla. Pelkän ilmanäytteen tuloksen perusteella ei voida todeta rakenteiden vaurioitumista, eikä pelkkä ilmanäytteen perusteella saatu tulos täytä asetuksen toimenpiderajan ylittymisen vaatimuksia. (Ympäristöopas 2016, 29-30; RIL 255-1 2014, 378-379)

Käytettävät tutkimusmenetelmät pitää olla yleisesti tunnettu ja tarkoitukseen hyväksytyjä. Tutkimusmenetelmistä saatavat tulokset täytyy olla tulkittavissa yleisesti hyväksytyjen ohjejulkaisuiden perusteella. Tutkimusmenetelmissä käytettävä kalusto tulee olla tutkimusmenetelmään soveltuva ja kalibroitu luotettavien tulosten saamiseksi. Menetelmien valinnassa on huomioitava, että rakenteita rikkomattomat menetelmät suoritetaan aina ensin, jonka jälkeen tuloksia ja havaintoja tarkennetaan rakenteita rikkovilla menetelmillä. (Ympäristöopas 2016, 29-30, RIL 255-1 2014, 378)

4.2 Case kohteeseen soveltuvat menetelmät

4.2.1 Aistinvaraiset tarkastelut

Aistinvarainen tarkastelu perustuu tutkijan näkemiin, tuntemiin, kuulemiin ja haistamiin havaintoihin. Aistinvarainen tarkastelu on yksi kuntotutkimuksen tärkeimpiä vaiheita. Aistinvaraista tarkastelua hyödynnetään tutkimuksen alkuvaiheessa kohteen yleiskuvan muodostamisessa ja kiinteistön pintapuolisessa kartoituksessa. Pelkästään rakennusta, rakenteita ja piha-aluetta silmämääräisesti tutkimalla voidaan varmistua muun muassa suunnitelmien poikkeamista, rakennuksen yleiskunnosta ja mahdollisista näkyvistä kosteusvaurioista. Aistinvarainen arviointi aloitetaan kohteen katselmuskäynnillä, jonka jälkeen havaintojen perusteella pystytään tarkentamaan tutkimussuunnitelmaa ja tutkittavia rakenteita. Aistinvaraisessa tarkastelussa tulee kiinnittää huomioita ainakin seuraaviin seikkoihin:

- pintamateriaalien kunto, ikä ja siisteys
- näkyvät kosteusjäljet ja mahdolliset mikrobi- ja homekasvustot
- poikkeavat hajut, kuten home ja kemikaalit
- riskirakenteet ja muut tavanomaisista poikkeavat rakenneratkaisut
- ilmanvaihdon toiminta ja siihen liittyvien laitteiden kunto ja ikä
- ilmavuodot ja painesuhteet
- muutokset suunnitelmiin nähden
- tilojen käyttötottumukset
- huolto- ja korjaushistoria sekä kunnossapidon laatu
- poikkeavat pintalämpötilat

(Ympäristöopas 2016, 30-31; RIL 255-1 2014, 379)

Tutkimuksen muissa vaiheissa aistinvaraisella havainnoinnilla pystytään tukemaan mittaustuloksia ja tekemään johtopäätöksiä rakenneavauksista. Esimerkiksi muovimaton viiltomittauksen yhteydessä on tärkeää arvioida lattiapinnoitteen kuntoa näkö- ja hajuhavainnoin. Aistinvaraisen havainnoinnin apuvälineenä käytetään tavanomaisesti pintakosteusmittausta ja merkkisavua. Merkkisavun liike ilmavirtausten mukana on silmin havaittavissa. (Ympäristöopas 2016, 30-31; RIL 255-1 2014, 379)

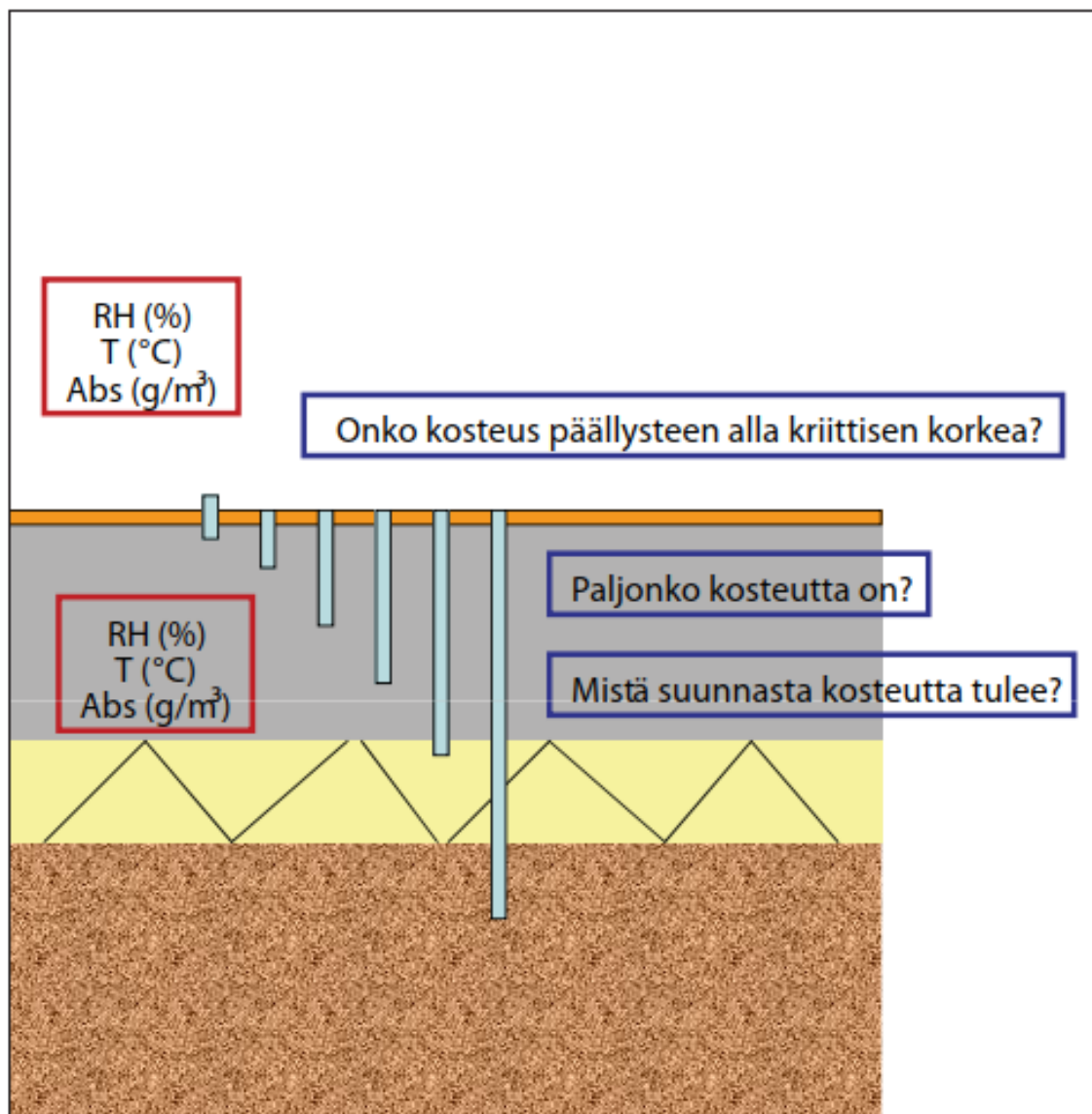
4.2.2 Kosteusmittaukset

Rakenteiden kosteusmittaukset jaetaan tarkkoihin ja suuntaa antaviin mittauksiin. Tarkkoja mittauksia ovat näytepalamittaukset, rakenteen sisältä suoritettavat mittaukset ja kuivaus-punnitus –menetelmä. Suuntaa antavia mittaussmenetelmiä ovat pintakosteusmittaukset sekä piikkimittaukset, jotka suoritetaan rakenteen pinnalta tai läheltä pintaa. (RIL 255-1 2014, 368, 379, 381)

Suuntaa antavia mittaussmenetelmiä kutsutaan vertailututkimuksiksi ja niillä pyritään arvioimaan, onko rakenne märkä vai kuiva. Pintakosteusmittaus perustuu mitattavan materiaalin sähkönjohtavuuteen. Laajalta alueelta tehtävissä mittauksissa voidaan vertailuarvojen perusteella havaita antaako pintakosteusmittari tietyillä alueilla korkeampia lukemia ja näin päätellä lisäselvityksen tarve ja sijainnit. Piikkimittauksella pystytään mittaamaan suuntaa antavasti pehmeän materiaalin kosteuspitoisuus painoprosentteina. Saatua arvoa voidaan verrata joko varmasti kuivaksi tiedetyn kohdan arvoihin tai yleisesti taulukoituihin rakennemateriaalien kosteuspitoisuuksiin painoprosentteina. Molemmat mittaustavoista ovat niin sanottuja ainetta rikkomattomia menetelmiä. (Ympäristöopas 2016, 30-31; RIL 255-1 2014, 368-369, 379, 381)

Tarkoilla mittaussmenetelmillä pyritään selvittämään rakenteen kosteuspitoisuus, kosteusjakauma ja kosteuden siirtymisen suunta. Menetelmä valitaan sen mukaan, halutaanko selvittää rakenteen suhteellista kosteutta vai materiaalin tarkkaa kosteuspitoisuutta painoprosentteina. Suhteellisen kosteuden mittaussmenetelmiä ovat näytepala-, porareikä- ja viiltomittaussmenetelmä. Materiaalin tarkka kosteuspitoisuus painoprosentteina selvitetään kuivatus-punnitus –menetelmällä. Tarkat suhteellisen kosteuden mittaussmenetelmät perustuvat kosteuden vaihtelun aiheuttamiin muutoksiin materiaalin ominaisuuksissa. Yleisesti kosteusanturit ovat kapasitiivisia eli ne vaativat mittaussmenetelmästä riippuvan kosteuden tasaantumisjakson mittapään ja rakenteen olosuhteiden välillä. Havainnollistava esimerkki tyypillisestä rakenteen suhteellisen kosteuden mittaussmenetelmästä on esitetty kuvassa 13. Kiviaineisten rakenteiden suhteellisen kosteuden mittaamisesta on olemassa Rakennusteollisuus Oy:n julkaisema ohje-

kortti RT 14-10984. Viilto- ja kosteustutkimusten suorittamiseen ja tulosten tulkintaan on esitetty ohjeita Hanna Keinäsen opinnäytetyössä: Hyvät tutkimustavat betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin, 2013. (Ympäristöopas 2016, 53-58; RIL 255-1 2014, 369-370, 340)



KUVA 13. Rakenteen kosteusjakauman määrittäminen porareikä- ja viilto- ja viilto- ja kosteustutkimusmenetelmien yhdistelmällä. Viilto- ja kosteustutkimuksella selvitetään rakenteen päällysteen alapuolinen kosteuspitoisuus ja porareikämenetelmällä lopun rakenteen kosteusprofiili. (RT 14-10984, 15)

4.2.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Rakenneavauksilla pyritään tarkentamaan aistinvaraisilla- ja suuntaa antavilla menetelmillä saatuja tuloksia. Rakenneavaukset pyritään mahdollisuuksien mukaan kohdistamaan havaituille tai arvioiduille riskialueille. Rakenneavauksesta selvitetään rakenteen rakennetyyppi, toteutustapa ja materiaalien kunto. Materiaalien kuntoa voidaan arvioida rakenneavauksen yhteydessä aistinvaraisesti, kosteusmittauksin sekä tarvittaessa materiaalinäyttein. Materiaalinäytteiden ottaminen ei kuitenkaan ole välttämätöntä, jos vaurio pystytään tunnistamaan luotettavasti muilla menetelmillä tai sisäilmassa oleva ei voi altistua kasvustolle. (Ympäristöopas 2016, 45-46, 141; RIL 255-1 2014, 379-380)

Rakenneavauksien määrä ja koko on suunniteltava aina tapauskohtaisesti lähtötietojen ja aiempien havaintojen perusteella. Rakenneavaukset pyritään tekemään aina tilan käytölle mahdollisimman vähän haittaa aiheuttavaan paikkaan. Rakenneavauksien tyyppi ja suuruus riippuvat tutkittavasta rakenteesta ja sen materiaaleista. Esimerkiksi maanvastaiselle betonirakenteelle riittävä avaus on usein 16-32 mm porareikä, kun kevyeen ulkoseinärakenteeseen on tarpeen tehdä noin 300 x 300 mm avaus. Listojen, peltien ja peitelevyjien avauksilla voidaan myös saada oleellista tietoa rakenteiden liittymistä ja toteutustavoista. Porareikiä ja ahtaampia rakoja pystytään tarkastelemaan esimerkiksi endoskoopilla. Avattujen rakenteiden suunnitelmienmukaisuutta voidaan selvittää vertaamalla toteutuneen rakenteen dimensioita ja materiaaleja alkuperäisiin suunnitelmiin. Rakenneavauksia tehtäessä on myös huomioitava rakenteen paikkausmahdollisuus sekä työnaikainen suojaus ja pölynhallinta. (Ympäristöopas 2016, 45-47; RIL 255-1 2014, 379-380)

Rakenneavauksista voidaan ottaa tarvittaessa materiaalinäytteitä, joille tehdään mikrobianalyysi. Mikrobianalyysissä selvitetään materiaalin sisältämien mikrobien määrä ja laatu, minkä perusteella pystytään päättämään, onko kyseinen materiaali ollut riittävän pitkään mikrobikasvustolle otollisissa olosuhteissa. Mikrobikasvuston esiintymiseen vaikuttaa erityisesti materiaalin homehtumisherkkyys, lämpötila, kosteus ja aika. Materiaalinäytteet tukevat rakenteen kokonaisvaltaista tutkimusta ja auttavat vahvistamaan tai poissulkemaan kosteusvaurion tai mikrobikasvuston esiintymisen. Materiaalinäytteitä voidaan myös käyttää

apuna korjauslaajuuden määrittämisessä. Kuntotutkimuksessa on erityisen tärkeää analysoida mahdollisen mikrobikasvuston haitallisuutta ja vaikutusta sisäilman laatuun. Materiaalinäytteiden ottamiselle ja analysoinnille on määritetty vaatimukset Valviran julkaisemassa asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) soveltamisohjeen osassa IV. (Ympäristöopas 2016, 48-50, 130-131, 141-146; RIL 255-1 2014, 382)

4.2.4 Ilmatiiveyden tarkastelu

Rakenteiden ilmatiiveyden mittauksilla pyritään selvittämään mahdollisten epäpuhtauksien kulkureittejä ilmavuotojen kautta sisäilmaan sekä arvioimaan rakenteiden ilmavuotojen sijaintia ja vaikutusta rakenteiden toimintaan. Ilmatiiveyttä ja ilmavirtauksia voidaan tutkia aistinvaraisesti, merkkisavulla, merkkiainetutkimuksella, lämpökuvauksella, tiiveysmittauksella sekä virtausnopeus- ja paine-eromittauksilla. Tässä luvussa tarkastellaan ainoastaan merkkisavututkimusta ja lämpökuvauksia. Rakenteiden ilmatiiveyden tutkimista merkkiainekokein on käsitelty Rakennusteollisuus Oy:n julkaisemassa ohjekortissa RT 14-11197. (Ympäristöopas 2016, 58)

Merkkisavulla ja aistinvaraisella tarkastelulla pystytään tutkimaan ilmavirtauksien suuruutta ja suuntaa esimerkiksi rakenteen ja huonetilan välillä sekä kahden yksittäisen tilan välillä. Merkkisavututkimus perustuu aistinvaraisesti havaittavaan valkoiseen savuun, jota lasketaan pullosta tutkittavan kohdan lähelle. Savu liikkuu virtaavan ilman mukana, minkä pohjalta voidaan päätellä rakenteiden välisen ilmavirran suunta ja voimakkuus. Havaittujen ilmavuotojen sijainnin, suunnan, määrän ja voimakkuuden perusteella pystytään arvioimaan rakennuksen ilmatiiveyspuutteiden laajuutta. (Ympäristöopas 2016, 60-61)

Rakennuksen lämpökuvauksella voidaan kartoittaa lämmöneristyksen toimivuuden lisäksi ilmavuotokohtia ja niiden voimakkuutta suuntaa antavasti erityisesti talviaikaan. Lämpökuvauksella mahdollistetaan laajojen alueiden tarkastelun tehokkaasti ja sitä käytetään usein muiden tarkempien tutkimuksien tukena. Pelkällä lämpö-

kuvauksella ei pystytä tarkasti erottamaan onko kyseessä ilmavuoto vai rakenteen lämmöneristeen puute. Rakennuksen lämpökuvausta on käsitelty tarkemmin ohjekortissa RT 14-11239. (Ympäristöopas 2016, 58-59; RT 14-11239, 1-2)

4.2.5 Paine-eromittaukset

Kuntotutkimuksen yhteydessä on tärkeää tutkia rakennuksen painesuhteita rakenteiden lämpö- ja kosteusteknisen käyttäytymisen selvittämiseksi, sisäilmareisien tunnistamiseksi ja ilmanvaihdon toimivuuden arvioimiseksi. Rakennuksessa paine-eroa voidaan mitata rakennuksen sisä- ja ulkoilman välillä, rakennuksen huoneiden välillä tai tiettyjen rakenteiden ja sisäilman välillä. Paine-eroa voidaan mitata hetkellisesti tai pitkäaikaisena seurantamittauksena. Mittalaitteena voidaan käyttää nestemanometria tai sähköistä mitta-anturia kytkettynä tiedonkeräysyksikköön. Mitattavien tilojen välinen paine-ero mahdollistaa ilman virtauksen tilaan, joka on alipaineinen suhteessa toiseen tilaan. Esimerkiksi rakennuksen sisäilman ollessa alipaineinen suhteessa ulkoilmaan, voi ulkoilma virrata rakenteiden ilmavuotojen kautta sisäilmaan. Ilmavirran mukana voi kulkeutua lämpöä, kosteutta ja epäpuhtauksia. (Ympäristöopas 2016, 86-87, 118-119)

Pitkäaikaisilla noin 1-2 viikon pituisilla paine-eron seurantamittauksilla saadaan selvitettyä paine-eron käyttäytymistä tilan eri käyttötilanteissa ja ajankohtina. Paine-eron suuren hetkellisen vaihtelun vuoksi pitkäaikaismittauksia suositellaan käytettäväksi riittävän laajan otannan saamiseksi ja tätä kautta tulosten luotettavuuden varmistamiseksi. Lyhytaikaisilla painesuhteiden mittauksilla voidaan arvioida merkkisavun tapaan hetkellisiä ilmavirtauksien suuntia. (Ympäristöopas 2016, 86-87)

5 HAVAINNOT, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Tässä pääluvussa esitetään tiivistetysti tutkimuskohteen havainnot ja johtopäätökset, sekä otetaan kantaa kohteeseen soveltuviin korjausmenetelmiin. Lisäksi luvussa käsitellään korjausmenetelmien valintaa ja korjaustöissä huomioitavia asioita. Tarkemmat rakenneosakohtaiset havainnot löytyvät tutkimusselostuksesta (Liite 1).

5.1 Havainnot ja johtopäätökset

Rakennuksen merkittävimmät sisäilman laatuun ja rakenteiden rakennusfysikaaliseen toimintaan vaikuttavat puutteet havaittiin rakenteiden ilmatiiveydessä sekä julkisivun ja vesikaton vesitiiveydessä. Lisäksi rakennuksen piha-alueiden pintavesien ohjauksessa sekä sadevedenpoistojärjestelmässä havaittiin puutteita, jotka lisäävät sokkelille ja seinärakenteen alaosille aiheutuvaa kosteusrasitusta.

Rakennuksessa esiintyvistä riskirakenteista ja puutteista huolimatta rakenteissa ei esiintynyt merkittäviä vaurioita, pois lukien paikalliset kosteusrasitusten aiheuttamat vauriot märkätiloissa ja yläpohjassa. Yläpohjan, alapohjan ja ulkoseinien puutteellisen ilmatiiveyden sekä rakennuksen merkittävän alipaineisuuden seurauksena epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan on todennäköistä.

Alapohjarakenteissa ilmatiiveyden puutteita havaittiin alapohjan ja ulkoseinän liittymissä sekä lämmönjakohuoneen taloteknisissä läpivienneissä ja tarkastusluukussa. Seinärakenteissa ilmatiiveyspuutteet painoutuivat ikkunaliittymiin sekä ulkoseinien nurkkaliittymiin. Yläpohjassa merkittävimpiä ilmavuotokohtia havaittiin yläpohja-ulkoseinäliittymissä sekä höyrynsulun läpivienneissä ja saumoissa.

5.2 Korjausmenetelmien valinta yleisesti

Rakennukseen kohdistuvat korjaustoimenpiteet voidaan jakaa raskaista korjauksista kevyisiin ja väliaikaisiin ratkaisuihin. Raskailla korjauksilla tarkoitetaan ylei-

sesti merkittäviä rakenteellisia korjaus- ja muutostöitä. Rakennuksen kuntotutkimuksessa määriteltujen korjaustarpeiden ja suositusten perusteella kiinteistön omistaja päättää lopullisen toimenpiteen laajuuden, jonka jälkeen suunnittelijan tehtävä on määrittellä rakenteisiin soveltuvat korjausmenetelmät.

Korjausten lähtökohtana on vaurion aiheuttajan ja epäpuhtauslähteiden poistaminen tai korjaaminen sekä vaurioituneiden materiaalien vaihtaminen uusiin (Ympäristöopas 2016, 18). Tapauksissa, joissa vaurion aiheuttajaa ei voida poistaa, huomioidaan rasitus uuden rakenteen suunnittelussa ja esimerkiksi pintamateriaaleissa. Biosideihin lukeutuvien kemiallisten desinfiointiaineiden käyttöä ei suositella homevaurion korjauksessa. Rakenteiden desinfioinnin teho on epävarmaa ja menetelmä voi pahimmillaan lisätä vauriosta johtuvien epäpuhtauksien emittoitumista. (Työterveyslaitos ja THL 2016)

Korjausmenetelmien valintaan vaikuttaa tavoiteltu käyttöikä, tekninen laatu, kustannukset, aikataulu ja kokemukset ratkaisun toimivuudesta. Lisäksi valintaan voi vaikuttaa korjattavan rakenteen sisältämät haitta-aineet. Kevyemmillä menetelmillä saavutetaan yleisesti lyhyempi käyttöikä ja korjauksen laatu voi olla heikompi. Raskaat korjaukset ovat puolestaan kalliimpia, mutta niillä pystytään varmistamaan rakenteelle pidempi käyttöikä sekä parempi tekninen laatu. Rakenteiden teknisiä käyttöikä on lueteltu ohjekortissa RT 18-10922. Rakenteiden todellinen käyttöikä voi kuitenkin poiketa merkittävästi taulukossa määritetystä arvosta riippuen rakenteen huollosta, rasiustasosta, materiaaleista ja työn laadusta. Korjauksissa on suositeltavaa miettiä kokonaistaloudellisuutta huomioiden muut tulevat korjaukset ja mahdollisuuksien mukaan yhdistää toimenpiteitä toteutettavaksi samanaikaisesti.

5.3 Korjaustöissä huomioitavat asiat

Kosteus- ja mikrobivaurioituneen rakenteiden korjauksissa sekä muissa sisäilmaa parantavissa toimenpiteissä on huomioitava, että hyvä lopputulos vaatii usein detaljitasoista suunnittelua, riittävää laadunvarmistusta ja huolellista toteutusta. Ilmatiiveyden parannuskorjauksissa on oleellista, että korjaukset tehdään

riittäväällä laajuudella. Pahimmassa tapauksessa liian suppea tiivistys voi pahentaa sisäilmaongelmaa korjaamattomaksi jääneiden ilmavuotojen voimistuessa. Ilmatiiveyden parannuskorjauksissa on suositeltavaa tehdä korjausten jälkiseuranta, jolla korjauksen onnistumisesta voidaan varmentua.

Korjaussuunnittelussa on tärkeää kiinnittää huomiota toimenpiteiden aiheuttamiin rakenteen olosuhdemuutoksiin ja niiden vaikutuksiin rakenteen rakennusfysikaalisessa toimivuudessa. Lisäksi korjaustöiden suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huomioida alkuperäisien materiaalien sisältämät haitta-aineet. Sisäpuolisten korjaustoimenpiteiden jälkeen sisätiloihin tulisi toteuttaa loppusiivous Työterveyslaitoksen ohjeen (Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen, 2016) mukaisesti kaksivaiheisena, jotta korjauksen aikana levinneet epäpuhtaudet eivät pilaa muuten onnistunutta lopputulosta.

5.4 Case-kohteeseen soveltuvat korjausmenetelmät

5.4.1 Piha-alueet, vesikatto, julkisivu

Kohteen piha-alueelle voidaan tehdä väliaikaisia rakennuksen kosteusrasitusta vähentäviä toimenpiteitä tai piha-alue voidaan korjata kerralla laajemmin. Väliaikaisina toimenpiteinä voidaan pitää hulevesien ohjaamisen parantamista syöksytorvien alapäässä sekä pintamaan muotoilua rakennuksesta poispäin viettäväksi. Raskaampien toimenpiteiden laajuus tulee määrittää salaojituksen ja sokkelin veden- ja lämmöneristeen kunnon perusteella. Sokkelin veden- ja kosteudeneristyksen ollessa puutteellinen, tulee se korjata valesokkelin kosteusrasituksen vähentämiseksi. Korjauksen yhteydessä rakennusta ympäröivä maanpinta voidaan muotoilla rakennuksesta poispäin kallistavaksi ja samalla poistaa sokkelin vierustalla oleva kasvillisuus. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatuksesta on Rakennusteollisuus Oy:n julkaisema ohjekortti RT 81-11000.

Profiilipeltikatteen käyttöiän ollessa tavanomaisella rasituksella noin 40 vuotta (RT18-10922), voidaan alkuperäinen kate vielä säilyttää, mutta liittymäkohtien ja

aluskatteen vesitiiveyttä tulee parantaa. Katteen tiivistys voidaan toteuttaa elastisilla tarkoitukseen soveltuvalla massoilla ja tiivistenaupoilla. Aluskatteen paikalliset korjaukset voidaan toteuttaa peltikatetta avaamalla ja paikkaamalla puutteelliset kohdat uudella aluskatteella. Tiivistyksen yhteydessä vesikatolle on suositeltavaa asentaa yläpohjatilan tuuletusta parantavat alipainetuulettimet. Vesikaton korjauksesta löytyy Rakennusteollisuus Oy:n julkaisema ohjekortti RT 85-10738.

Julkisivun ikkunapellityksissä havaitut puutteet voidaan korjata pellityksien uusimisella tai vanhojen peltien kiinnityksen parantamisella ja saumauksella. Peltien uusimisella saavutetaan parempi ja siistimpi lopputulos, sekä ikkunapeltien kaltevuutta voidaan parantaa tiilijulkisivujen kohdalla. Lisäksi pellityksen uusimisen yhteydessä voidaan varmistaa julkisivun tuulettuvuus ikkunapellityksen alapuolella. Sadeveden kulkeutuminen eristetilaan tiili- ja paneeliverhouksen liittymäkohdissa havaittujen rakojen kautta voidaan estää tiivistetyllä kulmapellityksellä. Rakennuksen suojapellityksen toteutustapoihin löytyy Rakennusteollisuus Oy:n julkaisema ohjekortti RT 80-11202.

5.4.2 Rakennuksen ilmatiiveyden parantaminen

Kohteen rakenteissa ei havaittu vaurioita tai niin merkittäviä puutteita kosteusteknisessä toiminnassa, että rakenteelliset korjaukset olisi välttämättömiä. Sisäilman laadun parantamiseen riittää ensisijaisesti rakenteiden ilmatiiveyden parantaminen.

Alapohjan ilmatiiveyden puutteet lämmönjakohuoneessa voidaan korjata korvaamalla nykyinen tarkastusluukku kaasutiiviillä luukulla sekä tiivistämällä betonilaa-
tan läpiviennit elastisella massalla. Koko rakennuksen alueella havaitut ulkoseinän ja alapohjan liittymäkohdan ilmaraot voidaan tiivistää esimerkiksi höyrynsulkuun ja lattiapintaan kiinnitettävällä tiivistysnauhalla tai raon elastisella massauksella. Korjauksessa on huomioitava, että tiivistys poistaa valesokkelirakenteesta kuivattavan ilmavirran ja voi pahentaa rakenteen olosuhteita, jos ulkopuolinen vedeneristys ei toimi tarkoituksenmukaisesti. Ilmatiiveyden parantaminen rajoit-

taa samalla radonin kulkeutumista huoneilmaan. Betonilaatan läpivientien tiivistämistä on käsitelty muun muassa Rakennusteollisuus Oy:n julkaisemassa ohjekortissa RT81-11099.

Seinissä havaitut ilmatiiveyspuutteet voidaan korjata varmimmin sisäverhouslevyn poistamisella ja höyrynsulun uusimisella kauttaaltaan. Kyseisellä korjausmenetelmällä voidaan varmistua myös piilossa olevien höyrynsulun saumojen tiiveydestä ja saada käyttöikänsä pitkäkestoisin ratkaisu. Väliaikainen vaihtoehto seinärakenteen ilmatiivyyden parantamiselle on ikkunaliittymien ja puutteellisten kulma-alueiden tiivistäminen elastisella massalla, tiivistysnauhoilla tai erikoisteipeillä. Huomioitavaa on kuitenkin, että edellä mainitulla korjausmenetelmällä ei todennäköisesti saavuteta riittävää ilmatiiveyttä ja korjatun rakenteen käyttöikä saattaa jäädä lyhyeksi.

Yläpohjarakenteen ilmatiiveyttä voidaan parantaa purkamalla sisäverhouslevy ja asentamalla harvalaudoituksen alapuolelle niin sanottu ”älykäs” höyrynsulku, joka mahdollistaa vesihöyryn kulkeutumisen diffuusiolla vesihöyryn osapaineerojen kasvaessa riittävän suureksi. Höyrynsulun päälle voidaan asentaa uusi harvalauditus tekniikkaa varten tai suoraan uusi sisäverhouslevy. Suoritettaessa korjaus seinärakenteiden ilmatiiveyden parantamisen yhteydessä yläpohjan höyrynsulku saadaan liitettyä luotettavasti seinärakenteen höyrynsulkuun ja näin ulkoseinä-yläpohjaliitoksen ilmavuoto kohta korjattua. Rakennuksen ilmatiiveyden parantamista on käsitelty perusteellisesti Katariina Laineen opinnäytetyössä: Rakenteiden ilmatiiveyden parantaminen sisäilmakorjauksessa, Itä-Suomen Yliopisto 2014.

5.4.3 Märkätilat

Märkätilojen lattiapäällysteenä ja vedeneristeenä toimivan muovimaton tekninen käyttöikä on ohjekortin RT 18-10922 mukaan 20 vuotta normaalilla rasitusluokalla. Kohteessa olevat muovimatot ovat pääosin tyydyttävässä kunnossa ja päällysteiden uusimista suositellaan kaikkiin märkätiloihin lähivuosien aikana. Uusimisella voidaan varmistua myös saumakohtien ja läpivientien tiiveydestä,

edellyttäen uusimisen huolellista toteutusta ja sen yhteydessä tapahtuvaa laadunvarmistusta.

Märkätiloissa havaitut paikalliset kosteusvauriot tulee korjata purkamalla ja uusimalla vaurioituneet rakenteet. Kevyet rakenteet tulee purkaa 0,2-0,5 metriä vaurioitumattoman rakenteen puolelle ja betonirakenteet puhtaalle pinnalle asti, jotta rakenteisiin ei jää vaurion aiheuttamia epäpuhtauksia. Korjauksen yhteydessä tulee varmistaa, että jäävien rakenteiden kosteuspitoisuus ei ole koholla ja uusi rakenne tulee suunnitella kosteusteknisesti toimivaksi huomioiden rakenteen olosuhteet.

6 POHDINTA

1980-luvun rakennuksen kuntotutkimuksessa voidaan havaita rakennusajan kohdalle tyypillisen rakentamiskulttuurin seuraukset. Aikakauden asetusten, määräyksien ja ohjeiden vaatimattomuus ja puutteellisuus eivät kaikilta osin ohjanneet suunnittelua ja työmaatoteutusta riittävällä tasolla laadukkaan lopputuloksen toteutumiseksi. Ohjeistuksien osittainen puutteellisuus ja virheellisyys näkyvät rakenteiden suunnitteluvirheinä, jonka seurauksena ajankohdalle tyypillisiä rakenteita on luokiteltu riskirakenteiksi. Lisäksi ohjeet saattoivat ohjata nykytietämyksen perusteella virheellisten rakenteiden suunnitteluun. Toteutuksen osalta ei ole välttämättä ymmärretty esimerkiksi rakenteiden tiiveyden merkitystä, eikä työmaavalvonta ole ollut riittävää. Koko rakentamisketjun puutteellisuus lisättynä rakennusmateriaalien vaihtelevaan laatuun on aiheuttanut aikakauden rakennuksille korjaustarpeita.

Niin sanotuiksi riskirakenteiksi kutsutut lämpö- ja kosteustekniseltä toiminnaltaan puutteelliset rakenteet ovat herkkiä vaurioitumaan, mutta rakenteen esiintyminen ei kuitenkaan lähtökohtaisesti tarkoita merkittäviä vaurioita. Vaurioitumisherkkyys riippuu rakenteen yksityiskohdista ja ympäröivien olosuhteiden vaikutuksesta. Hyvänä esimerkkinä on opinnäytetyön kohteessa havaittu valesokkelirakenne, joka on tyypillisimpiä riskirakenteita, mutta merkittäviä sisäilman laatuun vaikuttavia vaurioita ei havaittu tutkimuksessa.

Sisäilma- ja kosteusteknisessä kuntotutkimuksessa on tärkeää hallita kokonaisuus ja tiedostaa, että sisäilman laatuun vaikuttaa paljon muitakin tekijöitä kuin kosteusvaurioituneet rakenteet. Puutteet voivat johtua esimerkiksi ilmanvaihdosta, ilmatiiveydestä, siivouksesta tai muista tilan epäpuhtauslähteistä. Tutkimuksessa on tärkeää huomioida rakennusten yksilöllisyys ja kiinnittää huomioita kaikkiin vaikuttaviin tekijöihin. Tutkimuksen asianmukaisella suunnittelulla eli tutkimussuunnitelman laadinnalla on merkittävä vaikutus tutkimuksen onnistumiseen.

Kuntotutkimuksen suorittaminen ja laajempi analysointi opinnäytetyön osana on erittäin toimiva tapa kehittää omaa osaamistaan. Lisäksi työn aikana tulee perehdyttyä kattavasti aihetta käsittelevään kirjallisuuteen.

LÄHTEET

Asikainen, V. (toim.) 2008. Sisäilmaongelmaisen koulurakennuksen korjaaminen. Osa 1: Kiinteistön omistajan opas sisäilmaongelmaisten koulurakennusten kunnan tutkimiseen ja korjaushankkeisiin. Helsinki: Opetushallitus.

Asumisterveysasetus. 23.4.2015. 545/2015.

Harderup, L-E.1991. Concrete slab on the ground and moisture control: verification of some methods to improve the moisture conditions in the foundation. Lund Institute of Technology. Doctoral thesis.

Hengitysliitto ry. 2012. Kosteus- ja hometalkoot. Tunnista ja tutki riskirakenne. Luettu: 27.3.2019. <https://hometalkoot.fi/file/15814.pdf>

Kattoliitto ry. 2019. Toimivat katot 2019. Luettu 2.4.2019. http://www.kattoliitto.fi/files/822/Toimivat_katot_2019_draft0802.pdf

Kärki, J-P., Öhman, H. 2007. Homevaurioiden korjausopas. Kuopio: Kuopion yliopisto, Koulutus- ja kehittämiskeskus, tutkimuksia ja selvityksiä 6/2007. http://www.sisailmatalo.fi/files/2213/9629/6058/Homevaurioiden_korjausopas.pdf

Laamanen, P. (toim.) 2012. RIL 107-2012. Rakennusten veden ja kosteuden eristysohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

Leivo, V., Rantala, J. 2000. Maanvaraisten alapohjarakenteiden kosteuskäyttäytyminen. Julkaisu 106. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan osasto.

Louhelainen, K., Hyvärinen, A. 2016. Työterveyslaitos ja THL. Työterveyslaitoksen ja THL:n kannanotto biosidien käytöstä korjausrakentamisessa. Luettu: 11.4.2019. <https://www.ttl.fi/tyoterveyslaitoksen-ja-terveyden-ja-hyvinvoinnin-laitoksen-kannanotto-biosidien-kaytosta-korjausrakentamisessa/>

Peltola, S. (toim.) 2008. Sisäilmaongelmaisen koulurakennuksen korjaaminen. Osa 2: Suunnittelijan opas koulurakennusten sisäilmasto-ongelmien ja kosteusvaurioiden korjaamiseen. Helsinki: Opetushallitus.

Pitkäranta, M. 2016. Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Helsinki: Ympäristöministeriö

Rakennustieto Oy. 2016. RT 14-11239. Rakennuksen lämpökuvaus. Ohjekortti. Luettu: 29.3.2019. Vaatii sisäänkirjautumisen. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/22064#page=1>

Rakennustieto Oy. 2014. RT 13-11143. Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013. Luettu: 5.3.2019. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/3543#page=1>

Rakennustieto Oy. 2010. RT 14-10984. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. Ohjekortti. Luettu: 27.3.2019. Vaatii sisäänkirjautumisen. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/866#page=1>

Rakennustieto Oy. 2008. RT 18-10922. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Ohjekortti. Luettu: 29.3.2019. Vaatii sisäänkirjautumisen. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/3373#page=1>

Rakennustieto Oy. 1999. RT 80-10712. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot. Ohjekortti. Luettu: 27.3.2019. Vaatii sisäänkirjautumisen.

Siikanen, U. 2014. Rakennusfysiikka. Perusteet ja sovelluksia. Tampere: Rakennustieto Oy

Vinha, J. (toim.) 2014. RIL 255-1-2014. Rakennusfysiikka 1. Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

Åström, G. (toim.) 2011. RIL 250-2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

LIITTEET

Liite 1. Tutkimusselostus, Annankoti, sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus

Liite 2. Tutkimussuunnitelma, Annankoti, sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus

TUTKIMUSSELOSTUS

ORIVEDEN VANHAINKOTI, ANNANKOTI
RAKENNE- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

10.4.2019



Sisällys

1	Yleistiedot	3
1.1	Tutkimuskohde	3
1.2	Tilaaaja.....	3
1.3	Tutkimuksen tavoite.....	3
1.4	Tutkimusajankohta	3
1.5	Tutkimuksen tekijät.....	3
2	Tiivistelmä	3
3	Tutkimuskohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta.....	5
4	Lähtötiedot	6
5	Tutkimusmenetelmät	6
6	Piha-alueet.....	8
6.1	Havainnot	8
6.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	11
7	Alapohjarakenteet	11
7.1	Rakenteet.....	11
7.2	Havainnot	13
7.3	Kosteusmittaukset	17
7.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	21
8	Ulko- ja väliseinät	22
8.1	Rakenteet.....	22
8.2	Havainnot	26
8.3	Kosteusmittaukset	32
8.4	Haitta-ainenäytteet	33
8.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	33
9	Märkätilat	34
9.1	Rakenteet.....	34
9.2	Havainnot	34
9.3	Kosteusmittaukset	37
9.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	38
10	Yläpohja- ja vesikattorakenteet	39
10.1	Rakenteet.....	39
10.2	Havainnot	41
10.3	Kosteusmittaukset	50
10.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	51
11	Ilmanvaihto ja painesuhteet.....	51
11.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus ja havainnot.....	51
11.2	Ilmamäärä- ja painesuhdemittaukset	53
11.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	55
12	Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista.....	56
12.1	Jatkotutkimustarpeet	56
12.2	Kiireelliset toimenpiteet.....	56
12.3	1...3 vuoden kuluessa suoritettavat toimenpiteet.....	57
12.4	5...10 vuoden kuluessa suoritettavat toimenpiteet.....	57
12.5	Korjaustöissä huomioitavaa	57

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Oriveden vanhainkoti, Annankoti
Tähtiniemenranta 11 A
35100 Orivesi

1.2 Tilaaja

Oriveden kaupunki
Keskustie 23
PL 7, 35301 Orivesi

Yhteyshenkilö:

Petri Koivusilta, kiinteistöpäällikkö, petri.koivusilta@orivesi.fi
p. 040 133 9268

1.3 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Oriveden vanhainkodin yhteydessä toimivan Annankodin rakenteiden kuntoa, kosteusteknistä toimintaa ja tilojen sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, jotka on huomioitava tulevissa huolto-, kunnostus ja korjaustoimenpiteissä. Tutkimuksen tavoitteena on myös selvittää soveltuvatko tilat sisäilman laadun kannalta noin 10-20 hengen väistötiloiksi.

1.4 Tutkimusajankohta

Kenttätutkimukset suoritettiin 25.-28.2. ja 1.3.2019.

1.5 Tutkimuksen tekijät

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan esplanadi 2
33100 Tampere

Tutkimushanke suoritettiin seuraavalla tutkimusryhmällä:

- Aapeli Räihä, DI
- Aleksi Koskenniemi

Projekti TAFY23/01.

2 Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin Oriveden vanhainkodin yhteydessä olevan Annankodin rakenteiden kuntoa, kosteusteknistä toimintaa ja tilojen sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Annankodin tiloja on tarkoitus käyttää väliaikaisina väistötiloina.

Piha-alueiden pintavesien ohjauksessa ja sadevedenpoistojärjestelmässä havaittiin puutteita, jotka lisäävät sokkeleiden ja seinärakenteiden alaosien kosteusrasitusta. Sokkeleiden ja seinärakenteiden alaosien kosteusrasitusta lisäävät myös seinustoilla olevat istutukset. Jo ennen raskaita ulkopuolisia korjaus- ja muutostöitä, suosittelemme ohjaamaan syksytorvista purkautuvat sadevedet pois rakennuksen vierustalta. Suosittelemme ensisijaisesti vähentämään perustuksiin kohdistuvaa kosteusrasitusta uudella ulkopuolisen salaojitus- ja sadevesijärjestelmän sekä asentamaan sokkeleihin

ulkopuolisen veden- ja lämmöneristyksen. Ennen ulkopuolisia korjaustöitä ulkopuolisen veden- ja kosteuseristyksen olemassaolo tulee varmistaa tekemällä kaivanto sokkelin viereen.

Rakennuksen maanvaraisen alapohjan kosteusteknisessä toiminnassa ei havaittu puutteita ja maaperästä rakenteisiin kohdistuva kosteusrasitus todettiin vähäiseksi. Alapohja-ulkoseinäliittymissä ja lämmönjakohuoneessa olevissa läpivienneissä havaittiin merkittäviä, rakennusajankohdalle tyypillisiä, ilmavuotoreittejä, joiden kautta maaperän ja alapohjan epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Suosittelemme alapohja-ulkoseinäliittymien sekä lämmönjakohuoneen läpivientien ja tarkastusluukun ilmatiiveyden parantamista.

Rakennuksen sokkelirakenne on toteutettu lähtökohtaisesti riskirakenteeksi luokiteltuna ns. valesokkelirakenteena, mutta rakenteessa ei kuitenkaan havaittu merkittäviä vaurioita. Tiilimuuratuissa ulkoseinissä havaittiin paikoin epätiiveyskohtia ja ikkunapellitusten toteutustavassa puutteita, joista sadevedet voivat kulkeutua rakenteen sisään. Ulkoseinien tuulettavuudessa havaittiin puutteita sekä tiili-, että paneeliverhoilluilla seinillä. Seinärakenteissa todettiin lisäksi merkittäviä ilmatiiveyspuutteita, joiden kautta ulkoseinärakenteiden epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Vähimmäistoi-
menpiteenä suosittelemme parantamaan alkuperäisten ikkunoiden ja ulkoseinien liittymien ilmatiiveyttä. Suosittelemme puuverhoiltujen osien uusimista viimeistään ikkunoiden uusimisen yhteydessä. Tiiliverhoiltujen ulkoseinien tuuletuksen parantaminen ei ole välttämätöntä, koska leveät räystäät vähentävät seiniin kohdistuvaa kosteusrasitusta ja laastipurseet eivät tuki tuuletusrakoa kokonaisuudessaan, vaan vain heikentävät tuuletusta.

Puurakenteisten väliseinien alaohjauspuut on asennettu suoraan maanvaraisen betoni-
laatan päälle ilman kapillaarisen kosteuden nousun estävää rakennekerrosta, mutta puurakenteissa ei havaittu vaurioita.

Rakennuksen märkätilat ovat pääosin tyydyttävässä kunnossa lukuun ottamatta paikallisia kosteusvaurioita huoneissa H001, H002 ja H009. Pintakosteuskartoituksessa havaittiin hieman kohonneita arvoja lattiakaivojen ja vesikalusteiden liittymissä. Lattiapäällysteiden tekninen käyttöikä lähestyy loppuaan ja suosittelemme ensisijaisesti märkätilojen lattiapäällysteiden uusimista. Kosteusvauriot tulee korjata viipymättä. Väliaikaisena toimenpiteenä suosittelemme kaikkien märkätilojen saumojen ja liittymien vesitiiveyden tarkistamista ja tarvittaessa korjaamista.

Vesikatteessa ja vesikaton aluskatteessa havaittiin paikoin vesitiiveyspuutteita, jotka ovat aiheuttaneet kosteusvaurioita katto- ja yläpohjarakenteisiin. Yläpohjarakenteessa todettiin merkittäviä ilmatiiveyspuutteita, joiden kautta yläpohjarakenteen epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Suosittelemme ensisijaisesti vesikatteen ja aluskatteen vesitiiveyden parantamista ja puutteiden korjaamista, sekä yläpohjan ilmatiiveyden parantamista muiden tiivistyskorjauksien yhteydessä. Yläpohjarakenteen sisäverhouslevyjen sekä lämmöneristeiden kosteusvauriot tulee korjata viipymättä.

Rakennuksen sisäilman laadun kannalta merkittävimmät puutteet ovat ala- ja yläpohjarakenteen sekä seinärakenteen ilmatiiveyspuutteet. Rakennuksen voimakkaan alipaineisuuden takia epäpuhtauksien kulkeutuminen rakenteista sisäilmaan on todennäköistä. Painesuhteiden tasaamiseksi suosittelemme korvausilmaventtiilien asennusta, jolla rakennukseen saadaan tuotua korvausilmaa hallitusti.

3 Tutkimuskohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta

Kohde on Oriveden vanhainkodin pihapiirissä sijaitseva vuonna 1987 valmistunut yksikerroksinen erillistalo. Kohteen tiloja suunnitellaan käytettäväksi kaupungin työntekijöiden väistötiloina syksystä 2019 alkaen. Tilat olivat tutkimushetkellä ainoastaan varhaiskasvatuksen osa-aikaisessa käytössä muutamia tunteja viikossa. Kiinteistön käyttäjiltä on tullut satunnaisia huomautuksia sisäilman laadusta.

Kohteen bruttokerrosala on 332 m². Rakennuksessa on kymmenen palveluasumiseen tarkoitettua noin 16-18 m² asuinhuonetta. Yhteiskäytössä olevia tiloja ovat sauna-, pesu- ja oleskelutilat. Henkilökunnalle on oma taukotila. Lisäksi rakennuksessa on pieniä varastohuoneita, kodinhoitohuone sekä lämmönjakohuone.

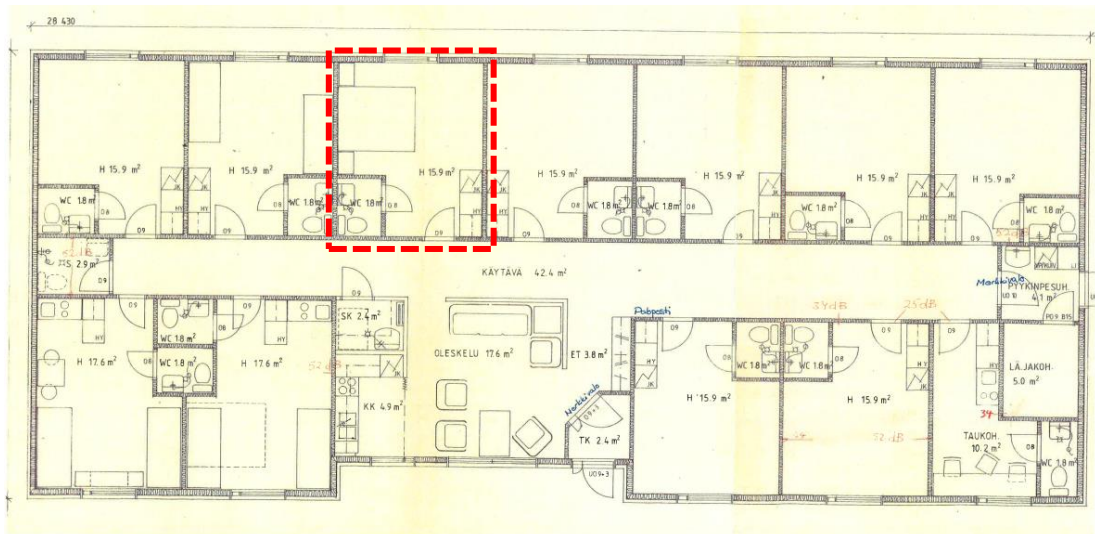
Rakennuksen ulkoseinät on valmistettu puurankarunkoisista elementeistä. Julkisivu on pääosin muurattua tiiliverhousta ja lisäksi ikkunan ympärysalueilla on maalattua paneeliverhousta. Alapohjana on maanvarainen EPS-eristetty betonilaatta. Vesikaton ja yläpohjan kantavana rakenteena toimii harjamalliset naulalevyristikot. Yläpohja on eristetty vaalealla puhallusvillalla. Vesikatemateriaalina on alkuperäinen naulakiinnitetty teräspoimulevykate aluskatteella.

Rakennuksessa on koneellinen poistoilmanvaihto. Lämmitysjärjestelmänä toimii kaukolämpö ja vesikiertoinen patteriverkosto. Kohteen alkuperäisten suunnitelmien mukaan rakennus on salaojitettu ja routaeristetty.

Tutkimuskohde on esitetty kuvissa 1 ja 2.



Kuva 1. Ilmakuva tutkimuskohteesta, tutkittava rakennus rajattu katkoviivalla. Rakennus sijaitsee vanhainkodin pihapiirissä pellon reunalla. Pohjoisnuoli kuvan oikeassa alareunassa (Google Maps).



Kuva 2. Ote alkuperäisestä pohjapiirustuksesta. Punaisella rajattu alue, jossa tilat eivät vastaa alkuperäistä suunnitelmaa. Liitteessä 1 esitetty päivitetty pohjapiirustus.

4 Lähtötiedot

Tutkimusselostuksen laatimista varten oli käytettävissä seuraava lähtötietoaineisto:

- Tilaajan toimittamia alkuperäisiä pääpiirustuksia; pohja- ja julkisivupiirustus sekä yleisleikkaus ja rakenneleikkaus, Tuotantoelementti Oy, 30.10.1987.
- Huoltomiehen haastattelu kohteen katselmuskäynnillä 13.2.2019 (ei litteroitu), Vahanen Rakennusfysiikka Oy.

5 Tutkimusmenetelmät

Aistinvarainen arviointi

Kaikkien tilojen pinnat tarkastettiin aistinvaraisesti rakennetta rikkomatta niiltä osin, kuin ne olivat huonekalujen ja irtaimen puolesta tarkastettavissa. Aistinvaraisella arvioinnilla havainnointiin yleistä ilmanlaatua, poikkeavia hajuja ja näkyviä kosteusvauriojälkiä. Tarkastelussa kiinnitettiin huomioita tilojen ja pintamateriaalien ikään, kuntoon ja suunnitelmien mukaisuuteen. Lisäksi arvioitiin muita sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä kuten esimerkiksi ilmavuodot, pintalämpötilat ja pölyisyys.

Pintakosteuskartoitus

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta Gann Hydrotest LB70 teleskooppipinta-anturi ja LG3-lukulaiteyhdistelmää, asteikko 0-190. Pintakosteuden ilmaisimen kohdistettiin mitattavaan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin mittapähän kytketyn lukulaitteen näytöstä. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteuden ilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakerrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.

Viiltomittaukset

Lattiapäälysteiden alapuolinen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42-mittapäillä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää lattiapäälysteen alle päälysteeseen tehdyn viillon kautta. Viilto tiivistettiin ja mittapään annettiin tasaantua noin 15 minuutin ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41-lukulaitteella. Mittausten välissä mittapäiden annettiin tasaantua mitattavan tilan olosuhteisiin ennen uuden mittapisteen viiltoa. Tällä vältettiin mittausepä tarkkuus, joka olisi voinut syntyä, jos mittapää olisi siirretty edellisestä mittapistestä, josta olisi mitattu korkea kosteuspitoisuus, suoraan uuteen mittapisteseen. Mittapään mittaustarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on noin ± 2 %. Viiltomittaus on tarkimmillaan noin $+20$ °C lämpötilassa. Kosteusmittauksissa käytetyt anturit kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä vähintään kuuden kuukauden välein.

Rakennekosteusmittaukset

Maanvastaisen lattiarakenteen kosteusmittaus tehtiin porareikämittausmenetelmällä noudattaen ohjekortin *RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus* ohjeistusta. Mittauksessa käytettiin HMP44-kosteusmittausantureita ja HMI41-lukulaitetta. Porauksen jälkeen mittausreiät puhdistettiin, putkitettiin, putket imuroitiin ja tiivistettiin vesihöyrytiivillä kitillä 25.2.2019. Mittapääät asennettiin mittausreikiin putkituksen jälkeen ja putket tiivistettiin. Lukemat otettiin HMI41-lukulaitteella ja kirjattiin ylös 1.3.2019. Porareikämittaus on tarkimmillaan noin $+20$ °C lämpötilassa. Kosteusmittauksissa käytetyt anturit kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä vähintään kuuden kuukauden välein.

Puupiikkimittaukset

Rakenteiden puuosien kosteuspitoisuutta (paino- %) mitattiin pistokoeluonteisesti materiaalin sähkövastuksen muutoksien mittaamiseen perustuvilla piikkimittareilla: Testo 606-1 sekä Gann LG1 lukulaite ja M18 (juntta) piikkianturi. Mitattavan sähkövastuksen suuruuteen vaikuttaa elektrodien välissä olevan materiaalin kosteus. Mittarin näyttölaitteelta voidaan lukea rakenteen kosteusprosentteina. Piikkimittarin toiminta perustuu materiaalien sähköjohtavuuteen, ja sen tulos on suuntaa antava. Mittauksella voidaan kuitenkin luotettavasti tunnistaa selvästi kuiva ja selvästi märkä materiaali.

Rakenneavaukset

Rakenteiden kuntoa ja rakennetyyppejä tarkastettiin Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n toimesta tehtyjen rakenneavauksien kautta. Avauksia tehtiin rakennuksen alapohjaan sekä väli- ja ulkoseiniin yhteensä seitsemän kappaletta. Rakenneavausten paikat on merkitty liitteeseen 1. Rakenneavauksien yhteydessä tehtiin sisäverhouslevyn asbestianalyysi, jonka näytekappale tutkittiin Tampereen asbesti ja kuitulaboratorio Oy:n toimesta.

Ilmavirtaukset

Rakenteiden ja eri tilojen välisiä ilmavirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla.

Painesuhteiden seurantamittaukset

Tilojen ja ulkoilman välisten painesuhteiden seurantamittaukset toteutettiin jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla Beck- ja Tinytag View- mittalaite – tiedonkerääjäyhdistelmällä 13.2.-27.2.2019 välisenä aikana. Mittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Ilmamäärämittaukset

Tilojen poistoilmavirrat mitattiin SwemaFlow 125 –huppumittarilla poistoilmaventtiileistä. Huppumittarin mittaustarkkuus on ± 3 % ja mittausten menetelmän menetelmävirhe ± 10 %, jolloin kokonaisvirhe on $\sim \pm 11$ %.

Lämpökamerakuvaus

Tutkimusten apuna käytettiin FLIR E50bx –lämpökameraa. Lämpökameran ilmaisintyyppi on jäähdyttämätön mikrobolometri, jonka ilmaisuerkkyys on $0,045$ °C ja ilmaisimatriisin koko on 240×180 kuvapistettä. Kamera toimii aallonpituusalueella $7,5 \dots 13$ μm ja mittausalue on $-20 \dots +120$ °C. Lämpökameran pintalämpötilan mittaustarkkuus on käytännössä noin ± 2 °C tai $\pm 2\%$ lukemasta. Mittaustarkkuus riippuu lähinnä kuvauskulmasta ja kameran asetuksista. Kuvausta käytettiin suuntaa antavana ja havainnollistavana tutkimusvälineenä, joten kuvauksessa käytetyt kamera-asetukset, kuten kuvattavan pinnan emissiivisyys, kuvausetäisyys, ympäristön lämpötila sekä ilman lämpötila olivat suuntaa antavasti asetettu.

6 Piha-alueet

6.1 Havainnot

Tutkimushetkellä maanpinta oli lumen peitossa, minkä takia kaikkia havaintoja ei voitu tehdä luotettavasti. Rakennusta ympäröivä piha-alue on pääosin nurmipeitteistä lukuun ottamatta sisäänkäynnin syvennystä, jossa länsisivulla kulkeva asfaltoitu väylä jatkuu sokkelirakenteeseen asti. Pihan itä-, länsi- ja eteläreunustalla maanpinta on tasainen tai hyvin loivasti rakennuksesta poispäin kallistava. Rakennuksen pohjoispäädyssä maanpinta kallistuu voimakkaasti rakennuksen päätä kohti parkkipaikan suunnalta.

Sokkelin vierustalla on kasvillisuutta, pääosin pensaita ja heinikkoa. Sokkelin vierusta oli tutkimusajankohtana sulanut vaihtelevasti noin 5-30 cm päähän sokkelin pinnasta. Sokkelin näkyvä osa on muurattu kevytsoraharkoista ja sen yläosa on tasoitettu. Sokkelissa ei havaittu ulkopuolista veden- tai lämmöneristystä. Tutkimusajankohdan vuoksi sokkelin vierustalle ei tehty kaivantoa ulkopuolisen veden- ja lämmöneristykseen selvittämiseksi.

Piha-alueella havaittiin yksi sadevesikaivo rakennuksen lounaiskulmalla. Kaivossa näkyi rakennuksen piha-alueelta ja rakennuksen suunnalta tulevia salaojaputkia. Kaivon tulevien putkien tarkoitusta ei pystytty selvittämään kaivon päältä tehtävillä havainnoilla. Putket voivat olla rakennuksen ja/tai piha-alueen sadevesi-/salaojaputkia. Kohteen alkuperäisissä suunnitelmissa on esitetty rakennuksen salaojitus.

Katolta tulevat sade- ja sulamisvedet on johdettu sadevesikourujen ja nurkissa sijaitsevien syöksytorvien avulla alas. Syöksytorvista sadevedet on johdettu betonisiin loisketuppeihin, jotka ovat kasvuston peitossa.



Kuva 3. Yleiskuva rakennuksen länsisivusta. Kuvan vasemmassa reunassa asfaltoitu pihaväylä, joka jatkuu sisääntulosyvennyksessä sokkeliin kiinni. Maanpinta viettää rakennuksen pohjoispäätä kohti.



Kuvat 4 a ja b. Sokkelin vierustalla kasvustoa. Maaperä sokkelin vierustalla oli pääosin hienoa hiekkaa.



Kuva 5 a ja b. Betonikourut ovat hautautuneet kasvuston alle, eivätkä toimi tarkoituksenmukaisesti. Syökytorvista tuleva hulevesi kastelee sokkelia, mikä on havaittavissa sokkelipinnan sammaloitumisena.



Kuva 6 ja b. Luoteisnurkan sadevesikaivoon liittyy kaksi valkoista ja kaksi mustaa salaojaputkea, mustat putket tulevat rakennuksen suunnalta ja valkoiset piha-alueelta. Kuvissa sininen nuoli kuvaa talon nurkan suuntaa kaivoon nähden ja punaiset nuolet mustien salaojaputkien tulokulmaa. Mikäli mustat putket ovat rakennuksen salaojia, ne eivät toimi tarkoituksenmukaisesti, koska ne ovat kaukana sokkelilinjasta sekä vedenpinnan alapuolella.



Kuva 7 a ja b. Pohjoispäädyn pysäköintialueen lumet aurattu julkisivua vasten. Lumi muuttaa paikallisesti seinärakenteen rakennusfysikaalista toimintaa ja aiheuttaa sulassaessaan rakenteisiin voimakkaan kosteusrasituksen.

6.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Puutteet piha-alueiden kallistuksissa ja vesikatolta kulkeutuvan veden vedenohjauksessa lisäävät perustuksille, sokkeleille ja seinärakenteen alaosille aiheutuvaa kosteusrasitusta. Lisäksi sokkelin vierustalla oleva kasvillisuus lisää seinärakenteiden alaosiin kohdistuvaa kosteusrasitusta. Lähtökohtaisesti maanpintojen tulee olla rakennuksesta poispäin kallistavia. Nykyisten ohjeiden mukaan rakennusta ympäröivä maanpinta on suositeltavaa muotoilla 3 metrin etäisyydelle rakennuksesta pois päin viettäväksi kaltevuudella 1:20, korkeuseron tulisi olla vähintään 150 mm (RT81-11000).

Salaojajärjestelmän kunto ja toimivuus tulisi tarkastaa salaojien kuvauksella sekä varmistamaan kaivannon avulla, onko sokkelirakenteessa ulkopuolista lämmön- tai vedeneristystä. Lähtökohtaisesti salaojien toiminta voidaan olettaa heikoksi, huomioon ottaen aikakauden materiaalit ja rakennustavan.

Suosittellemme ensisijaisesti vähentämään kosteusrasitusta uusimalla salaojajärjestelmän sekä lisäämään sokkeliin ulkopuolisen veden- ja lämmöneristeen. Samassa yhteydessä piha-alueen kallistuksia tulee parantaa ja kasvusto sokkelin vierustalta poistaa. Piha-alueiden aurauksesta vastaavaa henkilöä/yritystä olisi tarkoituksenmukaista informoida, että lumia ei tule aurata rakennuksen vierustalle.


7 Alapohjarakenteet

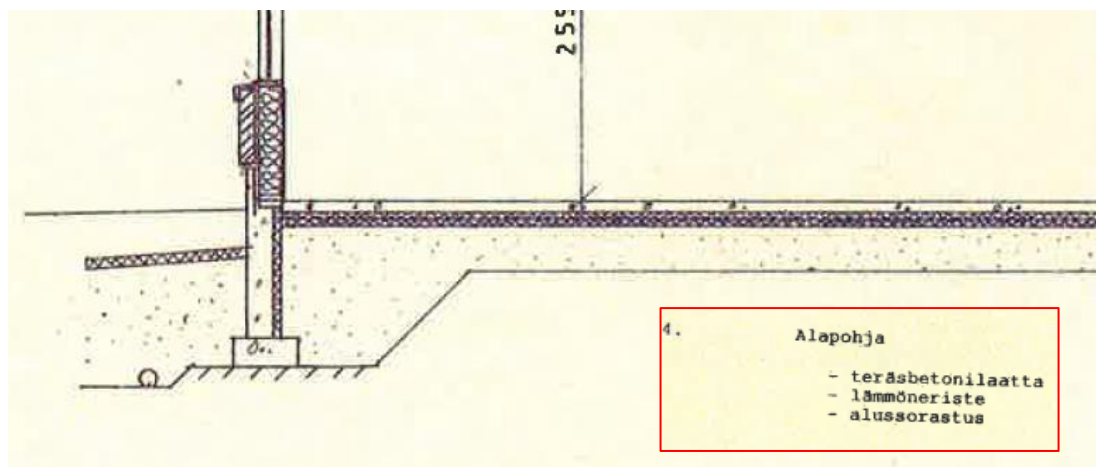
7.1 Rakenteet

Rakennuksen alapohjarakenteena on EPS-eristeen päälle valettu maanvarainen betonilaatta. Eristeen alapuolinen täyttö on hienoa hiekkaa. Lattiapäällysteenä on suurimaksi osaksi muovimatto. Yleisissä pesutiloissa, kodinhoitohuoneessa, yhdessä wc-

tilassa (H001) ja pohjoispäädyn varastossa lattiapäällysteenä on keraaminen laatta. Lämmönjakuhuoneen lattiapintana on maalattu betonilaatta. Tilojen lattiapäällysteet on esitetty liitteessä 1.

Alapohjarakenteen suunniteltu toteutustapa selvitettiin tekemällä neljä läpiporausta täyttökerrokseen asti (PR1, PR2, PR3 ja PR4). Porausten yhteydessä kaikissa kohdissa aistittiin selvä mikrobiperäinen haju. Rakenneavausten paikat on esitetty liitteessä 1.

<p>PR1 AP, Ø32mm, tila H021</p> <p>Alapohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna:</p> <ul style="list-style-type: none"> • muovimatto • 3 mm tasoite • 70 mm betonilaatta • 100mm EPS (Polystyreeni) keskialueella • hieno hiekka 	 <p><i>Kuva 8. Rakenneavaus PR1. Porausyhteydessä todettiin, että täyttökerros on hienoa hiekkaa.</i></p>
<p>PR2 AP, Ø32mm, tila H013</p> <p>Alapohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna:</p> <ul style="list-style-type: none"> • muovimatto • 3 mm tasoite • 80-90mm betonilaatta • 150 mm EPS-eriste reuna-alueella • hieno hiekka 	



Kuva 9. Ote alkuperäisestä yleisleikkauksesta. Suunnitelmista poiketen alapohjarakenteen rakenneavauksista havaittiin, että reuna-alueilla on 150 mm lämmöneriste ja keskialueella 100 mm lämmöneriste. Leikkauksessa näkyvässä suunnitellun salaojituksen sijainti. (Leikkaus 87 – 03, Tuotantoelementti, 30.10.1987)

7.2 Havainnot

Muovimatolla päällystetyissä tiloissa lattiapinta oli aistinvaraisten havaintojen perusteella tyydyttävässä kunnossa, pois lukien märkätilojen havainnot, jotka käsitellään pääluvussa 9. Alapohja-ulkoseinäliittymissä, lämmönjakohuoneen läpivienneissä ja tarkastusluukussa havaittiin merkittäviä ilmatiiveyspuutteita. Lämpökuvauksessa alapohja-ulkoseinäliittymissä havaittiin myös merkittäviä ilmavuotoja. Lämpökuvauksessa alapohja-ulkoseinäliittymien pahimmat suurimmat ilmavuotokohdat havaittiin ulkoseinän nurkka-alueilla sekä kohdissa, joissa väliseinä liittyy ulkoseinään.

Huonetilojen H001, H013 ja H030 nurkissa havaittiin muovimatossa n. (300x300) mm² paikkaukset sekä huonetilan H013 paikkaamaton porareikä. Yhteistilassa 023 muovimatto oli osittain uusittu keittiöremontin yhteydessä. Huonetiloissa patteriputket on tuotu koteloituna katon rajassa, eivätkä aiheuta alapohjaan läpivientejä. Varastohuoneen 005 lattiapinta on epätasainen ja kallistaa alkuperäisessä pohjakuvassa esitetyn kaivon kohdalle, muovimaton alla mahdollisesti vanha tulpattu kaivo.

Alapohjarakenteesta tehtyjä havaintoja on esitetty kuvissa 10-16.



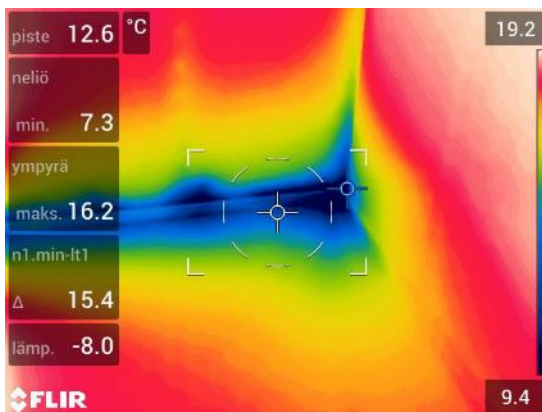
Kuva 10. Yleiskuva huonetilan muovimatosta. Matossa havaittiin paikoitellen käytöstä johtuvia värimuutoksia.



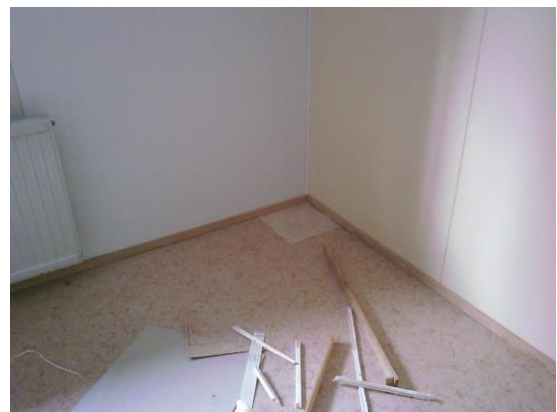
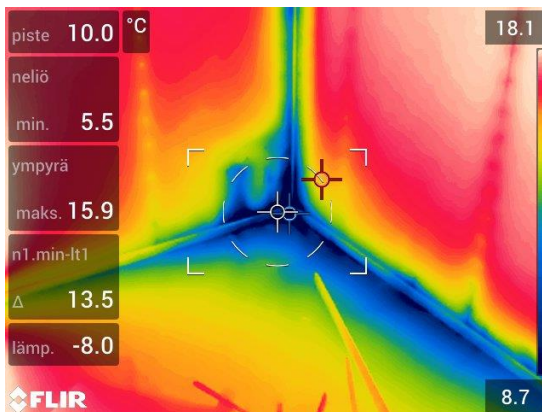
Kuva 11 a ja b. Alapohjan ja ulkoseinän välinen liittymä tiivistämättä tai puutteellisesti tiivistetty kaikissa huonetiloissa. Osassa liittymiä näkyi jälkiasennettu uretaanivaaho, jossa on ilmatiiveyspuutteita. Betonilaatan ja seinärakenteen välissä n. 1,5 cm rako. Kuvassa b on esitetty tilan H030 alapohjan ja seinärakenteen liittymä poistettujen kalusteiden kohdalta. Sisäverhouslevy jatkuu lattiapinnan alapuolelle.



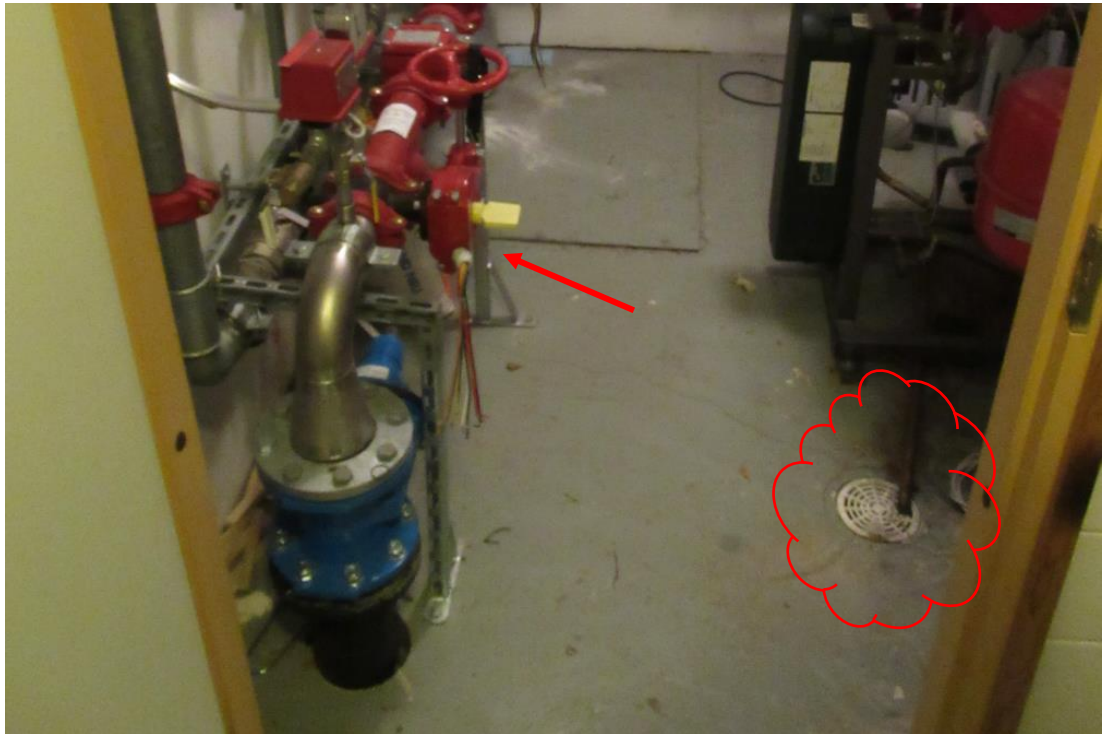
Kuva 12 a ja b. Taukutilassa ja huoneessa H030 sijaitsevista viemärin läpivienneissä lattiapäällystystä ei ole kiinnitetty putkeen tiiviisti tai päällyste puuttuu.



Kuva 13 a ja b. Lämpökamerakuva ulkoseinän, väliseinän ja alapohjan liittymäkohdasta, jossa havaittiin merkittäviä ilma-/lämpövuotoja. Väliseinän kohdalla on ulkoseinäelementtien saumakohta.



Kuva 14 a ja b. Lämpökamerakuva rakennuksen ulkonurkan ja alapohjan liittymästä, jossa havaittiin merkittäviä ilma-/lämpövuotoja.



Kuva 15. Yleiskuva lämmönjakuhuoneesta. Punaisella rajatun kaivon ympärillä havaittiin kohonneita pintakosteuslukemia. Automaattisen sammutusjärjestelmän liittimestä tiputtaa vettä lattialle nuolen osoittamaan paikkaan.



Kuva 16 a ja b. Lämmönjakuhuoneen tekniikkakuilussa yhteys maaperään ja kuilun pohjalla rakennusjätettä. Tarkastusluukusta todettiin tutkimushetkellä selvä ilmavirtaus sisäilmaan päin. Tarkastusluukku ei ole ilmatiivis ja lämmönjakuhuoneessa havaittiin epätiivittä läpivientejä alapohjarakenteessa.

7.3 Kosteusmittaukset

Lattiapinnoille tehtiin pintakosteuskartoitus. Kartoituksessa ei havaittu poikkeavan suuria lukemia muualla kuin H001 ja H021 wc-tilojen edustalla ja lämmönjakohuoneessa. Pintakosteuskartoituksen arvot esitetty liitteessä 1.

Lattiapäällysteiden alapuolelta suoritettiin kosteusmittauksia viiltomenetelmällä pintakosteuskartoituksen tulosten tarkentamiseksi. Pintakosteuskartoituksen perusteella valittiin seitsemän viiltomittauspaikkaa, 5 huonetiloista ja 2 wc-tiloista. Huonetiloista tehtyjen viiltomittausten tulokset on esitetty taulukossa 1. Märkätiloista tehtyjen viiltomittausten tulokset on esitetty kappaleessa 9. Viiltomittausten yhteydessä lattiapäällysteiden kuntoa arvioitiin aistinvaraisesti havainnoiden. Havainnot on esitetty kuvissa 17-21.

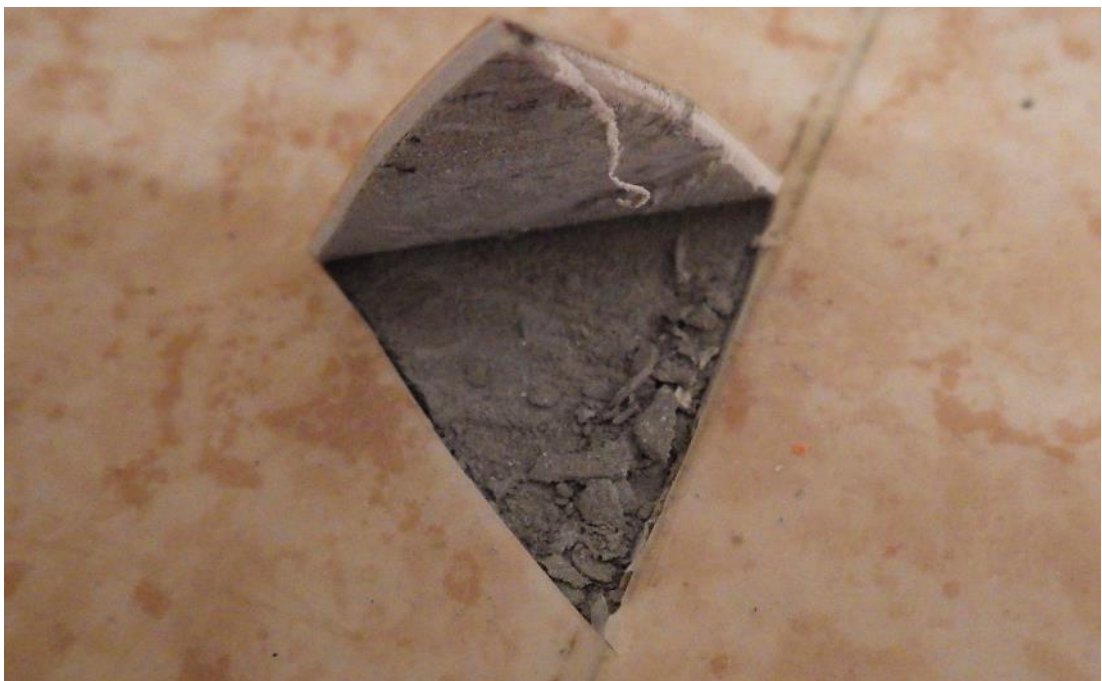
Alapohjarakenteen kosteusprofiilin määrittämiseksi suoritettiin kaksi porareikämittaus-sarjaa, joista molemmat sisälsivät 4 porareikää. Lisäksi alapohjarakenteen täyttökerroksesta suoritettiin hetkellisiä kosteusmittauksia. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 2 ja 3.

Taulukko 1. Kuivien tilojen alapohjan lattiapäällysteiden alapuolelle tehtyjen viiltomittausten 25.02.2019 tulokset. Taulukossa on esitetty lämpötila (t), suhteellinen kosteus (RH) ja ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Mittaussyvyys	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m ³]
V1, taukotila 018	muovimaton alus	H2	19,1	64,7	10,6
	<i>sisäilma</i>	<i>H1</i>	<i>18,7</i>	<i>26,0</i>	<i>4,2</i>
V2, käytävä etelä	muovimaton alus	H4	17,8	62,9	9,6
	<i>sisäilma</i>	<i>H3</i>	<i>18,0</i>	<i>27,3</i>	<i>4,2</i>
V3, tila H021	muovimaton alus	H1	19,1	69,4	11,4
	<i>sisäilma</i>	<i>H2</i>	<i>18,6</i>	<i>27,9</i>	<i>4,5</i>
V4, käytävä pohj.	muovimaton alus	H3	17,3	68,1	10,0
	<i>sisäilma</i>	<i>H4</i>	<i>17,1</i>	<i>29,1</i>	<i>4,4</i>
V5, tila H001	muovimaton alus	H2	17,9	64,5	9,8
	<i>sisäilma</i>	<i>H1</i>	<i>17,9</i>	<i>30,1</i>	<i>4,4</i>



Kuva 17. V1, taukotila 018. Viiltomittauksen tulos 64,7 %RH. Maton tartunta alustaansa heikko, asennettu likaiselle tai pölyiselle alustalle, ei poikkeavaa hajua tai värimuutoksia, murtopinta tasoitteessa.



Kuva 18. V2, käytävän eteläpääty. Viiltomittauksen tulos 62,9 %RH. Maton tartunta alustaansa heikko, asennettu likaiselle tai pölyiselle alustalle, ei poikkeavaa hajua tai värimuutoksia, murtopinta tasoitteessa.



Kuva 19. V3, H021 wc-oven edusta, jossa hieman kohonneita lukemia pintakosteusmittarilla. Viiltomittauksen tulos 69,4 %RH. Maton tartunta alustaansa heikko, asennettu likaiselle tai pölyiselle alustalle, ei poikkeavaa hajua tai värimuutoksia, murtopinta tasoitteessa.



Kuva 20. V4, käytävän pohjoispääty. Viiltomittauksen tulos 68,1 %RH. Maton tartunta alustaansa heikko, asennettu likaiselle tai pölyiselle alustalle, ei poikkeavaa hajua tai värimuutoksia, murtopinta tasoitteessa.



Kuva 21. V5, H001 wc-oven edusta, karmissa kosteusvaurio. Viiltomittauksen tulos 64,5 %RH. Maton tartunta alustaansa heikko, asennettu likaiselle tai pölyiselle alustalle, matto hieman kovettunut, heikko kemikaalimainen haju, ei värimuutoksia, murtopinta tasoitteessa.

Taulukko 2. Porareikämittausten tulokset 1.3.2019. Taulukossa on esitetty lämpötila (t), suhteellinen kosteus (RH) ja ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteestä.

Mittapiste	Mittaussyvyys	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m ³]
PR3, tila H019	sisäilma	TA1	17,0	20,2	2,8
	betoni 30mm	TA10	16,9	68,0	9,7
	betoni 50mm	TA6	16,9	71,0	10,2
	EPS, yläpinta	TA2	16,9	75,3	10,8
	Täyttö (hiekkä)	TA5	17,0	74,0	10,7
PR4, tila H002	sisäilma	TA8	17,7	16,9	2,5
	betoni 30mm	TA4	18,3	65,2	10,2
	betoni 50mm	TA3	18,4	65,7	10,3
	EPS, yläpinta	TA7	18,6	69,0	10,9
	Täyttö (hiekkä)	TA9	18,5	68,4	10,8

Taulukko 3. Hetkellisten kosteusmittausten tulokset 32 mm läpiporauksista 25.2.2019. Taulukossa on esitetty lämpötila (t), suhteellinen kosteus (RH) ja ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteestä.

Mittapiste	Mittaussyvyys	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m ³]
PR1, tila H021	sisäilma	TA11	16,8	33,4	4,8
	täyttö (hiekkä)	TA12	11	86,4	8,7
PR2, tila H013	sisäilma	TA13	20,3	27,0	4,7
	täyttö (hiekkä)	TA16	16	95,3	12,9

7.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen betonirakenteisen alapohjan kosteusteknisessä toiminnassa ei havaittu (kosteusmittausten, tehtyjen havaintojen ja rakennesuunnitelmien perusteella) merkittäviä puutteita. Rakennuspohjassa kosteusolosuhteet vaihtelevat alueittain, mutta alapohjarakenteisiin ei kohdistu liiallista kosteusrasitusta. Muovimattojen alapuolinen suhteellinen kosteus vaihteli 62-69 %RH välillä. Muovimatolle kriittisenä kosteuspitoisuutena pidetään tavanomaisesti 85 %RH.

Lattiapäällysteissä ei havaittu viitteitä vaurioista, lukuun ottamatta viiltomittauksessa V5 esiintyvää lievää poikkeavaa hajua. Oven edustalla olevassa muovimatossa havaittiin vanha paikallinen kosteusvaurio wc-tilan käytön johdosta (vauriosta lisää luvussa 9). Vauriokohdassa kosteuspitoisuus ei ollut mittaushetkellä koholla, mutta vaurio tulee korjata viipymättä. Märkätilaan kohdistuvien korjaustöiden yhteydessä tilan H001 lattiapintarakenne suositellaan purkamaan puhtaalle betonipinnalle. Ennen uuden pintarakenteen asentamista alapohjarakenteen kosteuspitoisuus tulee varmistaa rakennuskosteusmittauksin. Ennen lattiapäällysteisiin kohdistuvia toimenpiteitä tulee muovimaton ja liiman asbestipitoisuus selvittää.

Mikrobiperäisten epäpuhtauksien ja radonin kulkeutuminen maaperästä huoneilmaan estetään tyypillisesti tiiviillä alapohjarakenteella. Muovimatolla päällystetty alapohjarakenne on itsessään tiivis, mutta alapohja-ulkoseinäliittymissä ja lämmönjakohuoneessa olevissa läpivienneissä havaittiin merkittäviä ilmavuotoreittejä, joiden kautta maaperän ja alapohjan epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan.

Alapohjarakenteet on toteutettu ilman erillisiä liikuntasauvoja. Betonilaatan ja seinärakenteen välinen rako johtuu betonin kuivumiskutistumasta ja puutteellisesta toteutustavasta. Suosittelemme ulkoseinä-alapohja-liittymien sekä lämmönjakohuoneen läpivientien ja tarkastusluukun ilmatiiveyden parantamista. Onnistuneen lopputuloksen saavuttaminen edellyttää detaljitason korjaussuunnittelua ja työn aikaista laadunvarmistusta. Lisäksi on huomioitava ulkoseiniä käsittelevässä luvussa esitetyt suositukset tiivistyskorjauksen vaikutuksista rakenteiden kosteus- ja sisäilmatekniseen toimintaan.

Alapohjan tiivistyskorjaukset suositellaan toteutettavaksi viipymättä, jos rakennus toimii käyttötarkoitukseltaan asuntona, oleskelu- ja/tai työtilana.

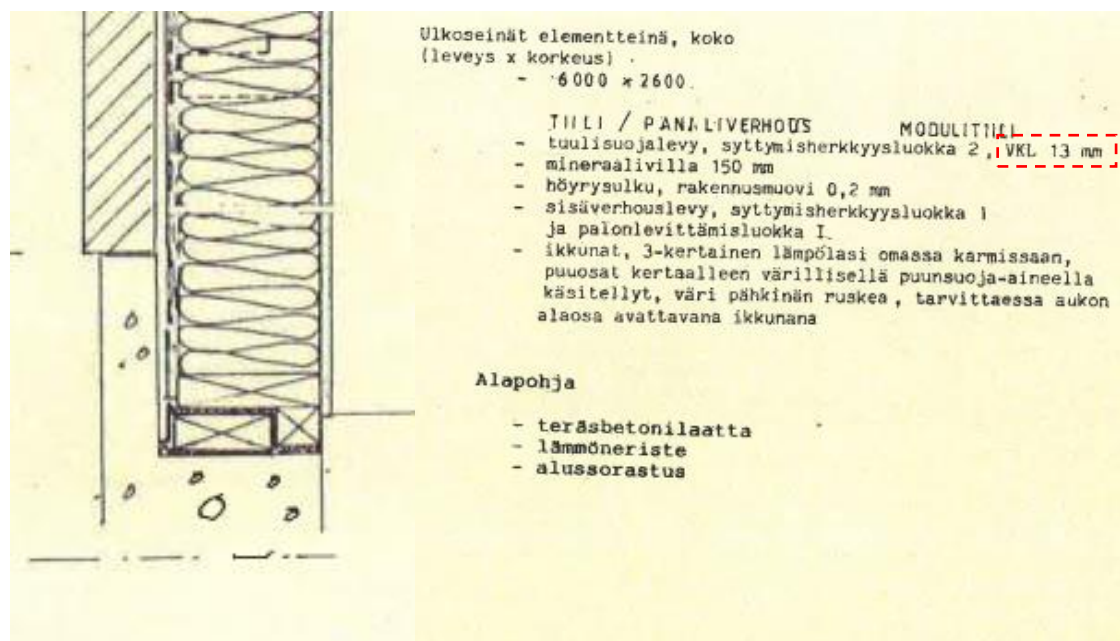
8 Ulko- ja väliseinät

8.1 Rakenteet

Rakenneavauksista tehtyjen havaintojen ja lähtötietojen perusteella ulkoseinät on valmistettu tolpparunkoisista, lasivillaeristeisistä, puuelementeistä. Julkisivumateriaalina on puhtaaksi muurattu tiiliverhous, lukuun ottamatta ikkunapäällisten ja sisäänkäynnin puupaneeliverhousta. Alkuperäisistä suunnitelmista poiketen toteutuneeseen rakenteeseen oli vaihdettu tuulensuojalevyksi 30 mm tuulensuojalasivilla. Rakennetyyppi esitetty rakenneavausten selostuksissa.

Havaintojen perusteella väliseinärakenteet ovat pääosin puurankarakenteisia, levyverhoiluja ja ääneneristettyjä. Osa rakennuksen päädyissä sijaitsevista väliseinärakenteista on vaihdettu alkuperäisistä suunnitelmista poiketen muuratuiksi harkkoseiniksi. Väliseinärakenteiden rakennetyyppi ja kunto selvitettiin rakenneavauksilla RAK3, RAK4 ja RAK6.

Kohteessa sokkelirakenne on toteutettu ns. "valesokkeli"-rakenteena, jota voidaan pitää lähtökohtaisesti riskirakenteena herkün vaurioitumisriskin takia. Rakenteen kuntoa selvitettiin ulkoseinien alaosaan tehdyillä kolmella rakenneavauksella (RAK1, RAK2 ja RAK5).

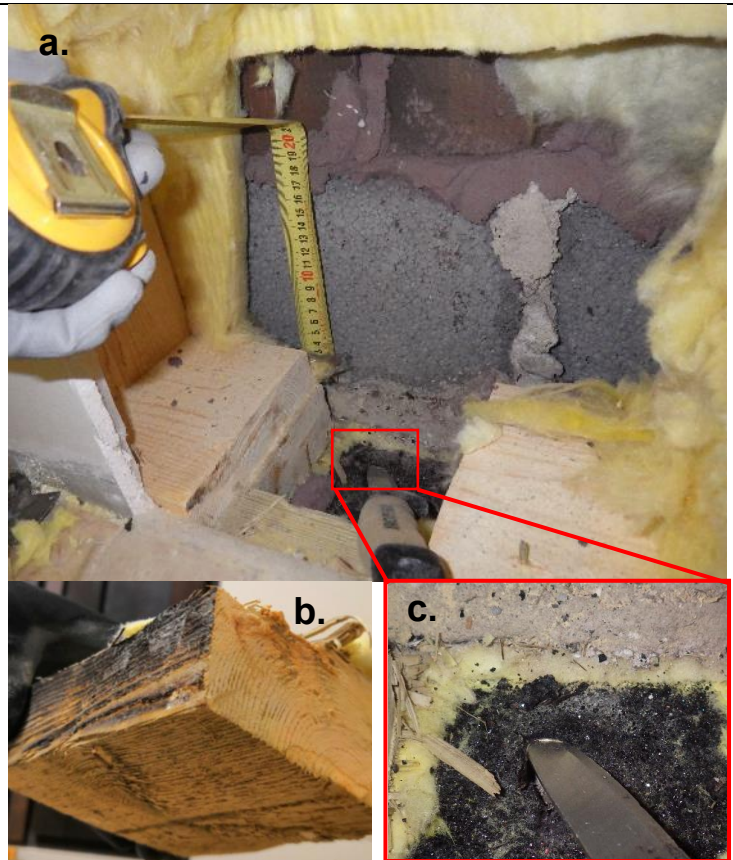


Kuva 22. Ote alkuperäisestä rakenneleikkauksesta. Suunnitelmissa ei ole määritetty sokkelirakenteen materiaaleja. Rakenneleikkauksessa esitetty seinän rakennetyyppi. Suunnitelmasta poiketen tuulensuojalevy oli toteutettu 30 mm vahvuisella puolikovalla lasivillalevyllä, jossa oli tuulensuojapinta.

RAK1
US alaosa, 300 mm x300 mm, tila H021

Seinärakenne sisältä ulos:

- 13mm kipsilastulevy
- höyrynsulkumuovi
- 145 mm lasivilla
- 30 mm tuulensuoja-pintainen lasivilla
- 10-20 mm ilmarako
- 85 mm kevytsora-harkko/tiiliverhous



Kuva 23 a, b ja c. RAK1

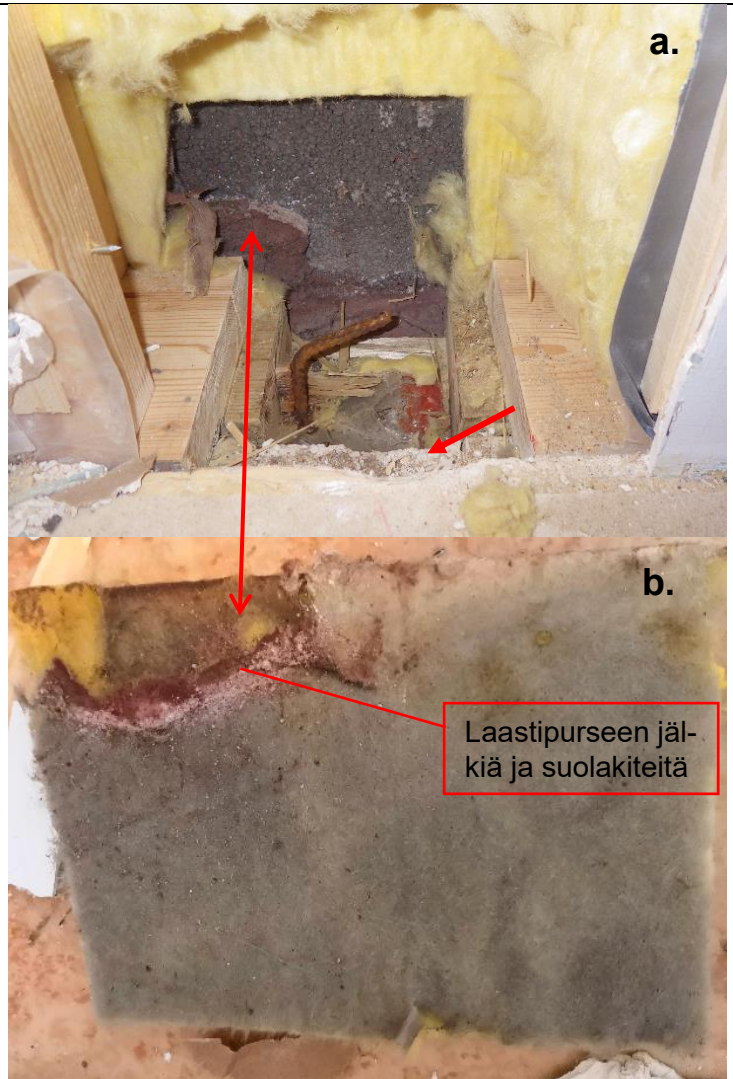
Rakenneavauksesta havaittiin voimakas ilmavirta huonetilaa kohti, mutta poikkeavaa tai voimakasta hajua ei esiintynyt. Betonisen sokkelin päälle on asennettu bitumikermikaista (kuva c), jonka päällä on lasivillatilke. Alaohjauspuun alapinta on n. 8 cm lattiapinnan alapuolella. Alimmat puut ovat painekyllästettyjä. Kaikki puurakenteet olivat aistinvaraisesti tarkasteltuna hyväkuntoisia, alajuoksun tuuletusrakoon rajoittuvassa pinnassa havaittiin nokea tai vastaavaa likaa, joka lähti pyyhkimällä (kuva b). Tuulensuojalevyn ulkopinnassa ja alaosassa havaittiin aistinvaraisesti ilmavuodosta johtuvaa tummuutta, muuten eristemateriaalit olivat aistinvaraisesti havainnoituna hyväkuntoisia. Kevytsoraharkon sisäpinnassa havaittiin laastipurseita ja suolakiteitä. Sisäverhouslevy ja höyrynsulku on viety suorina lattiapinnan alapuolelle noin 5 cm.

RAK2

US alaosa, 300 mm x300 mm, tila H001

Seinärakenne sisältä ulos:

- 13mm kipsilastulevy
- höyrynsulkumuovi
- 145 mm lasivilla
- 30 mm tuulensuojapintainen lasivilla
- 10-20 mm ilmarako
- 85 mm kevytsora-harkko/tiiliverhous



Kuva 24 a ja b. RAK2

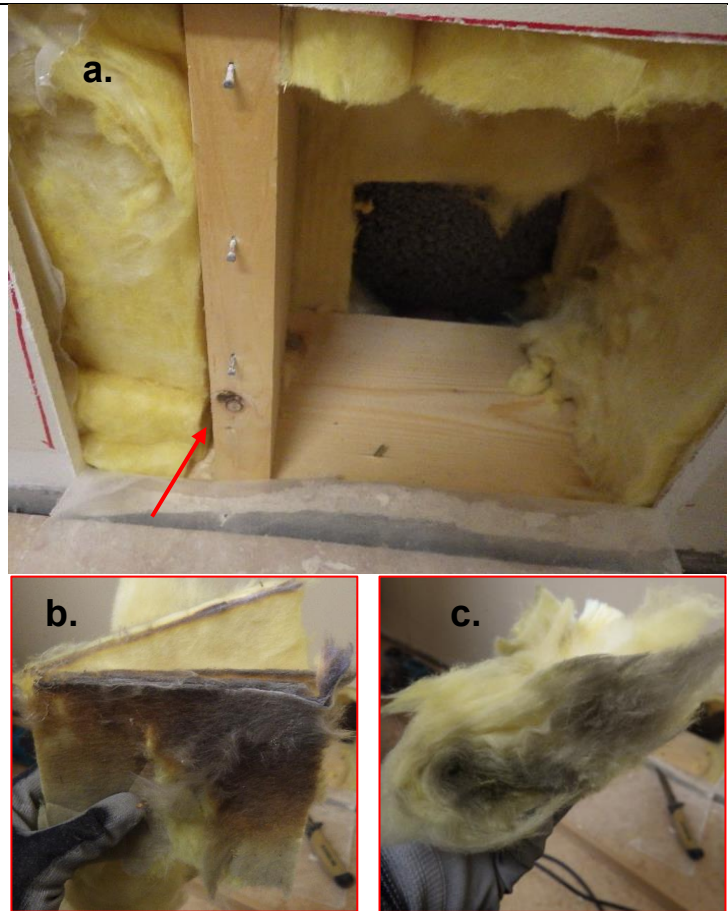
Rakenneavauksesta havaittiin voimakas ilmavirta huonetilaa kohti, mutta poikkeavaa tai voimakasta hajua ei esiintynyt. Ulkoseinässä havaittiin toisen osapuolen tekemä ja paikkaama rakenneavaus. Betonisen sokkelin päälle on asennettu 3-kertainen pakkausmuovi, jonka päällä on lasivillatilke. Alaohjauspuun alapinta on n. 8 cm lattiapinnan alapuolella. Alempi alaohjauspuu on painekyllästetty ja sen vierelle on tuotu sokkelin sisäpuolen 50 mm EPS-eriste (punainen nuoli). Kaikki puurakenteet olivat aistinvaraisesti tarkasteltuna hyväkuntoisia. Tuulensuojalevyn ulkopinnassa ja alaosassa havaittiin aistinvaraisesti ilmavuodosta johtuvaa tummumista ja laastipurseen jättämiä jälkiä. Muut eristemateriaalit olivat aistinvaraisesti havainnoituna hyväkuntoisia. Kevytsora-harkon sisäpinnassa havaittiin laastipurseita ja suolakiteitä. Sisäverhouslevy on viety n. 2 cm lattiapinnan alapuolelle, höyrynsulku on taitettu ylemmän alajuoksun alle.

RAK5

US alaosa, 300 mm x300 mm, taukotila 018

Seinä rakenne sisältä ulos:

- 13mm kipsilastulevy
- höyrynsulkumuovi
- 145 mm lasivilla
- 30 mm tuulensuoja-pintainen lasivilla
- 10-20 mm ilmarako
- 85 mm kevytsora-harkko/tiiliverhous



Kuva 25 a, b ja c. RAK5

Rakenneavauksesta havaittiin voimakas ilmavirta huonetilaa kohti, mutta poikkeavaa tai voimakasta hajua ei esiintynyt. Kaikki puurakenteet olivat aistinvaraisesti tarkasteltuna hyväkuntoisia. Tuulensuojalevyn ulkopinnassa ja alaosassa havaittiin aistinvaraisesti ilmavuodosta johtuvaa tummumista ja kosteusjälkiä (kuva b). Lisäksi tummumista havaittiin alajuoksua vasten olevassa eristepinnassa (kuva c). Eristettä asennettaessa runkotolpan ja eristeen väliin on jäänyt rako (punainen nuoli). Sisäverhouslevy on viety n. 2 cm lattiapinnan alapuolelle.

RAK3

VS alaosa, Ø100 mm, tila H030

Väliseinä rakenne:

- maali
- 13mm kipsilastulevy
- 100 mm kivivilla
- 13mm kipsilastulevy
- maali

Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai ilmavirtausta. 100 mm x 50 mm alaohjauspuu oli asennettu suoraan betonipinnan päälle ilman kapillaarikatko-kerrosta. Kaikki rakenteet olivat aistinvaraisesti tarkasteltuna hyväkuntoisia.

RAK4

VS alaosa, Ø100 mm,
tila H009

Väliseinärakenne:

- maali
- 13mm kipsilastulevy
- 100 mm kivivilla
- 13mm kipsilastulevy
- maali



Kuva 26. RAK4

Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai ilmavirtausta. Noin 100 mm x 50 mm alajuoksu oli asennettu suoraan betonipinnan päälle ilman kapillaarikatko-kerrosta. Kaikki rakenteet olivat aistinvaraisesti tarkasteltuna hyväkuntoisia.

8.2 Havainnot

Julkisivuissa ei havaittu merkittäviä vaurioita tai tiilien pakkasrapautumista, pois lukien eteläpäädyn alaosan halkeilu. Panelointien ja ikkunoiden pielijalautojen maalipinnat olivat pääosin hyväkuntoisia, mutta osittain haalistuneita. Noin joka neljäs tiilimuurauksen alasauma on jätetty auki tuuletusrakoksi. Ulkoseinärakenteen tuulettuvuutta heikentää rakenneavauksissa havaittu tuulensuojalevyn muutos, jossa 13 mm levy on vaihdettu 30 mm paksuun tuulensuojavillaan. Lisäksi laastipurseet ovat osittain tukkineet tuuletusrakoa ja ikkunoiden yläpuolisten paneeliverhousten alareunan tuuletusraot on tukittu ikkunan pielijalautoilla.

Sokkelimuurauksen yläosassa on n. 20cm korkea kevyesti tasoitettu pinta, joka on paikoin irtoillut ja huonokuntoinen. Alempien harkkojen saumat olivat näkyvissä.

Rakennuksen ikkunat ovat puisia MSK-tyyppisiä ja varustettu umpinaisella tuuletusikkunalla. Ikkunat on käsitelty suunnitelmien mukaan värillisellä puunsuoja-aineella, joka on hilseillyt paikoitellen pois sisä- ja ulkopinnoilta. Yhteisen pesu- ja saunatilan kohdalla seinärakenteessa on kaksi pientä ikkunaa poiketen alkuperäisistä suunnitelmista. Myös julkisivun panelointi on erivärinen ja huonokuntoinen tältä kohdalta. Ikkunaliittymissä havaittiin merkittäviä ilmatiiveyspuutteita.

Ulko- ja väliseinien sisäpinnat ovat pääosin maalattua kipsilastulevyä. Ulkoseinien sisänurkissa on selviä rakoja, josta havaittiin höyrynsulun epäjatkuvuuskohta ja sisäilmaan yhteydessä oleva eristetila. Rakennuksen pohjoispäädyssä väliseinien ja ulkoseinän liittymäkohdissa esiintyi voimakasta halkeilua. Huoneen H001 wc-tilan väliseinät ovat alaosistaan kosteusvaurioituneet.

Havaintoja seinärakenteista on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 27. Pohjoispäädyn oven vieressä havaittiin tiilimuurin ja sokkelin halkeilua. Sokkelin yläosassa tasoitus ja alempana saumat ovat näkyvillä. Tiilimuurauksen ilmaratot ovat aistinvaraisesti tarkasteltuna avonaisia.



Kuva 28 a ja b. Tiiliverhouksen ja ikkuna-/paneelirakenteen välisissä liitoksissa havaittiin selviä rakoja, joista suora yhteys eristetilaan. Paneeliverhoillut osat ovat tuulettumattomia, koska alapinnan tuuletusväli on tukittu ikkunan pielilaudalla (kuva b, nuoli).



Kuva 29 a ja b. Yleiskuva ikkunasta. Ikkunat ovat yleisesti tyydyttävässä kunnossa. Puunsuoja-aineella käsitellyissä osissa havaittiin haalistumaa ja hilseilyä.



Kuva 30 a ja b. Tiiliverhoiluissa kohdissa ikkunapellityksien kallistukset ovat osittain riittämättömiä eikä ikkunapeltien liittymiä ole tiivistetty. Lisäksi ikkunapeltien naulakiinnitys on puutteellinen.



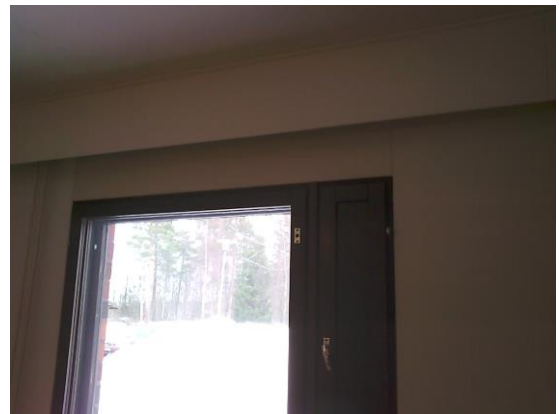
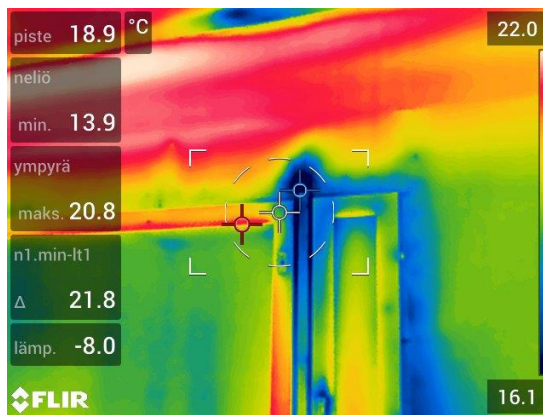
Kuva 31 a ja b. Yhteisien pesutilojen kohdalla on suunnitelmista poiketen kaksi pientä ikkunaa ja huonokuntoinen panelointi. Ikkunaliitoksia ei ole tiivistetty ja niissä on rakoja, joista on suora yhteys eristetilaan.



Kuva 32 a ja b. Tiivistämättömyydestä ikkunaliittymistä havaittiin aistinvaraisesti ja merkittävästi selvä ilmavuoto. Höyrynsulkumuovi on katkaistu sisäverhouslevyn kanssa samaan pintaan ja karmin vierestä näkyy lasivillatilke. Kuva tilasta KK025.



Kuva 33 a ja b. Ikkunoiden värillisellä puunsuoja-aineella käsitellyt osat ovat haalistuneet ja hilseilleet. Tuuletusikkunoiden välitiloissa havaittiin pölyä ja roskaa.



Kuva 34. Lämpökamerakuva ikkunaliittymästä, jossa todettiin ilmavuotoja. Ikkunan ja seinärakenteen liittymä on tiivistämättä tai puutteellisesti tiivistetty.



Kuva 35 a ja b. Ulkoseinien sisänurkassa rako, jossa näkyy höyrynsulun epäjatkuvuuskohta sekä ilmayhteys eristetilaan, huone H001 (kuva a). Eteläpäädyssä väliseinän ja ulkoseinän liittymäkohdassa rako, jota on paikattu listalla ja elastisella massalla (kuva b).



Kuva 36. Huoneen H001 wc-tilan kynnyksessä, oven alareunassa ja väliseinärakenteissa havaittiin kosteusvaurio. Levyseinä on vaurioitunut aistinvaraisesti arvioituna kynnyksen vasemmalla puolella harkkorakenteiseen väliseinään asti ja kynnyksen oikealla puolella n. 40 cm päähän kuvassa näkyvästä kulmasta ulkoseinän suuntaan.



Kuva 37 a ja b. Huoneen H001 wc-tilan kynnyksen vasemmalla puolella havaittiin kosteusvaurio ja kosteusjälkiä levyssä (kuva a). Oven alareuna oli vaurioitunut (kuva b).

8.3 Kosteusmittaukset

Seinien rakenneavauksista tehtiin rakennekosteusmittauksia puupiikkimenetelmällä alaohjauspuiden kosteuspitoisuuden varmistamiseksi. Mittauksissa ei todettu poikkeavia kosteuspitoisuuksia. Mittauksia suoritettiin kaikista ulkoseinän rakenneavauksista RAK1, RAK2 ja RAK5, sekä yhdestä väliseinän rakenneavauksesta RAK3. Tulokset esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Puupiikkimittaukset rakenneavauksista.

Mittapiste	Mittausvyvyys (yläpinnasta)	Mittapää	paino-%
RAK1, US, ylempi alajuoksu	1,5 cm	M18 (juntta)	8,5
RAK1, US, alempi alajuoksu	4,5 cm	M18 (juntta)	9,0
RAK2, US, ylempi alajuoksu	2,0 cm	M18 (juntta)	8,8
RAK2, US, alempi alajuoksu	3,0 cm	M18 (juntta)	12,3
RAK5, US, alempi alajuoksu	4,0 cm	M18 (juntta)	10,0
RAK3, VS, alajuoksu	4,0 cm	M18 (juntta)	3,5
RAK6, VS, alajuoksu	3,5 cm	M18 (juntta)	7,5

RAK6, VS, wc-tilan kynnyks	2,0 cm	M18 (junta)	8,5
----------------------------	--------	-------------	-----

8.4 Haitta-ainenäytteet

Ennen rakenneavauksia ulkoseinän sisäverhouslevystä otettiin yksi näyte asbestianalyysiä varten, koska materiaali on tavanomaisesta poikkeava, eikä sen asbestipitoisuudesta ollut kokemusperäistä tietoa. Näytteenottoaika on esitetty liitteen 1 pohjapiirustuksessa. Näyte analysoitiin Tampereen asbesti- ja kuitulaboratoriossa, laboratorioanalyysi on kokonaisuudessaan liitteenä 2.

- Näyte HA1, tila H021, kipsilastulevy+maali, 25.2.2019
 - ei sisällä asbestia

8.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen ulkoseinissä ei havaittu merkittäviä kosteusvaurioita, vaikka seinien tuuletuvuus on heikentynyt laastipurseiden takia. Havaintojen perusteella ulkoseinärakenteeseen ei kohdistu merkittävää kosteusrasitusta. Tiilimuuratulle ulkoseinärakenteelle on tyypillistä, että viistosade kastelee muurauksen ja nostaa rakenteen sisällä olevaa kosteuspiitoisuutta. Pitkien räystäiden ja rakennuksen maltillisen korkeuden johdosta julkisivujen kosteusrasitus ei kasva liialliseksi ja rakenteessa oleva kosteus pääsee poistumaan tuuletusraon kautta. Tuulensuojalevyn ulkopinnoissa havaittu tumminen on rakenteelle tavanomaista ja ulkoseinärakenteen ulkoilmaan rajoittuvilla pinnoilla saa esiintyä asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) mukaisesti ulkoilman epäpuhtauksia ja mikrobeja.

Ulkoseinärakenteen alaosissa ei havaittu merkittäviä vaurioita/puutteita, eivätkö rasakat rakenteelliset muutostyöt ole tarpeellisia. Sokkelirakenteen kosteusteknistä toimivuutta edesauttaa harkkorakenne, joka päästää rakenteeseen kertyneen kosteuden poistumaan betonia paremmin. Harkkorakenne sitoo kosteutta betonirakennetta heikommin, eikä nosta maaperän kosteutta kapillaarisesti yhtä voimakkaasti. Ns. valesokkelin sisäpinnassa havaitut suolakiteet aiheutuvat suoloja sisältävien pinta- ja valumavesien kuivumisesta/haihtumisesta harkkorakenteen sisäpinnalta. Sokkelin veden- ja lämmöneristys tulee selvittää kaivannolla, jonka jälkeen voidaan varmentua korjaustarpeesta. Veden- ja lämmöneristeen ollessa puutteellinen, suosittelemme ulkopuolisen kosteusrasituksen vähentämiseksi sokkelirakenteen maanpinnan alapuolisen osuuden veden- ja lämmöneristämistä, sekä näkyvän osuuden pinnoittamista vettä hylkivällä, mutta hyvin vesihöyryä läpäisevällä pinnoitteella.

Ulkoseinien sisäkuoren ilmatiiveydessä on yleisesti selviä puutteita. Merkittävimpiä puutteita ovat ikkunoiden ja ulkoseinien liittymissä, joiden kautta rakenteessa esiintyvät epäpuhtaudet voivat kulkeutua (rakenteeseen nähden alipaineiseen) sisäilmaan. Koska sisätiloissa oleskeleva voi altistua maaperästä, ulkoilmasta ja rakenteesta peräisin oleville epäpuhtauksille, pidetään ulkoseinien tiiveyspuutteita asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) mukaisen toimenpiderajan ylittymisenä.

Lähtökohtaisesti ulkoseinärakenteen tiivistys tulisi tehdä höyrynsulkukerrokseen. Suosittelemme ensisijaisesti rakennuksen sisävaipan ilmatiiveyden parantamista höyrynsulun uusimisella sekä liittymä- ja läpivientikohtien huolellisella tiivistämisellä erillisen suunnitelman mukaan. Höyrynsulun uusimiseksi tulee sisäverhouslevytys purkaa kattaaltaan ja uusida. Rakenteiden ilmatiiveyden parantamiseen liittyvät toimenpiteet vaativat kokemustemme mukaan erityisen tarkkaa suunnittelua, toteutusta ja laadunvarmistusta, jotta korjauksella voidaan saavuttaa hyvä lopputulos. Väliaikaisesti rakenteen

ilmatiiveyttä voidaan parantaa sisäverhouslevyn päälle tehtävällä elastisella massauksella. Massauksilla ei kuitenkaan saavuteta riittävää ilmatiiveyttä, eikä massaus ole yhtä pitkäikäinen kuin raskaampi tiivistys. Ulkoseinärakenteen pelkän ilmatiiveyden parantamisen ongelmana on, että ilmapirtausten rakenteita kuivattava vaikutus voi poistua, jolloin rakenteen kosteuspitoisuus voi kasvaa. Tämän johdosta on ensiarvoisen tärkeää varmistaa rakennuksen ulkopuolisen salaojituksen sekä veden- ja lämmöneristyksen toiminta, jolla vähennetään rakenteeseen kohdistuvaa kosteusrasitusta/parannetaan rakenteen kosteusteknistä toimintaa.

Ilmatiiveyden parantamisen yhteydessä suosittelemme korjaamaan julkisivussa havaitut puutteet ja tiivistämään ulkopuoliset liittymäkohdat sadeveden pääsyn estämiseksi rakenteisiin. Suosittelemme myös alkuperäisten ikkunoiden uusimista tiivistyskorjauksen yhteydessä. Ikkunoiden uusiminen parantaa tiivistyskorjauksen laatua ja samalla lisää rakennuksen energiatehokkuutta. Ilmatiiveyden parantamisen ja ikkunoiden uusimisen yhteydessä tulee huomioida hallittu korvausilman saanti, jota on käsitelty luvussa 11.3.

9 Märkätilat

9.1 Rakenteet

Rakennuksen huonetilojen yhteydessä olevien wc-tilojen materiaaleina ovat pääosin lattiasa muovimatto ja seinillä maalipinta. Poikkeuksena huoneen H001 wc-tila, jossa lattiamateriaalina sekä seinän alaosassa on keraaminen laatta. Seinän yläosa on maalattu. Kaikissa tiloissa katon pintamateriaalina on kipsilastulevy ja maali. Wc-tilat on varustettu pesualtaan alapuolisella lattiakaivolla.

Rakennuksen yleisissä pesutiloissa (003,004,006), kodinhoituhuoneessa (KHH015) sekä siivousvarastossa (S031) lattian ja seinien pintamateriaali on keraaminen laatta.

Märkätilojen seinärakenteet olivat pääosin levyrakenteisia lukuun ottamatta päätyjen harkkorakenteisia seinä.

9.2 Havainnot

Pääosin wc-tilat olivat pintamateriaaleiltaan kohtalaisessa kunnossa, eikä näkyviä kosteusvaurioita havaittu. Poikkeuksena huoneiden H001, H002 ja H009 wc-tilat, joista tehdyt havainnot on esitetty alla olevissa kuvissa. Wc-tiloissa havaittiin puutteita wc-istuimen ja muovimaton välisien liitoksien tiivistyksessä. Lattiakaivon kiristysrenkas oli osassa wc-tiloja vinossa kaivon nähden, eikä kiristysrengasta oltu kiinnitetty. Wc-tilan ja huonetilan välinen kynnyks oli toteutettu muovilistalla, pois lukien laatoitetut tilat, joissa oli puukynnyks.

Yhteiskäytössä olevat pesutilat olivat yleiskunnoltaan kohtalaiset, eikä niissä havaittu aistinvaraisesti merkittäviä kosteusjälkiä tai vaurioita. Suihku- ja pukuhuonetiloissa (004 ja 006) havaittiin ns. kopokartoituksen (kopo=alustastaan irti oleva laatta) perusteella lattialaattojen olevan osittain irti alustastaan. Suihkutilassa vesiputket tulevat yläkautta. Seinä- ja lattialaattojen sekä kynnyksien liitoskohtien saumoissa havaittiin puutteita ja ikääntymistä.



Kuva 38 a ja b. Yleiskuva muovimatolla ja maalilla pinnoitetusta wc-tilasta (kuva a). Yleiskuva laatoitetusta wc-tilasta (H001), kynnyks vaurioitunut (kuva b).



Kuva 39. Huoneen H009 wc-tilan muovimatossa havaittiin tummia jälkiä/likaa.



Kuva 40 a ja b. Huoneen H002 wc-tilan muovimatossa havaittiin runsaasti kosteusjälkiä, värimuutoksia ja kulumaa. Wc-istuimen liitoksen tiivistys oli vaurioitunut ja liitoksen vieressä havaittiin viitteitä muovimaton alle päässeestä kosteudesta.



Kuva 41. Pistokoeluoontoisesti tarkastettujen lattiakaivojen kiristysrenkaissa ei havaittu merkittäviä puutteita.

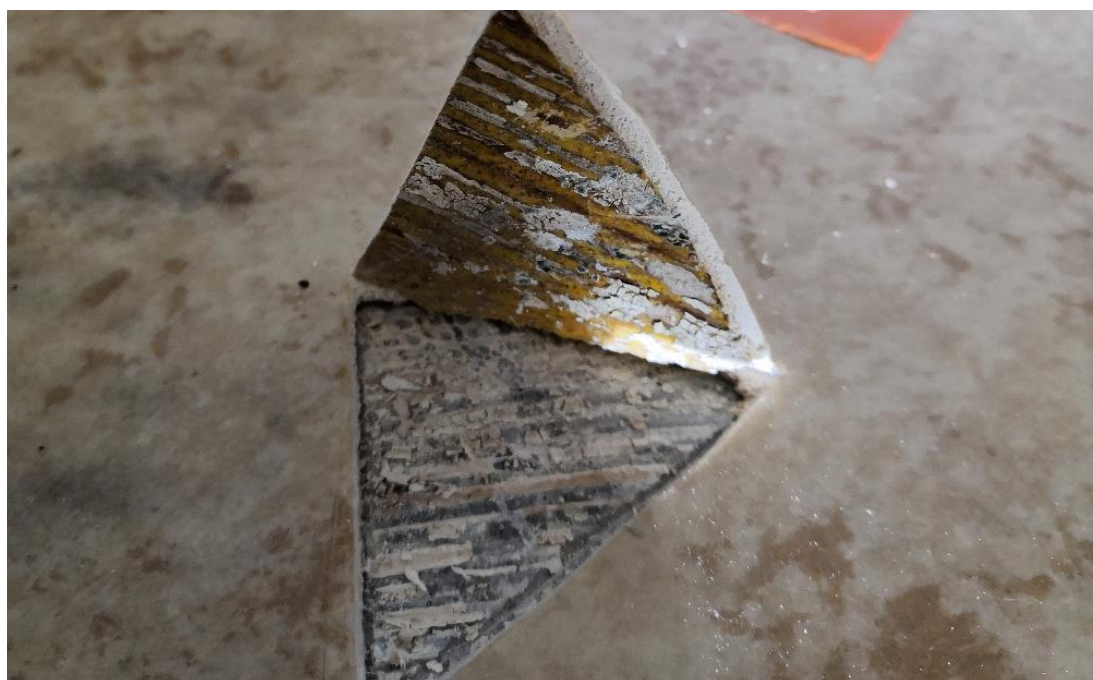
9.3 Kosteusmittaukset

Märkätilojen lattiapinnoille tehtiin pintakosteuskartoitus. Kartoituksessa havaittiin wc-tiloissa tavanomaista korkeampia lukemia kaivojen ja wc-istuimien ympärillä. Yhteisissä pesutiloissa ei havaittu poikkeavia arvoja. Pintakosteuskartoituksen arvot esitetty liitteessä 1.

Lattiapäällysteiden alapuolelta suoritettiin kosteusmittauksia viiltomenetelmällä pintakosteuskartoituksen tulosten tarkentamiseksi. Pintakosteuskartoituksen ja aistinvaraisen havaintojen pohjalta mittauksia tehtiin kahteen wc-tilaan. Wc-tiloista tehtyjen viiltomittausten tulokset on esitetty taulukossa 5. Viiltomittausten yhteydessä lattiapäällysteiden kuntoa arvioitiin aistinvaraisesti havainnoiden. Havainnot on esitetty seuraavissa kuvissa.

Taulukko 5. Märkätilojen lattiapäällysteiden alapuolelle tehtyjen viiltomittausten 27.02.2019 tulokset. Taulukossa on esitetty lämpötila (t), suhteellinen kosteus (RH) ja ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Mittausvyvyys	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m ³]
V6, H002 wc-tila	muovimaton alus	H1	17,5	72,3	10,8
	sisäilma	H2	17,9	28,7	4,3
V7, H009 wc-tila	muovimaton alus	H3	18,4	92,4	14,5
	sisäilma	H4	18,7	27,9	4,5



Kuva 42. V6, huoneen H002 wc-tila. Viiltomittauksen tulos 72,3 %RH. Maton irti alustasta, lievä mikrobiperäinen haju ja selkeitä värimuutoksia, matto kovettunut, murtopinta liimassa.



Kuva 43. V7, huoneen H009 wc-tila. Viilto mittauksen tulos 92,4 %RH. Maton tartunta ok, voimakas pistävä haju, selkeitä värimuutoksia, murtopinta liimassa/matossa/tasoitteessa.

9.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Yhteiskäytössä olevat peseytymistilat ovat tyydyttävässä kunnossa, eikä niihin kohdistu välittömiä kosteusrasituksesta johtuvia korjaustarpeita. Laattojen irtoaminen alustastaan tavanomaisesti johtuu asennusalan pölyisyydestä, kuivumiskutistumasta ja/tai virheellisestä asennuksesta.

Huoneiden wc-tilojen kunnossa esiintyi vaihtelua. Wc-tilat lukuun ottamatta tiloja H001, H002 ja H009 olivat kohtuullisessa kunnossa, eikä tiloissa esiintynyt välittömiä korjaustarpeita. Tiloissa havaittiin puutteita muovimatton noston ja seinän välisen liitoksen tiiveydessä, wc-istuimen ja muovimatton liitoksessa sekä kaivojen kiristysrenkaiden asennuksessa. Tilojen tarkoituksenmukaisella käytöllä em. puutteet eivät aiheuta merkittävää vaurioitumisriskiä. Muovimatton tekninen käyttöikä on n. 20...25 vuotta (RT 18-10922), joten lattiapäällysteiden vaihtoon tulee varautua lähivuosina. Suosittelemme kuitenkin saumojen uusimista ja kaivojen tarkistusta tiivistyskorjauksien yhteydessä vaurioriskin minimoimiseksi.

Tiloissa H002 ja H009 havaittiin tilojen käytöstä johtuvaa kosteusrasitusta, mikä on johtanut muovimatton vaurioitumiseen. Useimpien mattoliimojen kriittisenä suhteellisenä kosteutena pidetään nykytietämyksen mukaan 85% RH, mikä tarkoittaa, että päällysteen liimatilan suhteellisen kosteuden raja-arvon ylitys mahdollistaa kosteusvaurion syntymisen. Kosteusvaurioituneesta muovimatosta voi vapautua sisäilman laadua heikentäviä emissioita. Näkyviä kosteusvaurioita pidetään asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) mukaisen toimenpiderajan ylittymisenä.

Tilassa H001 havaittiin pitkälle edennyt näkyvä kosteusvaurio kynnyksessä, ovesa ja väliseinissä. Kosteusvaurio on todennäköisesti aiheutunut tilan liiallisesta kastelemisesta bidesuihkulla.

Suosittelemme ensisijaisesti kaikkien märkätilojen lattiapäällysteiden vaihtoa lähivuosina. Huoneen H001 wc-tilan purkaminen väliseiniineen sekä huoneiden H002 ja H009 wc-tilojen muovimaton ja tasoitepinnan uusiminen tulee suorittaa viipymättä. Vaurioituneiden rakenteiden purkamisen yhteydessä rakenteiden vaurion laajuus tulee selvittää ja poistaa vaurioituneet rakenteet 0,2-0,5 metriä vaurioitumattoman rakenteen puolelle.

Väliaikaisena toimenpiteenä suosittelemme vaurioitumattomien tilojen saumojen uusimista ja kaivojen tarkistusta tiivistyskorjauksien yhteydessä vaurioiden välttämiseksi.

10 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

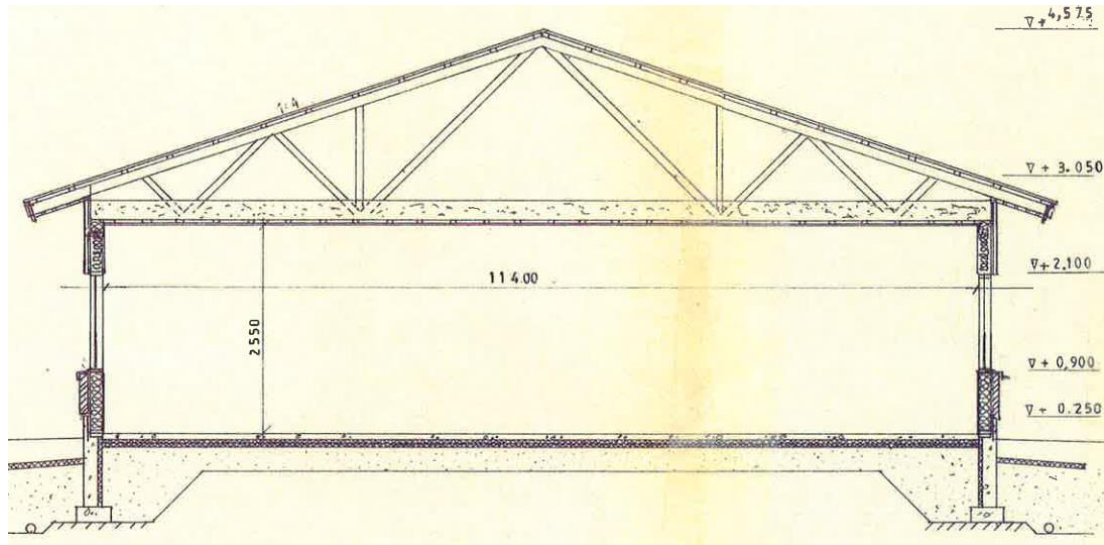
10.1 Rakenteet

Rakennuksen yläpohjan ja vesikaton kantavana rakenteena on puiset harjamalliset naulalevyristikot. Vesikaton kaltevuus on lähtötietojen mukaan 1:4. Vesikatto on toteutettu aumakattona ja vesikatteena on alkuperäinen naulakiinnitetty teräspoimulevykate aluskatteella. Vesikaton vedenpoisto on toteutettu jokaisella sivulla räystäskouruilla ja syöksytorvilla.

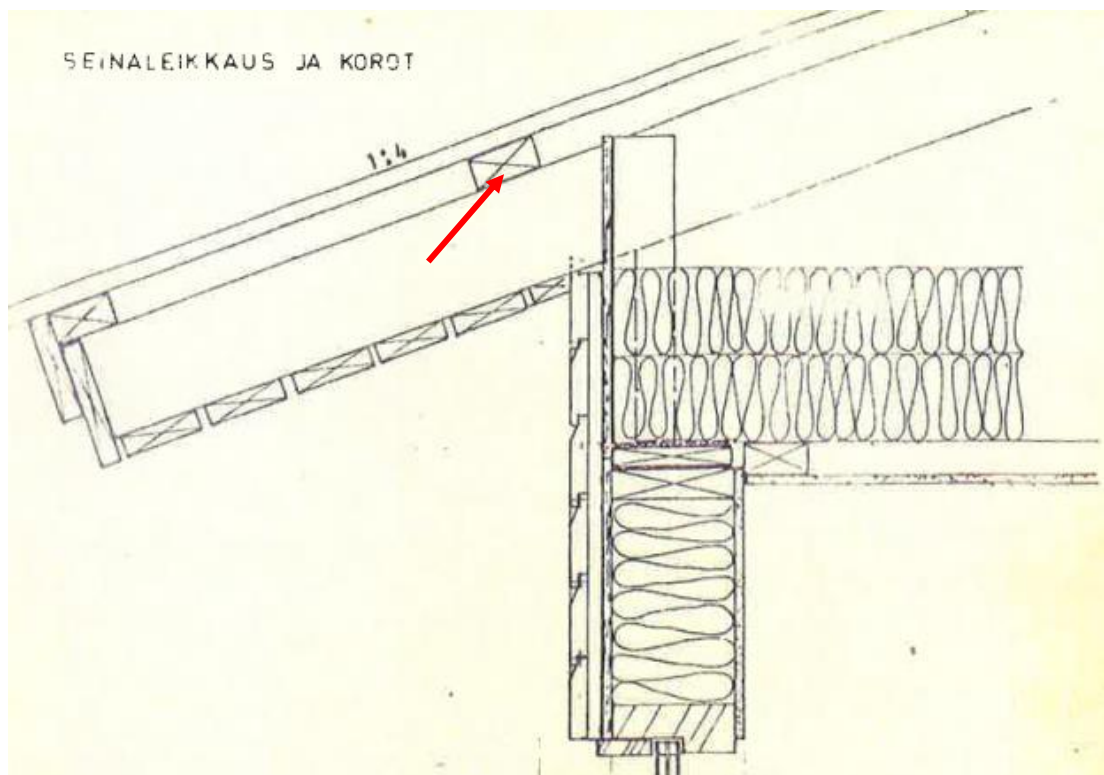
Rakennuksen yläpohja on eristetty vaalealla puhallusvillalla. Yläpohjan käyntiaukko sijaitsee rakennuksen keskellä käytävän katossa.

Yläpohjan ja vesikaton rakennekerrokset lähtötietojen ja aistinvaraisten havaintojen perusteella sisäpinnasta ulkopintaan:

- Poimulevykate
- Ruoteet 38 mm x 78 mm, k600
- Aluskate
- Tuulettuva tila $h_{maks} \approx 2,6$ m
- Vaalea puhallusvilla 175-250 mm
- Höyrynsulku, rakennusmuovi 0,2 mm
- Harvalaudoitus 25 mm x 100 mm
- Kipsilevy 13 mm
- Maali



Kuva 44. Ote alkuperäisestä yleisleikkauksesta. Yläpohja- ja vesikattorakenne vastaa pääosin suunnitelmia.



Kuva 45. Ote alkuperäisestä rakenneleikkauksesta. Suunnitelmissa ei ole esitetty aluskatetta, eikä punaisen nuolen osoittamassa kohdassa aluskatteen päälle kattotuoleihin kiinni tulevaa korotusrimaa, joka mahdollistaa aluskatteen ja peltikatteen välisen tilan tuulettumisen.

10.2 Havainnot

Vesikatto- ja yläpohjarakenteen kuntoa havainnointiin aistinvaraisesti ulko- ja sisätiloista sekä yläpohjatilasta. Yläpohjatilassa havaintoja tarkennettiin puurakenteiden piikkikosteusmittauksilla. Yläpohjan ilmavuotokohtia havainnointiin sisätiloissa lämpökamerakuvausten ja merkkisavun avulla.

Peltikatteessa havaittiin epätiiveyskohtia läpivientien ja katon harjan kohdalla. Suunnitelmista poiketen rakennukseen oli asennettu aluskate, jossa havaittiin epätiiveyskohtia.

Yläpohjarakenteessa havaittiin paikallisia kosteusjälkiä puhallusvillassa ja höyrynsulun päällä läpivientien kohdalla. Huoltomiehen haastattelun mukaan rakennuksen poistoilmakanavat on lämmöneristetty sisäverhouslevyissä havaittujen kosteusjälkien jälkeen, mutta tarkasta ajankohdasta ei ole tietoa. Yläpohjarakenteen ja seinärakenteen liittymissä havaittiin aistinvaraisesti, lämpökuvauksella ja merkkisavulla laajoja ilmavuotoja.

Havainnot esitetty kuvissa 46-62.



Kuva 46 a ja b. Räystäskourut ovat pohjoispäädyssä pääosin puhtaat (kuva a). Räystäskourujen riittävästä kallistuksesta ei pystytty varmistumaan olosuhteista johtuen. Räystäslaudoitus on pääosin hyväkuntoinen ja rakenteessa on ilmaraot, jonka kautta yläpohja tuulettuu (kuva b). Laudoituksen alla ei havaittu pieneläinten kulkua estävää suojaverkkoa.



*Kuva 47 a ja b. Katolla oli asianmukaiset tikkaat ja huoltotaso. Vesikatteessa oli huippu-
puimurin, antennin ja viemärin tuuletusputken läpiviennit. Katteen kiinnitystä on jäl-
keenpäin parannettu kateruuveilla.*



Kuvat 48a ja b. Keskiharjan ja lapeharjojen risteyskohdat epätiivisti toteutettu. Rakennuksen eteläpäädyn liittymää oli tiivistetty jälkikäteen (kuva b).



Kuva 49. Osassa katetta harjapellin ja katteen välinen solumuovitiiviste (kuva a nuoli) puuttui. Kuva b otettu puuttuneen tiivisteen kohdalta, josta havaitaan avoin yhteys ulkotilasta harjan ruodelaudoitukseen. Osa katenauloista oli löystynyt (kuva a).



Kuva 50. Katon harjakohdan aluskatteessa ja harjalaudoituksessa havaittiin kosteusjälkiä. Sadevesi pääsee tiivistämättömän harjaliitoksen kautta aluskatteen päälle. Rakenteessa ei ole harjatuuletusta.



Kuva 51 a ja b. Antennitelineen liitoskohta harjalla on tiivistämättä, jonka seurauksena yläpohjatilaan kosteutta. Telineen kohdalla havaittiin kosteusjälkiä höyrynsulun päällä puhallusvillassa. Piikkikosteusmittauksen perusteella alapaarteen pinta on päässyt kuivumaan.



Kuva 52. Naulalevyristikoiden yläpaarteissa havaittiin runsasta kosteusrasitusta paikallisesti. Yläpaarteen yläpinnan kohdalla havaittiin aluskatteessa reikiä, josta sadevesi on kulkeutunut yläpaarteeseen. Ulkoseinän tuulensuojalevy nousee noin 20 cm yläpohjan eristeen yläpuolelle, varsinaisia tuulenohjaimia ei havaittu (punainen nuoli).



Kuva 53. Aluskatteen ruodelaudoituksen välistä puuttuu yläpaarteen suuntaiset korotusrimat, joilla parannetaan aluskatteen ja vesikatteen välitilan tuulettuvuutta. Ruodelautojen ja aluskatteen väliin on kulkeutunut harjalta tulevia roskia. Puutteellisesta rakenteesta aiheutuu ruodelaudoille kosteusrasitusta, eikä sadevedet pääse poistumaan esteettömästi aluskatteen päältä.



Kuva 54 a ja b. Aluskatteessa havaittiin paikoitellen selviä epätiiveyskohtia (kuva a). Huippumurin ja aluskatteen liitos epätiivis, jonka kautta sadevedet ohjautuvat yläpohjaan (kuva b). Aluskatteena oli käytetty kahta eri materiaalia. Aistinvaraisesti havainnoituna yläpohjatila tuulettui hyvin räystäiden kautta.



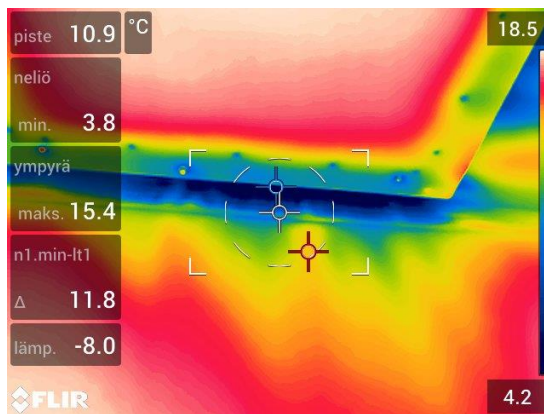
Kuva 55 a ja b. Huippuimurin kyljissä havaittiin valumajälkiä. Huippuimurin alapuolella puhallusvilla on kosteuden vaikutuksesta paakkuuntunut. Höyrynsulun sauma on tiivistänyt, jonka kautta kosteutta on päässyt sisäverhoukselle päälle (kuva b, sisäpuolen vaurio esitetty kuvassa 61).



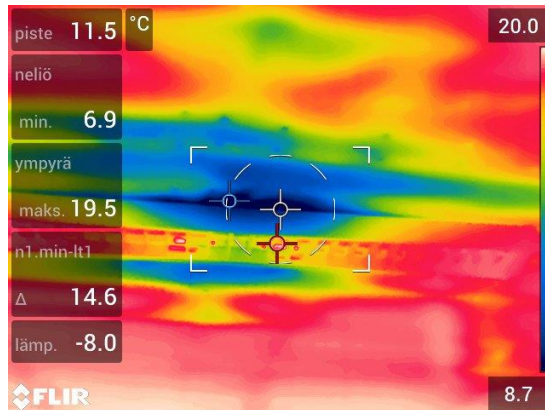
Kuva 56. Poistoilmakanavien läpiviennit tiivistetty ruskealla ”pakkausteipillä”, joka haurastuu ikääntyessään. Liitoksien ilmatiiveydessä havaittiin puutteita.



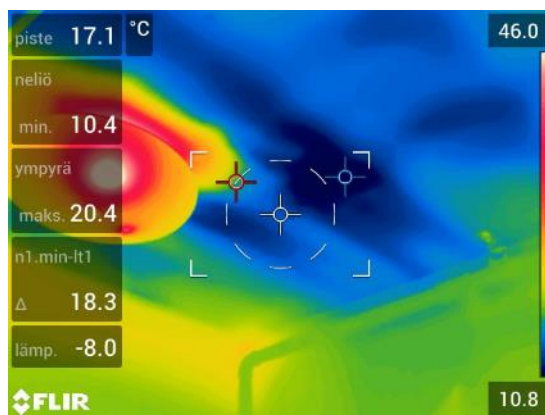
Kuva 57 a ja b. Yläpohjaan vievä luukku on tiivistämätön. Luukussa ja luukun päällä olevassa EPS-eristeessä havaittiin kosteusjälkiä. Aukkoon rajoittuvan kipsilevyn reunassa havaittiin pehmentymistä ja kosteusjälkiä.



Kuva 58 a ja b. Lämpökamerakuva yläpohjan luukusta (kuva a). Luukun reunoilla havaittiin runsasta ilmavuotoa. Seinällä havaittiin myös ilmavuodon epäpuhtauksien aiheuttamaa tummumista (kuva b).



Kuva 59 a ja b. Lämpökamerakuva yhteistilan 023 katosta (kuva a). Kuvasta voidaan havaita valaisimen sähkörasialiitoksen kautta tuleva ilmavuoto.



Kuva 60 a ja b. Lämpökamerakuva yläpohjasta. Kuvasta voidaan havaita todennäköinen höyrinsulun epätiivelyskohta, josta tuleva ilmavuoto jäädyttää sisäverhouslevyä.



Kuva 61 a, b ja c. Huippuimurin kohdalla sisäkaton akustiikkalevyissä havaittiin kosteusjälkiä (kuva a). Poistoilmakanavien päätelaitteiden ympärillä havaittiin tiiviyspuutteita sekä kosteusjälkiä, jotka johtuvat todennäköisesti aiemmin eristämättömien kanavien pinnan kondenssista (kuva b ja c).



Kuva 62 a ja b. Yläpohjan ja seinän liittymäkohdissa havaittiin sisätilaan päin tulevan ilmavuodon aiheuttamaa tummumista, joka viittaa tilojen alipaineisuuteen.

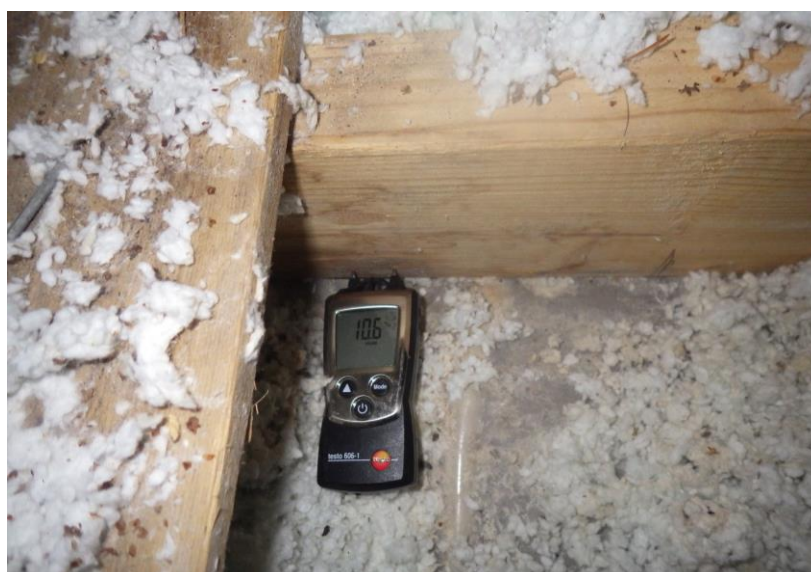
10.3 Kosteusmittaukset

Naulalevyristikoiden puurakenteisiin tehtiin suuntaa antavia kosteusmittauksia piikkimittarilla. Piikkimittauksia suoritettiin pistokoeluntuoisesti eri ristikoista sekä näkyvien kosteusjälkien alueelta.

Ristikoiden puurakenteissa ei havaittu poikkeavan suuria kosteuspitoisuuksia, lukuun ottamatta selvien kosteusjälkien paikkoja. Puun kosteuspitoisuuden ollessa yli 20 paino-% voidaan vaurioitumisriskiä pitää suurena ja lukeman ollessa alle 15 paino-% vaurioitumisriskiä ei ole. Mittaustulokset esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Puupiikkimittaukset yläpohjan naulalevyristikoista.

Mittapiste	Mittalaite	paino-%
Yläpaarre	Testo 606-1	13,4
Yläpaarre	Testo 606-1	13,1
Alapaarteiden yläreuna, antennin kohdalla	Testo 606-1	15,4
Alapaarteiden alareuna, antennin kohdalla	Testo 606-1	10,6
Alapaarteiden yläpinta, huippumurin kohta.	Testo 606-1	24,7
Alapaarteiden yläpinta, huippumurin kohta.	Testo 606-1	29,8



Kuva 63. Alapaarteeseen tehty piikkimittaus. Kosteusjäljistä huolimatta ristikon alapaarre oli pinnastaan kuiva.

10.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen vesikatteessa olevat vesitiiveyspuutteet painottuvat pääosin läpivientien ja harjan kohdalle. Rakennukseen on suunnitelmista poiketen asennettu aluskate, joka on edesauttanut vesikaton vedenpitävyyttä. Ruodelautojen ja aluskatteen välistä puuttuvat korokerimat lisäävät ruoteille aiheutuvaa kosteusrasitusta, eikä välitila pääse tuultumaan tehokkaasti, mikä kokonaisuudessaan lyhentää kattorakenteen käyttöikää. Aluskatteessa on paikoitellen reikiä ja liittymissä epätiiveyskohtia, mitkä lisäävät yläpohjan kosteusrasitusta.

Yläpohjan paikalliset kosteusvauriot ovat aiheutuneet vesikaton tiivistämättömistä liitoksista ja aiemmin eristämättömänä olleista poistoilmakanavien kondenssista. Vuotokohdissa puhallusvilla on paakkuuntunut ja höyrynsulun tiivistämättömistä saumoista kosteutta on päässyt sisäverhouslevyn päälle aiheuttaen vaurioita. Huippuimurin kohdalla alapaarre on kosteusmittausten perusteella hyvin märkä, joka kertoo jatkuvasta kosteusrasituksesta. Antennin läpiviennin kohdalla alapaarteessa ei havaittu poikkeavia kosteuspitäisyyksiä kosteusjäljistä huolimatta. Tämä viittaa siihen, että vaurio on vanha ja rakenne on päässyt kuivumaan.

Rakennuksen voimakkaan alipaineisuuden takia yläpohjan läpivientien, rakenneliittymien ja höyrynsulun saumojen kautta tapahtuvien ilmapuotojen kautta sisäilmaan pääsee kulkeutumaan ulkoilmassa ja rakenteessa olevia epäpuhtauksia. Rakennuksen ilmanvaihdon toimiessa tavanomaisesti sekä sisä- ja ulkoilman painesuhteiden ollessa lähellä tasapainoa on rakennuksen yläosissa tavanomaisesti lievä ylipaine. Ilmavuodot voivat kyseisessä tilanteessa aiheuttaa rakenteeseen kosteusvaurion konvektiolla siirtyvän sisäilman kosteuden tiivistyessä rakenteeseen.

Suosittellemme ensisijaisesti vesikaton läpivientien ja harjarakenteen tiivistämistä, aluskatteen paikallisten epätiiveyskohtien paikkaamista ja alipainetuulettimien lisäämistä harjalle. Paikkaustyössä tulee huomioida, että vesikate joudutaan purkamaan paikallisesti vuotokohtien ja liittymien vesitiiveyden varmistamiseksi. Vesikatteen uusimiseen tulee varautua seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.

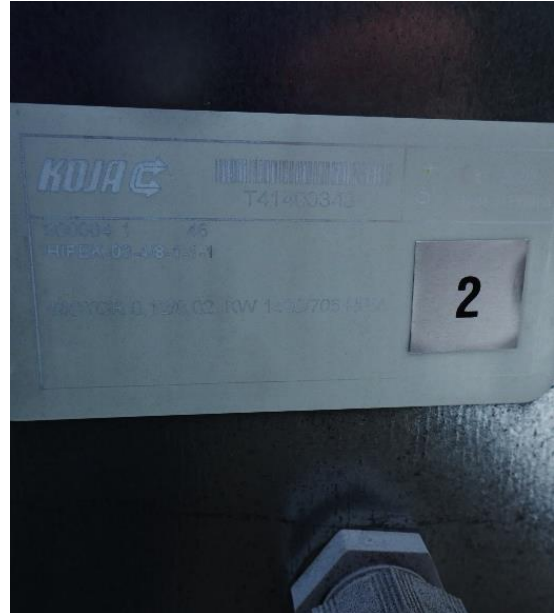
Yläpohjan puhallusvillassa ja sisäverhouslevyissä havaitut kosteusvauriot tulee korjata vaihtamalla vaurioituneet materiaalit uusiin. Samalla suosittelemme, että yläpohjan ilmatiiveyttä parannetaan purkamalla sisäverhouslevy ja asentamalla uusi Intello-höyrynsulkukerros (tai ominaisuuksiltaan vastaava tuote) harvalaudoituksen alapuolelle. Tällä menetelmällä vanha höyrynsulku voidaan jättää rakenteeseen. Sisäpuolelta tehdyn tiivistyskorjauksen yhteydessä yläpohjan ja seinän liitoskohta saadaan luotettavasti tiivistettyä ja vaurioituneet sisäverhouslevyt vaihdettua uusiin. Samassa yhteydessä yläpohjan luukku tulee uusia tarkoitukseen soveltuvaksi. Rakenteiden ilmatiiviyden parantaminen on tehtävä erillisen suunnitelman mukaan.

11 Ilmanvaihto ja painesuhteet

11.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus ja havainnot

Rakennuksessa on koneellinen poistoilmavaihtojärjestelmä. Huippuimuri sijaitsee rakennuksen keskellä vesikatolla. Päätelaitteet sijaitsevat huoneiden ja wc-tilojen katossa tai katon rajassa seinällä. Poistoilmakanavat on johdettu eristetyksi rakennuksen yläpohjatilassa huippuimurille. Rakennuksessa havaittiin yhteensä neljä korvausilmaventtiiliä, joista yksi oli jälkiasenteinen Mobair-tuloilmalaite. Korvausilmaventtiilit sijaitsevat tiloissa S031, 003, LJH ja yhteistila 023 (mobair), sijainnit merkitty liitteeseen 1. Ikkunakarmeissa ei havaittu korvausilmaventtiilejä. Huoneiden ovet ovat tiivistettyjä. Tilan 031 oven alareunassa on siirtoilmasäleikkö.

Huoltomiehen haastattelun mukaan rakennuksen ilmanvaihtoa on pidetty puoliteholla. Osassa tiloja havaittiin viemäreistä peräisin olevia lattiakaivojen kuivumisen aiheuttamia hajuja. Wc-istuimien viemärien kautta havaittiin voimakkaita ilmavirtoja, jotka viittaavat tilojen alipaineisuuteen ja riittämättömään korvausilman saantiin. Viemäristä tuleva ilmavirta aiheutti wc-istuimen vedenpintaan väreilyä.



Kuva 64 a ja b. Kuva huippuimurista. Malli: HiFEK-03-4/8-1-1-1, moottori: 0,12/0,02 kW 1400/705 RPM.



Kuva 65. Poistoilmakanavat on eristetty kanavaeristeillä ja paikoitellen kanavaeristeiden päälle on lisäksi asennettu lasivillalevyjä ja paloja.



Kuva 66 a ja b. Poistoilmakanavien päätelaitteisiin on kertynyt epäpuhtauksia. Päätelaitteet on kiinnitetty tiukasti kiinni olevilla hakasilla, joka vaikeuttaa huoltotoimenpiteitä.



Kuva 67 a ja b. Kanavistossa havaittiin runsaasti epäpuhtauksia. Wc-tilan 028 päätelaitteen irrotuksen yhteydessä havaittiin kanavien irtonainen liitos.

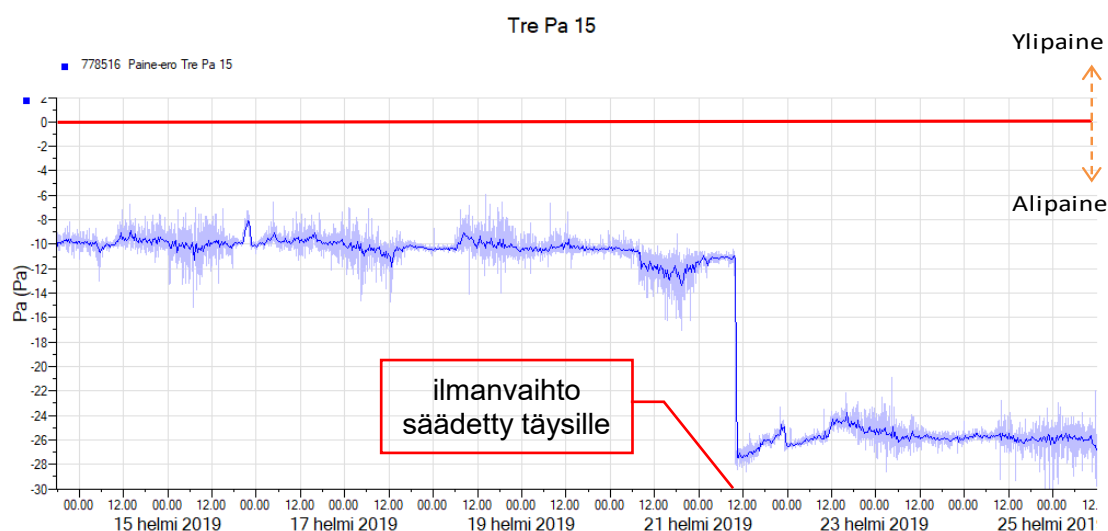
11.2 Ilmamäärä- ja painesuhdemittaukset

Rakennuksessa suoritettiin ilmamäärämittauksia pistokoeluontoisesti yhdeksään tilaan. Ilmamäärämittaukset suoritettiin 25.2.2019 ilmanvaihdon toimiessa täydellä teholla. Mittaustulokset ja mittapaikat esitetty taulukossa 7. Rakennuksen ilmanvaihdon suunnitelmia ei ollut käytettävissä, joten ilmamääriä ei pystytty vertaamaan suunniteltuihin arvoihin.

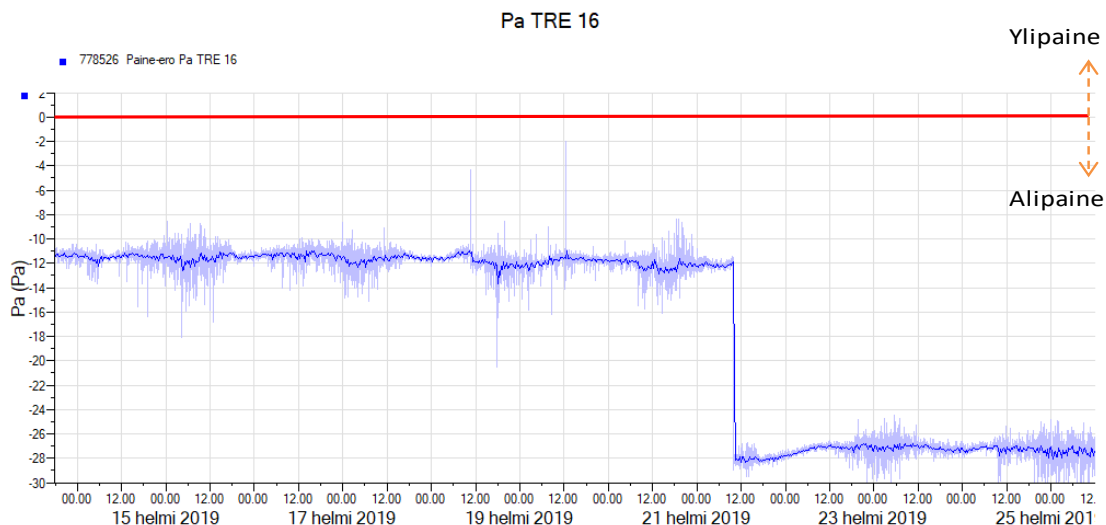
Rakennuksen ulko- ja sisäilman välistä painesuhdetta seurattiin kolmen paine-eromittalaitteen avulla 13.-25.2.2019 välisenä aikana. Rakennuksen ilmanvaihto toimi mittauksen aluksi puoliteholla, jonka jälkeen ilmanvaihto säädettiin täydelle teholle 21.2.2019 n. klo 10. Paine-eromittalaitteet sijaitsivat ikkunalaudoilla rakennuksen etelä- ja pohjoispäädyssä sekä rakennuksen keskellä, sijainnit esitetty liitteessä 1. Mittaustulokset on esitetty alla olevissa kuvissa. Mittauksissa havaittiin rakennuksen olevan voimakkaasti alipaineinen ilmanvaihtokoneen ollessa sekä täydellä että puoliteholla.

Taulukko 7. Ilmamäärämittaustulokset. Tilanumerot liitteen 1 pohjakuvassa.

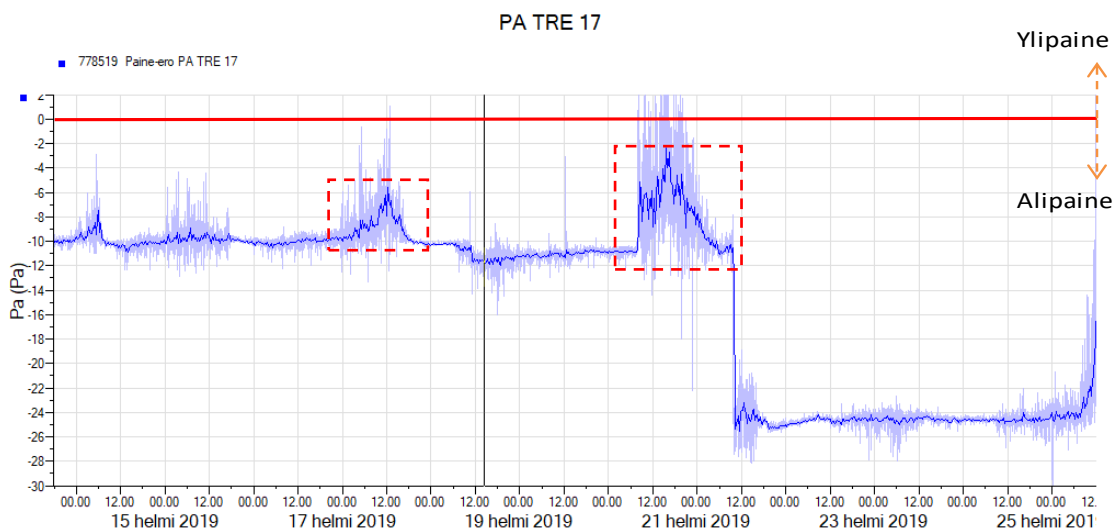
Tila	Mittalaite	Poistoilma [l/s]
H001	SwemaFlow 125	5,9
H002	SwemaFlow 125	5,5
H002, wc	SwemaFlow 125	10,3
H013	SwemaFlow 125	8,0
H019	SwemaFlow 125	6,7
H019, wc	SwemaFlow 125	12,7
H021	SwemaFlow 125	10,1
023, yhteistila	SwemaFlow 125	18,8
H030, wc	SwemaFlow 125	9,5
S031	SwemaFlow 125	7,2



Kuva 68. Tilan H013 (eteläpääty) paine-ero ulkoilmaan nähden seurantajakson aikana.



Kuva 69. Tilan KK025 (länsisivu) paine-ero ulkoilmaan nähden seurantajakson aikana.



Kuva 70. Tilan H001 (pohjoispäätty) paine-ero ulkoilmaan nähden seurantajakson aikana. Punaisella katkoviivalla merkittyjen kohtien vaihtelu selittyy kyseisinä ajanjaksoina vaikuttaneen pohjoistuulen vaikutuksena.

11.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen painesuhteilla tarkoitetaan rakennuksen sisä- ja ulkoilman tai rakennuksen eri osien välisiä ilmanpaine-eroja. Ilma pyrkii virtaamaan painesuhteiden vuoksi korkeammasta paineesta alhaisempaan. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STTM 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) mukaan huonetilojen ollessa yli 15 Pa alipaineisia, tulee alipaineisuuden syy selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa.

Seurantamittausten perusteella rakennus on merkittävästi alipaineinen, eikä rakennuksen korvausilmaventtiilien määrä ole riittävä. Koska hallittuja korvausilmareittejä ei ole riittävästi, alipaineisuus aiheuttamaa hallitsemattomia korvausilmavirtauksia rakenteiden ilmapuottojen kautta sisäilmaan. Rakennuksessa havaittiin laajoja sisävaipan ilma- tiiveyspuutteita, joten voidaan päätellä, että osa hallitsemattomasta korvausilmasta tu-

lee rakenteiden läpi. Rakenteiden läpi tulevat ilmvirtaukset heikentävät sisäilman laatua. Esimerkiksi seinärakenteelle on ominaista, että rakenteen ulkoilmaan rajoittuvissa pinnoissa esiintyy mikrobikasvustoa ja ulkoilman epäpuhtauksia, jotka voivat ilmavuo- tojen kautta kulkeutua sisäilmaan. Epätiivien alapohjaliitoksien kautta maaperässä luontaisesti esiintyvät epäpuhtaudet voivat kulkeutua ilmvirtausten mukana sisäil- maan.

Huonetilojen välisiä painesuhteita tutkittaessa merkkisavun avulla todettiin, että pää- sääntöisesti rakennuksen likaiset tilat (lämmönjakohuone ja pesutilat) ovat ylipaineisia verrattuna puhtaisiin tiloihin. Tämä aiheuttaa käytännössä epäpuhtauksien siirtymistä likaisista tiloista muiden huonetilojen sisäilmaan, mikä voi heikentää sisäilman laatua.

Rakennuksen poistoilmamäärät täyttävät rakentamisaikana voimassa olleet määräyk- set. Nykyohjeistuksen mukaisesti rakennuksen tulo- ja poistoilmamäärät mitoitetaan yhtä suuriksi. Ilmamäärämittauksista saatujen minimiarvojen ja nykyohjeistuksen mu- kaan poistoilmamäärät täydellä teholla riittävät seuraaviin henkilömääriin:

Asuintila, toimitila, opetustila ja päiväkodin ryhmätila:

- Asetus ilmanvaihtuvuudesta luokassa S3: 6 l/s/hlö
- huoneiden henkilömäärä: 2 henkilöä

Suosittelimme ensisijaisesti rakennuksen korvausilmareittien lisäämistä ja ilmamää- rien mitoitusta erillisen suunnitelman mukaan ilmatiiveyden parantamisen yhteydessä. Hallitun korvausilman saantia voidaan parantaa korvausilmaventtiilien asentamisella jokaisen ulkoseinään rajoittuvan oleskelutilan tuuletusikkunaan tai seinään. Suositte- lemme käytettäväksi suodattimella ja termostaattilla varustettuja korvausilmaventtiilejä. Samalla suosittelimme ilmanvaihtojärjestelmän kanavien puhdistusta.

12 Yhteenvedo toimenpide-ehdotuksista

Seuraavassa on esitetty suositeltavat sisäilman laadun parantamiseen tai rakenteiden kosteustekniseen parantamiseen liittyvät toimenpiteet. Korjaustyöt tulee pääsääntöi- sesti suorittaa erillisen detaljitasoisen korjaussuunnitelman mukaan.

12.1 Jatkotutkimustarpeet

Suosittelimme seuraavien jatkotutkimusten suorittamista vauriomekanismin ja -laa- juuden selvittämiseksi, korjaustarpeen ja sen kiireellisyyden arvioimiseksi sekä toimen- pide-ehdotusten tarkentamiseksi:

- Salaojituksen sekä ulkopuolisen veden- ja lämmöneristyksen tarkistaminen
- Sadevesikourujen kaatojen tarkistaminen

12.2 Kiireelliset toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien sisäilman laatuun liittyvien korjaustoimenpiteiden suoritta- mista ennen tilojen käyttöönottoa:

- Alapohjarakenteen ilmatiiveyden parantaminen.
- Alkuperäisten ikkunoiden ja ulkoseinien liittymien tiivistäminen.
- Yläpohjan ja seinäliittymien ilmatiiveyden parantaminen.
- Vesikatton ja aluskatteen (liittymät, läpiviennit, puutteet) vesitiiveyden paranta- minen.

- samassa yhteydessä yläpohjan puhallusvillojen vaihto paikallisesti vuotokohtien alueelta
- Julkisivun puutekohtien vesitiiveyden parantaminen ulkopuolelta lisävaurioitumisen estämiseksi.
- Paikalliset märkätilavaurioiden korjaukset.
 - Samassa yhteydessä huoneen H001 lattiapäällysteen uusiminen.
 - Samassa yhteydessä kaikkien märkätilojen saumojen ja kaivojen liittymien kunnon tarkistus ja mahdollinen uusiminen.
- Korvausilmaventtiilien asennus ja ilmamäärien mitoittaminen
 - Samassa yhteydessä poistoilmakanavien puhdistus
- Hulevesien ja katolta tulevien sadevesien ohjaus rakennuksen vierustan ulkopuolelle

12.3 1...3 vuoden kuluessa suoritettavat toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien sisäilman laatuun ja rakenteiden kosteustekniseen toimintaan liittyvien korjaustoimenpiteiden suorittamista 1...3 vuoden kuluessa:

- Lisäselvitysten perusteella tarvittaessa ulkopuolisen salaojitus- ja sadevesijärjestelmän uusiminen sekä ulkopuolisen veden- ja lämmöneristyksen asentaminen sokkeleihin
 - samalla piha-alueiden kallistusten parantaminen rakennuksesta pois päin viettäväksi sekä kasvuston poisto rakennuksen viereltä
- Alipainetuulettimien lisääminen vesikatolle
- Märkätilojen lattiapäällysteiden uusiminen

12.4 5...10 vuoden kuluessa suoritettavat toimenpiteet

- Alkuperäisten ikkunoiden uusiminen
 - Samassa yhteydessä julkisivun puuosien uusiminen
- Vesikatteen uusimiseen tulee varautua

12.5 Korjaustöissä huomioitavaa

Rakennuksen korjaustoimenpiteiden toteutuksessa saavutetaan paras kokonaistaloudellisuus yhdistämällä yksittäisien korjauksien suorituksia. Suosittelemme koko rakennuksen tiivistyskorjauksen tekemistä samanaikaisesti, jolloin höyrynsulun ja sisäverhouslevyjen uusimisella saavutetaan paras lopputulos sekä kosteusjäljet tulee samalla korjatuksi. Tiivistyskorjauksen yhteydessä hyvän lopputuloksen varmistamiseksi on suositeltavaa uusia myös alkuperäiset ikkunat, vaikka niillä olisi vielä teknistä käyttöikää jäljellä.

Suurin osa edellä esitetyistä korjaustoimenpiteistä edellyttää erillisen korjaussuunnitelman laatimisen ennen korjauksiin ryhtymistä ja korjausten aikana riittävän valvonnan sekä laadunvarmistuksen. Esimerkiksi ilmatiiveyden parannuskorjauksissa myös korjaustöiden onnistumisen jälkiseuranta on suositeltavaa.

Korjaustöiden suunnittelussa ja toteutuksessa tulee ottaa huomioon rakennusmateriaalien sisältämät haitta-aineet.

Kaikkien sisäpuolisiin rakenteisiin kohdistuvien korjaustoimenpiteiden toteuttamisen jälkeen on suositeltavaa toteuttaa loppusiivous Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaisesti kaksivaiheisena.

Siivous toteutetaan pääasiassa imuroimalla ja nihkeäpyyhinnällä. Pölyn imuroinnissa tulee käyttää HEPA-suodattimella varustettua imuria. Kaikki korjattuihin tiloihin takaisin

asennettavat tekstiilit ja kalusteet pestään ja/tai puhdistetaan ennen niiden asentamista takaisin. Korjaustöiden jälkeen on myös huolehdittava säännöllisestä pölyjen siivoamisesta, sisältäen myös yläpölyjen poistamisen. Siivoustyön laatua on suositeltavaa valvoa katselmuksella, jossa on mukana tilojen käyttäjien edustaja.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Tampere, 10.4.2019



Aleksi Koskenniemi
Nuorempi asiantuntija



Aapeli Rähä, DI
Tiimipäällikkö

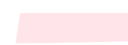
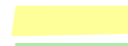
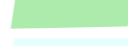
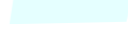


Liitteet Liite 1: Pohjapiirustus
Liite 2: Tulosraportti, Tampereen asbesti- ja kuitulaboratorio Oy, 25.2.2019

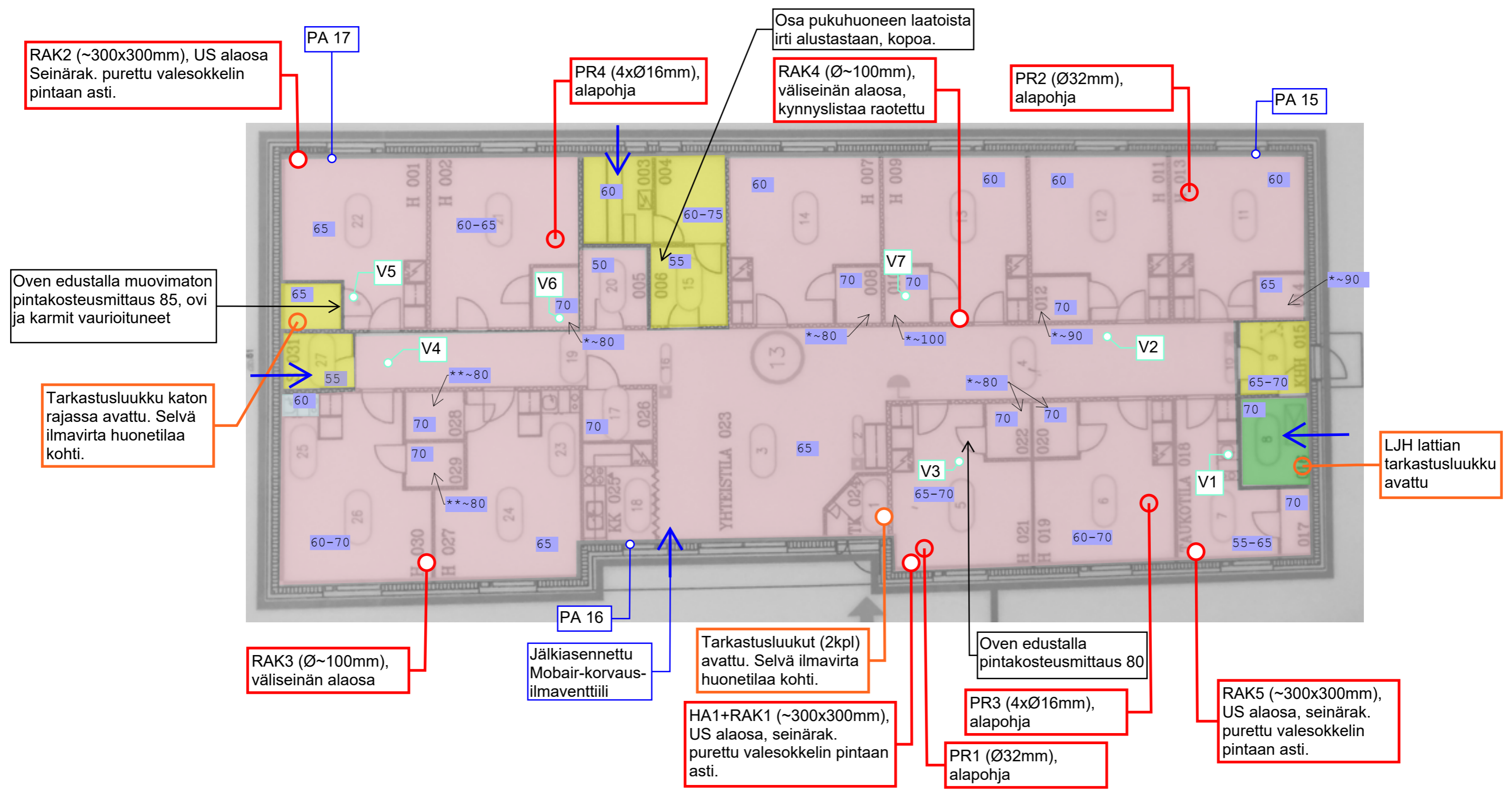
Jakelu Petri Koivusilta, Oriveden kaupunki

Tiedoksi -

Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

RAKX = rakenneavaus
 MX = materiaalinäyte (punainen teksti osoittaa todettua mikrobikasvua)
 PRX = porareikä (Ø = reiän halkaisija, mm)
 VX = viiltomittaus
 T/PA/CO = olosuhdemittapiste ja mittalaitteen numero

Merkinnät:
 Lattiapäällysteenä muovimatto
 Lattiapäällysteenä keraaminen laatta
 Lattiapinnoitteena maalattu betoni
 Lattiapinnoite irroitettu, betonipinnalla
 55 Pintakosteuden osoittimen lukema tilassa
 *= lukema wc-istuimen ympärillä
 **= lukema kaivon ympärillä
 Korvausilmaventtiili



ANALYYSIRAPORTTI

Tilaja: Vahanan Rakennusfysiikka Oy	Kohde: Oriveden vanhainkoti, Annankoti
Tilauspäivä: 25.2.2019 Analysointipäivä: 25.2.2019	Näytteenottaja: Aapeli Räihä

RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEEN ASBESTIANALYYSI

Analyysimenetelmä:

Tilaaajan toimittamat näytteet analysoidaan polarisaatiomikroskoopilla (Leica DM 2700 P) ja/tai pyyhkäiselektronimikroskoopilla (JEOL JSM IT100). Analyysi suoritetaan muunnellun standardin ISO 22262-1:2012 mukaisesti. **Menetelmä on akkreditoitu.** Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Tampereen asbesti- ja kuitulaboratorio Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.

TULOKSET

Asiakkaan näytetunnus	Laboratorion työnumero	Näytetiedot	Menetelmä VM/EM	Tulos
1	190225_082	ulkoseinä: sisäverhouslevy, puukuitu/kipsi, maali	EM	Ei sisällä asbestia.

VM = polarisaatiomikroskopia, EM = elektronimikroskopia

Heli Knuutila
laatupäällikkö

TUTKIMUSSUUNNITELMA

KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS
ANNANKOTI, TÄHTINIEMENRANTA 11A
35100 ORIVESI

12.2.2019



12.02.2019

1 Yleistiedot

1.1 Kohde

Annankoti

Tähtiniemenranta 11A, 35100 Orivesi

1.2 Tilaaja

Oriveden kaupunki

Keskustie 23, 35301 Orivesi

Yhteyshenkilö: Petri Koivusilta, petri.koivusilta@orivesi.fi

1.3 Suunnitelman tekijä

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Tampellan esplanadi 2, 33100 Tampere

Yhteyshenkilöt:

Aleksi Koskenniemi aleksi.koskenniemi@vahanen.com

Aapeli Räihä aapeli.raiha@vahanen.com

1.4 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite

Annankodin tiloja suunnitellaan käytettäväksi väistötiloina syksystä 2019 alkaen. Tilat ovat olleet varhaiskasvatuksen osa-aikaisessa käytössä muutamia tunteja viikossa. Kiinteistön käyttäjiltä on tullut satunnaisia huomautuksia sisäilman laadusta. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää soveltuvatko tilat sisäilman laadun kannalta noin 10-20 hengen väistötiloiksi. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää kattavasti rakenteiden kunto tässä tutkimussuunnitelmassa määritetyin tutkimusmenetelmin, sekä rakenteiden ja ilmanvaihdon vaikutus sisäilman laatuun. Tutkimuksesta laaditaan tutkimusselostus, joka sisältää korjaustoimenpidesuosituksen kohteen korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi.

1.5 Lähtötietoaineisto

Käytettävissä ollut lähtötietoaineisto tutkimussuunnitelmaa varten:

- Havainnot kohteesta katselmuskäynnillä 13.2.2019, Vahanen Rakennusfysiikka Oy.
- Tilaajan toimittamia alkuperäisiä pääpiirustuksia; pohja- ja julkisivupiirustus sekä yleisleikkaus ja rakenneleikkaus, Tuotantoelementti Oy, 30.10.1987.

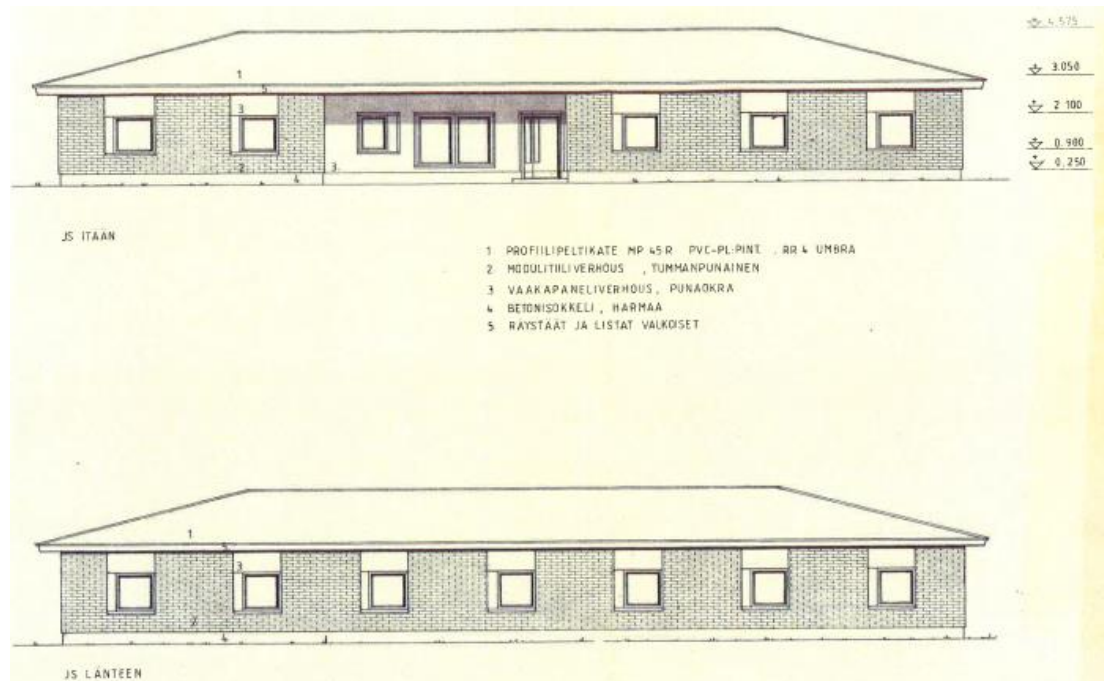
1.6 Kohteen kuvaus

Tutkimuksen kohteena oleva Annankoti on vuonna 1987 rakennettu yksikerroksinen erillistalo Tähtiniemen vanhainkodin pihapiirissä Orivedellä. Kohteen tilavuus on 1063 m³ ja bruttokerrosala 332 m², josta lämmintä tilaa 296 m². Rakennuksen ulkoseinät on

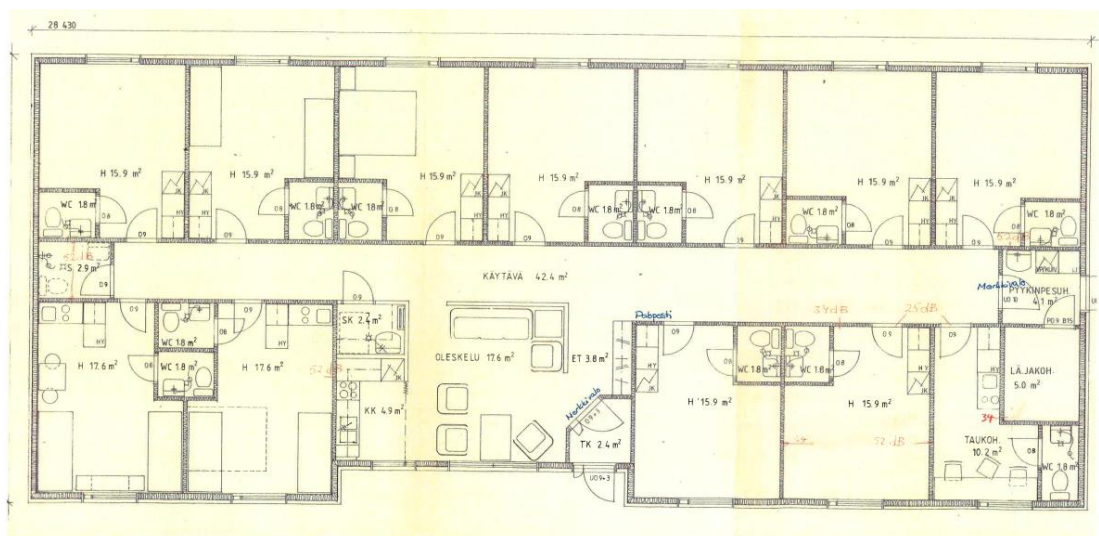
12.02.2019

valmistettu puurankarunkoisista elementeistä. Julkisivu on pääosin muurattua tiiliverhousta ja lisäksi ikkunoiden ympäräysalueilla on paneeliverhoilua. Alapohjana on maanvarainen eristetty betonilaatta. Aumakaton ja yläpohjan kantavana rakenteena toimii harjamalliset naulalevyristikot. Vesikatemateriaalina on naulakiinnitetty teräsprofiilipelti. Lämmitysjärjestelmänä toimii aluelämpö ja patterit. Kohteessa on koneellinen poistoilmanvaihto. Korvausilmaventtiileitä asennettu jälkikäteen yksittäisiin tiloihin.

Tutkimuskohde on esitetty kuvissa 1 ja 2.



Kuva 1. Ote alkuperäisestä julkisivupiirustuksesta, ei mittakaavassa.



Kuva 2. Ote alkuperäisestä pohjapiirustuksesta, ei mittakaavassa.

12.02.2019

2 Tutkimuksen sisältö

Tutkimuksella on tarkoitus selvittää rakenteiden kunto ja niiden vaikutus sisäilman laatuun. Rakenteiden kuntoa tutkitaan aistinvaraisesti, rakenneavauksin sekä mittausten ja materiaalinäytteiden analysoinnin avulla. Kohteessa arvioidaan myös ilmanvaihdon toimivuutta ja rakennuksen painesuhteita. Tutkimuksista laadittavassa tutkimusselostuksessa esitetään havainnot, johtopäätökset, toimenpidesuosituksset sekä vaihtoehtoja suositelluista korjaustavoista ja toimenpiteistä.

2.1 Tutkimuksen tehtävät

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus suoritetaan Ympäristöopas 2016:n periaatteiden mukaisesti. Alla on kuvattu kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen alustava sisältö.

Lähtötiedot

- Perehdytään saatavilla oleviin lähtötietoihin ja vanhoihin suunnitelmiin (ARK, RAK ja LVIS) ennen kenttätöiden suoritusta. Selvitetään suunnitelmien mukaiset rakenteet ja tehdään alustava riskiarvio käytettävissä olevan tiedon pohjalta.

Aistinvaraiset tarkastelut

- Tehdään kiinteistön ulko- ja sisäpuolelle aistinvarainen tarkastus. Kirjataan rakennuksen kosteustekniseen toimintaan ja sisäilman laatuun vaikuttavat seikat, kuten näkyvät kosteusvauriot ja puutteet.
- Selvitetään rakennuksen ulkoilmaan rajoittuvien osien vesitiiviyspuutteet aistinvaraisesti. Lumipeite ja työturvallisuus saattavat rajoittaa havainnointia.
- Arvioidaan piha-alueiden kaltevuuksia ja pintavesien johtamista. Tarkastetaan sadevesijärjestelmä aistinvaraisesti niiltä osin, kun tutkimuksen aikaan on mahdollista.
- Käydään yläpohjassa niiltä osin kuin mahdollista ja selvitetään sen kosteusteknistä toimintaa aistinvaraisin havainnoin.
- Lattiapäällysteiden kuntoa arvioidaan aistinvaraisesti viiltomittausten yhteydessä.

Pintakosteuskartoitus, porareikä- ja viiltomittaukset

- Rakennuksen maanvastaiseen laattaan tehdään kauttaaltaan pintakosteuskartoitus. Tulosten pohjalta suoritetaan tarkentavia porareikä- ja viiltomittauksia lattiapäällysteen alapuolisen kosteuspitoisuuden määrittämiseksi. Arvioitu lukumäärä: viiltomittauksia 4-8 kpl, porareikämittauksia 0-3 kpl. Porareikämittaus sisältää mittauksen kolmelta eri syvyydeltä rakenteesta sekä maaperästä.

Rakenneavaukset ja mikrobinäytteet

- Selvitetään rakenneavauksin ulkoseinien, väliseinien sekä ala- ja yläpohjien rakennetyypit
- Selvitetään arvioitujen riskikohtien kunto sisäpuolisissa rakenneavauksissa. Rakenneavauksista tutkitaan mm. liittymäkohtien toteutus ja ilmatiiveys sekä materiaalien kunto. Lähtötietoselvityksen pohjalta kartoitetut riskikohdat esitetty kappaleen lopussa.

12.02.2019

- Rakenteista otetaan tarvittaessa materiaalinäytteitä mikrobianalyysia varten (arviolta 0-8 kpl). Näytteet analysoidaan laimennossarjaviljely-menetelmällä akkreditoidussa laboratorioissa.
- Rakenneavauksien alustavat lukumäärät:
 - ulkoseinät, 4 kpl (300mm x 300 mm)
 - Sisätilojen kautta tehtävissä rakenneavauksessa puretaan seinän sisäpuolen levyverhousta ja seinän lämmöneristettä niin, että alaohjauspuu saadaan katkaistua
 - rakennusmateriaalien kuntoa ja vaurioitumista arvioidaan aistinvaraisten havaintojen perusteella ja puurakenteista tehtävillä rakennekosteusmittauksilla.
 - väliseinät, 2-4 kpl (reikä Ø ~100 mm)
 - alapohja, 2-4 kpl (porareikä Ø ~32 mm)

Merkkiaine- ja merkkisavukoe, lämpökamerakuvaus

- Selvitetään ulkoseinien, ala- sekä yläpohjien liittymien ja läpivientien ilmatiiveyttä merkkisavun avulla ja tarvittaessa merkkiainetekniikalla.
- Havainnoidaan mahdollisia ilmapuotokohtia lämpökamerakuvausella

Painesuhdemittaukset

- Seurataan rakennuksen painesuhteita paine-eromittalaitteiden (2-4kpl) avulla noin kahden viikon seurantajaksolla.

Ilmanvaihdon tutkimukset

- Mitataan poistoilmamääriä pistokoeluoontoisesti noin 3-5 tilasta.
- Selvitetään aistinvaraisesti kanavien puhtaus pistokoeluoontoisesti tarkastusluukkujen sekä päätelaitteiden kautta.
- Arvioidaan tilojen ilmanjakoa ja ilmamäärien riittävyyttä suhteessa tilojen käyttöön.
- Määritetään ilmavirtausten suunta eri tilojen välillä merkkiainesavun avulla, erityisesti puhtaat/likaiset tilat.

Tutkimusselostus

- Sisäilma- ja kosteustekninen tutkimus sekä ilmanvaihtotutkimus raportoidaan yhdessä tutkimusselostuksessa. Tutkimusselostuksessa esitetään tehdyt toimenpiteet, havainnot, tulokset, tulosten tarkastelut sekä johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi.

2.2 Riskikartoitus lähtötietojen pohjalta

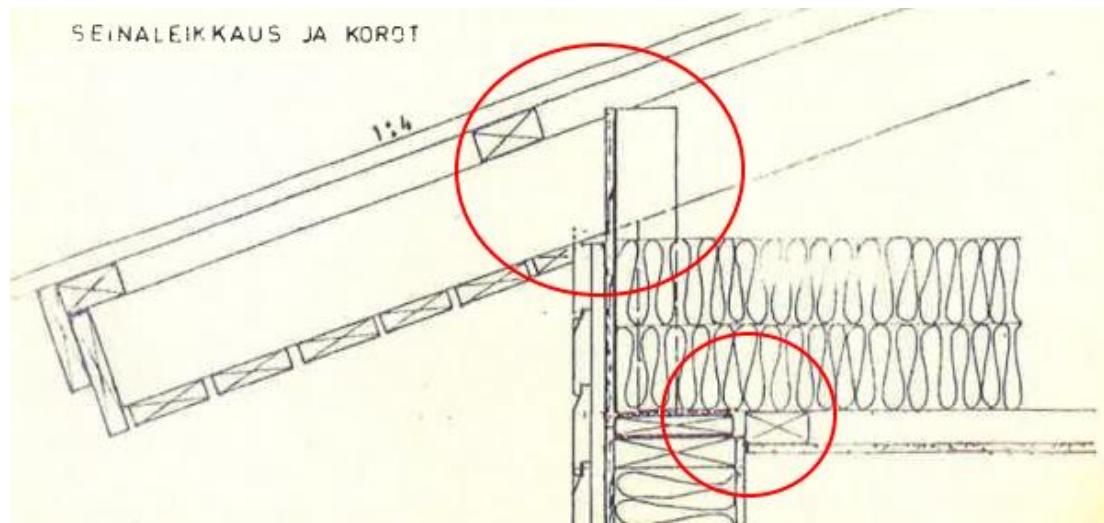
Vesikatto

- Läpivientien ja saumojen tiiveys
- Peltikatteen yleiskunto ja vauriot
- Aluskatteen toiminta ja riittävän pitkälle vienti räystäillä

12.02.2019

Yläpohja

- Yläpohjatilán riittävä tuuletus, lämmöneristeiden tukkima tuuletusrako.
- Räystään tuuliohjaimien toiminta
- Höyrynsulun ja sen liittymien sekä saumojen tiiviys, ilmavuodoista aiheutuva kosteuskonvektio.



Kuva 3. Ote alkuperäisistä suunnitelmista. Riskikohdat ympyröity punaisella.

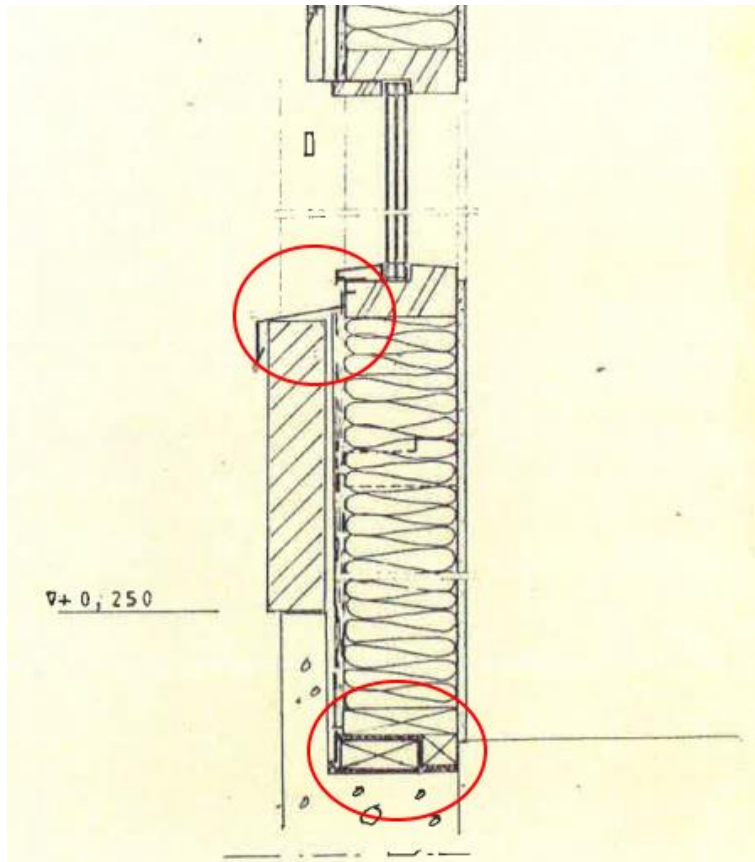
Alapohja ja rakennusympäristö

- Maanpinnan kallistukset ja korkeusasema lattiarakenteeseen nähden
- Sade- ja pintavesien ohjaus
- Mahdollinen kosteuden kapillaarinen nousu perustuksiin ja lattiarakenteisiin. Lattiapinnoitteen vesihöyrynläpäisevyys
- Salaojituksen kunto ja sijainti. Sadevesien ohjaaminen salaojiin, salojien johtaminen rakennuspaikan ulkopuolelle
- Alapohjan läpivientien tiiveys

Seinäarakenteet

- Valesokkelirakenne, joka on lähtökohtaisesti vaurioitumisherkkä. Kapillaarinen vedennousu sokkelirakenteessa sekä tiiliverhouksen läpi tuleva kosteus mahdollistavat lattiapinnan alapuolella sijaitsevan alaohjauspuun vaurioitumisen. Lisäksi laastipurseet ovat mahdollisesti tukkineet tuuletusraon.
- Ikkunaliitosten vedenpitävyys ja ilmatiiveys, ikkunapellin kallistus
- Paneeli- ja tiiliverhouksien liittymisen vesitiiveys
- Puuelementtien höyrynsulun saumat sekä liitokset yläpohjaan
- Väliseinien alajuoksun korkeusasema ja toteutustapa

12.02.2019



Kuva 4. Ote alkuperäisien suunnitelmien rakenneleikkauksesta. Riskikohdat ympyröity punaisella.

Märkätilat

- Märkätilojen puutteellinen vedeneristys
- Läpivientien, kaivojen ja kynnysten tiiveys

Ilmanvaihto ja puhtaus

- Ilmanvaihdon säädöt ja painesuhteet. Mahdollinen ali- tai ylipaineisuus ja niistä aiheutuneet haitat.
- Tuloilmakanavan pölyisyys
- Sisätilojen runsas pölykertymä

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

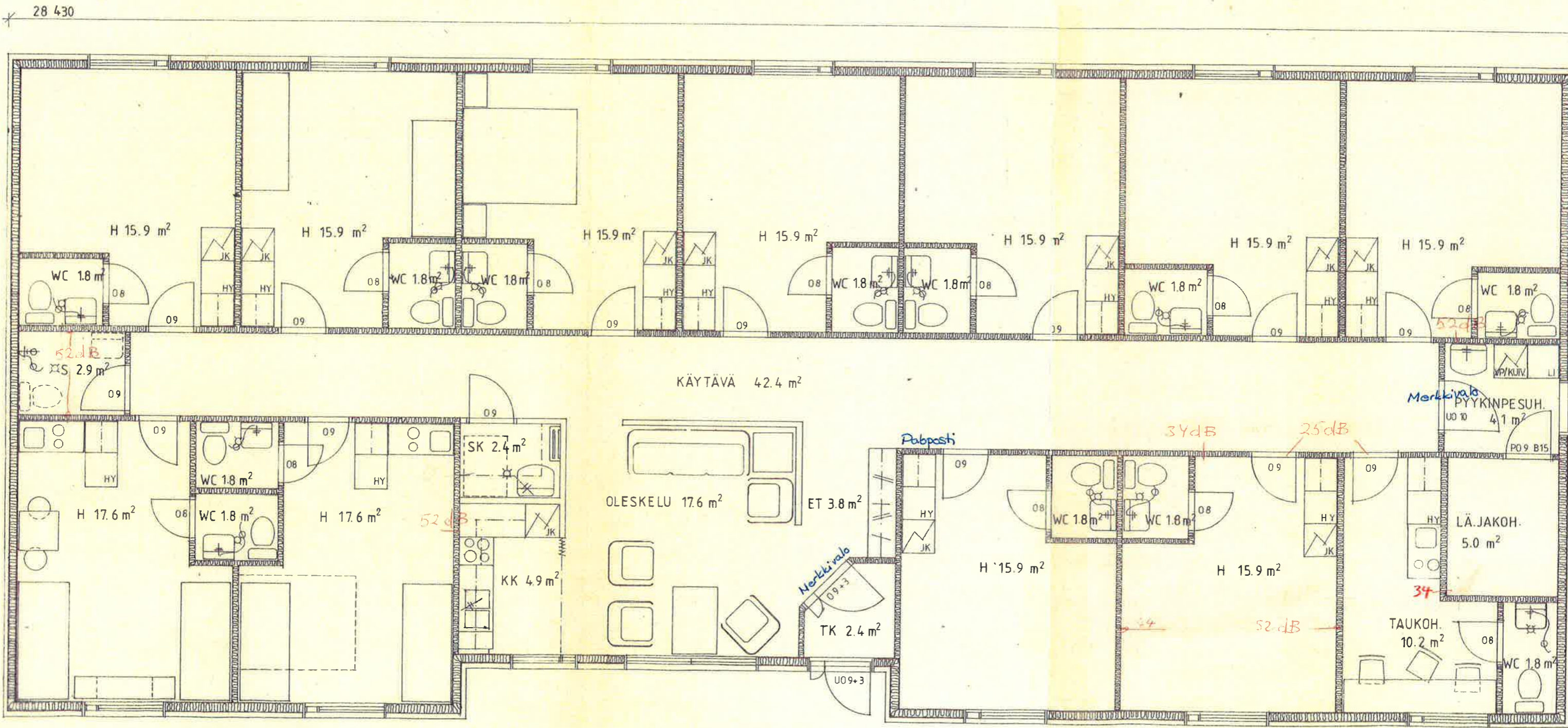
Tampere, 11.4.2019

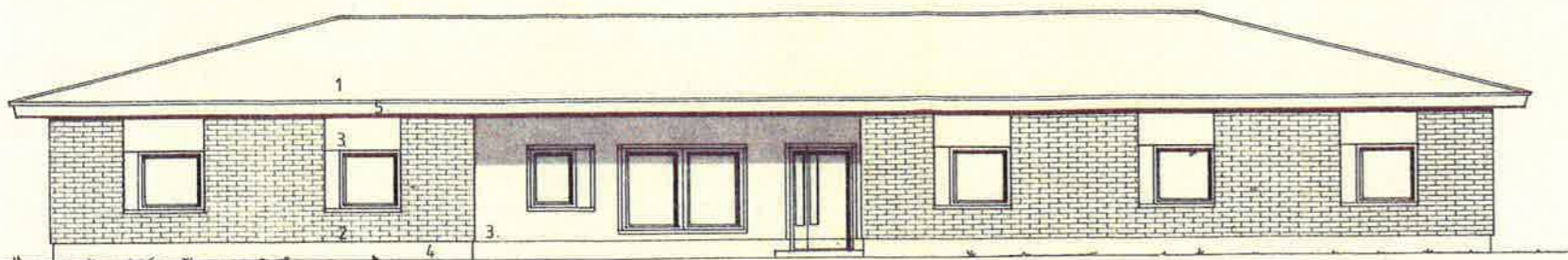
Alekski Koskenniemi
Nuorempi asiantuntija

12.02.2019

Liitteet Liite 1. Tilaajalta saadut alkuperäiset suunnitelmat
Jakelu Opinnäytetyö, Alekski Koskenniemi, Tampereen ammattikorkeakoulu
Tiedoksi

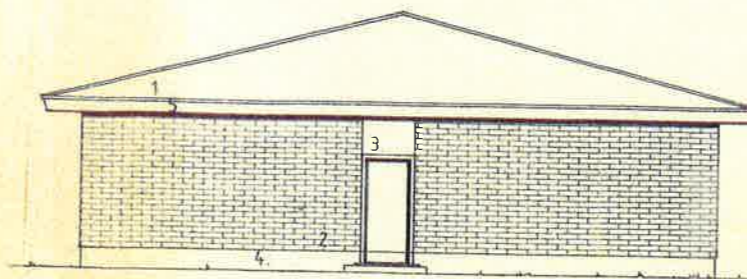
Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.



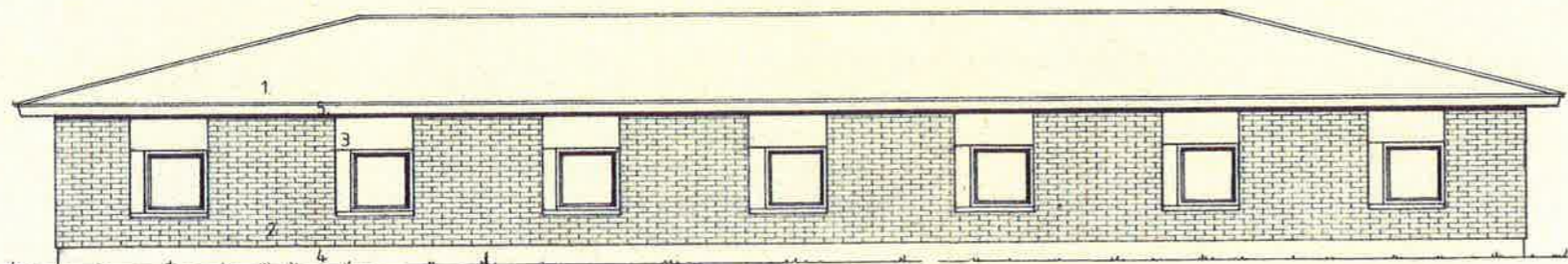


JS ITÄÄN

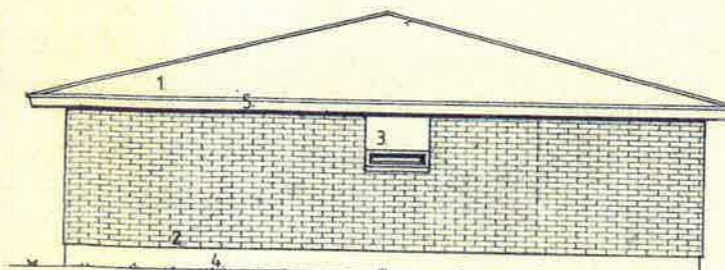
- 1 PROFIILIPELTIKATE MP 45 R PVC-PL:PINT. RR 4 UMBRA
- 2 MODULITILIVERHOUS, TUMMANPUNAINEN
- 3 VAAKAPANELIVERHOUS, PUNAOKRA
- 4 BETONISOKKELI, HARMAA
- 5 RÄYSTÄÄT JA LISTAT VALKOISET



JS POHJOISEEN




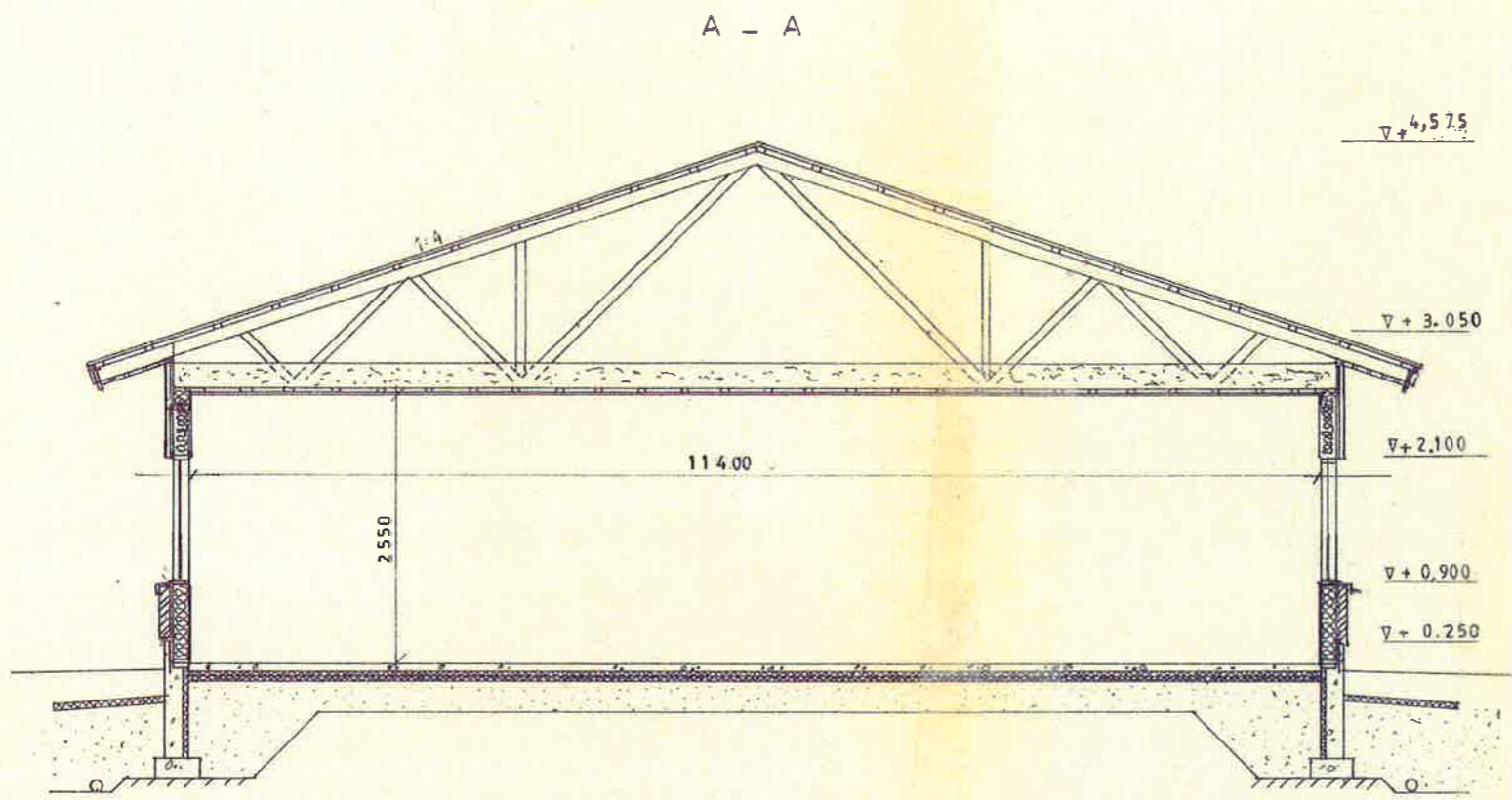
JS LÄNTEEN



JS ETELÄÄN

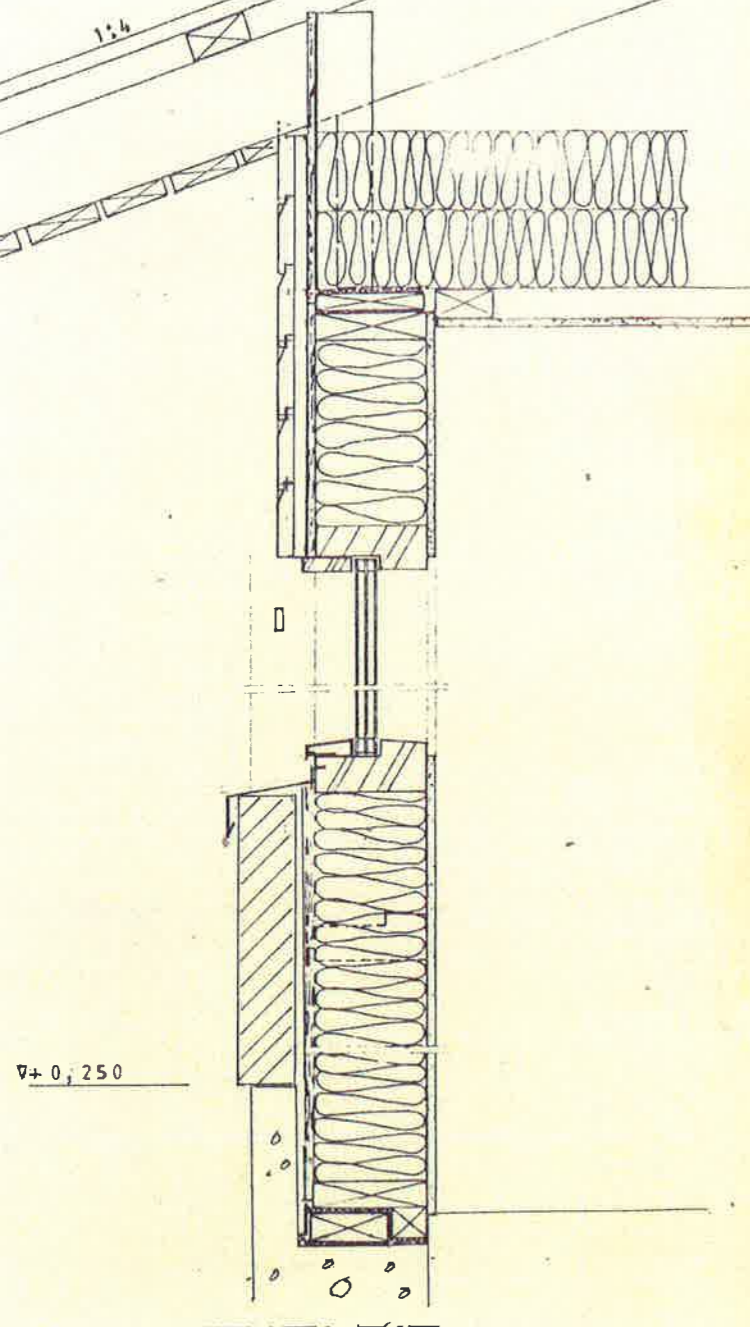


Kassa Nro	Korttelin Nro	Tontin Nro
Rakennusluvan numero		
UUDISRAKENNUS		
Nimen ja osoite		
ORIVEDEN VANHAINKOTI ASUNTOLA		
35 300 ORIVESI		
 TUOTANTOELEMENTTI PL 27 86101 PYHÄJOKI Puh 983-33741 30.10.87 <i>A. Ojala</i>		



Rakennuslupa myönnetty 5.11.87
165/87

Kylä	Korttelin n:o	Tontin n:o	Viranomaisen merkintöiden varten	
Rakennustyyppi UUDIRAKENNUS			Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Julkaisun n:o
Nimi ja osoite ORIVEDEN VANHAINKOTI ASUNTOLA 35 300 ORIVESI			Piirustuksen sisältö LEIKKAUS	Mää. 1:50
TUOTANTOELEMENTTI OY PL 27 86101 PYHÄJOKI Puh. 963-33741 30. 10. 1987 <i>H. Ojala</i>			Piirustuksen numero 87 - 03	ARK



RAKENTEET

PARMA-HALLI

1. Kantavat rakenteet
 - katto, puinen naulalevyliitetty ristikkorakenne, k/k 1200 mm, kaltevuus 1 : 4
 - seinät, kantava elementtirunko
- 2.1 Vesikatto
 - PVC-PL teräsprofiilipelti, 4,5/0,7 naulakiinnitys
 - ruoteet 38 x 72, k/k=600
- 2.2 Yläpohja
 - PUHA LLUSVILLA 250 mm
 - harvalaudoitus 25x100
 - höyrysulku, rakennusmuovi 0,2 mm
 - sisäverhouslevy, syttymisherkkyysluokka 1 ja palonlevittämislukka I
3. Ulkoseinät elementteinä, koko (leveys x korkeus)
 - 6000 x 2600
 - TIILI / PANALIVERHOUS MODULITIIEI
 - tuulisuojalevy, syttymisherkkyysluokka 2, VKL 13 mm
 - mineraalivilla 150 mm
 - höyrysulku, rakennusmuovi 0,2 mm
 - sisäverhouslevy, syttymisherkkyysluokka 1 ja palonlevittämislukka I
 - ikkunat, 3-kertainen lämpölasia omassa karmissaan, puuosat kertaalleen värillisellä puunsuoja-aineella käsitellyt, väri pähkinän ruskea, tarvittaessa aukon alaosa avattavana ikkunana
4. Alapohja
 - teräsbetonilaatta
 - lämmöneriste
 - alussorastus

Kosa N:o	Korren N:o	Tönn. N:o	Viranomaisen merkintöjä varten
Rakennustyyppi	UUDISRAKENNUS		Perustustyyppi
Nimi ja osoite	ORIVEDEN VANHAINKOTI ASUNTOLA 35300 ORIVESI		Perustuksen sisältö
			Perustuksen numero
	TUOTANTOELEMENTTI OY PL 27.86101 PYHAJOKI Puh. 983.33741 30.10.1987 <i>St. Ojala</i>		87 - 04 ARK