

19.12.2018

Tilaaja:

Akaan kaupunki

Kiinteistöpäällikkö Henri Salonen

puh: 040 335 3255

sähköposti: henri.salonen@akaa.fi

Pappilan kivikoulu

Liikuntasalin alapohjan lisätutkimukset

1 Tutkimuksen tekijä

Vahanan Rakennusfysiikka Oy
Tampellan esplanadi 2
33100 Tampere

Tutkimushanke suoritettiin seuraavalla tutkimusryhmällä:

- Ella Lahtinen, DI
- Sami Savijärvi
- Hannes Timlin, TkK

2 Taustaa

Liikuntasalin alapohjan eristetilän kuntoa on tutkittu ensimmäisen kerran vuonna 2014 (*Jommi Suonketo, Lausunto Pappilan Kivikoulu, Akaa, 14.7.2014*). Tutkimuksissa otettiin yksi materiaalinäyte mikrobianalyysiä varten ja eristetilasta mitattiin hetkellinen suhteellinen kosteuspitoisuus ja lämpötila. Tarkastelupisteet olivat liikuntasalin näyttämön puoleisella sivulla. Näytteessä todettiin selvä mikrobivaurio, mutta eristetilassa ei havaittu korkeaa kosteuspitoisuutta. Tutkimusten jälkeen liikuntasalin lattiaa on uusittu näyttämön puoleiselta sivulta muutaman neliön kokoiselta alueelta. Korjaustoista ei ole suunnitelmia eikä työmaa-aikaista dokumentaatiota, mutta korjausalueen raja on havaittavissa liikuntasalin lattiapinnassa. Koulun henkilökunnan mukaan korjaustoissa on uusittu kivivillaeristeet korjausalueelta.

Pappilan kivikoulussa on tehty koko rakennuksen kattava kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus (*Tutkimusselostus, Vahanan Rakennusfysiikka Oy, 6.11.2018*), jossa on selvitetty liikuntasalin alapohjan rakennekerrokset ja eristeestä on otettu kaksi materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten. Toisessa näytteessä (käytävien 151 ja 170 vastaisesta nurkasta) on havaittu liikuntasalin alapohjan kivivillassa epäily mikrobikasvusta ja toisessa näytteessä (liikuntasalin keskialueelta) on havaittu selvää mikrobikasvua materiaalissa. Tehdyistä rakenneavauksista ei havaittu poikkeavaa hajua tai aistinvaraisesti havaittavia kosteus- tai mikrobivaurioita. Tutkimusten yhteydessä ei tehty kosteusmittauksia. Tutkimuksessa on todettu, että kivivillaeristeestä on ilmayhteys sisäilmaan lautalattian reuna-alueilta (ks. *Tutkimusselostus, Vahanan Rakennusfysiikka Oy, 6.11.2018, kuva 13 b*) sekä läpivientien kohdalta. Alustaan liimatun parkeetin ja sen alla olevan 20 mm paksun ympäröidyn vanerin ilmatiiveys on arvioitu kohtalaiseksi. Kuntotutkimusvaiheen jälkeen altistumisen todennäköisyyttä liikuntasalissa on arvioitu Työterveyslaitoksen neliportaisella asteikolla tasolle ”Tavanomaisesta poikkeava olosuhde todennäköinen”.

19.12.2018

Kuntotutkimusten perusteella liikuntasaliin edellytettiin lisätutkimuksia alapohjarakenteen vauriomekanismin, vauriolaajuuden ja soveltuvien korjausmenetelmien selvittämiseksi.

3 Tutkittava rakenne

Liikuntasalin alapohjarakenne on ylhäältä alaspäin tarkasteltuna seuraava:

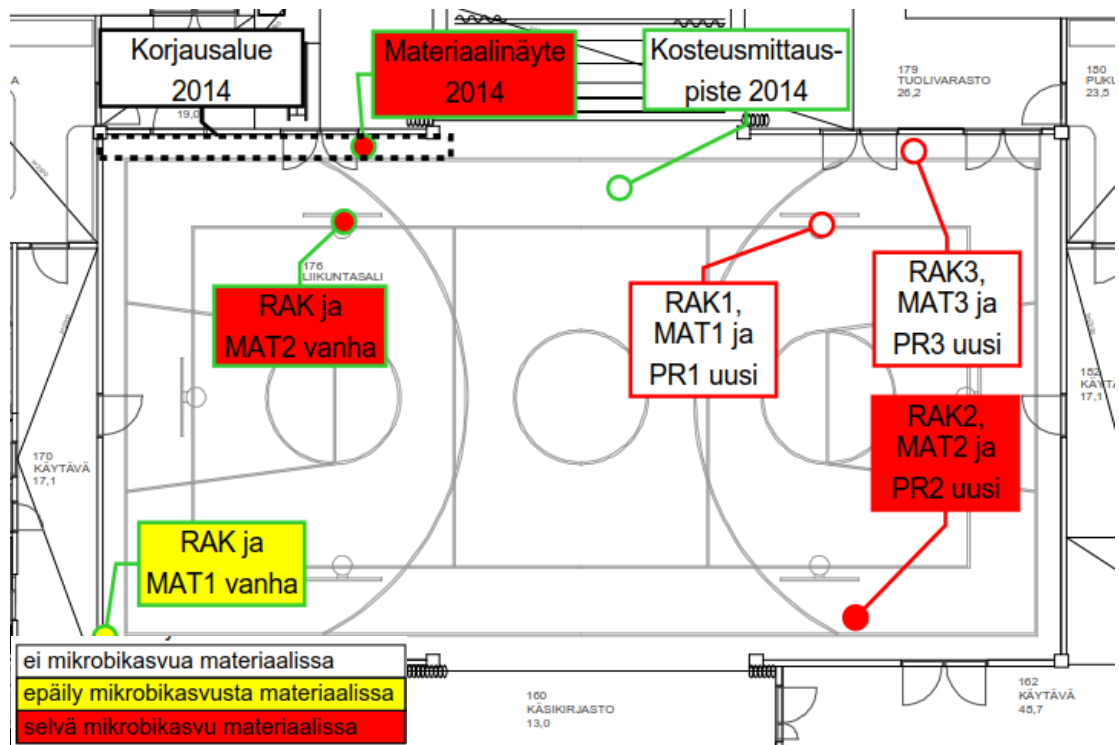
Tila 176 (Liikuntasali), alapohja

- parketti (alustaan liimattu) 7 mm
- vaneri (ympäri pontattu) 20 mm
- puukoolaus 145 mm
 - välissä 100 mm kivivillaa
- rakennusmuovi
- betoni 100 mm
- EPS 30-50 mm
- hiekkaa.

19.12.2018

4 Liikuntasaliin tehdyt lisätutkimukset

Liikuntasalin alapohjaan tehtiin kuntotutkijoiden toimesta 19.11.2018 kolme lisärakennearvausta (RAK1 uusi, RAK2 uusi ja RAK3 uusi). Rakennearvaus RAK2 uusi on tehty lentopallopylvään viereen, joten sen kohdalla betonilaatan päällä oli noin 2 cm paksu betonivalu, mutta rakenteen päällä ei ollut muovikalvoa, puukoolausta eikä eristystä. Rakennearvauksista otettiin materiaalinäytteet MAT1...MAT3 uusi ja rakennearvauksista selvitettiin betonirakenteen kosteusprofiilia porareikämittauksin PR1...PR3 uusi. Alla olevassa liikuntasalin pohjapiirustuksessa on esitetty sekä aiemmin tehtyjen että lisätutkimuksissa tehtyjen näytteenottojen ja mittausten sijainnit. Liikuntasali sijaitsee lämpimien tilojen keskellä, eikä se rajoitu ulkoseiniin.



Kuva 1. Liikuntasaliin tehdyt rakennearvaukset, kosteusmittauspisteet ja näytteenotto-pisteet. Lisätutkimustoimenpiteiden selitteiden ääriviivat ovat punaisia ja tekstilaatikossa on teksti uusi. Kuntotutkimusten yhteydessä (Tutkimusselostus, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 6.11.2018) tehtyjen toimenpiteiden selitteiden ääriviivat ovat vihreitä ja tekstilaatikossa on teksti vanha. Kuntotutkimusten yhteydessä (Jommi Suonketo, Lausunto Pappilan Kivikoulu, Akaa, 14.7.2014) tehtyjen toimenpiteiden selitteiden ääriviivat ovat vihreitä ja tekstilaatikossa on teksti 2014.

4.1 Rakennearvaukset

Lisätutkimusten yhteydessä tehdyt rakennearvaukset on esitetty valokuvain kuvassa 2. Betonin päällä oleva rakennusmuovi oli rakennearvauksista tarkasteltuna ehjä. Rakennearvausten kohdalla ei havaittu muovikalvon saumoja. Muovin alla ei havaittu pölyä tai purua. Puurakenteiden kosteuspitoisuus mitattiin puupiikkimittauksena, jossa todettiin, että puurakenteiden kosteuspitoisuudet olivat 9...12 paino-%.

19.12.2018

Valokuvat aikaisempien kuntotutkimusten yhteydessä tehdyistä avauksista on esitetty alkuperäisessä tutkimusselostuksessa (*Tutkimusselostus, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 6.11.2018*).



Kuvat 2 a...c. Lisätutkimusten yhteydessä tehdyt rakenneavaukset. Avauksessa 1 betonilaatan päällä oli noin 2 cm paksu betonivalu, mutta rakenteen päällä ei ollut muovikalvoa, puukoolausta eikä eristystä. Avauksen vieressä olevia muovikalvon reunoja ei ollut teipattu betonilaattaan. Avauksessa 2 havaittiin kivivillan alapinnassa kovettunutta lattialakkaa. Aistinvaraisesti avauksista ei havaittu vaurioita tai poikkeavia hajuja. Alapohjarakenteen puukoolausten kosteutta mitattiin puupiikkimittarilla kaikista avauksista läheltä muovikalvoa. Puukoolauksissa ei todettu kohonneita kosteuspitoisuuksia. Puurakenteen kosteuspitoisuudet olivat 9...12 paino-%.

4.2 Kosteusmittaukset

Liikuntasalin alapohjaan tehtiin rakennekosteusmittauksia porareikämenetelmällä. Mittaustulosten mukaan rakenteen kosteuspitoisuus on selkeästi koholla mittapisteissä 2 ja 3. Mittapisteessä 1 uusi rakenteen suhteellinen kosteuspitoisuus on selkeästi alhaisempi. Porareikämittausten tulokset on esitetty taulukossa 1.

19.12.2018

Taulukko 1. Liikuntasalin alapohjaan tehtyjen porareikämittausten tulokset. Reiät porattiin 19.11.2018, ja tulokset luettiin 22.11.2018. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Mittaussyvyys (materiaali / mittauspisteen syvyys)	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m ³]
PR1 uusi	30 mm, bet	TA7	17,3	68,1	10,0
	55 mm, bet	TA4	17,2	70,6	10,3
	100 mm, EPS yläpinta	TA6	17,1	85,2	12,4
PR2 uusi	30 mm, bet	TA5	17,5	91,5	13,6
	50 mm, bet	TA9	17,3	93,2	13,7
	70 mm, bet	TA5	16,9	93,2	13,4
PR3 uusi	30 mm, bet	TA3	17,5	88,9	13,3
	50 mm, bet	TA1	17,5	91,5	13,6
	70 mm, bet	TA9	17,4	89,6	13,3
sisäilma	sisäilma	TA14	19,3	26,7	4,4

4.3 Materiaalinäytteet

Liikuntasalin alapohjasta otettiin kivivillasta kolme materiaalinäytettä (MAT1...MAT3 uusi) mikrobianalyysia varten. Mikrobianalyysit suoritettiin laimennossarjamenetelmää käyttäen. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit suoritettiin Mikrobioni Oy:n toimesta. Näytteessä 2 todettiin selvä mikrobikasvu materiaalissa, ja näytteissä 1 ja 3 ei todettu mikrobikasvua materiaalissa. Laboratorioanalyysien tulosraportti on kokonaisuudessaan liitteenä 1.

Seuraavassa kuvassa on esitetty valokuvat näytteistä ja näytteenottoaikoista:

19.12.2018



Kuva 3. Alapohjan lisämateriaalinäytteet otettiin liikuntasaliin tehdyistä rakenneavauksista. Materiaalinäytteiden numerointi noudattaa rakenneavausten numerointia. Kaikki näytteet otettiin betonilaatan ja muovikalvon päällä olevan kivivillan alapinnasta. Näytteessä 2 todettiin selvä mikrobikasvu materiaalissa, ja näytteissä 1 ja 3 ei todettu mikrobikasvua materiaalissa. Rakenneavauksista ei havaittu mikrobiperäistä tai muuten poikkeavaa hajua.

4.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alapohjarakenteen kosteusteknisessä toiminnassa havaittiin puutteita ja kosteusmittausten perusteella maaperän kosteus kulkeutuu diffuusiolla muovikalvon alapintaan. Yleisesti ottaen puukoulaus todettiin aistinvaraisesti hyväkuntoiseksi ja kosteusmittauksissa kosteuspitoisuus tavanomaiseksi, joten alapohjan muovikalvo estää/vähentää maaperän kosteuden nousua betonirakenteista puurakenteisiin. Maaperän kosteus voi kuitenkin kulkeutua muovikalvon epätiivelyskohtien (saumat, reiät) kautta alapohjarakenteen puurakenteisiin ja lämmöneristeisiin aiheuttaen paikallisia mikrobivaurioita. Rakenneavauksen RAK1 (uusi) kohdalla betonilaatan kosteuspitoisuus on alhaisempi, koska mittauskohdalla betonirakenteen päällä ei ollut muovikalvoa, joten laatan yläpinta on päässyt kuivumaan.

Lämpö- ja kosteusolosuhteet muovikalvon alapuolella mahdollistavat mikrobikasvun, mikäli kalvon alle on jäänyt rakennusaikana epäpuhtauksia. Eristekerroksessa havaittu mikrobikasvu voi johtua ainakin osittain muovikalvon alle kehittyneestä kasvustosta, jonka itiöitä on levinnyt eristerakenteeseen esimerkiksi muovikalvon saumakohdista. Rakenneavausten kohdalla ei havaittu muovikalvon saumoja, joten ei ole tiedossa onko muovikalvojen saumoja limitetty tai teipattu.

19.12.2018

Lämmöneristeen vaurioituminen on voinut lisäksi aiheutua yläpuolelta aiheutuneesta kosteudesta (esim. siivousvedet). Muovikalvon päällä yläkautta rakenteeseen joutunut vesi voi kulkeutua kauaksikin varsinaisesta vuotokohdasta, jolloin vesi jakaantuu rakenteeseen todennäköisesti hyvin epätasaisesti.

Suosittelemme ensisijaisesti poistamaan mikrobivaurioituneet rakennusmateriaalit sekä parantamaan rakenteen lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa korjaamalla liikuntasalin alapohjarakenteen viimeistään kahden vuoden kuluessa. Korjaukset tulee suorittaa erikseen laadittavan korjaussuunnitelman mukaan. Ennen alapohjarakenteeseen kohdistuvia raskaita korjaustöitä lämmöneristekerroksen epäpuhtauksien kulkeutusta sisäilmaan voidaan vähentää tiivistämällä rakenteen epätiivievyyskohdat (rakenneliittymät ja läpiviennit). Tiivistyksissä tulee huomioida, että puurakenteiden tiivistäminen on teknisesti haastavaa eikä täydellistä ilmatiiveyttä saavuteta. Lisäksi rakenteen ilmatiiveyden parantaminen heikentää alapohjarakenteen kuivumiskykyä, jolloin sen vaurioriski kasvaa. Puurakenteisen alapohjarakenteen ilmatiiveyden parantaminen on luonteeltaan väliaikainen toimenpide ja sen tavoitteena on ainoastaan mahdollistaa liikuntasalin käyttö ennen laajempia korjaustöitä.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 19.12.2018



Ella Lahtinen, DI
Nuorempi asiantuntija



Apeli Räihä, DI
Asiantuntija

Liitteet: 1. Tulosraportti, Mikrobioni Oy, 5.12.2018

Ella Lahtinen
Vahanan Rakennusfysiikka Oy
Tampellan Esplanadi 2
33100 Tampere



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Pappilan koulu, liikuntasali

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Ella Lahtinen, Vahanan Rakennusfysiikka Oy, 19.11.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 21.11.2018 ja viljelty 21.11.2018.

ANALYYSIT:

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä laimennossarjamenetelmällä käyttäen pintaviljelytekniikkaa. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla sukutai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

TULOKSEN TULKINTA:

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan sieni-itiöpitoisuus yli 10 000 pesäkkeen muodostavaa yksikköä (pmy)/g viittaa sienikasvuun (homeet ja/tai hiivat) näytteessä. Bakteeripitoisuus yli 100 000 pmy/g ja sädesienipitoisuus yli 3 000 pmy/g viittaavat bakteeri- ja/tai sädesienikasvuun näytteessä. Pitoisuuksien ohella tulkinnassa tarkastellaan myös mikrobilajistoa ja ns. kosteusvaurioindikaattorisukujen tai -lajien esiintymistä erityisesti, kun näytteen homepitoisuus on 5 000 – 10 000 pmy/g.

MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määritysraja on 91 pmy/g tai 910 pmy/g kevyille materiaaleille. Määritysraja on ilmoitettu jokaisen näytteen kohdalla tulostaulukossa.

MITTAUSEPÄVARMUUS:

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. Menetelmän luonteesta johtuen mittausepävarmuuteen vaikuttaa myös itse mittaustulos, joten menetelmäkohtaista mittausepävarmuusarviota ei voida antaa. Laboratorion teknisen suorituksen mittausepävarmuus on homeille 5 % (M2-alusta) ja 6 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 19 % ja sädesienille 22 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa tilavuusmittausten, siirrostilavuuden, laimennoskertoimen ja pesäkelaskennan mittausepävarmuudet. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa.

YHTEENVETO TULOKSISTA:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Tarkemmat analyysitulokset on esitetty raportin lopussa.

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	1, Mineraalivilla, RA lisä 1. villan alapinta	home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	2, Mineraalivilla, RA lisä 2. villan alapinta	suuri homepitoisuus, indikaattorimikrobia. Pieni bakteeripitoisuus	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	3, Mineraalivilla, RA lisä 3. villan alapinta	home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa

Kuopiossa, 5.12.2018

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Lyhenteiden selitykset:

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

< mr = alle määritysrajan

* = kosteusvaurioindikaattori

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

Jos tulos on yli tai alle pesäkkeiden luotettavan laskentarajan (lineaarisen mittausalueen ulkopuolella), se on arvio ja asia todetaan alaviitteellä kyseisten tulosten osalta. Tulokset on ilmoitettu kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

Näyte: 1, Mineraalivilla, RA lisä 1. villan alapinta (tutkimustunnus: RM186952)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: 2, Mineraalivilla, RA lisä 2. villan alapinta (tutkimustunnus: RM186953)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	20000	14000	Kokonaispitoisuus	2300
*Aspergillus-ryhmä Restricti	20000	14000	muut bakteerit	2300
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: 3, Mineraalivilla, RA lisä 3. villan alapinta (tutkimustunnus: RM186954)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

VIITTEET:

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV Asumisterveysasetus § 20. Valvira ohje 8/2016.