

22500344-123

Marja Tuomela
Tilapalvelut liikelaitos
Espoon kaupunki
marja.tuomela@espoo.fi

3258 Vanttilan päiväkot, Nissintie 1, Espoo

LATTIARAKENTEIDEN KOSTEUS JA MATERIAALIPÄÄSTÖTUTKIMUS

1 LÄHTÖTIEDOT

Vanttilan päiväkot on vuonna 2010 rakennettu kaksikerroksinen, tasakattoinen päiväkotirakennus. Keväällä 2017 tehdyssä sisäilma- ja kosteusteknisessä kuntotutkimuksessa havaittiin, että alapohjan ja välipohjan suhteellinen kosteus oli paikoin muovimattopäällysteen alla yli 85 % (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 20.4.2017). Lattian viilto- ja porareikäkosteusmittaustulokset viittasivat siihen, ettei betonilaatta ole ollut riittävän kuiva lattian muovimattopäällysteiden asennusvaiheessa. Kosteilla alueilla lattiapinnoitteen alla havaittiin pistävää, liimamaista hajua, mikä on viite lattiapinnoitteen alapuolisten liima- ja tasoiteaineiden vaurioitumiseen kosteuden vaikutuksesta. Lattiapinnoitteet suositeltiin uusimaan henkilökunnan sosiaalityötiloissa (132, 134, 136), tiloissa 101, 121, 202, 204, 220, 222 ja 224.

Saatujen lähtötietojen mukaan em. tiloista on poistettu lattiapinnoitteet vuonna 2018. Välipohjarakenteen kosteus tarkastettiin tiloissa 202, 204, 220 ja 222 porareikämenetelmällä eri rakennesyvyyksiltä ennen

pinnoittamista (Delete 10.7.2018, RH 57-82 %). Käytävällä 224 todettiin lattiapinnoitteen alla paikoin kosteutta (RH 82-91 %).

Lattiapinnoilla havaittiin syksyllä 2021 paikoin kohoumia, mistä syystä lattiapintojen kosteutta kartoitettiin edelleen (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 13.1.2022). Välipohjarakenteissa ja lattiapintojen alla havaittiin paikoin kohonneita kosteusarvoja lattiapinnoitteen alapuolella (RH 84-88 %). Kosteutta havaittiin alueilla, joissa lattiapinnoitteita ei ollut aiemmin poistettu. Lattiapinnoitteet kehoitettiin uusimaan tiloissa 107, 116, 129, 142, 221, 215, 211, 212, 224.

Tutkimuksen tarkoituksena on tarkentaa vaurion syitä ja korjaustarpeita lisäkosteusmittauksin. Tutkijoina olivat Tuomo Marjamäki ja Sanna Pohjola. Pintabetonilaatan betonitutkimus suoritettiin Contestan Oy:n toimesta. Tutkimukset kohteessa tehtiin 24. – 25.2.2022. Tilat 211 ja 212 olivat tutkimuksen aikana osastoituina ja lattiapinnoitteet tiloista osin poistettu. Muut tilat olivat käytössä.

2 TULOKSET JA TULOSTEN ARVIOINTI

2.1 Lattiarakenteiden kosteus

Alapohja- ja välipohjarakenteiden kosteutta määritettiin näytepalamenetelmällä. Näytepalat otettiin pintabetonilaatan pinnasta 0-5 mm syvyydeltä. Kosteus määritettiin purettavilta alueilta tiloista 107, 116, 212 ja 225. Kustakin tutkimuspisteestä otettiin rinnakkaiset näytteet. Tulokset on esitetty liitteessä 1 ja näytteenottopisteet liitteessä 2.

Remontissa olevassa tilasta 212 kosteusmittaus päästiin tekemään sekä betonilaatan pinnasta (0-5 mm) että syvemmältä rakenteesta (40 mm). Pinnassa suhteellinen kosteus oli 74 % ja 40 mm syvyydellä 83 % (K1, VP4 ontelolaatta-80 mm pintabetoni-tasoite-muovimatto).

Kosteusmittauspisteessä lattiapinnoite oli poistettu muutama päivä aikaisemmin. Liikuntasalissa betonilaatan (VP2, kantava teräsbetonilaatta-50 mm askeläänieristys-kuitukangas-80-100 mm teräsbetoni-tasoite-muovimatto) suhteellinen kosteus oli mittauspisteessä 80 % rakenteen pintaosassa.

Alapohjarakenteessa AP1 (ontelolaatta-50 mm askeläänieristys-kuitukangas-80-100 mm teräsbetoni-tasoite-muovimatto) suhteellinen kosteus oli käytävällä 107 84 % ja käytävällä 116 78 %.

Lattiapinnoitteen alapuolinen kosteus määritettiin viiltomittausmenetelmällä tiloista 101, 121, 202 ja 220, joissa lattiapinnoitteet on uusittu v. 2018. jotta nähtiin, onko kosteutta noussut uudelleen lattiapinnoitteen alle. Mittaukset tehtiin alueille, joissa oli ennen korjaustöitä mitattu korkeimmat kosteuspitoisuudet. Tulokset on esitetty liitteessä 1 ja näytteenottopisteet liitteessä 2.

Suhteellinen kosteus vaihteli tiloissa lattiapinnoitteen alla 67-81 % välillä.

2.2 Betonilattian materiaaalipäästö

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää VOC-yhdisteiden imeytymistä pintabetonilaattaan kosteilla alueilla korjaustavan määrittämiseksi.

Näytteet otettiin tiloista 107 ja 212 betonilattian pinnasta syvyydeltä (0-5 mm) piikkaamalla betonista näytepala. Betoninäytteet toimitettiin MetropoliLabiin analysoitavaksi mikrokammilaitteella (ns. Bulk-menetelmä). Tulokset on esitetty Liitteessä 1 Metropolilab testausseleste 2022-4741 ja näytteenottopisteet on merkittynä pohjakuviin Liitteessä 2.

Työterveyslaitos on asettanut tasoitteelle ja betonille TVOC-emission (kokonaispäästö) viitearvoksi 50 µg/m³g. Lisäksi 2-etyyliheksanolille on asetettu viitearvoksi 40 µg/m³g.

Betonilaatan kokonaispäästö oli pintarakenteessa 0-5 mm syvyydellä 16-21 µg/m³g. 2-etyyliheksanolia havaittiin näytteissä 9-16 µg/m³g.

Pitoisuudet alittavat Työterveyslaitoksen viitearvot.

2.3 Pintabetonilaatan ominaisuudet

Pintabetonilaatan ominaisuuksia arvioitiin betoninäytteen ja ohuthieanalyysin avulla. Tulos on raportoituna erillisenä liitteenä (liite 3. Betoninäyte ja laboratorioanalyysit, Contesta Oy). Näytteenottopaikka on merkittynä pohjakuvaan liitteessä 2.

2.4 Muut havainnot

Tilassa 212, jossa remontti oli tutkimushetkellä käynnissä, piikattiin lattiaa hieman syvemmälle näytepalakosteusmittauksen yhteydessä. Piikkaus tehtiin tilan keskialueelle vanhan viiltomittauskohdan kohdalle (VM9, 86% RH). Ko. kohdassa havaittiin, että lattiarakenne oli poikkeava suunnitelmasta. Pintabetonilaatan kohdalla oli osin kalkkiahiekkatiililadonta. Rakenne piikatulla alueella oli ontelolaatta-100 mm pintabetoni tai 80 mm kalkkiahiekkatiili+20 mm pintabetoni-2 mm tasoite. Ontelolaatan päällä havaittiin myös styrox levyn paloja ja eps-eristettä noin 20 mm paksuudelta, mutta ei selkeää rakennekerrosta.



Kuva 1. Välipohjarakenteessa VP4 rakenne poikkesi paikallisesti tilassa 212 kosteusmittapisteen K1 kohdalla (vas).

Kuva 2. Välipohjarakenteessa VP4 oli ontelolaatan alapinnalla saumakohdissa paikoin nähtävillä kosteusjälkiä (oik). Kuva tilasta 113.

Välipohjarakenteen toteutustapa varmistettiin tarkastamalla muutamista 1. kerroksen tiloista alakaton yläpuolelta ontelolaatan alapinta. VP4 rakenteessa oli nähtävillä ontelolaatan alapinta 1. kerroksen tiloissa. Paikoin saumakohdissa oli nähtävillä vanhoja kosteuden aiheuttamia jälkiä.

3 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

Lattiarakenteen suhteellinen kosteus oli korjattavilla alueilla (tilat 107, 116, 212, 225) pintabetonilaatan pintaosassa (0-5 mm) selkeästi alhaisemmalla tasolla kuin lattiapinnoitteen alta loka-marraskuussa 2021 viiltomittausmenetelmällä mitatut kosteuspitoisuudet. Betonilaatan pintaosissa suhteellinen kosteus vaihteli 74-84 % välillä, kun aiemmin

vastaavilla alueilla lattiapinnoitteen alta oli mitattu 86-88 % suhteelliset kosteuspitoisuudet. Syvemmällä betonilaatassa (40 mm) suhteellinen kosteus oli tilassa 212 83 %.

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ei ole emittoitunut pintabetonilaattaan kosteilla alueilla. Pintabetonilaattaa ei siten tarvitse jyrsiä tai kapseloida ennen lattiapinnoitteiden uusimista. Vanhat tasoitteet ja liimat suositellaan betonilaatan pinnasta poistamaan.

Jo korjatuilla alueilla tiloissa 101, 121, 202 ja 222 suhteellinen kosteus lattiapinnoitteen alla oli 67-81 %. Lattiapinnoitteiden alla ei havaittu poikkeavaa hajua. Suhteellinen kosteus oli ennen korjaustyötä ollut näissä mittauspisteissä lattiapinnoitteen alla 83-93 %. Korjaustyö on tiloissa onnistunut, eikä kosteutta ole korjaustyön jälkeen lattiapinnoitteen alle haitallisessa määrin kerääntynyt.

Välipohjarakenteessa VP4 havaittiin paikoin ontelolaatan alapinnalla saumakohdissa vanhoja kosteuden aiheuttamia jälkiä. Kosteusjäljet johtuvat todennäköisesti rakennusvaiheen aikana tapahtuneesta säärasituksesta, jolloin ontelolaatasto on kastunut työvaiheessa jossa pintabetonilaattaa ei ole vielä valettu. Mikäli ontelolaatasto ei ole päässyt kuivumaan ennen pintabetonilaatan valua, on se voinut hidastaa pintabetonin kuivumista. Tämän olisi pitänyt kuitenkin tulla esille ennen pinnoitusta tehtävissä kosteusmittauksissa. Tilassa 212 havaittiin, että pintabetonilaatan paikalle oli paikallisesti asennettu kalkkihiekkatiililadonta. Mikäli tiiliä on paljon pintabetonikerroksessa, on mahdollista, että pintabetonin kuivuminen ei ole tapahtunut normaalisti tai, että pintabetonissa on ollut paikallisesti kosteampia ja kuivempia alueita tiilien sijainnista ja määrästä riippuen. Tästä johtuen työmaa-aikaisten

kosteusmittausten kohdistaminen kosteammille alueille on voinut olla normaalia haastavampaa.

Välipohjan pintabetonilaatta on tilassa 212 tehdyn ohuthieselvityksen perusteella valmistettu runsaasti huokostetulla betonilla. Huokostamisella yleensä varmistetaan betonin pakkasenkestävyys, mutta sitä käytetään myös rakenteiden kuivumisen nopeuttamiseen. Runsaasti lisähuokostettu betoni, jonka sideaineen mikrorakenne on hieman harvahkoa, on todennäköisesti hyvin läpäisevää. Hyvä läpäisevyys nopeuttaa betonin kuivumista, mutta altistaa sitä mahdolliselle kosteusrasitukselle. Tutkitussa näytteessä ei ole havaittavissa viitteitä kosteusrasituksesta. Betonissa käytetyn kiviaineksen maksimiraekoko on melko pieni ja maksimikiviainesrakeita on suhteellisen vähän. Täten betonissa olevan hienoaineksen ja hydratoituneen sementin/sideaineiden muodostaman ns. sementtikiven/-liiman osuus (kosteutta sisältävä kuivuva betonin osa) kasvaa. Sideaineen korkea hydrataatioaste puolestaan osoittaa, että pintabetonilaatan kosteuspitoisuus ei enää merkittävästi vähene sideaineen hydrataatioreaktioiden avulla vaan pintabetonilaatan kosteuden on poistuttava kuivumalla eri pintarakennekerrosten läpi. Betonilaatan kuivumista hidastaa muovimaton ja sen kiinnitysliiman lisäksi betonilaatan ja tasoitekerroksen välissä oleva tartunta-ainekerros (ns. primer-kerros) ja lisäksi myös muovimaton päällä oleva tiiviiltä näyttävä lattiavahakerros. Muovimaton kiinnittyminen vaikuttaa jääneen puutteelliseksi. Merkittävään vaurioitumiseen viittaavaa halkeilua ei ole havaittavissa.

Helsingissä, 22.3.2022

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy

tarkastanut:



Sanna Pohjola

MML, RTA, tutkimuspäällikkö



Ilkka Jerkku

DI, tulosityksikön johtaja

Liitteet

- | | |
|---------|--|
| Liite 1 | Mittaustulokset, laboratoriotulokset |
| Liite 2 | Mittauspisteet pohjakuvissa |
| Liite 3 | Betoninäyte ja laboratorioanalyysit, Contesta Oy |

1.1 Rakenteiden kosteudet, näytepalamenetelmä

Rakenteiden kosteus mitattiin näytepalamenetelmällä RT-kortin 103333 ohjeen mukaisesti. Rakenteiden kosteuskäytännöt selvitettiin tarkkoina suhteellisen kosteuden mittauksilla näytepalamenetelmällä. Näytepalamenetelmässä rakenteesta piikattiin betonia tarkastelusyvyydeltä. Betonipalat laitettiin yhdessä mittausanturin kanssa tiiviisti suljettuun lasiseen koeputkeen. Koeputket asetettiin lämpötilasäädetyyn näytekaappiin. Koeputkeen tasaantunut suhteellinen kosteus luettiin riittävän tasaantumisaikojen kuluttua. Mittaukset tehtiin Vaisala HM40-rakennekosteuden mittarilla sekä HMP40S-antureilla.

Mittaukset on esitetty oheisessa taulukossa.

Näytepalakosteusmittaukset 24.2.2022

Mittaus-piste	Mittapää nro	Tila	Raken-neosa	Mittauspisteen sijainti, rakennekerros, reiän syvyys (mm)	Suhteellinen kosteus, %	Suhteellinen kosteus, keskiarvo %	Absoluuttinen kosteus, g/m ³	Lämpötila, °C
K1	2	212	VP4	230 cm ulkoseinästä, vanhan viiltoimittauspisteen VM9 läheltä, tasoite/pintabetoni, 0-5mm	73,8	74	12,8	20,0
K1	3	212	VP4	230 cm ulkoseinästä, vanhan viiltoimittauspisteen VM9 läheltä, tasoite/pintabetoni, 0-5mm	73,7		12,8	20,0
K1	1	212	VP4	230 cm ulkoseinästä, vanhan viiltoimittauspisteen VM9 läheltä, pintabetoni, 40mm	82,6	83	14,4	20,1
K1	8	212	VP4	230 cm ulkoseinästä, vanhan viiltoimittauspisteen VM9 läheltä, pintabetoni, 40mm	84,2		14,6	20,0
K2	16	225, Liikuntasali	VP2	Vanhan viiltoimittauspisteen VM18 läheltä, tasoite/pintabetoni, 0-5mm	79,9	80	13,9	20,1
K2	15	225, Liikuntasali	VP2	Vanhan viiltoimittauspisteen VM18 läheltä, tasoite/pintabetoni, 0-5mm	79,9		14,0	20,2
K3	4	107	AP1	Vanhan viiltoimittauspisteen VM20 läheltä, tasoite/pintabetoni, 0-5mm	83,7	84	14,7	20,2
K3	17	107	AP1	Vanhan viiltoimittauspisteen VM20 läheltä, tasoite/pintabetoni, 0-5mm	83,8		14,7	20,2
K4	10	116	AP1	Vanhan viiltoimittauspisteen VM8 läheltä, tasoite/pintabetoni, 0-5mm	78,2	78	13,8	20,2
K4	14	116	AP1	Vanhan viiltoimittauspisteen VM8 läheltä, tasoite/pintabetoni, 0-5mm	78,6		13,9	20,3

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittauksen aikana olivat seuraavat:

Tila	Mittapää nro	Pvm	Suhteellinen kosteus, %	Absoluuttinen kosteus, g/m ³	Lämpötila, °C
Ulkoinen	14	24.2.22	87,0	4,9	2,0
212 (K1)	6	24.2.22	36,5	6,5	20,7
Liikuntasali (K2)	4	24.2.22	28,8	4,9	19,6
Eteinen (K3)	14	24.2.22	29,5	5,4	20,8
Eteinen (K4)	6	24.2.22	29,9	5,5	21,1

1.2 Rakenteiden kosteudet, viiltomittausmenetelmä

Suhteellinen kosteus lattiapinnoitteen alla mitattiin viiltomenetelmällä. Lattiapinnoitteeseen tehtiin viilto, josta pinnoitteen alle asennettiin mittapää (Vaisala HM42). Tehty viilto ja mittapään raja- pinta tiivistettiin kitillä ja mittapään annettiin tasaantua päällysteen alla oleviin olosuhteisiin vähintään 15 min. Mittaustulokset luettiin Vaisalan HM40 -näyttölaitteella. Mittaustulokset on esitetty oheisessa taulukossa.

Mittaus- piste	Tila	Rakenne- osa	Havainnot	Pvm	Suhteellinen kosteus, %	Absoluuttinen kosteus, g/m ³	Lämpötila, °C
V1	202	VP4	Muovimatto irtosi suhteellisen helposti alustasta, ei hajua lattiapinnoitteen alla, PKA 80-85	24.2.22	79,1	14,6	21,1
V2	222	VP1	Muovimaton hajua lattiapinnoitteen alla, PKA 80-85	24.2.22	81,3	14,3	20,3
V3	101	AP1	Muovimaton hajua lattiapinnoitteen alla, PKA 80-85	24.2.22	77,0	15,9	23,1
V4	121	AP1	Ei hajua lattiapinnoitteen alla, PKA 70-75	24.2.22	67,4	15,3	24,7

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittausten aikana olivat seuraavat:

Tila	Pvm	Suhteellinen kosteus, %	Absoluuttinen kosteus, g/m ³	Lämpötila, °C
Ulkoilma	24.2.22	87,0	4,9	2,0
Sisäilma	24.2.22	24,8 – 27,7	4,6 - 4,8	20,2 - 21,1

Useimpien liimojen kriittisenä suhteellisen kosteuden arvona pidetään 85 % mikä tarkoittaa, että suhteellinen kosteus päällysteen alla liimatilassa ei saa ylittää tätä arvoa (Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet, 2007).

1.3 Rakennusmateriaalista haihtuvat orgaaniset yhdisteet (bulk)

VOC materiaalinäytteet käärittiin alumiinifolioon ja suljettiin ilmatiiviiseen muovipussiin. Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammiolaitteella (Micro-chamber/Thermal Extractor) Metropolilabin laboratoriossa Helsingissä. Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä olosuhteissa. Rakennusmateriaaleista haihtuville orgaanisille yhdisteille ei ole Asumisterveysasetuksessa asetettu toimenpiderajaa. Työterveyslaitos on asettanut osalle materiaaleista viitearvoja asiakas- ja seurantanäytteiden bulk-emissiotulosten perusteella. Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä, eivätkä materiaalien päästöluokitusta. Materiaalinäytteiden perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä sisäilman laadusta, mutta voidaan kartoittaa VOC-emissioiden päästölähteitä.

Tulokset on esitetty alkuperäisessä testausselostuksessa liitteen 1 lopussa.

Työterveyslaitoksen materiaaliakohtaiset viitearvot (µg/m³g):

	PVC, pehmitin DEPH (vanhat mattopäällysteet)	PVC, pehmitin DINCH, DINP tai DIDP (uudemmat päällysteet)	Linoleum	Tasoite, betoni
TVOC*	200	500	650	50
2-etyyli-1-heksanoli**	70	50	-	40
C9 alkoholit*	-	320	-	-
Propaanihappo**	-	-	100	-

*Tolueenivasteella ilmoitettuna, **yhdisteen omalla vasteella ilmoitettuna

Tilaaaja
2635440-5
Sweco Asiantuntijapalvelut Oy, Turku

Maksaja
Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Pitkämäenkatu 4 B
20250 TURKU

Ilmalanportti 2
00240 HELSINKI

Näytetiedot

Näyte	Rakennusmateriaalinäyte		
Näyte otettu		Kellonaika	
Vastaanotettu	24.02.2022	Kellonaika	16.24
Tutkimus alkoi	24.02.2022	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
Näytteenottaja	Pohjola Sanna		
Viite	22500344-122		

Liitteenä tilakohtainen dokumentti yhdisteiden pitoisuuksista.

Analyysi	VOC-analyysi BULK MicroChamber
Yksikkö	µg/(m ³ g)
Menetelmä	BULK uChamber TD-GC-MSD/FID
Epävarmuus-%	50
Näyte	*
4741-1, Rakennusmateriaalinäyte, Bulk 1 Betoni	Liite
4741-2, Rakennusmateriaalinäyte, Bulk 2 Betoni	Liite

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Tiusanen Aleks, aleksi.tiusanen@metropolilab.fi, insinööri (AMK)

Tiedoksi Fi_200_Laboratorio, fi_200_laboratorio@sweco.fi;
Pohjola Sanna, sanna.pohjola@sweco.fi

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa. Tämä testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
metropolilab@metropolilab.fi

Puhelin
+358 10 391 350

Faksi
+358 9 310 31626

Y-tunnus
2340056-8
Alv. Nro
FI23400568

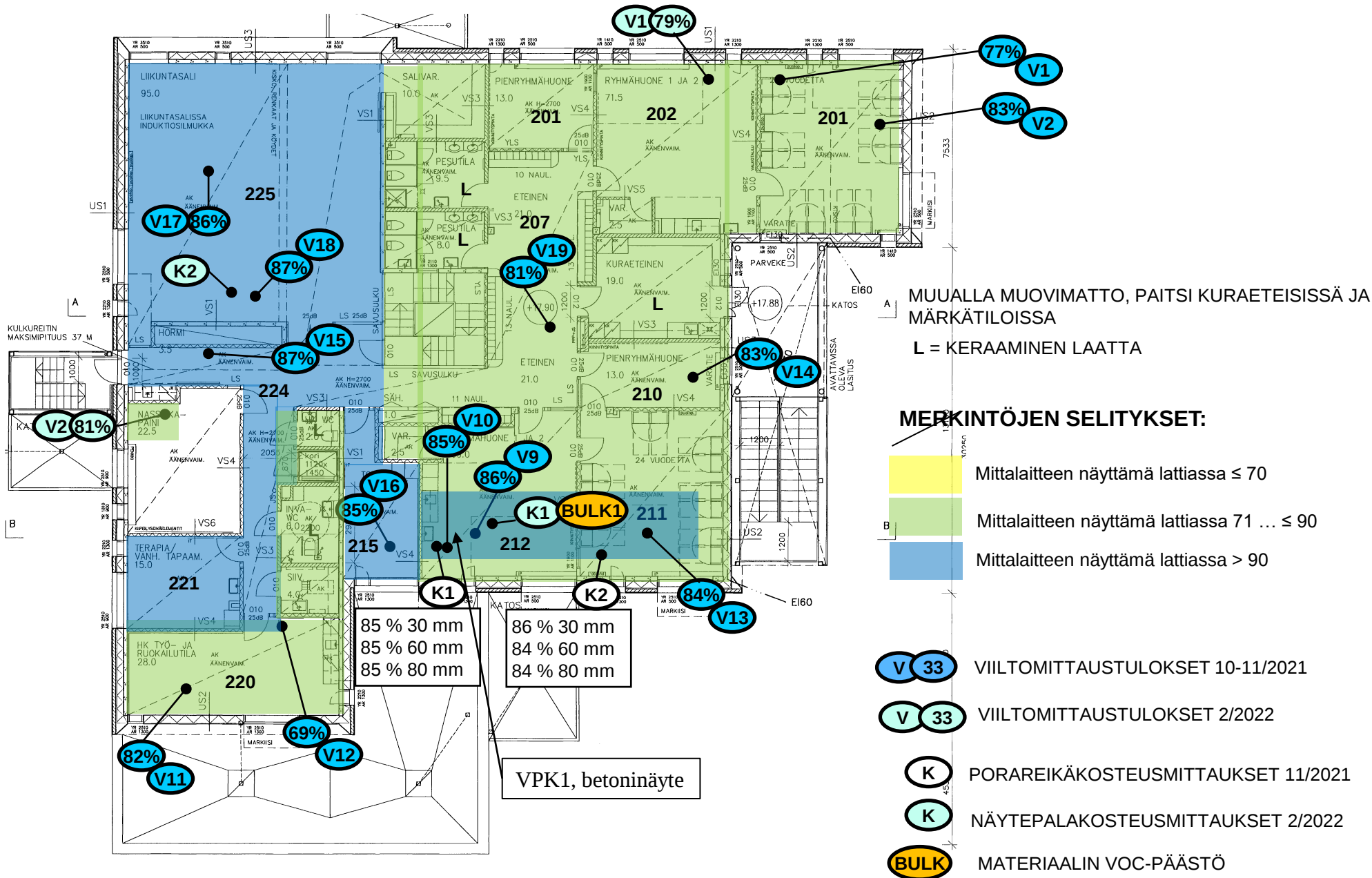
<http://www.metropolilab.fi>

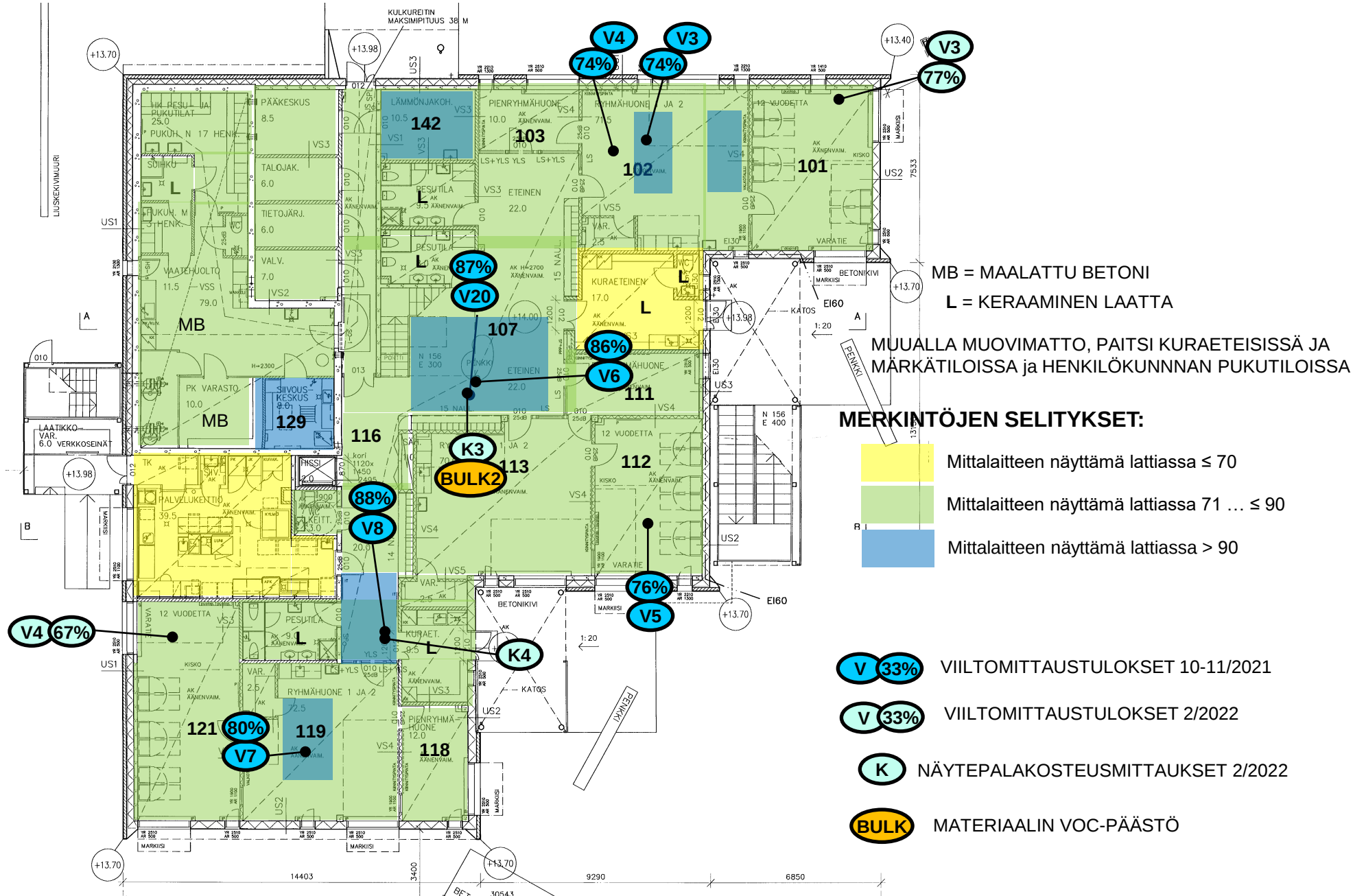
Liite testausselesteeseen	2022-04741-01	
Näyte	BULK 1 betoni	
		Yhteensä, TVOC
Näytteen massa, g	5.07	µg/(m3 g)
		16
	Malliaineena	Tolueenina
		µg/(m3 g)
Alifaattiset hiilivedyt yht.		<0.3
C6-C8		<0.3
>C8-C12		<0.3
>C12-C16		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Alkoholit yht.		15.7
2-Etyyli-1-heksanoli	9.4	7.8
Butanoli		3.6
Fenoli		0.4
Sykloheksanoli		<0.3
C9-Alkoholit		<0.3
Alkoholeja muita		3.9
		µg/(m3 g)
Aromaattiset yht.		<0.3
Bentseeni		<0.3
Tolueeni		<0.3
Etyylibentseeni		<0.3
1,3+1,4-Ksyleeni		<0.3
Styreeni		<0.3
1,2-Ksyleeni		<0.3
Propyylibentseeni		<0.3
1,3,5-Trimetyylibentseeni		<0.3
Naftaleeni		<0.3
1-Metyyli-naftaleeni		<0.3
Bifenyylit		<0.3
Alkyylibentseenejä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Esterit yht.		<0.3
Etyyliasettaatti		<0.3
Butyyliasettaatti		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Glykolieetterit yht.		<0.3
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri		<0.3
TXIB		<0.3
2-Butoksietanoli		<0.3
2-Fenoksietanoli		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		<0.3
Glykolieettereitä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Halogenoidut yhdisteet yht.		<0.3
Tetrakloorieteeni		<0.3
1,1,2,2-Tetrakloorietaani		<0.3
1,4-Diklooribentseeni		<0.3

		µg/(m³ g)
Karbonsyylit yht.		<0.3
Heksanaali		<0.3
2-Furankarboksaldehydi		<0.3
Bentsaldehydi		<0.3
Oktanaali		<0.3
Nonanaali		<0.3
Pentanaali		<0.3
Heptanaali		<0.3
Dekanaali		<0.3
Asetofenoni		<0.3
Karbonsyylejä muita		<0.3
		µg/(m³ g)
Orgaaniset hapot yht.		0.4
Etikkahappo		<0.3
Heksaanihappo		<0.3
Propaanihappo		<0.3
Orgaanisia happoja muita		0.4
		µg/(m³ g)
Terpeenit yht.		<0.3
Pineeni		<0.3
Delta-3-kareeni		<0.3
Limoneeni		<0.3
		µg/(m³ g)
Muut yhdisteet yht.		<0.3
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<0.3
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<0.3
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<0.3
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet		

Liite testausselosteseen	2022-04741-02	
Näyte	BULK 2 betoni	
		Yhteensä, TVOC
Näytteen massa, g	5.04	µg/(m3 g)
		21
	<u>Malliaineena</u>	<u>Tolueenina</u>
		µg/(m3 g)
Alifaattiset hiilivedyt yht.		3.4
C6-C8		<0.3
>C8-C12		3.4
>C12-C16		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Alkoholit yht.		17.7
2-Etyyli-1-heksanoli	16.1	13.5
Butanoli		3.7
Fenoli		<0.3
Sykloheksanoli		<0.3
C9-Alkoholit		<0.3
Alkoholeja muita		0.5
		µg/(m3 g)
Aromaattiset yht.		<0.3
Bentseeni		<0.3
Tolueni		<0.3
Etylibentseeni		<0.3
1,3+1,4-Ksyleeni		<0.3
Styreeni		<0.3
1,2-Ksyleeni		<0.3
Propylibentseeni		<0.3
1,3,5-Trimetylibentseeni		<0.3
Naftaleeni		<0.3
1-Metyylinaftaleeni		<0.3
Bifenyyl		<0.3
Alkylibentseenejä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Esterit yht.		<0.3
Etyliasetaatti		<0.3
Butyliasetaatti		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Glykolieetterit yht.		<0.3
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri		<0.3
TXIB		<0.3
2-Butoksietanoli		<0.3
2-Fenoksietanoli		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		<0.3
Glykolieettereitä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Halogenoidut yhdisteet yht.		<0.3
Tetrakloorieteeni		<0.3
1,1,2,2-Tetrakloorietaani		<0.3
1,4-Diklooribentseeni		<0.3

		µg/(m3 g)
Karboonylit yht.		<0.3
Heksanaali		<0.3
2-Furankarboksaldehydi		<0.3
Bentsaldehydi		<0.3
Oktanaali		<0.3
Nonanaali		<0.3
Pentanaali		<0.3
Heptanaali		<0.3
Dekanaali		<0.3
Asetofenoni		<0.3
Karboonylejä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Orgaaniset hapot yht.		<0.3
Etikkahappo		<0.3
Heksaanihappo		<0.3
Propaanihappo		<0.3
Orgaanisia happoja muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Terpeenit yht.		<0.3
Pineeni		<0.3
Delta-3-kareeni		<0.3
Limoneeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Muut yhdisteet yht.		<0.3
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<0.3
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<0.3
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<0.3
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet		





15.3.2022

Liite 3. Betoninäyte ja laboratorioanalyysit

Vanttilan päiväkotia, betoninäyte ja sen laboratorioanalyysit**Sisällysluettelo**

1	Tutkimuksen luotettavuus.....	2
2	Tutkimusnäyte.....	2
3	Tutkimusmenetelmät.....	4
3.1	Visuaalinen tarkastelu ja karbonatisoitumissyvyys	4
3.2	Petrografinen ohuthietutkimus.....	4
3.3	Käytettävät lyhenteet	4
4	Tutkimustulokset.....	5
4.1	Visuaalinen tarkastelu ja karbonatisoitumissyvyys	5
4.2	Petrografinen ohuthietutkimus.....	6
4.2.1	VPK1, yläpinta.....	6
5	Petrografisten tulosten tarkastelu.....	9
6	Pintabetonilaatan kuivuminen (Juha Komonen).....	9

15.3.2022

Liite 3. Betoninäyte ja laboratorioanalyysit

Tilaaaja:
Sweco Asiantuntijapalvelut Oy
Sanna Pohjola

Jakelu:
sanna.pohjola@sweco.fi
Contesta Oy, alkuperäinen

Vanttilan päiväkoti, betoninäyte ja laboratorioanalyysit

1 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS

Contesta Oy toimii FINAS akkreditointipalveluiden akkreditoimana testauslaboratoriona T195, jonka toiminta täyttää standardin SFS-EN ISO/IEC 17025 vaatimukset. Pätevyysalueet on esitetty FINAS www-sivuilla. Akkreditoinnin piiriin kuuluvat testaukset on ilmoitettu menetelmäkohtaisesti. Laboratorioanalyysit on suoritettu Contesta Oy Vantaan toimipisteessä erikseen mainittuja poikkeuksia lukuun ottamatta.

2 TUTKIMUSNÄYTE

Vanttilan päiväkodin välipohjan pintabetonilaatan näytteenotto suoritettiin Contesta Oy:n tutkimuspäällikkö Juha Komosen ja tutkimusavustaja Niko Kouvalaisen toimesta 24.2.2022. Kyseisessä tilassa lattiapäällysteet uusitaan korjausten ja lisätutkimusten yhteydessä (kuva 1). Pyrkimyksenä on selvittää pintarakennejärjestelmän- ja pintabetonilaatan ominaisuuksia betoninäytteen ja ohut-hieanalyysin avulla.



Kuva 1. Näytteen VPK1 porauspaikka osoitetaan keltaisella nuolella.

15.3.2022

Liite 3. Betoninäyte ja laboratorioanalyysit



Kuva 2. Näyte VPK1 porattiin muovimaton ja pintabetonilaatan läpi aina kantavan ontelolaatan yläpintaan asti. Kuvan yläosassa näkyvältä alueelta muovimatto on jo irrotettu.

15.3.2022

Liite 3. Betoninäyte ja laboratorioanalyysit

3 TUTKIMUSMENETELMÄT

3.1 Visuaalinen tarkastelu ja karbonatisoitumissyvyys

Betonin yläpinnan karbonatisoitumisen määrittäminen on tehty fenoliftaleiini-liuoksella standardia SFS-EN 14630 soveltaen. Poranäytteen karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen ja visuaalisen tarkastelun suorittanut tutkimuspäällikkö Juha Komonen.

3.2 Petrografinen ohuthietutkimus

Poralieriönäytteistä on valmistettu kooltaan noin 55 x 35 mm² ja paksuudeltaan noin 25 µm kokoinen ohuthie kohtisuoraan tutkittavaa pintaa vasten. Ohuthietä on tarkasteltu stereo- ja polarisaatiomikroskoopeilla myös fluoresoivaa ultraviolettivaloa käyttäen. Säröt ovat leveydeltään ≤ 0,01 mm, mikrohalkeamat > 0,01 - ≤ 0,1 mm ja halkeamat > 0,1 mm.

Ohuthietutkimuksen suoritti akkreditoidusti geologi Kirsi Larjamo perustuen soveltuvin osin standardiin ASTM C856/C856M-20. Ohuthietutkimustulosten tarkastelu perustuu standardiin, vertaisarvioituihin tutkimuksiin sekä tutkijan kokemukseen, eikä kuulu akkreditoinnin piiriin.

3.3 Käytettävät lyhenteet

Laboratorioanalyysien tuloksissa käytetään yleisesti seuraavia lyhenteitä:

up = ulkopinta

sp = sisäpinta

yp = yläpinta

ap = alapinta

rp = rasiuspinta

mp = murtopinta

k-m = keskimäärin

15.3.2022

Liite 3. Betoninäyte ja laboratorioanalyysit

4 TUTKIMUSTULOKSET

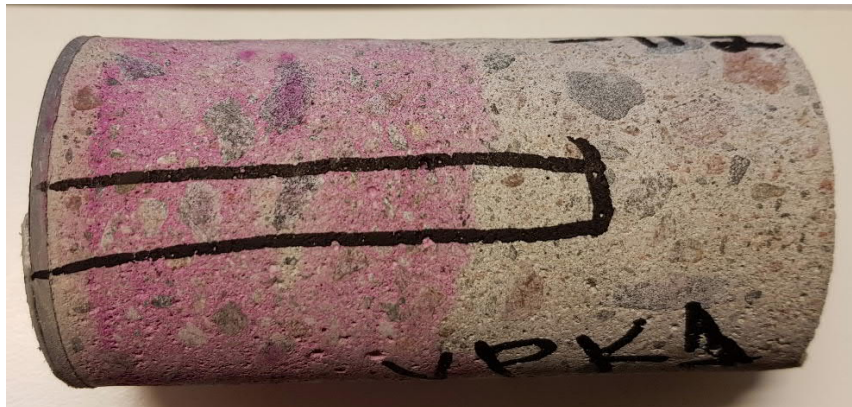
4.1 Visuaalinen tarkastelu ja karbonatisoitumissyvyys

Taulukko 1. Poranäytteen visuaalisen tarkastelun tulokset.

Näyte- tunnus	Rakenneosa	Testi	Testaussyvyys pinta / mm	Näytteen Ø mm	Näytteen pituus mm	Teräksen sijainti mm (Ø mm)	Karbonatisoitumissyvyys mm			Lisähuomioita
							up/yp			
							min	max	k-m	
VPK1	pintalaatta	OH	0-75	50	110	--	3	3	3	Näyte porattu muovimaton läpi

Taulukon merkinnät:

OH = ohuthie, (--) = teräksiä ei havaittavissa



Kuva 3. Näyte VPK1. Lattiapinta on vasemmalla. Kuvaan on hahmoteltu ohuthietutkimuskohta. Poranäytteen yläosan ulkopinnalle on levitetty fenolif-taleiini-liosta betonin karbonatisoitumisen määrittämiseksi. Karbonatisoitunut betoni ei värjäydy punaiseksi. Tämän kerroksen paksuus on n. 3 mm.

15.3.2022

Liite 3. Betoninäyte ja laboratorioanalyysit

4.2 Petrografinen ohuthietutkimus

4.2.1 VPK1, yläpinta

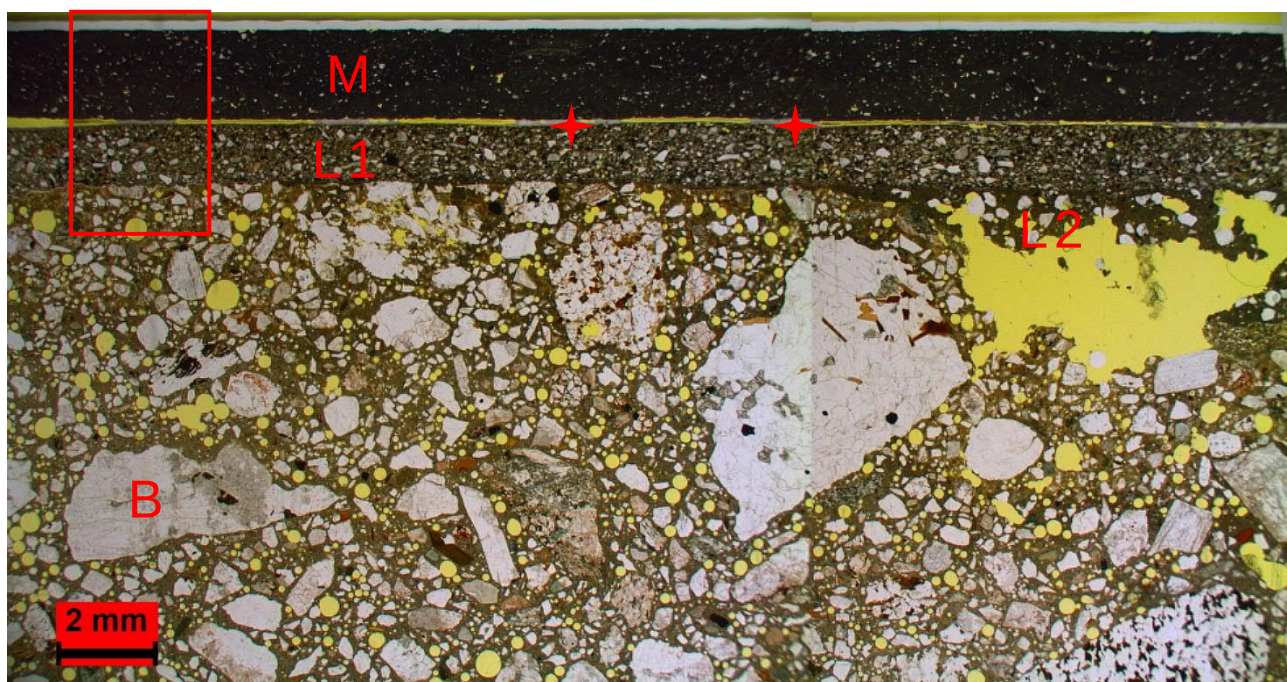
Yleistä

Betonin osittain epätasaista yläpintaa peittää muovimattomainen 2,0 mm paksuinen kaksikerroksinen pinnoite. Pinnoitteen alla on epäjatkuva kiinnitysainekerros sekä keskimäärin 1,2 mm paksuinen tasoitelaastimainen kerros. Laastin alla on hyvin ohut primer-tyyppinen materiaalikerros ja betoni, mutta ohuthieen toisessa reunassa esiintyy lisäksi enintään 3,5 mm syvyydelle ulottuva epäjatkuva laastimainen tasoite-/korjauslaastikerros (Kuva 4).

Muovimattomainen pinnoite koostuu tiiviistä, väriltään lähes mustasta massasta, jossa on lisäksi mineraalisia täyteaineita, pääosin kalkkikiveä. Tiiviin massan yläpinnalla on lisäksi nähtävissä ohut vahamainen materiaalikerros, jonka tartunta on hyvä ja tiivis.

Kiinnitysaine on mahdollisesti epoksipohjaista (tai vastaavaa), jossa on runsaasti mineraalisia täyteaineita, pääosin kalkkikiveä. Kiinnitysaine vaikuttaa olevan ns. kamattu, muodostaen epäjatkuvia, hyvän tartunnan omaavia, kannaksia muovimaton ja laastin väliin (Kuva 5). Tartunnat sekä muovimattoon että laastiin ovat pääosin hyvät ja tiiviit.

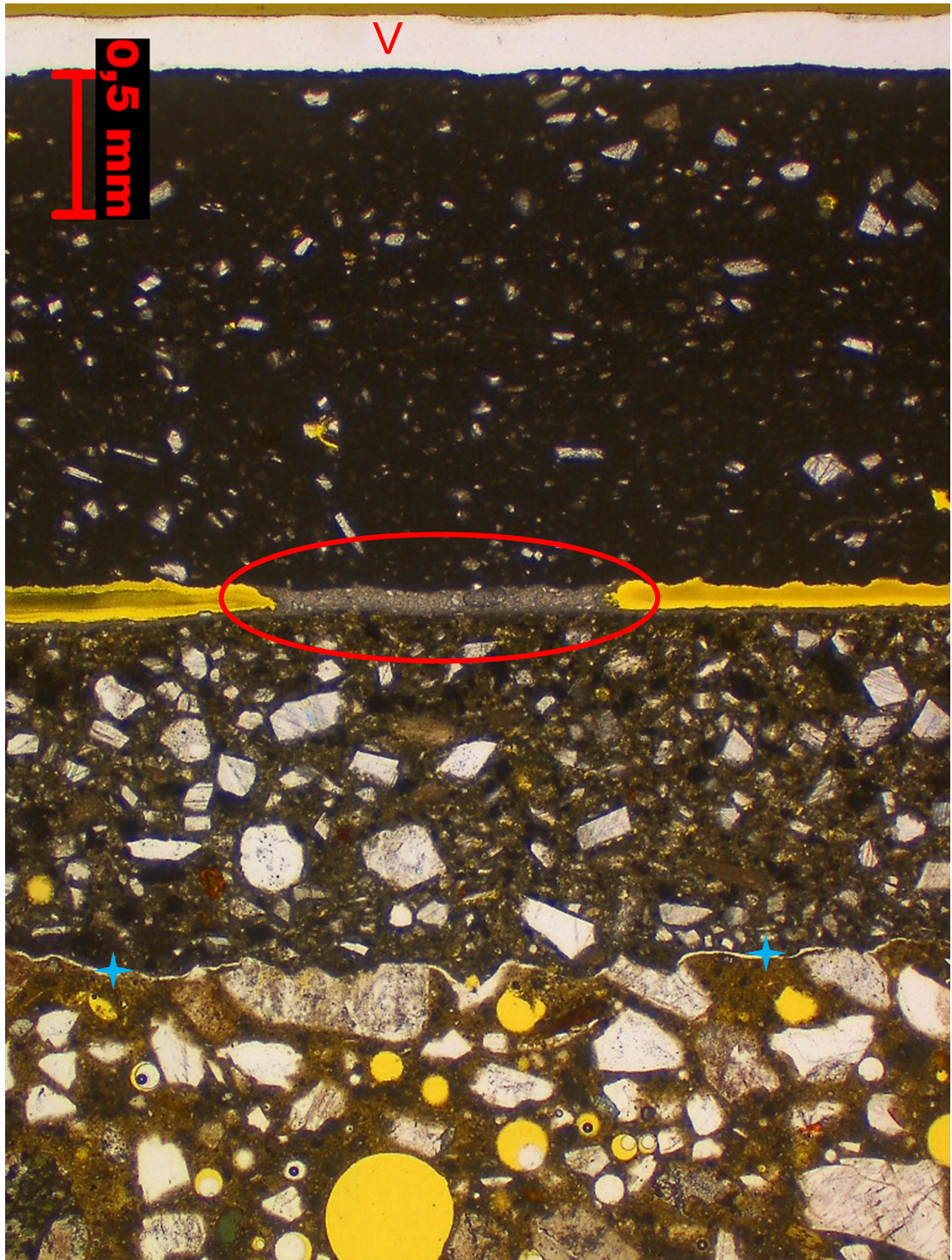
Tasoitelaastimainen kerros on portlandsementtipohjaista sisältäen pääosin kalkkikiveä runkoaineena. Tasoitelaastin v/s-suhde on korkeahko ja runkoaineen tartunnat ovat kohtalaisen hyviä sisältäen yleisesti rakomaista huokoisuutta. Huokoisuutta esiintyy hyvin satunnaisesti. Halkeilua ei ole havaittavissa. Tasoitelaastin alla on nähtävissä ohut, hyvän tartunnan omaava primer-tyyppinen materiaalikerros.



Kuva 4. Näytteen VPK1 kerrokset yläpinnasta lähtien. Yläpinnalla on kaksikerroksinen, muovimattomainen pinnoite (M), jonka alla on epäjatkuva kiinnitysaine (punainen tähti). Kiinnitysaineen alla on tasoitelaastimainen kerros (L1) sekä epäjatkuvana vielä toinenkin laastikerros (L2) ulottuen 3,5 mm syvyydelle ja sisältäen kooltaan isoa huokoisuutta. Kuva on koostettu kahdesta kuvasta. Kuvat on otettu stereomikroskoopilla tasopolaroitua valoa käyttäen. Huokoisuus näkyy keltaisena, sideaineet vaihtelevan ruskean sävyisinä ja runkoaineet pääosin valkoisina. Punaisella suorakulmiolla merkitty alue on esitetty yksityiskohtaisemmin Kuvassa 5.

15.3.2022

Liite 3. Betoninäyte ja laboratorioanalyysit



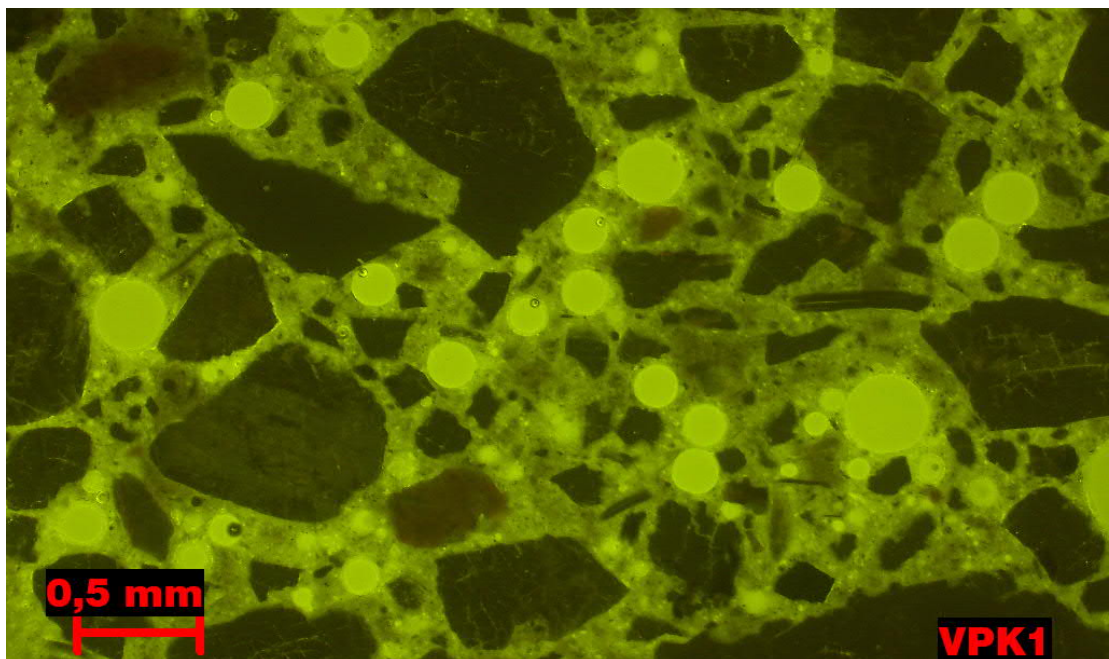
Kuva 5. Näytteen VPK1 muovimattomaisen materiaalin kiinnitysaine vaikuttaa olevan ns. kam-mattu, muodostaen epäjatkuvia, hyvän tartunnan omaavia, kannaksia muovimaton ja laastin väliin, merkitty punaisella soikiolla. Kuvassa on lisäksi erotettavissa ohut primer-tyyppinen materiaalikkerros laastin ja betonin välissä, näkyy kuvassa valkoisena, merkitty sinisillä tähdillä. Yläpinnan vahamainen kerros (V) näkyy kuvassa valkoisena. Kuva on otettu polarisaatiomikroskoopilla tasopolaroitua valoa käyttäen. Huokoisuus näkyy keltaisena, sideaineet vaihtelevan ruskean sävyisinä ja runkoaineet pääosin valkoisina.

15.3.2022

Liite 3. Betoninäyte ja laboratorioanalyysit

Betoni:

Yleistä	Betonin yläpinta on pääosin kohtalaisen tasainen. Ohuthieen reunalla on kuitenkin nähtävissä enintään 3,5 mm syvyydelle ulottuva kuoppamainen painauma, jonka yhteydessä betonin yläpinta vaikuttaa olevan epätasainen ja mahdollisesti rikkonainen tai vähintäänkin hauraasti käyttäytynyt ohuthieen valmistuksen yhteydessä.
Karb.	Betonin sideaine on karbonatisoitunut keskimäärin 2,5 mm ja enintään 3,5 mm syvyydelle.
Runkoaines	Karkea runkoaines ($\varnothing$ 2,0 – 10,0 mm) on pääosin pyöreäsärmäistä, ehjää ja rapautumatonta gneissia/graniittia sekä satunaista kv-ms-liusketta ja amfiboliittia. Runkoainekseksi esiintyy satunnaisesti pienirakeista, uudelleen kiteytynyttä kvartsia. Pienemmät lajitteet ($\varnothing$ 0,064 – 2,0 mm) ovat muodoltaan kulmikkaita – pyöreäsärmäisiä ja pääosin kvartsia, maasälpä, kiillettä ja amfibolia. Raekokojakauma vaikuttaa olevan pääosin tasainen. Tartunnat sideaineeseen ovat pääosin hyvät ja tiiviit.
Sideaine	Sideaine on vähän masuunikuonaa seosaineena sisältävää portlandsementtiä, lisäksi on nähtävissä kalkkikiveä seosaineena/fillerinä. Hydrataatioaste vaikuttaa olevan korkea. V/s-suhde vaikuttaa olevan hieman epätasainen, mutta pääosin korkeahko, mikrohuokoisuutta esiintyy pääosin kohtalaisen runsaasti (Kuva 6). Sideaineen kalsiumhydroksidi on keskirakeista ja tasaisesti jakautunutta.
Huokoisuus	Betonissa esiintyy runsaasti huokoisuutta hieman epätasaisesti jakautuneena, muodostaen paikoitellen hieman tiheämpiä huokoskeskittymiä. Suurin osa huokoisuudesta on muodoltaan pyöreää ja täyttää suojahuokosen määritelmän ($\varnothing$ 0,02 – 0,8 mm). Tiivistyshuokoisuutta ($\varnothing$ 0,8 – 2,0 mm) esiintyy kohtalaisen vähän. Huokosten reunoilla ei ole havaittavissa merkittäviä täyttekiteytymiä.
Halkeilu	Yläpinnalla esiintyvän kuopan kohdalta kulkeutuu yksittäinen kohtisuora särö (leveys < 0,01 mm) ulottuen 8,0 mm syvyydelle. Sideaineessa esiintyy erittäin satunnaisesti epäjatkovia, suuntautumattomia säröjä (leveys < 0,01 mm, pituus < 0,5 mm).



Kuva 6. Näytteen VPK1 sideaineessa esiintyy pääosin kohtalaisen runsaasti mikrohuokoisuutta. Kuva on otettu polarisaatiomikroskoopilla fluoresoivaa uv-valoa käyttäen. Huokoisuus näkyy vaaleanvihreänä, sideaine tummemman vihreänä ja runkoaines pääosin mustana.

15.3.2022

Liite 3. Betoninäyte ja laboratorioanalyysit

5 PETROGRAFISTEN TULOSTEN TARKASTELU

Tutkittu lattianäyte edustaa muovimattopintaista betonia. Betonin yläpinta on osittain epätasainen ja vaikuttaa olevan tasoitettu/korjattu laastimaisella materiaalilla ennen varsinaista tasoitelaastin levitystä. Tasoitelaastin ja betonin välissä on erotettavissa primeria ja tartunta on hyvä ja tiivis. Muovimatto on liimattu kiinnitysaineella, joka vaikuttaa koostuvan epoksimaaisesta sideaineesta ja kalkkikivestä. Kiinnitysaine näyttää olevan kammattu ennen muovimaton asentamista ja muovimaton tartunta kiinnitysaineeseen muodostuu vain osittaisten kannasten kautta, joten muovimaton kiinnittyminen vaikuttaa jääneen puutteelliseksi.

Tutkitun betonin runkoaines on pääosin ehjää ja tartunnaltaan hyvää. Sideaine on masuunikuonaa ja kalkkikiveä sisältävää portlandsementtiä. Sideaineen hydrataatioaste on korkea ja tasainen. Sideaineen v/s-suhde vaikuttaa olevan hieman korkeahko, joten sideaineen mikrorakenne on hieman harvahkoa, mutta tasaista.

Betonissa esiintyy runsaasti huokoisuutta. Runsaasti lisähuokostettu betoni, jonka sideaineen mikrorakenne on hieman harvahkoa, on todennäköisesti hyvin läpäisevää. Hyvä läpäisevyys nopeuttaa betonin kuivumista, mutta altistaa sitä mahdolliselle kosteusrasitukselle. Tutkitussa näytteessä ei ole havaittavissa viitteitä kosteusrasituksesta.

Tutkitussa näytteessä esiintyy yksittäinen kohtisuora mikrohalkeama ulottuen 8 mm syvyydelle. Mikrohalkeama esiintyy betonin yläpinnan kuoppamaisen epätasaisuuden kohdalla ja on todennäköisesti muodostunut jo varhaisessa vaiheessa. Merkittävään vaurioitumiseen viittaavaa halkeilua ei ole havaittavissa.

6 PINTABETONILAATAN KUIVUMINEN (JUHA KOMONEN)

Vanttilan päiväkodin välipohjan pintabetonilaatta tilassa 212 on ohuthieselvityksen perusteella valmistettu runsaasti huokostetulla betonilla. Huokostamisella yleensä varmistetaan betonin pakkasenkestävyys, mutta sitä käytetään myös rakenteiden kuivumisen nopeuttamiseen. Betonissa käytetyn kiviaineksen maksimiraekoko on melko pieni ja maksimikiviainesrakeita on suhteellisen vähän. Täten betonissa olevan hienoaineksen ja hydratoituneen sementin/sideaineiden muodostaman ns. sementtikiven/-liiman osuus (kosteutta sisältävä kuivuva betonin osa) kasvaa. Sideaineen korkea hydrataatioaste puolestaan osoittaa, että pintabetonilaatan kosteuspitoisuus ei enää merkittävästi vähene sideaineen hydrataatioreaktioiden avulla vaan pintabetonilaatan kosteuden on poistuttava kuivumalla eri pintarakennekerrosten läpi. Betonilaatan kuivumista hidastaa muovimaton ja sen kiinnitysliiman lisäksi betonilaatan ja tasoitekerroksen välissä oleva tartunta-ainekerros (ns. primer-kerros) ja lisäksi myös muovimaton päällä oleva tiiviiltä näyttävä lattiavahakerros.

CONTESTA OY, Vantaa

Akkreditoitu testauslaitos T195 (EN ISO/IEC 17025)



Kirsi Larjamo
Laatija, asiantuntija
puh: 050 387 2441

Juha Komonen
Tarkastaja, tutkimuspäällikkö
puh: 050 341 7032