

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, Rakennusmestari

PRAKMS16

2019

Valtteri Salminen

# AURAN YHTENÄISKOULUN KIRJASTOSIIVEN LATTIAN KORJAUS

Valtteri Salminen

## AURAN YHTENÄISKOULUN KIRJASTOSIIVEN LATTIAN KORJAUS

Tämä opinnäytetyö käsittelee vaurioituneen lattian saneerausta tilaajan ja valvojan näkökulmasta. Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä tilaajan ja valvojan rooliin sekä tutkia sisäilmaongelmia ja menetelmiä niiden kartoittamiseksi.

Työssä kerrotaan, miten kohteessa olevat sisäilmaongelmat on havaittu ja mitä toimenpiteitä on tehty niiden korjaamiseksi sekä miten työtä on valvottu. Työn toimeksiantajana toimi Auran kunta. Kohteena oli Auran yhtenäiskoulun kirjastosiiپی, joka sijaitsee Auran keskustan tuntumassa. Kirjoittaja oli itse yksi työn valvojista kohteessa.

Opinnäytetyössä käsitellään kohteen korjaustyön suunnitelmia ja niiden toteutusta. Opinnäytetyössä tarkastellaan suunnitelmien paikkansapitävyyttä ja korjaustyön suoritusta sekä sen valvontaa. Työssä käsiteltäviä aiheita ovat mm. kohteen historia, sisäilmaongelmat ja niiden tutkiminen, korjaustyön suunnitelmat, korjaustyön suoritus ja valvonta sekä korjaustyön lopputulos.

Korjaustyön suunnitelmia tutkiessa saatiin varmuus siitä, että lattia korjataan oikein. Suunnitelmat ja niiden toteutus onnistuivat tavoitellusti.

### ASIASANAT:

betonilattia, sisäilma, korjaustyö, laadunvarmistus, valvonta

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Construction Management | Bachelor of Construction Management

2019 | 33

Valtteri Salminen

## THE FLOOR REPARATION OF THE LIBRARY WING AT AURA ELEMENTARY SCHOOL

This thesis deals with damaged floor renovation and it has been dealt from the perspective of a customer and supervisor. The main objective of this thesis was to study the roles of a customer and supervisor and examine indoor air problems and methods investigating them.

This thesis introduces how the indoor air problems are detected and what action should be taken to repair them and how the work is supervised. This thesis' was commissioned by the municipality of Aura. The site was the library wing of Aura elementary school which locates near the town center in the municipality of Aura. The writer was one of the supervisor's at the site.

The thesis deals with repair plans and executing them. The thesis studies how valid the plans are and the execution and supervision of the repair work. The points of discussion were among other things the history of the site, indoor air problems and investigating them, repair plans, repair and it's supervising together with the result of the repair.

While studying the plans, there was a certainty that the floor was being repaired properly. The plans and their execution were successful.

### KEYWORDS:

concrete floor, indoor air, repair, quality control, supervision

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 KORJATTAVA KOHDE</b>	<b>8</b>
2.1 Auran yhtenäiskoulu	8
2.2 Kohteen historia ja aiemmat korjaukset	8
<b>3 SISÄILMAONGELMAT 2018 JA NIIDEN TUTKIMINEN</b>	<b>11</b>
3.1 Sisäilma	11
3.2 Mineraalikulitunäyte	11
3.3 Pölynäyte	12
3.3 VOC-analyysi	12
3.4 Alapohjan kosteusmittaukset	13
3.5 Tutkimusten johtopäätökset	15
<b>4 KORJAUSTYÖNSUUNNITELMA</b>	<b>16</b>
4.1 Laadunvarmistus	16
4.2 Purku- ja rakennustapaselostukset	17
4.3 Purkutyöt	19
4.4 Rakennustyöt	20
4.5 Loppusiivous	22
<b>5 KORJAUSTYÖN SUORITUS JA VALVONTA</b>	<b>23</b>
5.1 Valvonta rakennustyömaalla	23
5.2 Aloituspalaveri	23
5.3 Työmaakokous	25
5.4 Välilläkatselmukset ja työn eteneminen	26
5.5 Vastaanottokatselmus	31
<b>6 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>32</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>33</b>

# KUVAT

Kuva 1. Auran yhtenäiskoulu.	6
Kuva 2. Pohjakuva ja urakkaraja.	7
Kuva 3. Porareikämittausten tulokset (2006).	9
Kuva 4. Detalji 1, Ramboll Finland Oy.	20
Kuva 5. Arkkitehdin pohjapiirros.	21
Kuva 6. Kohteen päivitetty aikataulu 27.6.	25
Kuva 7. Katto suojattuna.	27
Kuva 8. Jyrsittyä betonipintaa.	28
Kuva 9. Nurkkien kapseloinnit ja betonipinnan primerointi.	29
Kuva 10. Tasoitetyö valmis.	30
Kuva 11. Mattotyö valmis.	31

# 1 JOHDANTO

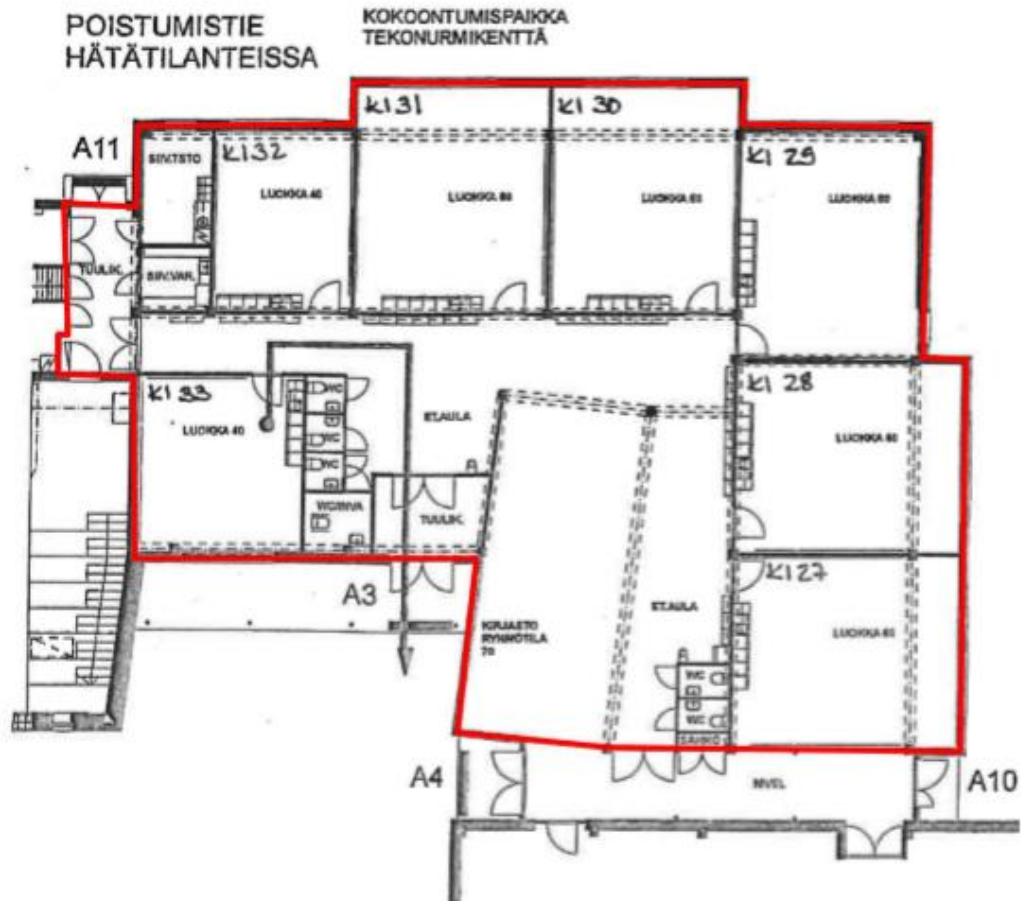
Opinnäytetyössä kuvataan vuonna 2003 valmistuneen Auran yhtenäiskoulun kirjastosii-ven lattia korjausta (kuva 1). Työssä tarkastellaan syitä, jotka johtivat sisäilmaongelmiin koulun kirjastosii-ven sijaitseissa luokissa ja käytävällä. Opinnäytetyön toimeksianta-jana toimi Auran kunnan tekninen toimi. Opinnäytetyön tavoitteena oli oppia valvojan tehtävät ja rooli korjattavassa kohteessa. Lisäksi tutkittiin sisäilmaongelmia ja menetel-miä niiden kartoittamiseen. Tavoitteena oli myös tutkia suunnitelmien paikkansa pitä-vyyttä.



Kuva 1. Auran yhtenäiskoulu.

Työssä perehdytään ensimmäiseksi itse kohteeseen, mitä ongelmia siellä on esiintynyt ja miten ongelmat ovat syntyneet. Kohteessa tehtyihin sisäilmatutkimuksiin perehdytään syvemmin ja niiden johtopäätöksiin. Tämän jälkeen käydään läpi korjaustyön suunnitelmat, mitä vaatimuksia korjaustyössä on ja miten korjaustyö suoritetaan kyseisessä koh-teessa teoriassa. Näiden jälkeen tarkastellaan itse korjaustyön suoritusta käytännössä ja siihen liittyvää valvontaa ja katselmuksia. Kaikki kohteen uusimmat sisäilmatutkimuk-set ja korjaustyönsuunnitelmat on tehty Ramboll Finland Oy:n toimesta.

Lattiasaneeraus aloitettiin urakoitsijan toimesta kesäkuussa heti koulun kevätlukukauden päätyttyä ja sen tavoitteena oli valmistua ennen koulun syyslukukauden aloittamista. Valmisteluja tehtiin jo ennen saneerauksen aloittamista tilaajan puolesta luokkahuoneita tyhjentämällä (kuva 2).



Kuva 2. Pohjakuva ja urakkaraja.

## 2 KORJATTAVA KOHDE

### 2.1 Auran yhtenäiskoulu

Auran yhtenäiskoulu sijaitsee Auran keskustassa osoitteessa Urpontie 2, 21380 Aura. Yhtenäiskoulu rakentuu useasta eri aikakausina rakennetusta rakennuksesta jotka ovat Tiilikoulu 1 617 m<sup>2</sup> (rakennusvuosi 1986), Kivikoulu 1 020 m<sup>2</sup> (rakennusvuosi 1952), Kirjastosiipi 940 m<sup>2</sup> (rakennusvuosi 2003) ja Liikuntahalli 1 676 m<sup>2</sup> (rakennusvuosi 2011).

Auran yhtenäiskoulun kirjastosiipi on rakennettu vuonna 2003. Kirjastosiivessä on 7 luokkatilaa ja yksi pienluokkatila. Kirjastosiivessä opetetaan 1.-2. ja 4. luokka-astetta. Henkilökuntaa on 8 opettajaa ja yksi koulunkäynninohjaaja.

Kirjastosiiven henkilökunnan antaman sisäilmaan liittyvän palautteen perusteella on perustettu sisäilmatyöryhmä ja pyydetty työterveyshuoltoa tekemään suunnattu työpaikkaselvitys sisäilmaan liittyen.

### 2.2 Kohteen historia ja aiemmat korjaukset

Kohteen historiaa ja aiempia korjauksia on selvitetty vanhoista pöytäkirjoista. Kohde valmistui 2003 ja lattiassa todettiin ongelmia heti 2003 sen valmistuttua. Vuoden 2005 loppupuolella takuutarkastuksen puutteissa oli ilmoitettu lattiapinnoitteen kupruilemisesta. Tämän johdosta tarkastettiin rakennuksen perusvesiviemärointi ja salaojitus joista todettiin, etteivät kyseiset vedet aiheuta alapohjan kosteutta. Ojitukset todettiin toimiviksi.

Kunnan toimesta tehtiin myös kosteusmittauksia pintakosteusmittarilla, jolla todettiin suuruusluokkaisesti rakenteiden pintaosien kosteuksia. Näiden mittausten perusteella todettiin hitsatun muovimaton alustan olevan kosteaa osassa koulua ja osassa kirjastoa. Todettiin ongelman mahdollisesti johtuvan siitä, että lattiasta nousevan kosteuden määrä ylittää lattiapinnoitteen läpi haihtumaan pääsevän vesihöyryn määrän. Tällöin katsottiin, ettei pelkkä lattioiden kuivaus riitä, koska vaurio voisi vielä uusiutua.

Pintamittausten lisäksi mitattiin myös kosteus rakenteen sisältä ja perusmaan lämpötila. Joulukuussa 2005 aloitettiin ensimmäiset kosteusmittaukset alapohjasta porareikämittausmenetelmällä. Ensin porattiin mittareiat tilaajan osoittamiin paikkoihin ja tämän jälkeen ne putkittiin, tulpattiin ja teipattiin ilmastointiteipillä tiiviiksi. Mittareikien annettiin

tasaantua 4 vuorokautta. Näille mittausrei'ille tehtiin vielä uusintamittaus maaliskuussa 2006. Nämä mittaukset tehtiin kuitenkin ilman putkitusta, joten tulokset eivät olleet täysin vertailukelpoisia vanhojen tulosten kanssa (kuva 3).

### Mittauspöytäkirja:

PVM	01.12.2005			05.12.2005			8.3.2006			
	MP NRO	Suht. kost. (%)	Lämpö tila (°C)	Abs. Kost. g/m <sup>3</sup>	Suht. kost. (%)	Lämpö tila (°C)	Abs. Kost. g/m <sup>3</sup>	Mistä/ Mittapisteen syvyys	Suht. kost. (%)	Lämpö tila (°C)
1		95.2	20.0	16.4				maton alta	91.9	19.1
2					84.9	20.4		100 mm	97.3	18.4
2					90.9	20.5		200 mm	100	20.0
3					85.2	20.7		100 mm	96.5	18.4
3					89.8	20.9		200 mm	98.4	20.3
3					92.7	21.0	17.0	eristetila	99.4	20.2
4					87.0	22.1		100 mm	93.0	21.4
4					91.4	22.0		200 mm	96.3	21.2
5	94.1	21.5	17.8					maton alta	91.9	21.2
6	91.9	20.6	16.5					maton alta	88.8	18.0
7					86.2	20.5		100 mm	96.6	18.0
7					90.1	20.4		200 mm	99.2	19.4
8	95.5	20.2	16.8					maton alta	94.5	20.1
9					88.8	20.4		100 mm	92.7	19.4
9					89.1	20.4		200 mm	90.2	19.4
Käytetty Mittauskalusto	<input checked="" type="checkbox"/> Vaisala HMP41						Mittatikun pituus 320mm. ei riitä hiekkatilaan...			

Kuva 3. Porareikämittausten tulokset (2006).

Kesäkuussa 2007 muovimatoissa oli edelleen havaittu kupruilua ja mattoja availtiin kuplien alueilta. Mattojen avausten yhteydessä havaittiin alusbetonin olevan pinnaltaan määrän näköinen ja mattoliima oli pehmennyt sekä kauttaaltaan irti avatuilta alueilta. Lattiamattojen poistaminen päätettiin toteuttaa kesä-heinäkuussa 2008, jollei mitään ratkaisevaa uutta tietoa ilmenisi.

Heinäkuun lopussa 2008 lattioiden korjaus valmistui ja rakennuttaja otti työn vastaan. Työhön kuului mattojen ja liimojen poisto, primerointi Vetonit MD 16 -dispersiolla, lattian tasoittaminen Vetonit 3100 -tasoitteella sekä uuden päällysteen asentaminen Kiilto M1000 -liimalla.

Vuonna 2010 kirjastosiivessä havaittiin sisäilmaongelmia. Haastattelujen perusteella osa koulun henkilökunnasta oli saanut limakalvo- ja hengitystieoireita koulussa olon aikana. Ongelmien johdosta oletettiin koulun rakenteissa saattavan olevan mikrobivaurio tai -vaurioita. Sisäilmatutkimusmenetelmänä käytettiin rakenteiden pinnalta otettavien pölynäytteiden analyysiä (ns. pyyhintänäytettä). Pyyhintänäyte katsottiin ilmanäytteitä luotettavammaksi menetelmäksi, koska rakenteiden pinnoilta saadaan myös analyysi raskaampien hiukkasten osalta. Esim. mineraalivillojen kuidut eivät kulkeudu pitkiä matkoja sisäilman mukana, joten sisäilmanäytteistä niitä ei välttämättä löydy.

Huonetiloista mikrobikasvustoa löydettiin vain yhdestä luokasta tuloilmanritilästä. Tämän luokan sisäilma oli myös tunkkainen, mikä johtui todennäköisesti tuloilmakanavan epäpuhtauksista. Tästä huoneesta löytyneet mineraalityyppiset hiukkaset olivat ulkoa kulkeutunutta kiviä, jota oli kulkeutunut pääasiassa tuloilmakanavan kautta.

Myös muista tuloilmanritilöistä löytyi paljon villakuituja, joista ne olivat myös kulkeutuneet huonetiloihin. Nämä villakuidut olivat joko rakennusaikaista rakennuspölyä tai sitä oli kulkeutunut kanaviin koko ajan esim. rikkoutuneista suodattimista tai äänenvaimentimista.

Huoneissa on alapohjan kuivatukseen tarkoitettuja korvausilmaputkia, jotka alipaineella kuivattaa alapohjaa huoneilmasta virtaavan korvausilman avulla. Nämä tarkastettiin silloin ja tarkastushetkellä ilmavirtaus yhdessä putkessa oli väärään suuntaan. Ratkaisu oli toteutettu rakennusteknisesti väärin ja se aiheutti riskin rakenteiden toimivuudelle sekä terveysriskin käyttäjille.

Näille ongelmille ratkaisuna toimi ilmanvaihtokanaviston puhdistus ja säätö, äänenvaimentimien vaihto, rakennuksen sisäpintojen puhdistus ja alapohjaan virtaavan huoneilman estäminen. Nämä ongelmat tulivat korjatuiksi heinäkuussa 2010. Myös kosteusmittauksia tehtiin samana vuonna rakennuksen alapohjaan porareikämenetelmällä. Alapohjasta saadut mittaustulokset olivat normaaleja maanvastaisen betonilaatan kosteuspitoisuuksia.

## 3 SISÄILMAONGELMAT 2018 JA NIIDEN TUTKIMINEN

### 3.1 Sisäilma

Talonrakentamisen yksi päätavoitteista on terveellisen ja viihtyisän sisäilmaston aikaansaaminen. Rakennuksen sisäilmaston laatua mitataan eri tekijöillä, joita ovat lämpöolot ja ilmavirtaukset tiloissa sekä sisäilman kosteus ja epäpuhtaudet. Ihmisen terveydellinen tila, ikä, herkistyminen, altistusaika sekä psykologiset tekijät ovat yksilöllisiä ja ne vaikuttavat siihen miten sisäilmasto koetaan. Tämän takia raja-arvoja osatekijöiden ihannearvoille on vaikea asettaa. Hyvä sisäilma ei aiheuta mitään oireita sisätilassa oleskeville. Hengitysilman valkuaispitoiset pölyt, kuten siitepöly, itiöt, mikrobien osat ja eläinpöly ovat sisäilman sisältävistä epäpuhtauksista pahimpia allergian aiheuttajia. Lisäksi oireita aiheuttavat myös rakennustarvikkeista haihtuvat orgaaniset yhdisteet sekä mikrobit jotka vapautuvat homekasvustoista. (RT 07-10564, 1995, 2.)

Elokuussa 2018 oli ensimmäisiä viitteitä sisäilmaongelmista kirjastosiivessä. Viidellä opettajalla oli n. 2 kuukauden aikajaksolla paljon sisäilmaongelmiin liittyviä oireita. Oireita oli mm. yskää, päänsärkyä, kurkun oireita ja poskiontelon tulehdusta. Lokakuussa 2018 pidettiin kohteessa palaveri jossa käytiin läpi oireita ja palaverin päätteeksi päätettiin selvittää johtuivatko oireet rakenteista.

Sisäilmaongelmien selvittämiseksi kohteessa tehtiin sisäilmatutkimuksia 17.10.2018-10.12.2018. Tehtyjä toimenpiteitä olivat mineraalikuitumittaukset, pölynäyte IV-kanavista, VOC-analyysi, tallentavat paine-eromittaukset ja alapohjan kosteusmittaus.

### 3.2 Mineraalikuitunäyte

Mineraalikuitunäyte otettiin ns. teippimenetelmällä. Tämä tarkoittaa sitä, että geeliteipille kerätystä laskeumanäytteestä lasketaan valomikroskooppia käyttäen yli 20 µm pituisten teollisten mineraalikuitujen määrä pinta-alaa kohden. Teollisten mineraalikuitujen kokonaismäärä tutkittavalla pinnalla saadaan tällä menetelmällä selville, mutta ei kuitutyyppiä, eli ovatko kuidut vuorivillaa, lasivillaa vai lasikuitua. (Työterveyslaitos 2017a.)

Kahdessa luokassa näytteiden raja-arvot ylittyivät. Mineraalikuitunäytteiden analyysit suoritettiin työterveyslaitoksen laboratoriossa. Analyysiraporttia ei julkaista tässä yhteydessä.

### 3.3 Pölynäyte

Pölynäytteitä voidaan ottaa pyyhintämenetelmällä muovipussiin, mikä tarkoittaa sitä, että pinnoille tai ilmanvaihtokanavaan laskeutuneen pölyn koostumuksen laatua analysoidaan. Tunnistettavia hiukkasia ovat mm. teolliset mineraalikuidut, kiviainespöly, siitepöly, rakennusmateriaalipöly, metallihiukkaset, asbestikuidut ja homeitiöt. (Työterveyslaitos 2017b.)

Tällä menetelmällä ei voida tunnistaa orgaanisista aineista koostuvia hiukkasia joilla ei tunnusomaista ulkomuotoa ole, eikä voida havaita lainkaan veteen liukenevia hiukkasia. Kosteus- tai homevaurioiden poissulkemiseen tämä menetelmä ei myöskään sovellu. Syitä sisäilmaongelmalle ja/tai sen korjausyrityksen onnistumista voidaan selvittää näiden näytteiden avulla. Myös lähdettä häiritsevälle pölylle, jonka alkuperää ei tunneta, on näytteiden avulla mahdollista hakea. (Työterveyslaitos 2017b.)

Kohteeseen tehtyjen ilmanvaihtolaitteiden pölynäytteiden analyysit suoritettiin työterveyslaitoksen laboratoriossa. Analyysiraporttia ei julkaista tässä yhteydessä. Tuloilmanakanavanäytteen tuloksissa ilmoitetaan näytteen sisältämät hiukkastyypit jotka eroavat tavallisen huonepölyn koostumuksesta. Mittauksista selvisi mitattavissa huoneissa olevan ulkoilmapölyä ja metallipölyä eli ruostetta.

### 3.3 VOC-analyysi

VOC eli volatile organic compounds tarkoittaa suomeksi haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Näillä tarkoitetaan sellaisia orgaanisia yhdisteitä, joiden kiehumispiste on välillä 50–260°C. VOC-analyysit tarkoittavat asumisterveyskemian menetelmiä, joilla yhdisteitä mitataan. VOC-mittaus voidaan tehdä joko sisäilmanäytteestä, pinnalta tai suoraan materiaalinäytteestä. (Mikrobioni 2018.)

Sisäilman VOC-analyysi tarkoittaa sitä, että sisäilmassa esiintyvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus eli TVOC selvitetään sekä tärkeimmät yksittäiset yhdisteet ja niiden pitoisuudet. VOC-näytteitä otetaan yleensä kun on epäily sisäilmaongelmista eli kun havaitaan tilassa/tiloissa tavanomaisesta poikkeavaa hajua tai jos tila sisältää rakenteita ja/tai materiaaleja joiden voidaan epäillä sisältävän haitallisia yhdisteitä. Esimerkkinä viitteen antaa kostean lattiarakenteen päälle asennetusta lattiama-  
tosta VOC-analyysissä näkyvät 2-etyyli-1-heksanolin pitoisuus, kun se ylittyy  $10 \mu\text{m}/\text{m}^3$  tai C9-alkoholit. (Mikrobioni 2018.)

VOC-analyysi materiaalinäytteestä/bulk-VOC tarkoittaa kun rakenteesta emittoituvia kemiallisia yhdisteitä tutkitaan suoraan materiaalista tehtävän emissiomittauksen avulla. Näytteeseen tulee yleensä mukaan pintamateriaalien lisäksi muutakin kuten liimaa, tasoitetta ja pohjustusainetta joten saatu analyysituloksena kuvaa kaikkien näiden aineiden yhteisemissiota. Eri näytteissä kuitenkin on erilaisessa suhteessa liimaa, tasoitetta ja pohjustusainetta. On muistettava, että tämä menetelmä ei ole kvantitatiivinen, vaan se kertoo sen, mitä yhdisteitä ja missä suhteissa niitä emittoituu kyseisestä näytteestä käytetyissä olosuhteissa. Tätä menetelmää käytetään yleensä osana kokonais selvitystä ja se myös kartoittaa esimerkiksi emissioiden määrää ja eroja kosteusvaurio- ja vertailualueita arvioitaessa. Materiaalin alapinnalla huonosti haihtuvia yhdisteitä saadaan selville myös näytteestä. (Mikrobioni 2018.)

Kohteeseen tehdyistä mittauksista ja niiden VOC-analyysivastauksista selvisi, että yhdiste 2-etyyli-1-heksanoli oli viitearvojen yläpuolella, mikä kertoo sisäilmaongelmien mahdollisuudesta. Analyysit suoritettiin työterveyslaitoksen laboratoriossa. Analyysiraporttia ei julkaista tässä yhteydessä.

### 3.4 Alapohjan kosteusmittaukset

Alapohjan kosteusmittauksilla mitataan betonin suhteellista kosteutta joka tarkoittaa betonin huokosissa olevan ilman suhteellista kosteutta. Se kuvaa betonissa esimerkiksi kosteus pitoisuutta joka pystyy tasapainottumaan päällysteen alle. Siksi se on tärkeä suure kun tarkastellaan kosteuden liikkeitä ja mahdollisia haittavaikutuksia päällysteille jota kosteus aiheuttaa. Tämän vuoksi on tärkeää että päällysteiden raja-arvot ilmoitetaan suhteellisena kosteus pitoisuutena. (RT 14-10984, 2010, 2.)

Kohteessa alapohjan kosteusmittauksia tehtiin viiltomenetelmällä ja porareikämenetelmällä. Mattopäällysteille betonin suhteellisen kosteuden enimmäisarvo on 85 %. (Ratu 0450, 2017, 20.)

Yleisin tapa mitata betonin suhteellista kosteutta tällä hetkellä on porareikämittaus. Porareikämittaus on tarkimmillaan kun se tehdään +15°C-+25°C lämpötilassa. Olosuhteet mitattaessa tulee olla riittävän lähellä normaalia käyttölämpötilaa ja porareikämittauksen suosituslämpötiloja. Ilman ja kosteusanturin mittapään lämpötilanäyttämät eivät saa olla yli 2°C. Kosteusmittaus tulisi tehdä näytepalamenetelmällä jos ei päästä betonissa tai ilmassa +15°C-+25°C asteen väliin tai lämpötila poikkeaa käyttölämpötilasta jos vaaditaan hyvää mittaustarkkuutta. Mittaussyvyys tulee olla vähintään 10 mm porareikämenetelmällä. (RT 14-10984, 2010, 3.)

Porareikämittaus tehdään yleensä 16 mm:n reiästä. Porareiän halkaisijan tulee olla vähintään 10 mm mittapään ulkohalkaisijasta riippumatta, jotta voidaan luotettavasti putkittaa reikä täsmällisen mittaussyvyyden saavuttamiseksi. Porareiän syvyys tulee olla millimetrin tarkka, jossa vallitseva kosteuspitoisuus halutaan selvittää. Tämän jälkeen porauspöly tulee poistaa huolellisesti reiästä imuroimalla. Sitten asennetaan mittausputki reiän pohjaan jotta saadaan mittaustulos putken alapään syvyydeltä. Betonin ja putken rajakohta tiivistetään vesihöyrytiiviksi esimerkiksi kitillä mutta myös muita tiivistysratkaisuja on. Putki tulisi puhdistaa imuroimalla koska puhdistamaton porareikä voi antaa liian korkeita suhteellisen kosteuden arvoja ja huonontaa mittaustarkkuuksia. Putken yläpää tulee tiivistää vesihöyrytiiviksi ja reikä annetaan tasaantua vähintään 3 vuorokautta jotta reiässä on saavutettu tasapainokosteus. (RT 14-10984, 2010, 4.)

Viiltomittausmenetelmällä voidaan määrittää päällysteen alapuolinen kosteuspitoisuus. Viiltomittaus aloitetaan tekemällä viilto lattiapinnoitteeseen halutulle kohdalle ja irrottamalla se alustastaan mittapään vaatimalta matkalta. Lattiapinnoitetta kohotetaan asentamalla korotuspalat esimerkiksi metallitangon palat ja asennetaan viiltoon mittapää. Tämän jälkeen viillon ja mittapään rajapinta tiivistetään vesihöyrytiiviksi kitillä. Mittapään annetaan tasaantua vähintään 15 minuuttia jonka jälkeen suhteellinen kosteus ja lämpötila voidaan lukea näyttölaitteelta. (Sisäilmayhdistys 2019a)

Kohteessa viiltokosteusmittauksia otettiin 4 eri kohdasta ja 3 niistä ylitti muovimatoille kriittisen kosteuden raja-arvon (85 %). Porareikämittauksia otettiin 3 eri kohdasta ja 3 eri syvyydestä (35 mm, 75 mm ja 130 mm). Jokainen mittaus ylitti 85% raja-arvon jossain syvyydessä.

### 3.5 Tutkimusten johtopäätökset

Näiden sisäilmatutkimusten perusteella päästiin johtopäätöksiin että tutkittujen tilojen alapohjan kosteuspitoisuus on liian korkea lattiapäällysteen alla, jolloin riski lattiapäällysteiden ja niiden liimojen vaurioituminen kosteuden vaikutuksesta on olemassa.

Lattiapäällysteet ja/tai mattoliima ovat vaurioituneet betonin rakennusaikaisesta kosteudesta ja/tai maasta kapillaarisesti nousevan kosteuden vaikutuksista. Tässä riskinä on että vaurioituneesta lattiamateriaalista vapautuu sisäilmaan yhdisteitä, joille tiloissa olevat saattavat oireilla. Sisäilman yhdisteiden pitoisuudet ovat riippuvaisia päällysteiden tiiveydestä.

## 4 KORJAUSTYÖNSUUNNITELMA

Tässä osiossa tarkastellaan, miten korjaustyö oli suunniteltu toteutettavaksi. Osiossa myös tarkastellaan, miten eri lähteiden mukaan eri korjaustyön vaiheet tulisi suorittaa.

### 4.1 Laadunvarmistus

Katselmuksia kohteessa tehdään, jotta voidaan todeta, onko tiettyyn rakennusvaiheeseen liittyvät toimenpiteet ja selvitykset tehty sekä havaitut epäkohdat ja puutteet korjattu. Kaikki piiloon jäävät rakenteet tulee tarkastaa ennen niiden peittoa. Kaikki työkohteen tarkastukset tulee dokumentoida. (Ratu S-1229, 2011, 9.)

Kohteessa on suunniteltu pidettävän ennen korjaustöiden aloittamista rakennuspaikalla aloituspalaveri, jossa urakoitsijalle annetaan ne tiedot ja ohjeet joita ei ole voitu sisällyttää suunnitelmiin riittävän yksityiskohtaisina. Katselmuksessa todetaan mm. rakennusalueet, suojaus- ja osastointitoimenpiteet, välivarastointi sekä tilaajan käytössä olevat tilat ja niiden huomioon ottaminen. Rakennustöiden valvojan kanssa pidetään katselmointi ennen purkutöitä, jossa tarkastetaan suojaukset, osastoinnit ja alipaineistus. Kohteessa pidetään myös katselmus lattian betonipinnan jyrsinnan jälkeen. Katselmuksessa sovitaan mahdollisen Bulk-materiaalinäytteen tarpeesta. Työn valmistuttua pidetään loppukatselmus. Katselmuksessa varmistetaan että rakennustyöt on tehty suunnitelmien ja vaatimusten mukaisesti sekä sovitusti. Loppusiivouksen taso varmistetaan myös loppukatselmusta pidettäessä.

Mekaanisella tuuletuksella voidaan vähentää lattian alustan kosteutta. Kun halutaan torjua todettuja mikrobivaurioista aiheutuvia terveyshaittoja käytetään yleensä maanvastaisen laatan tuuletusta. (Sisäilmayhdistys 2019b.)

Kohteessa on suunniteltu niin, että jyrsittyä lattiaa tulee tuulettaa 7 vuorokauden ajan simpukkapuhaltimilla, jotka ovat lattiapintaan ohjattu. Simpukkapuhaltimia tulee olla väh. 1kpl/tila. Tuuletuksen ajan sisäilmaa kuivatetaan tarvittaessa.

Tasoitettun alustan suhteellinen kosteus tulee mitata ennen maton asennusta. Mittauksista tulee laatia pöytäkirja rakennuttajalle. Betonin suhteellisen kosteuden enimmäisarvo kohteessa käytetylle linoleumi lattiamateriaalille on RH 85 %. (Ratu 0450, 2017, 20.)

Kohteessa on suunniteltu niin, että ennen lattian päällystämistä tulee mitata lattiatasoitteen suhteellinen kosteus. Mittaukset suoritetaan näytepalamenetelmällä niin että näytteet edustavat tasoitekerroksen koko paksuutta. Mittauksia tehdään 3–5 kpl niin että tulokset edustavat koko korjausaluetta. Ennen kuin lattiapäällysteen asennustyö voidaan aloittaa, tulee lattiatasoitteen suhteellinen kosteus olla alle 82 %. Kosteusmittaukset suorittaa suunnittelija/konsultti.

#### 4.2 Purku- ja rakennustapaselostukset

Vanha betonilattiapinta voidaan jyrsiä paineilma-, sähkö- tai moottorikäyttöisellä jyrsimellä. Käyttöturvallisuustiedotteen mukaisia hengityssuojaimia tulee käyttää jyrsinän aikana. Myös kuulosuojaimia tulee jyrsinän aikana käyttää. (Ratu 0459, 2018, 6.)

Kohteessa on suunniteltu niin, että työntekijöiden on käytettävä työvaiheiden edellyttämiä henkilökohtaisia suojavälineitä. Purkamisesta syntyvän pölyn vuoksi purkutyöalueella tulee olla vähintään P2-luokan hengityssuojaimet käytössä. Missään työvaiheessa henkilöturvallisuus ei saa vaarantua. Korjaustyön aikana saattaa viereisissä tiloissa olla käyttöä. Tilojen käyttäjille on tiedotettava jokaisen työvaiheen vaikutuksista tilojen käyttöön. Poistumistiejärjestelyihin on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Pölyä aiheuttavissa töissä tulee käyttää kohdepoistolla varustettuja työkaluja. Pöly kuitenkin pyritään ensisijaisesti torjumaan syntymiskohdassaan. Pölyn kulkeutumista tulee tarkkailla. Kohdepoistolla estetään pölyn leviäminen. Kohdepoistomenetelmät jaotellaan korkeapaineisiin ja matalapaineisiin järjestelmiin. (Ratu 1225-S, 2010).

Kohteessa on purkutyöt suunniteltu tehtävän niin, että ne tuottavat mahdollisimman vähän pölyä. Hionta/jyrshintälaitteissa tulee aina olla kohdepoisto. IV-kanavat ja -laitteet suojataan erityisen hyvin koko korjaustyön ajaksi. Ilmanvaihto tulee myös kytkeä pois käytöstä pölyävien töiden ajaksi suojausten lisäksi. Työmaan siivoukseen ei käytetä harjausta, suuret roskat kerätään käsin ja lastan avulla. Imuroidessa tulee olla HEPA-luokiteltu ja HEPA-suodattimella varustettu teollisuusimuri.

Suojaseinien ja osastoinnin tekemisessä on tärkeitä, että seinien liitokset sekä läpiviennit tiivistetään huolellisesti esimerkiksi teipillä. Mikäli on riski, että suojaseinän kulkuaukosta pääsee pölyä läpi liikaa, on rakennettava kahdesta osasta koostuva sulkutila. (Ratu TT 9.11, 2013, 6.)

Kohteessa on suunniteltu purkualueeseen rajoittuvat tilat suojattavaksi rakentamalla suojaseinät. Urakka-alueen alakatot on suojattava jotta pöly ei pääse alakatossa olevaan tilaan ja materiaaleihin. Mikäli osastointien taakse pääsee pölyä, urakoitsija vastaa pölyntyneiden pintojen siivouksesta ja vaurioiden korvaamisesta omalla kustannuksellaan.

Pelkkä osastointi yksinään ei yleensä riitä torjumaan pölyä, minkä vuoksi osastoitu tila alipaineistetaan. Tavanomaisessa purkutyössä käytettävät laitteet valitaan ja mitoitetaan niin, että osastoidun tilan ilma vaihtuu 6–10 kertaa tunnissa. Osastoitu tila tulisi olla 5–15 Pa alipaineinen. Liian suuri alipaine voi rikkoa osastoidun tilan suojaseinien tiivistyksiä ja estää ovien aukeamista sekä haitata rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa. (Ratu TT 9.11, 2013, 6.)

Kohteessa on suunniteltu niin, että rakennettavan osaston koko tulee valita siten, että aktiivinen purku-alue on riittävän pieni. Näin korjattava alue pidetään riittävän alipaineisena ympäröiviin tiloihin nähden. Poistoilma tulee suodattaa ja johdattaa mahdollisuuksien mukaan ulos esim. tuuletusikkunoiden kautta. Alipaineistuslaitteet valitaan ja mitoitetaan niin, että ilma vaihtuu osastoidussa tilassa 6–10 kertaa tunnissa. Osastoidun tilan tulee olla 5–15 Pa alipaineinen. Osastoidun tilan tulee säilyä alipaineisena koko korjaustyön ajan.

Jätteet raivataan purun jälkeen heti pois työmaalta. Purkujätteet käsitellään ja hävitetään asianmukaisella tavalla. Purkutiloja tulee siivota päivittäin jätteestä ja pölystä.

Kaikki säilytettävät ja ympäröivät rakenteet ja rakennusosat suojataan (mm. valaisimet, IV-kanavat, IV-kanavien päätelaitteet, palovaroittimet ja kaiuttimet). Ennen purkutöihin ryhtymistä kaikki suojaukset ja tuennat tarkastetaan. Kaikki rakenteet/kalusteet jotka vaurioituvat rakennustyössä ovat pääurakoitsijan vastuulla.

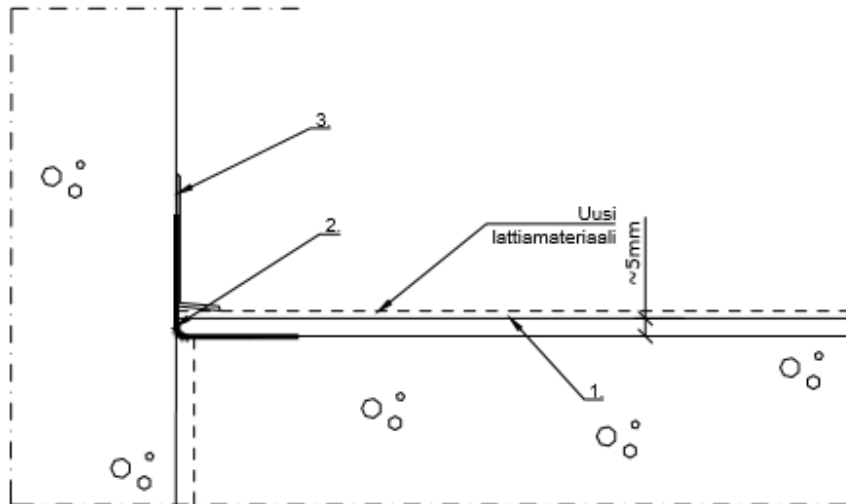
### 4.3 Purkutyöt

Kohteessa purkutyöt aloitetaan tilaajan puolesta. Tilaaja tekee kaikki urakka-alueen ulkopuoliset suojaukset tavaroiden välivarastointia varten. Tilaajalle kuuluu myös vesipisteiden vesiputkien tulppaus ja vesikalusteiden purku ja säilöntä välivarastoon. Luokkahuoneiden kiinteät kaapit ja allastasot sekä korkean luokkahuoneen (luokka 70) korkean ikkunan pystysälekahtimet purettiin ja säilöttiin rakennustöiden ajaksi tilaajan toimesta. Myös tuulikaapin irroittettava matto, seinillä olevat vaate- ja kenkätelineet purettiin tilaajan toimesta.

Urakoitsijan purkutyöt alkavat tästä. Luokkahuoneiden väliovien peitelistat puretaan sekä ovet puretaan karmeineen merkattuna rakennustöiden ajaksi. Jalkalistat puretaan seinien ja pilarien osalta.

Betonilattiapinta tulee jyrsiä tarpeen mukaan kahteen kertaan. Jyrsintäsuunnat tulee olla kohtisuorassa toisiaan vastaan. Reunat tulee jyrsiä erillisellä koneeseen kiinnitettävällä reunajyrsimellä tai vaihtoehtoisesti esimerkiksi kulmahiomakoneella. (Ratu 0459, 2018, 8.)

Kohteessa on suunniteltu niin, että lattian muovimatot ja linoleumilaatat puretaan ja tämän jälkeen vanhat lattiatasoiteet poistetaan ja betonipinta ristiinjyrsitään min. 5 mm syvyydeltä. Lattian ja seinien ura hiotaan tiivistystä varten ulkoseinien ja pilarien osalta detalji 1 mukaisesti (kuva 4). Työstetyt pinnat tulee puhdistaa kauttaaltaan pölystä, liasta ja kaikesta epäpuhtaudesta. Jyrsityt alueet katselmoidaan.



#### TIIVISTYKSEN TOTEUTUSOHJEET:

1. Lattian pinnoitteet ja betonipinta jyrsitään työselostuksen mukaan.
2. Ulkoseinien ja pilarien alareunasta hiotaan vanha maalipinta pois n. 30mm korkeudelta. Puhtaalle ja pölyttömälle alustalle sivellään kahteen kertaan polymeeripohjainen Blowerproof Liquid Brush pinnoite. Pinnoite ulotetaan lattialle ja seinille 20...30mm leveydeltä. Työssä noudatettava materiaalitointajan ohjeita.
3. Kulmaan asennetaan uusi muovinen mattojalkalista. Jalkalista kiinnitetään M1-luokitetulla jalkalistojen kiinnittämiseen soveltuvalla liimalla. Liiman ja polymeeripohjaisen Blowerproof pinnoitteen yhteensopivuus varmistettava materiaalitointajalta.

Kuva 4. Detalji 1, Ramboll Finland Oy.

#### 4.4 Rakennustyöt

Rakenteen alla olevien haitallisten orgaanisten aineiden torjumiseksi tulisi tasapainottaa ilmanvaihto ja tiivistää lattian läpimenot ja seinien liittymät. Näin rakenteesta tehdään ilmatiivis. (Sisäilmayhdistys 2019b.)

Kohteessa on suunniteltu niin, että kun lattianpinta on todettu puhtaaksi, kaikki lattialäpiviennit, alapohjan ja ulkoseinien sekä alapohjan ja pilarien väliset liittymät tiivistetään detalji 1:n mukaisesti.

Lattiasta löytyy osa sisäilmaongelmien aiheuttajista. Betonin korkea alkalisuus on aiheuttanut sen, että lattian päälle liimatut lattiapäällysteet eivät ole kestäneet sitä, jolloin lattiapäällyste ja liimat muodostavat sisäilmaan haitallisia päästöjä, kun ne reagoivat alkalisuuden kanssa. Minimissään 5mm lattiatasoiheen paksuus riittää vakuuttamaan sen että ongelmia ei synny. Matala-alkalinen tasoitekerros estää alkalien nousun ja pääsyn kosketuksiin pintamateriaalin kanssa. Betoni on voimakkaasti emäksinen pH-



Rakennusmateriaaleille on omat päästöluokitukset. Päästöluokitus on kolmiportainen siten, että M1 -luokitus on paras. M3 -luokituksen saavat materiaalit jotka eivät täytä luokan M2 vaatimuksia. (RT 07-11299, 2018, 20.)

Kohteessa lattiamaton asennuksen jälkeen väliovien karmit ja väliovet asennetaan takaisin. Uudet peitelistat asennetaan karmeihin vanhan mallin mukaisesti. Uudet muovijalkalistat asennetaan M1 -luokitetulla muovijalkalistojen liimaamiseen soveltuvalla liimalla.

Pääoven tuulikaapin lattia pinnoitetaan kaksikomponentti epoksinnoitteella. Pinnoittaminen, seinille nostot ja pinnoitusliittymät tehdään materiaalitoimittajan ohjeiden mukaisesti.

Kaikki suojaukset poistetaan vasta urakoitsijan tehostetun loppusiivouksen alkaessa. IV-päätelaitteet ja -kanavat pidetään suojattuna siihen asti kunnes loppusiivous on päättynyt.

#### 4.5 Loppusiivous

Loppusiivous tarkoittaa rakennuskohteen siivousta ja puhdistusta luovutuskuntoon. Loppusiivouksen tehtävät ja puhtaustaso määritellään rakennushankekohtaisesti. Loppusiivouksen aikana tiloissa ei tulisi tehdä asennus- eikä rakennustöitä samanaikaisesti. On myös suositeltavaa että rakennustyöt olisi lopetettu kohteessa hyvissä ajoin ennen loppusiivousta. Tällöin rakennustyöstä aiheutuva pöly on laskeutunut ja siivottavissa. Rakennuttajalle tulee toimittaa asiakirja lattiapintamateriaalin käyttöönottopuhdistuksesta. Materiaalien valmistajien ohjeita tulisi aina noudattaa pintojen puhdistamisessa ja hoidossa (Ratu 1214-S, 21, 2005).

Kohteessa on suunniteltu tehtävän urakoitsijan toimesta rakennussiivous korjaustöiden jälkeen sekä tehostettu loppusiivous suojausten poiston yhteydessä. Lattiamateriaalitoimittajan ohjeiden mukainen lattiapinnan käyttöönottosiivous tulee sisällyttää loppusiivoukseen. Korjaustöiden päätyttyä suositellaan tilaajan tekevän vähintään kahden kuu-kauden ajan tehostettua ylläpitosiivousta lattiamateriaalitoimittajan ohjeiden mukaan.

## 5 KORJAUSTYÖN SUORITUS JA VALVONTA

### 5.1 Valvonta rakennustyömaalla

Rakentamisen laadun varmistaminen työmaalla tapahtuu rakennusteknisen työmaavalvonnan avulla. Sen avulla pyritään mahdollisimman kattavaan ja ennakoivaan toimintaan tilan käyttäjien edun varmistamiseksi. (RT 16-11121, 2013, 1.)

Jotta päästäisiin haluttuun työn lopputulokseen tulee valvojan perehtyä hyvin urakka-asiakirjoihin. Valvojan tulee ilmoittaa urakoitsijalle havainnoistaan ajoissa jotta virheet saataisiin minimoitua ja ennalta ehkäistyä. Henkilöt, jotka suorittavat rakennustöiden valvontaa tulee rakennuttajan kirjallisesti ilmoittaa urakoitsijalle sekä heidän valtuutensa ja asemansa. (RT 16-11121, 2013, 1.)

Sopimusasiakirjojen selventämistä koskevia ja työn suorittamiseen liittyviä ohjeita voi valvoja antaa urakoitsijalle valtuuksiensa puitteissa joita urakoitsijan tulee noudattaa. Valvojan tulee antaa kirjallisesti antamansa ohjeet, luvat tai määräykset ja muut merkittävästi rakentamiseen liittyvät seikat esimerkiksi merkitsemällä ne työmaapäiväkirjaan. Huomautukset jotka koskevat työtä, antaa valvoja urakoitsijan työnjohdolle. Valvoja ei kuitenkaan johda työtä urakoitsijan puolesta. Virheellisen työn estämiseksi valvojan on käytettävä valtuuksiaan ja harkintavaltaansa. Valvojan tulee pitää rakennuttaja tietoisena miten työmaa edistyy ja muista merkityksellisistä tapahtumista työmaalla. (RT 16-11121, 2013, 1.)

### 5.2 Aloituspalaveri

Työmaan aloituspalaverin tarkoituksena on käsitellä miten hanketta lähdetään käynnistämään sekä informoida projektin johtoa kohteeseen liittyvistä asioista. Kohteen koko, monimuotoisuus ja rakentamismuoto määrittävät työmaan aloituspalaverin sisällön ja laajuuden. (Ratu S-1229, 2011, 3.)

Aloituspalaverissa käsiteltäviä pääasioita jotka laaditaan muistioon ovat mm:

- kohteen perustiedot
- tavoitteet ja aikarajat
- toteutusorganisaation tärkeimmät nimet ja vapautumisajankohdat
- ennakkosuunnitteluun liittyvät asiat ja kiirehankinnat
- kustannuslaskennan perustiedot
- hankinta- ja urakkarajat
- mitkä työt tehdään omana työnä ja mitkä ostetaan
- toteusvaiheen työsuunnitteluun liittyvät asiat
- lisä- ja muutostyömenettely
- kaikkien osapuolien yhteystiedot
- erilliskysymykset kuten vakuutusten hoidosta sopiminen.

Mikäli rakennuttaja ei ole paikalla palaverissa, pidetään hänen kanssaan erillinen työmaakokous. Muiden työmaakokousten järjestämisestä sovitaan aloituspalaverissa. (Ratu S-1229, 2011, 3.)

Kohteessa aloituspalaveri pidettiin 3.6.2019 jossa käytiin aikataulua (kuva 6) läpi. Aloitusaika, välitavoitteet ja luovutuksen aikataulut käytiin läpi ja keskusteltiin niistä. Sovittiin katselmukset pidettävän alustavasti seuraavasti:

- pölynhallintakatselmus ennen purkutöitä 13.6.2019
- katselmus jyrinnän jälkeen 1.7.2019
- katselmus ennen mattotöitä lattian tasoittamisen jälkeen 15.7.2019
- luovutus tilaajalle 16.8.2019

Lisäksi sovittiin vielä erillinen työmaakokous ennen välikatselmuksia jossa mukana myös suunnittelija/konsultti. Loppukatselmus ja kohteen vastaanotto sovittiin pidettävän aikataulun mukaan viimeisenä perjantaina ennen koulujen alkamista.

Huoneet olivat tyhjä ja kalusteet purettu joten urakoitsija otti kohteen vastaan. Ilmanvaihto sammutettiin rakennustöiden ajaksi seuraavana päivänä. Suojaustyöt olivat aloitettu.



Työmaakokoukset ovat tärkeitä helpottamaan, nopeuttamaan ja selkeyttämään tiedon kulkua eri osapuolten välillä. (RT 16-10837, 2005, 1.)

Hyvin yleisiä työmaakokouksissa osaanottajia ovat:

- tilaaja
- rakennuttaja
- konsultti
- työmaan valvoja
- pääurakoitsija (Vastaava työnjohtaja)
- sivu-urakoitsijat
- suunnittelijat (Pääsuunnittelija)

Muita kokouksiin erikseen tarvittaessa kutsuttavia osapuolia ovat mm. aliurakoitsijat, rakennusaineiden ja -tarvikkeiden toimittajat sekä asiantuntijat. Henkilöiden lukumäärä on kuitenkin rajattava tarkoituksenmukaisesti asioiden käsittelemisen laajuuden mukaan. (RT 16-10837, 2005, 1.)

Kohteessa pidettiin työmaakokous 18.6.2019, jossa paikalla oli tilaajan edustajat, urakoitsija, aliurakoitsija ja suunnittelija. Kokouksessa käsiteltäviä asioita olivat mm. tasoitteen pumppaus ja sen aikataulu, detaljin läpikäyntiä sekä Bulk-näytteen ja kosteusmittausten aikataulu. Lisäksi kokouksessa keskusteltiin betonin jyrinnästä joka toteutetaan niin että vanhasta betonipinnasta ristiinjyrsitään 5mm pois ja vanhasta tasoitteesta hiotaan korot pois.

Muita asioita joita kokouksessa käytiin läpi olivat mm. osastoinnit jotka toteutetaan läp-päövin ja tuuletusikkunoiden vanerit kehoitettiin laittamaan paremmin kiinni. Lisäksi hengityssuojaimista muistutettiin ja uudet matot kehoitettiin pitämään asennusolosuhteissa muutaman päivän ennen niiden asennusta.

#### 5.4 Välikatselmukset ja työn eteneminen

Välikatselmuksia kohteessa pidetään osana teknisen toteutuksen laadunvalvontaa joissa seurattiin korjaustyön ja suunnitelmien paikkansa pitävyyttä sekä ajallista valvontaa. Tällä tavoin varmistetaan urakkasopimuksen, suunnitelmien ja hyvän rakentamistavan mukainen rakentaminen. (RT 16-11121, 2013, 3.)

Teknisen toteutuksen laadunvalvontaan kuuluu mm. varmistus, että työsuoritukset, työmenetelmät ja työolosuhteet ovat hyvät. Näin työn tulos vastaa teknisesti ja laadullisesti hyvää rakennustapaa ja urakkasopimusta. Myös käytettävien materiaalien suunnitelmanmukaisuus ja kelpoisuus todetaan sekä niiden asianmukainen varastointi. (RT 16-11121, 2013, 3.)

Välikatselmuksilla huolehditaan myös piiloon jäävien ja peittyvien rakenteiden tarkastuksista ennen niiden peittämistä. Lisäksi urakoitsijaa huomautetaan välittömästi jos virheellisiä materiaaleja tai työtapoja havaitaan. Myös muutosesityksiä tehdään tarvittaessa mikäli ne edistävät työn suoritusta tai ovat perusteltuja paremman lopputuloksen tai kustannusten kannalta. Tulee myös muutosesityksiä tehtäessä ottaa huomioon, että suunnittelijoilla on mahdollisuus selvittää niiden vaikutukset alkuperäisiin suunnitelmiin. (RT 16-11121, 2013, 3.)

Ensimmäinen välikatselmus joka kohteessa pidettiin oli pölynhallintakatselmus ennen purkutöitä jossa tarkastettiin suojauksien, osastointien ja alipaineistuksen suunnitelmien mukaisuus. Suojaukset olivat valmiit ja ne hyväksyttiin (kuva 7). Yhdestä huoneesta oli matto purettu ja sen alta paljastui kostea tuoksu. Kosteusmittauksia sovittiin tehtävän ennen lattian tasoittamista. Urakoitsijan työjohtolta pyydettiin pölynhallintasuunnitelma purkutöitä varten.



Kuva 7. Katto suojattuna.

Seuraava katselmus pidettiin betonin jyrinnän jälkeen 3.7.2019. Katselmuksessa hyväksyttiin jyrintä suunnitelmien mukaan tehdyksi. Muutamassa nurkkakohdassa oli pieniä lohkeamia jotka sovittiin paikattavan Ardex pikamassalla. Jyritystä betonipinnasta (kuva 8) oli otettu Bulk-näytteet ja vastauksia odotettiin. Katselmuksessa käytiin aikataulua läpi mm. kapseloinnin, primerin ja tasoituksen aikataulua. Tasoite oli vaihdettu ja hyväksytty suunnittelijalla ja se myös hyväksyttiin tilaajan puolesta katselmuksessa. Lisäksi sovittiin urakoitsijan tuovan lisää ilmankuivaimia työmaalle ja sovittiin seuraavan katselmuksen ajankohta.



Kuva 8. Jyrittyä betonipintaa.

Alapohjan betonilaatasta otettiin suunnittelijan puolesta kosteusmittauksia näytepalamennetelmällä 4.7.2019 ja tulokset mitattiin heidän toimistotiloissaan seuraavana päivänä. Mittaukset otettiin 3 eri pisteestä joista jokaisesta otettiin 2 näytettä vertailua varten. Mitatpisteet valittiin pintakosteusilmaisimen korkeimpien arvojen perusteella. Jokaisen mitatpisteen suhteellinen kosteus oli alle 85 %.

Jyrsitystä betonipinnasta otettiin myös 3 kpl VOC-emissionäytettä eli Bulk-näytettä jotka lähetettiin työterveyslaitokselle analysoitavaksi. Näytteet alittivat työterveyslaitoksen viitearvot.

Näistä tuloksista päästiin johtopäätöksiin joiden pohjalta lattian tasoitetyö voidaan aloittaa suunniteltuna päivänä. Ennen mattotöitä kuitenkin otettiin vielä näytepalamittaukset tasoitteesta jotta varmistetaan korjaustyöselostuksessa määritelty suhteellinen kosteus.

Seuraava katselmus pidettiin tasoitetyön jälkeen. Ennen katselmusta käytiin katsomassa nurkkaliittymien kapseloinnit ja betonipinnan primerointi (pohjustusaine). Näistä (kuva 9) ei pidetty omaa katselmusta. Tasoitetyö oli suunnitelmien mukaan hyväksytysti tehty ja se hyväksyttiin katselmuksessa.



Kuva 9. Nurkkien kapseloinnit ja betonipinnan primerointi.

Katselmuksen ja betonipinnan tasoittamisen jälkeen suunnittelija kävi ottamassa näytepalamittauksella näytteet lattiatasoitteesta jotta saatiin selville tasoitteen suhteellinen kosteus. Näytepalamittausmenetelmällä voidaan mitata suhteellinen kosteus aina kun ei mittaustuloksia tarvita todella syvältä betonista. Näytepalamenetelmällä tulokset saadaan nopeammin kuin porareikämenetelmällä. Menetelmää voidaan käyttää -20°C - +80°C lämpötiloissa. Menetelmää voidaan myös käyttää kun mittaolosuhteet ovat epävakaat, tulos tarvitaan nopeasti tai pyritään muuten vain mahdollisimman hyvään mittaustarkkuuteen. Tällä menetelmällä rakenteen lämpötila eikä olosuhteiden lämpötila vaikuta mittaustulosten luotettavuuteen. Mittaussyvyys tällä menetelmällä on vähintään 2 mm. (RT 14-10984, 2010, 3.)

Näytteitä otettiin neljästä eri mittapisteestä ja jokaisesta mittapisteestä kaksi näytettä. Näytteistä kolme oli valittu pintakosteusilmaisimen korkeimpien arvojen perusteella ja yksi piste ns. vertailukohdaksi. Vertailukohdan mittapiste edusti pintakosteusilmaisimen arvon mukaan noin 80 % koko alueesta. Kolmen mittapisteen suhteellinen kosteus neljästä oli yli 82 % eli korjaustyöselostuksessa määritellyn suhteellisen kosteuden arvon lattiamateriaalille joten muutaman päivän kuluttua otettiin uusintanäytteet. Yksi luokkahuone (128) oli kuitenkin kastunut sisäilman kuivaimen letkun liitoksesta, joten sinne päätettiin tehdä viimeisenä lattiamaton asennus ja jatkettiin sen kuivatusta mattotöiden yhteydessä lisää. Pintakosteusilmaisim näytti vielä hivenen korkeampia arvoja kastuneessa kohdassa mittausten aikana. Uusintanäytteet otettiin kahdesta eri mittapisteestä jotka myös valittiin pintakosteusilmaisimen korkeimpien arvojen perusteella. Molemmat mittapisteen alittivat 82 % suhteellisen kosteuden joten näiden arvojen perusteella lattiamaton asennus voidaan aloittaa (kuva 10).



Kuva 10. Tasoitetyö valmis.

## 5.5 Vastaanottokatselmus

Sopimuksen mukainen työntulos tarkastetaan vastaanottokatselmuksessa. Katselmuksessa esiin tulleista seikoista laaditaan pöytäkirja molemmille sopijapuolille (urakoitsijalle ja tilaajalle). Mahdollisesta jälkitarkastuksesta sovitaan virheiden osalta. (Ratu S-1229, 2011, 19.)

Kohteen vastaanottokatselmuksessa tarkastettiin työn lopputulosta (kuva 11). Loppusii-  
vitys oli tehty sopimuksen mukaisesti ja aikataulussa. Katselmuksessa huomioitiin vä-  
liovien (17 kpl) karmien alaosat ja niiden kohdalla maton asennusta ei ollut tehty sovi-  
tusti. Näistä neuvoteltiin hyvitystä urakkahintaan. Katsottiin myös että lisätyöt ja urakasta  
poisjääneet työt kompensoivat toisiaan joten ne eivät vaikuttaneet urakkahintaan. Lisä-  
töitä olivat mm. näytteenottokohtiin tehtyjä lisäpaikkauksia. Urakan aikana ei myöskään  
tapaturmia sattunut.



Kuva 11. Mattotyö valmis.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Rakentamisen heikko laatu ja laadun ongelmat johtuvat monesta tekijästä. Rakennusfyysikan hallinta ja suunnitteluratkaisut ovat olennaisia asioita terveellisten rakennusten rakentamisessa. Myös rakentamisajan olosuhteiden hallinta on tärkeää hyvän laadun varmistamiseksi. Nykyään kuitenkin on saatavilla paljon tietoa rakentamisen laadun parantamiseksi ja kaikkien hankkeeseen ryhtyvien pitäisi yhdessä sopia, mitä tavoitteita asetetaan laadun suhteen.

Kaiken kaikkiaan itse korjaustyö sujui hyvin mallikkaasti alusta loppuun. Suurin haaste korjaustyössä oli aikataulu, josta ei voinut venyä lainkaan. Kuitenkin työ saatiin valmiiksi sovitussa aikataulussa ja suunnitelmien mukaisesti.

Opinnäytetyön aihe oli hyvin laaja mutta mielenkiintoinen. Työtä ei hirveästi rajattu vaan käsiteltiin kohteen lattiankorjausta monipuolisesti. Työn tarkoituksena oli pääasiassa oman osaamistason kehittäminen.

Itsellä ei korjaustyön alkaessa ollut lainkaan kokemusta työmaan valvojan roolista, mikä aiheutti omat haasteensa. Aiempaa kokemusta itselläni oli vain uudisrakentamisen puolelta. Työn aikana kuitenkin opin paljon korjausrakentamisesta ja valvojan roolista muiden töiden ohella. Työ oli hyvin mielenkiintoista ja monipuolista. Opinnäytetyötä laatiessa toimin työharjoittelijana Auran kunnan teknisessä toimessa rakennusmestarin tehtävissä.

## LÄHTEET

RT 07-10564. 1995. Rakennuksen sisäilmasto. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Työterveyslaitos 2017a. Kuitunäytteen ottaminen teippimenetelmällä. Viitattu 7.9.2019 <https://www.ttl.fi/service-document/kuitunaytteen-ottaminen-teippimenetelmalla/>.

Työterveyslaitos 2017b. Pölynäytteen ottaminen pyyhintämenetelmällä. Viitattu 10.9.2019 [https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/11/Polynaytteen\\_ottaminen\\_pyyhintamenetelmalla.pdf](https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/11/Polynaytteen_ottaminen_pyyhintamenetelmalla.pdf).

Mikrobioni 2018. VOC-analyysit. Viitattu 11.9.2019 <https://mikrobioni.fi/analyysipalvelut/voc-analyysit/>.

RT 14-10984. 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu 0450. 2017. Mattotyö, kuivat tilat. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistys 2019a. Kosteusmittaukset. Viitattu 1.10.2019 <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Rakennustekniset-tutkimukset/Kosteusmittaukset>.

Ratu S-1229. 2011. Rakennustyömaan projektisuunnitelma. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistys 2019b. Maanvastainen betonilaatta. Viitattu 5.10.2019 <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Maanvastaiset-rakenteet/Maanvastainen-betonilaatta>.

Ratu 0459. 2018. Massapäällystyksen uusiminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu 1225-S. 2010. Pölyntorjunta rakennustyössä. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu TT 9.11. 2013. Ohjeita korjausrakentamisen pölyntorjuntaan. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakentaja 2017. Kolme valintakriteeriä lattiatasoitteelle. Viitattu 23.10.2019 [https://www.rakentaja.fi/artikkelit/14036/kolme\\_valintakriteeria\\_lattiatasoitteelle\\_saint\\_gobain\\_weber.htm](https://www.rakentaja.fi/artikkelit/14036/kolme_valintakriteeria_lattiatasoitteelle_saint_gobain_weber.htm).

RT 07-11299. 2018. SISÄILMASTOLUOKITUS 2018 Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu 1214-S. 2005. Työmaan aputyöt ja huolto. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 16-11121. 2013. Talonrakennustyön työmaavalvonnan tehtäväluettelo. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 16-10837. 2005. Työmaakokouksen pöytäkirjan laatiminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.