

SISÄILMAN TUTKIMUSRAPORTTI

- kemialliset tekijät 2

LAPIN YLIOPISTO

F -osa

Yliopistonkatu 8

96300 ROVANIEMI



ISS Proko Oy
Kiinteistöjen käytönohjaus

22.2.2011

SISÄLLYSLUETTELO

1 Yleistä	2
2 Saadut tiedot.....	3
2.1 Rakennuksesta	3
2.2 Tehdyistä tutkimuksista.....	3
3 Havainnot.....	5
4 Tutkimusmenetelmät ja näytteenottoapaikat.....	5
5 mittausten menetelmien vertailuarvot.....	5
5.1 Kosteuden havainnointi pintakosteuden ilmaisimella	5
5.2 Kosteusmittaukset viiltomittauksena	5
5.3 Betonirakenteiden päällystäminen	6
5.4 VOC -yhdisteet materiaalinäytteessä	6
6 Olosuhteet mittausten aikana	6
7 Tulokset ja niiden tarkastelu	7
7.1 Kosteusmittaustulosten arviointi	7
7.1.1 Vuosien 2005 - 2006 kosteusmittaustulosten arviointi.....	9
7.2 VOC -yhdisteet materiaalissa arviointi.....	9
Johtopäätökset	10
Suositukset	11

TIIVISTELMÄ

Tutkitulla alueella kolmannessa kerroksessa liimatut heterogeeniset eli kerrokselliset PVC -muovipinnoitteet hajosivat kemiallisesti. Kemiallisen prosessin pinnoitekerroksissa oli aikaansaanut liian korkea suhteellinen kosteus vallitsevissa olosuhteissa.

Lattiapinnoitekerrosten kemiallisen hajoamisen ollessa kyseessä lattiapinnoitteet ovat vaurioituneita ja prosessi on jatkuva. Ainoa keino haitan poistamiseksi on poistaa vaurioituneet pinnoitteet. F -siivessä haitta ei todennäköisesti rajoitu tutkittuun tilaan. Vaurion laajuus suositetaan kartoitettavaksi samoilla näytteillä kuin tässä tutkimuksessa on tehty.

1 YLEISTÄ

Tutkimukset kohdistuivat Lapin yliopiston F -siiven kolmanteen kerrokseen osoitteessa Yliopistonkatu 8, Rovaniemi ja siellä tilan F3027 ympäristöön. Tila F3027 oli atk -järjestelmä-asiantuntijoiden käytössä oleva tila, jossa tehtyjen tutkimusten mukaan oli kemiallista sisäilmahaittaa johtuen vaurioituneista lattiapinnoitteista. Työntekijät, joita tilassa F3027 oli kahdeksan, siirtyivät työskentelemään em. tilan läheisyyteen samaan kerrokseen. Työntekijöiden oireet eivät kuitenkaan täysin poistuneet uusissakaan tiloissa. Tällä tutkimuksella pyrittiin selvittämään, ulottuuko vastaava lattiapinnoitteiden kemiallinen hajoaminen myös näihin ja muihin tilaa F3027 ympäröiviin tiloihin. Tutkimukset tilasi kiinteistön omistajan Suomen Yliopistokiinteistöt Oy:n (SYK) edustajana kampusmanageri Taavi Viitala.

Tutkimukset teki ISS Proko Oy Kiinteistöjen käytönohjaus / Arja Miihkinen.

Edellisessä tutkimuksessa (28.10.2010), joka koski tilaa F3027, käytettiin kolmea erilaista lähestymistapaa todennäköisimpään ongelmaan. VOC -näytteitä otettiin sisäilmasta, ehjän pinnoitteen päältä ja itse materiaalista. Kaikissa lähestymismuodoissa oli merkit vaurioituneista pinnoitteista havaittavissa. Materiaalinäytteen TVOC -pitoisuus ($290 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylitti selkeästi isopäästöisyyden viitearvon $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kemiallisen hajoamisen indikaattoriyhdistettä 2-etyyli-1-heksanolia pinnoitteessa oli 33 % TVOC -pitoisuudesta. Tämän selkeän näytön vuoksi päädyttiin tässä toisessa tutkimuksessa VOC -näytteiden osalta pelkästään materiaalinäytteisiin.

Tässä tutkimuksessa materiaalinäytteitä otettiin kolme. Näytteenottopaikat kartoitettiin pintakosteudenilmaisimien Tramex avulla. Yksi näyte oli pintailmaisimen mukaan täysin kuivasta paikasta, joka löytyi tilan F3027 sähköasennusluukun vierestä. Toinen näyte oli oletetusta ns. kosteimmasta paikasta, jossa pintakosteusilmaisimen mukaan oli kohonnut arvo. Kolmas näyte otettiin kohdasta, jossa ilmaisimen mukaan oli hieman kohonnut arvo.

Vastaavilta paikoilta mitattiin pinnoitteen alta betonilaatan alaisen liima- ja tasoitekerroksen suhteellinen kosteus (RH), lämpötila ja niistä johdettu absoluuttinen vesisisältö.

2 SAADUT TIEDOT

2.1 Rakennuksesta

Rakennus	Yliopistorakennus
Rakennusvuosi	2006
Kerroslukumäärä	Neljä
Tutkittavien tilojen sijainti	3. kerros
Tutkittavien tilojen laajuus	F3008-F3010, F3026-F3060
Runkotyyppi	Paikalla valettu pilari-laattarunko
Ulkoverhoustyyppi	Tiili
Perustamistapa	Maanvarainen
Pintamateriaalit	PVC -muovimatto
Ilmanvaihtotapa	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

2.2 Tehdyistä tutkimuksista

- ISS Proko Oy / Sisäilman tutkimusraportti; kemialliset tekijät 28.10.2010

JOHTOPÄÄTÖKSET

"Tilassa F3027 oli kemiallinen sisäilmahaitta, mikä johtui isopäästöisistä ja kemiallisesti hajoavista lattiapinnoitekerroksista. Saatujen tietojen mukaan runkorakenteet ennen pinnoitustöitä olivat kuivia. Vauriomekanismina lienee siten tasoitekerroksen levittämisen jälkeen liian pikaisesti suoritettu pinnoitteen liimaaminen. Tasoitteen sisältämä kosteus on imeytynyt nopeasti kuivaan betoniholviin, josta se vasta ajan kuluessa on vesihöyryn muodossa siirtynyt ylöspäin ja jäänyt tiiviin pinnoitteen alle liimakerrokseen mainituin seurauksin."

SUOSITUKSET

"Lattiapinnoitekerrosten kemiallisen hajoamisen ollessa kyseessä lattiapinnoitteet ovat vaurioituneita ja prosessi on jatkuva. Ainoa keino haitan poistamiseksi on poistaa vaurioituneet pinnoitteet. Pinnoitteet poistetaan liima- ja tasoitekerroksineen puhtaalle betonille. Betonilaatta puhdistetaan siihen imeytyneistä yhdisteistä tai vaihtoehtoisesti pinta kapseloidaan eli yhdisteet suljetaan laatan sisään.

Puhtaan sisäilman kannalta paras ja pitkäikäisin uusi lattiapinnoite on keraaminen laatta myös kerroksissa. Laatan kiinnityksessä ei käytetä liima-aineita, joihin käyttäjät ovat jo reagoineet. Kun pinnoite kiinnitetään 100 % kiinnityksellä ei resonanssiäänestäkään ole haittaa.

Mikäli ehdottomasti halutaan käyttää liimattavaa pinnoitetta, tulee liimaus suorittaa pinnan sulkemisen yhteydessä tarraliimauksena vähällä liimamäärällä.

F -siivessä haitta ei todennäköisesti rajoitu tutkittuun tilaan. Vaurion laajuus suositetaan kartoitettavaksi samoilla näytteillä kuin tässä tutkimuksessa on tehty."

- Pohjois-Suomen betoni- ja maalaboratorio Oy / Kosteusmittausraportti VSS holvin suhteellisen kosteuden mittausta 25.8.2005, liitteenä
- Levi-Rakennus Oy / Lapin yliopisto, Taiteiden tiedekunta, Rakennekosteusmittaus kerroksissa 1 - 4 suoritettuna 26.9.2005 - 9.1.2006, mittaustulokset liitteenä

Kolmannessa kerroksessa välipohjan betoniholvin rakennekosteuksia mitattiin vuonna 2005 7.10, 31.10 ja 1.12 sekä 9.1.2006. Mittaussyvyys ei ole tiedossa. Mittapistettä 3. kerroksessa oli yhteensä kahdeksan (8). Mittaustuloksista on laskettu keskiarvot suhteellisesta kosteudesta ja lämpötilasta, joita analysoidaan tarkemmin kohdassa 7. Vesisisältö on laskettu alla olevan www.vaisala.fi -sivuston laskentataulukon avulla.

Kuva 1. Näkymä laskennassa käytetystä sivustosta. Mittausarvojen avulla on laskettu absoluuttinen vesisisältö.

Vaisala Humidity Calculator 2.2

Language / 日本語 / 中文

Basic Advanced Help

Ambient Conditions	Value	Unit/Conversion
Temperature	20.7	°C
Pressure	1013.25	mbar
Gas type	Air	Add new
Psychrometer	Standard	Add new

Fill in the known parameter to calculate other values

	Value	Unit/Conversion
Relative humidity (RH)	80.3	%RH
Dewpoint (°C)	17.186	TdewTfrost
Parts per million (ppm)	19797.46	PPMvol
Absolute humidity (a)	14.50452	g/m³
Mixing ratio (x)	12.31384	g/kg
Water content (w)	921.638	lb/MMscf
Vapor pressure (pw)	19.67035	mbar
Wet bulb	18.39	°C
Saturation vapor pressure (pws)	24.496	mbar

Calculate Reset Print Copy

Copyright © Vaisala - www.vaisala.com

3 HAVAINNOT

- pintakosteudenilmaisimen Tramex mukaan betoniholveissa oli poikkeavaa kosteutta

4 TUTKIMUSMENETELMÄT JA NÄYTTEENOTTOPAIKAT

Näytteenottoaikat ja niissä käytetyt tutkimusmenetelmät on esitetty taulukossa 1. Pintakosteudenilmaisimen Tramex perusteella määritettiin kolme tasoa, joista mitattiin pinnoitteen alta olosuhteet ja otettiin materiaalinäyte.

Taulukko 1. Näytteenottoapaikat ja niistä otetut näytteet

Näytteenottoapaikka	Tramex - pintakosteudenil- maisoin	Mittaus pinnoniteen alta ²	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet
Lapin yliopisto, F -osa	Viisarinäyttö ¹	RH, T ja vesisisältö	materiaali ³ µg/m ³ g
3. kerros			
• F3027 "kuiva"	nollassa	x	x
• F3035 "keskikuiva"	vihreällä	x	x
• F3035 "märkä"	keltaisella	x	x

1. Arvioitiin silmämääräisesti pintakosteudenilmaisoin Tramex avulla
2. Pinnoniteeseen tehtiin viilto, johon mittapää työnnettiin. Kosteuden annettiin tasaantua enintään 15 min. Mitattiin suhteellinen kosteus (RH), lämpötila (T) ja absoluuttinen kosteus (g/m³).
3. Materiaalinäytteet VOC -analyysia varten punnittiin kaasunpesupulloon, jonka kautta johdettiin typpeä Tenax-putkeen. Näyte analysoitiin termodesorptio-kaasukromatografi-massaselektiivinen detektorin -laitteistolla. Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST -massaspektritetokannan avulla.

5 MITTAUSMENETELMIEN VERTAILUARVOT

5.1 Kosteuden havainnointi pintakosteudenilmaisimella

Rakenteiden pinnoilta suoritettiin suuntaa antavia kosteusmittauksia pintakosteudenosoittimella. Pintakosteudenosoittimella käytiin läpi lattiapintoja ja seinien alaosa pistokoeluoonteisesti. Kosteuspoikkeama-alueilta suoritettiin tarkempi mittaus ns. viiltomittausmenetelmällä (muovimatto tms. pinnoitteet). Poikkeamista raportoitiin.

5.2 Kosteusmittaukset viiltomittauksena

Pinnoniteenalaisen liima-/tasoitekerroksen suhteellisen kosteuden (RH) mittaus: Kosteusmittauksissa noudatettiin "Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen, Suomen betonitieto Oy, 2007" julkaisussa mainittuja ohjeita. Lattiapinnoniteiden alta ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42 mittapäällä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää lattiapinnoniteen alle viillon kautta. Viilto tiivistettiin ja mittapään annettiin tasaantua 15 minuuttia, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41 näyttölaitteella. Mittapään mittaustarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on vähintään ± 4 % RH, mittarivalmistajan ilmoittama mittatarkkuus ± 2 % (0...90 %), ± 3 % (90...100 %).

5.3 Betonirakenteiden päällystäminen

Suomen Betonitieto Oy:n ja Lattian ja seinäpäällysteliitto ry:n julkaisussa "Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet, 2007" ohjeistetaan seuraavasti: Betonirakenteen suhteellinen kosteus (RH) ennen päällystystyöhön ryhtymistä määritetään ns. arviointisyvydeltä (A). Lisäksi mitataan rakenteen pinnan ja pintaosien (1-3 cm) kosteus syvyydeltä 0,4 x A. Arviointisyvyys on rakenteen paksuudesta riippuvainen kosteusmittausvyvyys. Kahteen suuntaan kuivuvassa rakenteessa mittaussyvyys on 20 % rakenteen paksuudesta ja yhteen suuntaan

kantavassa rakenteessa 40 %. Maksimimittaussyvyys, josta päällystettävyyssarvio tehdään, on 70mm. Porareikämittausta tehdessä betonin lämpötilan tulee olla välillä +15 - +25 °C. Betonin suhteellisen kosteuden mittausta RT 14–10984 (2010) ohjeita (kosteudenmittaus pinnasta (2-3 cm syvyydeltä) RH 75 %. Myös viimeisenkin tasoituksen riittävästä kuivumisesta on varmistuttava. Tiiviitä tasa-aineisia päällysteitä käytettäessä betonin suhteellisen kosteuden ns. päällystettävyyssuhteuden arviointisyvyydellä tulee olla alle 85 %.

5.4 VOC -yhdisteet materiaalinäytteessä

Työterveyslaitoksen omien tutkimusten mukaan käytetyllä menetelmällä materiaalinäytteestä analysoitujen vanhojen, vaurioitumattomien materiaalien päästöt (TVOC) ovat olleet alle 50 µg/m³/g. Tällöin tulee kuitenkin kiinnittää huomiota yksittäisiin yhdisteisiin ja niiden osuuksiin TVOC -pitoisuudesta.

6 OLOSUHTEET MITTAUSTEN AIKANA

Näytteenottojen aikana tutkittavat tilat olivat tarkoituksenmukaisessa käytössä. Tila F3027 toimi lähinnä varastona, jossa ei työskennelty. Tilojen käytöllä ei ole vaikutusta saattuihin tuloksiin.

7 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Yhteenveto pintakosteudenilmaisoin Tramexin, pinnoitteen ja betonilaatan välitilan olosuhteiden ja lattiapinnoitteen VOC -yhdisteiden tuloksista on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Yhteenveto edellä mainittujen tutkimusmenetelmien tuloksista. Tulossarake on merkitty violetilla, jos tulos on poikkeava.

Näytteenottoaika	Kosteusmittaukset		Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VOC	
Lapin yliopisto	Pintakosteudenilmaisoin Tramexin avulla	Viiltomittaus	lattiapinnoite	
		RH (%) - T (°C) - V (g/m ³)	TVOC, µg/m ³ g	2-etyyli-1-heksanoli ja sen % -osuus TVOC:sta
3. kerros				
• F3027	"kuiva"	47,9 - 21,7 - 9,1	200	110 / 55
• F3035	"keskikuiva"	78,3 - 21,2 - 14,6	340	170 / 50
	"märkä"	74,1 - 23,2 - 15,5	570	410 / 72
• F3059		79,5 - 21,8 - 15,2		
• käytävä F3048 edessä		70,5 - 19,3 - 11,7		
• Sisäilma	14,3 % - 21,4 °C - 2,7 g/m ³			

7.1 Kosteusmittaustulosten arviointi

Alla esitetyissä kuvissa on kuvallisena esityksenä pintakosteudenilmaisoin Tramex ja viiltomittauksessa käytetty kalusto.



Kuva 1.

Pintakosteudenilmaisimen Tramex avulla kartoitettiin tutkittavan alueen työhuoneiden lattiapintojen kosteuspoikkeamia verrattuna kuivaan vertailuarvoon. Kuivana vertailuarvona pidettiin ilmaisimen viisarin liikkumattomuutta eli sitä tilannetta, kun viisari pysyi näytön vasemmassa laidassa. Tällainen kuiva arvo löytyi ainoastaan tilan F3027 lattiassa olevan sähköasennuksia varten jätetyn syvennyksen ympäristöstä. Muutoin suurin osa lattia-alasta oli "keskikuivaa" eli viisari oli kuvan osoittamassa paikassa. Jokaisessa tutkitussa tilassa esiintyi alueita, joissa oli myös reilumpaa kosteuspoikkeamaa eli "märkää".



Kuva 2.

Viiltomittaus pinnoitteeseen tehdyn viillon kautta on esitetty oheisessa kuvassa kuvatulla kalustolla. Mattoveitsellä tehdyn viillon kautta työnnettiin esine (tässä tapauksessa ruuvimeisseli) pinnoitteen alle ilmatilan saamiseksi mittapäälle. Mittapää työnnettiin tehtyyn koloon. Viiltokohta tiivistettiin huolella elastisella kitillä. Mittapään annettiin tasaantua 15 min eli lukemien tasaantumiseen saakka. Mittarista luettiin rakenneosan ilmatilan suhteellinen kosteus, lämpötila ja absoluuttinen vesisisältö.

Viiltomittauksissa määriteltiin suhteellinen kosteus, lämpötila ja niiden suureiden perusteella absoluuttinen vesisisältö. Suhteellinen kosteus on riippuvainen lämpötilasta. Lämpötilan laskiessa suhteellinen kosteus nousee. Absoluuttinen vesisisältö lasketaan suhteellisen kosteuden ja lämpötilan arvojen perusteella. Tämän suureen avulla saadut mittaustulokset voidaan laittaa myös suuruusjärjestykseen. Tämän perusteella voidaan esimerkiksi arvioida, että pintakosteudenilmaisimen osoittama rakenteen kosteustaso osoittaa muutokset rakenteen kosteudessa.

Suhteellisen kosteuden mittaustulokset olivat kuusi vuotta rakennuksen käyttöönoton jälkeen alle 85 %, mitä pidetään raja-arvona liima-aineen tekniselle toimivuudelle. Itse päällystämateriaalin kriittiset kosteusrajat ovat yleensä 85 -90 % RH.

7.1.1 Vuosien 2005 - 2006 kosteusmittaustulosten arviointi

Ennen päällystetöitä mitattiin kolmannen kerroksen betoniholvin olosuhteita (RH ja T) kahdeksasta mittapistestä neljään eri otteeseen (mittaustulokset ovat liitteenä) Levi-Rakennus Oy:n toimesta. Mittaustuloksista oli laskettu keskiarvot, jotka esitetään alla olevassa taulukossa 3. Taulukossa on esitetty myös mittaushetkellä rakenteen ilmatilassa vallitseva vesisisältö (V, g/m³). Mittaussyvyys ei ole tiedossa.

3. kerros	7.10.2005	31.10.2005	1.12.2005	9.1.2006
keskiarvo RH, %	88,7	82,1	82,7	80,3
keskiarvo T, °C	13,1	10,5	18,1	20,7
absoluuttinen vesisisältö, g/m ³	10,2	8,0	12,8	14,5

Suhteelliset kosteudet ovat liian korkeita, mikäli porareikämittaukset on suoritettu pintaosasta, missä pyritään alle 75 % RH. Mikäli mittaukset oli tehty arviointisyvyydeltä, ovat RH -pitoisuudet selvästi alle vaadittavan 85 %. Absoluuttinen vesisisältö on noussut 31.10.2005 mittauksesta lähtien molemmilla mittauskerroilla. Viimeisellä mittauskerralla suhteellinen kosteus on laskenut 2,4 % -yksikköä. RH:n lasku johtuu suurimmaksi osaksi lämpötilan ko hoamisesta laatassa. Lämpötilan noustessa suhteellinen kosteus laskee. Todellista kosteuden poistumista rakenteesta oli tapahtunut vain 0,4 g/m³.

7.2 VOC -yhdisteet materiaalissa arviointi

Kaikissa eri kosteuspitoisuuksissa; kuiva, puolikuiva ja märkä, otetuissa lattiapinnoitenäytteissä TVOC -pitoisuudet olivat korkeita ylittäen reilusti viitearvon 50 µg/m³g. Kuivalta alustalta otetun pinnoitteen TVOC -pitoisuus oli 200 µg/m³g, puolikuivalta alustalta 340 µg/m³g ja märältä alustalta 570 µg/m³g. TVOC -pitoisuudet korreloivat hyvin havaittuihin pintailmaisimen näyttöihin ja mitattuihin kosteusarvoihin. Näytteissä esiintyi hallitsevimpana yhdisteenä kemiallisen hajoamisen indikaattoriyhdiste 2-etyyli-1-heksanoli. Yhdisteen osuus TVOC -pitoisuuksista vaihteli 50 prosentista 72 prosenttiin. Pinnoitteissa on meneillään kemiallinen prosessi, joka hajottaa pinnoitetta. Prosessi on loppumaton. Hajoamisen yhdisteet siirtyvät osin sisäilmaan ja osin imeytyvät betonilaattaan, missä ajan oloon yhdisteiden pitoisuus kasvaa. Kemiallisen hajoamisen indikaattoriyhdisteen 2-etyyli-1-heksanolin osuus materiaalinäytteessä kasvaa kosteuspitoisuuden kasvaessa. Hajoamisprosessi on riippuvainen betonin alkaalisesta kosteudesta. Näytteissä esiintyi myös hiilivedyesteosta suurina pitoisuuksina. Hiilivedyt ovat peräisin tasoitteesta.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkitulla alueella kolmannessa kerroksessa liimatut heterogeeniset eli kerrokselliset PVC - muovipinnoitteet hajosivat kemiallisesti. Pinnoite oli Forbon valmistama ja markkinoima Smaragd Classic kalvopintainen muovimatto. Prosessi oli käynnissä riippumatta alustan tämänhetkisestä kosteudesta tutkituissa tiloissa. Kemiallinen hajoaminen ei ole yhteydessä tähän nimenomaiseen pinnoitteeseen. Vastaavissa olosuhteissa mikä muu tahansa liimattava muovimatto käyttäytyisi todennäköisesti samalla tavoin. Prosessia lienee toki voimistunut pinnoitteen 0,7 mm kalvo, joka on 100 % PVC:tä, joka on hyvin kovaa ja samalla sen vesihöyrynvastus on korkea eli betoniholvista ylöspäin nouseva kosteus jää pinnoitteeseen tai sen alle.

Kemiallisen prosessin pinnoitekerroksissa oli aikaansaanut liian korkea suhteellinen kosteus vallitsevissa olosuhteissa.

SUOSITUKSET

Lattiapinnoitekerrosten kemiallisen hajoamisen ollessa kyseessä lattiapinnoitteet ovat vaurioituneita ja prosessi on jatkuva. Ainoa keino haitan poistamiseksi on poistaa vaurioituneet pinnoitteet.

Pinnoitteet poistetaan liima- ja tasoitekerroksineen puhtaalle betonille. Betonilaatta puhdistetaan siihen imeytyneistä yhdisteistä:

- pinnoite ja sen alla oleva liima ja tasoite poistetaan ja sisätiloja lämmitetään (+30-35 °C) ja tuuletetaan 2- 3 viikkoa ennen uuden pinnoitteen tai tasoitteen asennusta (ohje: "Muovimattopinnoitteisen lattiarakenteen VOC- emissiot sisäilmaongelmatapauksissa" Helena Järnström VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, 2005/2007). Tärkeää on myös, että lattia on imuroitu huolellisesti.
- tulevan tasoitteen minimipaksuudeksi suositellaan 5 mm (alkaalisuoja)
- alustan päällystekelpoisuus on tarkistettava rakenteen sisältä tehtävillä kosteusmittauksilla, noudattaen betonirakenteiden päällystämisen ohjeet- julkaisun ohjeita (Suomen Betonitieto Oy 2007) sekä Betonin suhteellisen kosteuden mittaus RT 14–10984 (2010) ohjeita (kosteudenmittaus pinnasta (2-3 cm syvyydeltä) RH 75 %)

tai vaihtoehtoisesti pinta kapseloidaan eli yhdisteet suljetaan laatan sisään.

Puhtaan sisäilman kannalta paras ja pitkäikäisin uusi lattiapinnoite on keraaminen laatta myös kerroksissa. Laatan kiinnityksessä ei käytetä liima-aineita, joihin käyttäjät ovat jo reagoineet. Kun pinnoite kiinnitetään 100 % kiinnityksellä ei resonanssiäänestäkään ole haittaa.

Mikäli ehdottomasti halutaan käyttää liimattavaa pinnoitetta, tulee liimaus suorittaa pinnan sulkemisen yhteydessä tarraliimauksena vähällä liimamäärällä. Mattoliimaksi M1-luokiteltu,

päällysteen valmistajan suosittelema. Matto: M1-luokiteltu homogeeninen muovimatto (mie-
luiten polyuretaanivahvisteinen pinta= ei vahausta)

F -siivessä haitta ei todennäköisesti rajoitu tutkittuun tilaan. Vaurion laajuus suositetaan kar-
toitettavaksi samoilla näytteillä kuin tässä tutkimuksessa on tehty.

Lattiapinnoitekorjauksissa on mahdollisuus epäonnistumisiin. F -siiven osalta suositetaan
laatimaan tarkat korjaussuunnitelmat. Suositamme tekemään koekorjauksen johonkin valit-
tuun tilaan. Korjausten edetessä eri materiaalikerroksista tulee ottaa näytteitä ja niiden pe-
rusteella arvioida korjausten etenemistä.

ISS Proko Oy
Kiinteistöjen käytönohjaus



Arja Miihkinen, RI
sisäilma-asiantuntija
rakennusterveysasiantuntija
puh. 040 749 9247

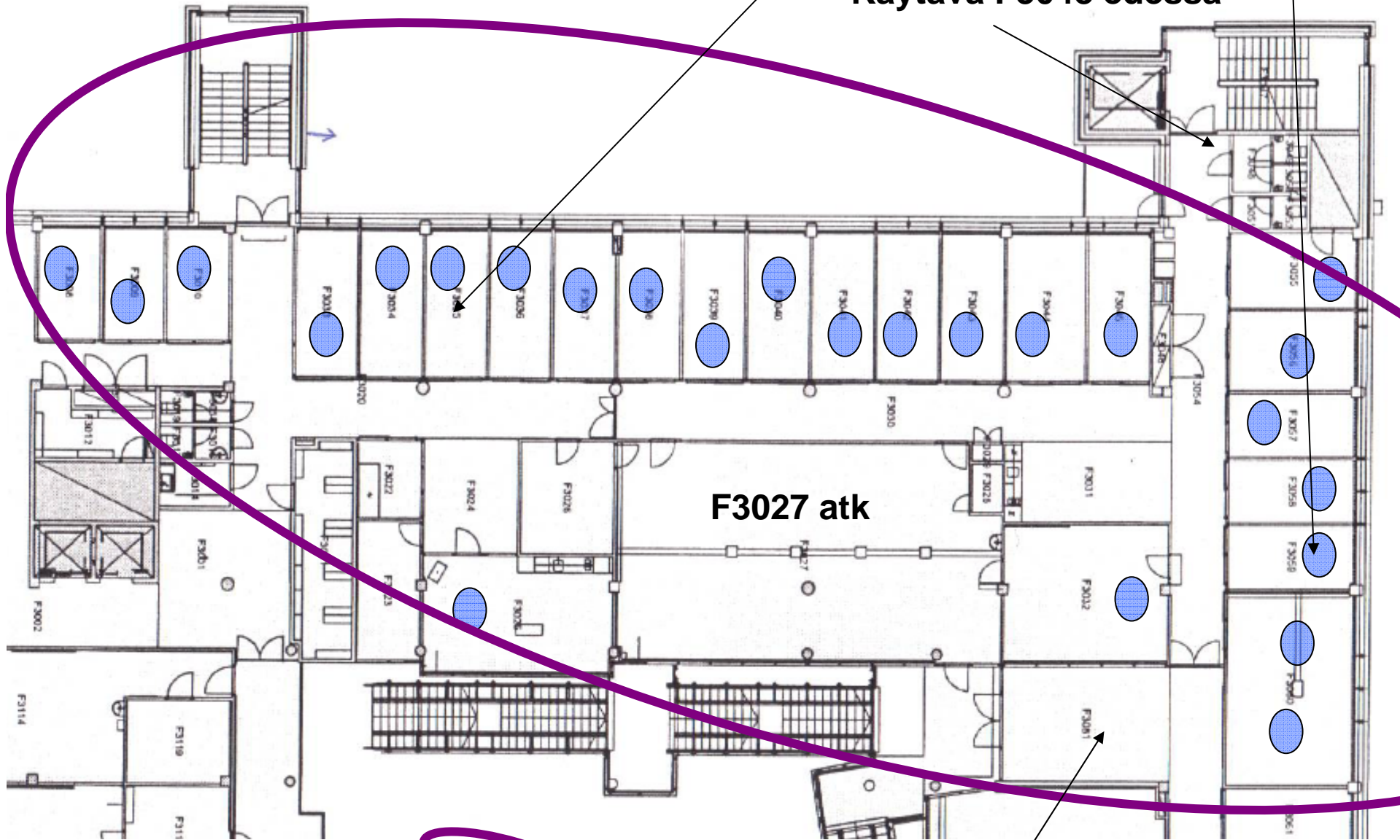
- Liitteet
1. Näytteenottopaikat
 2. Tulokset haihtuvista orgaanista yhdisteistä
 3. Valokuvaliite
 4. Kosteusmittaukset 2011
 5. Kosteusmittaukset 2005 ja 2006

Lapin yliopisto, F-siipi, 3. kerros

F3035

F3059

Käytävä F3048 edessä



F3027 atk

● =kosteuspoikkeamaa

○ =tutkimusalue

Aula, ei tutkimusalueella

ISS Proko Oy

Arja Miihkinen
Peltotie 1 as 8
72600 KEITELE



VOC-analyysi materiaalinäytteistä

As.viitenumero:

Kerääjä/Vastuuhlö: Arja Miihkinen

Analysoitavat yhdisteet: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS

Tulo.pvm.: 18.01.2011

Analysoija(t): Jekaterina Schwartz, Terhi Leiviskä

Analysointimenetelmä

Materiaalinäytettä punnittiin kaasunpesupulloon, jonka kautta johdettiin typpeä Tenax-putkeen. Näyte analysoitiin termodesorptio-kaasukromatografi-massaselektiivinen detektorilla -laitteistolla. Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektri-tietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueni-ekvivalenttina. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueni-ekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksa-dekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien.

Kaasunpesupullossa tehty materiaalianalyysi kertoo mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu koeolosuhteissa.

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 158417

2.2.2011

Tulokset

Näyte/keräin: Mi090202
 LIMS numero: CK11-00104-1
 Mittauspaikka: Lapin yliopisto, F-siipi
 Mittauskohde: F3027 'kuiva', P:7,71g
 Analysointipvm: 250111/tle
 Ilmamäärä: 6,01 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
HIILIVETYSEOKSET	-			
Hiilivetyseos**	1) 120	µg/m ³ g		
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET	-			
3-Kareeni	0,4	µg/m ³ g		
Limoneeni	0,2	µg/m ³ g		
a-Pineeni	0,7	µg/m ³ g		
b-Pineeni	0,2	µg/m ³ g		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
1-Butanoli	2	µg/m ³ g		
2-Etyyli-1-heksanoli	2) 110	µg/m ³ g		
1-Pentanoli	0,2	µg/m ³ g		
Sykloheksanoli**	2	µg/m ³ g		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	-			
1-Allyylioksi-2-propanoli**	3	µg/m ³ g		
2-Butoksietanoli	1	µg/m ³ g		
ALDEHYDIT	-			
Heksanaali	0,7	µg/m ³ g		
Heptanaali	0,2	µg/m ³ g		
Oktanaali	0,2	µg/m ³ g		
KETONIT	-			
2-Heksanoni	0,9	µg/m ³ g		
2-Heptanoni	0,3	µg/m ³ g		
3-Heptanoni**	3	µg/m ³ g		
2-Oktanoni	0,3	µg/m ³ g		
Sykloheksanoni	5	µg/m ³ g		
PIIYHDISTEET	-			
Dekametyylisyklopentasiloksaani	0,5	µg/m ³ g		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	200	µg/m ³ g		

- 1) Kiehumispiste noin 130-250 °C, sisältää alifaattisia, alisyklisiä ja aromaattisia hiilivetyjä.
- 2) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 158417

2.2.2011

Näyte/keräin: Mi090221
 LIMS numero: CK11-00104-2
 Mittauspaikka: Lapin yliopisto, F-siipi
 Mittauskohde: F3035 'keskikuiva', P: 8,08g
 Analysointipvm: 250111/tle
 Ilmamäärä: 3,76 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Ksyleenit (p,m)	0,4	µg/m ³ g		
Ksyleeni (o)	0,3	µg/m ³ g		
Tolueeni	0,2	µg/m ³ g		
HIILIVETYSEOKSET	-			
Hiilivetyseos**	1) 190	µg/m ³ g		
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET	-			
3-Kareeni	0,8	µg/m ³ g		
a-Pineeni	2	µg/m ³ g		
b-Pineeni	0,2	µg/m ³ g		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
1-Butanoli	9	µg/m ³ g		
2-Etyyli-1-heksanoli	2) 170	µg/m ³ g		
2-Metyyli-1-propanoli	0,7	µg/m ³ g		
1-Pentanoli	0,4	µg/m ³ g		
Sykloheksanoli**	5	µg/m ³ g		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	-			
1-Allyylioksi-2-propanoli**	3	µg/m ³ g		
2-Butoksietanoli	4	µg/m ³ g		
ALDEHYDIT	-			
Heksanaali	0,9	µg/m ³ g		
KETONIT	-			
C7-ketonit**	15	µg/m ³ g		
C8-ketonit**	7	µg/m ³ g		
2-Heksanoni	3) 3	µg/m ³ g		
2-Butanoni	4) 0,9	µg/m ³ g		
4-Metyyli-2-pentanoni	0,3	µg/m ³ g		
2-Pentanoni	0,6	µg/m ³ g		
Sykloheksanoni	6	µg/m ³ g		
PIIYHDISTEET	-			
Dekametyylisyklopentasiloksaani	0,2	µg/m ³ g		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	340	µg/m ³ g		

- 1) Kiehumispiste noin 130-250 °C, sisältää alifaattisia, alisyklisiä ja aromaattisia hiilivetyjä.
 2) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 158417

2.2.2011

tavallista suurempi virhe.

- 3) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella

Näyte/keräin: Mi090224
 LIMS numero: CK11-00104-3
 Mittauspaikka: Lapin yliopisto, F-siipi
 Mittauskohde: F3035 'märkä', P: 6,23g
 Analysointipvm: 250111/tle
 Ilmamäärä: 4,34 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Ksyleenit (p,m)	0,2	µg/m ³ g		
Ksyleeni (o)	0,2	µg/m ³ g		
HIILIVETYSEOKSET	-			
Hiilivetyseos**	1) 290	µg/m ³ g		
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET	-			
3-Kareeni	0,9	µg/m ³ g		
a-Pineeni	1	µg/m ³ g		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
1-Butanoli	4	µg/m ³ g		
2-Etyyli-1-heksanoli	2) 410	µg/m ³ g		
2-Metyyli-1-propanoli	0,2	µg/m ³ g		
1-Pentanoli	0,3	µg/m ³ g		
Sykloheksanoli**	5	µg/m ³ g		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	-			
1-Allyylioksi-2-propanoli**	5	µg/m ³ g		
2-Butoksietanoli	8	µg/m ³ g		
ALDEHYDIT	-			
Heksanaali	0,7	µg/m ³ g		
Oktanaali	0,3	µg/m ³ g		
KETONIT	-			
C7-ketonit**	10	µg/m ³ g		
C8-ketonit**	6	µg/m ³ g		
2-Heksanoni	3) 2	µg/m ³ g		
2-Pentanoni	0,3	µg/m ³ g		
Sykloheksanoni	6	µg/m ³ g		
PIIYHDISTEET	-			
Dekametyylisyklopentasiloksaani	0,7	µg/m ³ g		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	570	µg/m ³ g		

- 1) Kiehumispiste noin 150-250 °C, sisältää alifaattisia, alisyklisiä ja aromaattisia hiilivetyjä.

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 158417

2.2.2011

- 2) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 3) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

Tulosten tarkastelu

Kahdella tähdellä (**) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

ISO 16000-6 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalenteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Tulokset on annettu yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3$ haihtuneena grammaa kohti materiaalia ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Omien tutkimuksemme mukaan tällä menetelmällä analysoitujen vanhojen, vaurioitumattomien materiaalien päästöt (TVOC) ovat olleet alle $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$.

Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

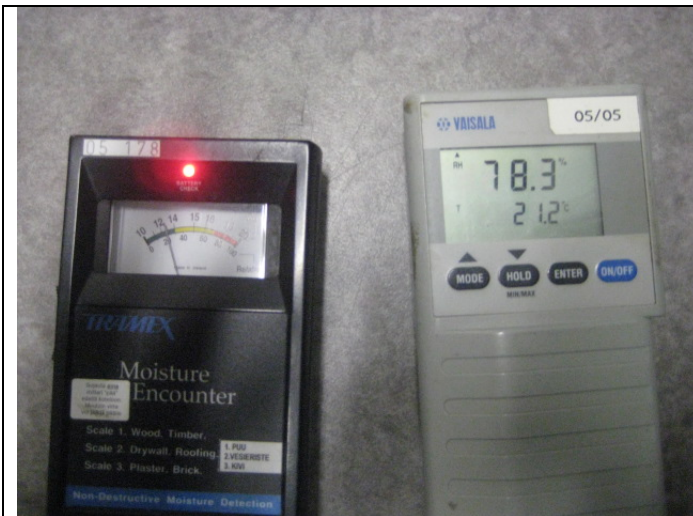
Työterveyslaitoksen Asiakasratkaisut -toiminta-alue on akkreditoitu testauslaboratorio T013 (FINAS-akkreditointipalvelut, EN ISO/IEC 17025). Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristön kehittämispalvelut, Helsingin toimipisteen laboratorio

Hanna Hovi
asiantuntija

Terhi Leiviskä
asiantuntija

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 1.
Pintakosteudenilmaisimella Tramex, vasemmalla, kartoitettiin eri kosteustasoja. Vähintään kolmesta eri kosteustasopaikasta mitattiin viiltomittauksella pinnoitteen alaisten olosuhteiden (RH, T ja vesisisältö) arvot vastaavissa paikoissa.



Kuva 2.
Pinnoitteen alla olevat olosuhteet mitattiin Vaisalan mittarilla ja mittapäällä. Samalta paikalta otettiin materiaalinäyte pinnoitteesta, mistä analysoitiin VOC -yhdisteet. Kyseinen paikka on tilasta F3027 ja paikka on kuiva. Alue on lattiassa olevan sähkökaukalon ympäristö.

Kohde:	Lapin Yliopisto		
Osoite:	Yliopistonkatu 8 F osa / tila 3027		
Postinumero:	96300 Rovaniemi		
Mittaus pvm. / mittaja	10.1.2011	<input checked="" type="checkbox"/> Simo Vilhunen 040 - 313 0040	<input type="checkbox"/> Reijo Kantola 0400 - 897 844 <input type="checkbox"/> Jani Lapinluoma 040-313 0054

Käytetty mittalaitteisto ja Mittaustapa:

<input type="checkbox"/> Protimer SME	<input type="checkbox"/> Gann hydromette kosteudentunnistin
<input checked="" type="checkbox"/> Vaisala HMI – 41 kosteuden ja lämpötilan mittalaite	<input type="checkbox"/> Gann hydromette puun kosteuden mittalaite
<input type="checkbox"/> Rakenteet on mitattu pintakosteuden tunnistimella ⇒ <input type="checkbox"/> Mitatut rakenteet ovat pintakosteudeltaan normaalia tasoa <input type="checkbox"/> Rakenteet on mitattu puunkosteuden tunnistimella ⇒ <input type="checkbox"/> Puurakenteet ovat painokosteudeltaan (p %) normaalia tasoa ⇒	
<input checked="" type="checkbox"/> Rakenteet on mitattu kosteuden ja lämpötilan mittalaitteilla ⇒ Kts. mittauspöytäkirja	

Merkintöjen selitykset ja Mittauspöytäkirja

MP = Mittapiste		RH % = Rakenteen suhteellinen kosteus			°C = Lämpötila mittapisteessä	
AP = Alapohja	US = Ulkoseinä	VS = Väliseinä	VP = Välipohja	HVS = Huoneistojenvälinen seinä	YP = Yläpohja	
MP: 1,2,4	<input checked="" type="checkbox"/> Pintalaatta <input type="checkbox"/> Työlaatta <input type="checkbox"/> Eristetila <input type="checkbox"/> Betoniholvi <input type="checkbox"/> Kivi / Betoni					
MP: 3	<input type="checkbox"/> Lattialaatta <input type="checkbox"/> Työlaatta <input type="checkbox"/> Eristetila <input checked="" type="checkbox"/> Betoniholvi <input type="checkbox"/> Kivi / Betoni					
MP	RH %	°C	Mit.syvyys	<i>Abs. Kstf. g/m³</i>		
1.	64,1	20,8	4 cm	11,6	"	
2.	73,5	20,7	4 cm	13,3	"	<i>lisäönnyt</i>
3.	83,1	20,4	12 cm	14,6	"	<i>Apja / Kuituinen</i>
4.	75,3	20,3	4 cm	13,3	"	

- Mittapisteiden poraus, imurointi, tulppaus 7.1.11
3kpl pintavaluun 4cm syvyyteen / 1kpl 12cm syvyyteen betoniholviin
- Kosteusmittaus 10.1.11

Rovaniemellä 11.1.2011


Reijo Kantola



Fax 016-319550

Kosteusmittausraportti

Tehtävä: VSS holvin suhteellisen kosteuden mittaus

Kohde: Lapin Yliopisto laajennus, "taiteiden tiedekunta".

Pv: 25.08.2005

Mittauslaite: VAISALA HM44 rakennekosteusmittauslaite.

Mittauksen suoritus:

24.08.2005 Sepeli poistettiin mittauspisteiden päältä ja porattiin mittauspisteet
betonipinnasta 100mm syvyyteen, tulpattiin mittauspisteet.
25.08.2005 klo 10.30 -12.30 suoritettiin mittaus.

Tulokset:

Ulkoilma:

+17,8°C Rh 77,0% Navakka tuuli.

1. 3/C-D:

+14,2 °C Rh 93,6% Td 13,2 °C Abs. 11,4 g/m³

2. 6/C-D:

+14,7 °C Rh 94,5% Td 13,9 °C Abs. 11,9 g/m³

3. 8/C-D:

+14,8 °C Rh 97,3% Td 14,4 °C Abs. 12,3 g/m³

Rh = suhteellinen kosteus

Td = kastepistelämpötila

Abs. = absoluuttinen vesimäärä kuutiossa ilmaa.

Rovaniemellä 29.08.2005

PBM OY

Jani Norvapalo

tel. 016-364 902

fax. 016-364 881

e-mail. Jani.norvapalo@kolumbus.fi

Jani Norvapalo 040-9600313

Olavi Norvapalo 0400-690 205

Kyösti Kaunisvaara 0400-563 240

1 kerros		L1-2	J/2	D/3	B-C/1-2	D/7-8	E/8	G-H/8-9	J/9	Keskisarvot
31.10.2005				sisällima	RH 89%, 7 °C					
RH %	94,7	84,5	85,4	97,2	90,6	93	94,8	93,5		
lamp.	6,1	11,1	10,6	13,1	11,4	11,3	17,1	11,5		
1.12.2005				sisällima	RH 55%, 11 °C					
RH %	93,8	91,4	86,9	95,4	88,4	89,7	95	91,7		
lamp.	8,4	10,9	14,1	12,9	14,8	12,6	17,3	12,9		
9.1.2006				sisällima	RH 33%, 16 °C					
RH %	91,8	88,6	92,2	85,4	93,2	85,6	88,6	86		
lamp.	14,3	15,2	16,3	15,4	18,5	18,1	17,8	21,9		
2 kerros		L/2	I-J/2	B-C/1-2	E/1-2	D/7-8	E/6	J/8-10	I/8	Keskisarvot
31.10.2005				sisällima	RH 70%, 12 °C					
RH %	82,4	84	84,1	88	86,4	85,3	83,9	84,9		
lamp.	7,4	8,7	8,6	8,8	10,4	14	12	10,0		
1.12.2005				sisällima	RH 40%, 16,7 °C					
RH %	82	86,4	85,5	90	83,2	84	86	87		
lamp.	13,7	15,6	16,8	17,3	18,5	17	18,1	18,6		
9.1.2006				sisällima	RH 35%, 20 °C					
RH %	84,3	82,5	88,7	80	85,1	85	84,3			
lamp.	20,9	18,5	20,1	20	21,2	20,8	20,3			
3 kerros		J/7	J/9	K-L/1-2	I-J/3-4	B-C/1-2	D/5-4	D-E/7	D-E/8	Keskisarvot
7.10.2005				sisällima	RH 65%, 14 °C					
RH %	83,5	86,5	88,2	85,2	87	90,8	89,8	86,3		
lamp.	13,1	12,4	12,5	18,2	10,9	11,6	12,4	13,6		
31.10.2005				sisällima	RH 65%, 14 °C					
RH %	75	82	82,5	81,6	87,8	83,9	82,1	10,5		
lamp.	11,8	12,2	10,3	9,1	9,4	10,4				
1.12.2005				sisällima	RH 43%, 18,7 °C					
RH %	72,9	80,2	83,3	84,1	80,3	87,9	82,6	90,2		
lamp.	18,1	18	16,2	16,2	18,5	18,5	19,3	19,9		
9.1.2006				sisällima	RH 29%, 21 °C					
RH %	67,3	78,8	78,7	80,9	79,4	86,1	81,3	89,6		
lamp.	20,9	20,8	21,8	21,4	19,1	20,5	20,8	20,6		
4 kerros		B-C/1-2	D/3	L/1-2	J-K/4-5	I-J/7-8	J/9-10	D-E/7-8	F/7	Keskisarvot
25.9.2005				sisällima	RH 87%, 11 °C					
RH %	84	84	90,9	86,9	94	86	85,1	84,3		
lamp.	10,3	10	10,3	10,4	10,2	10,6	10,5	10,7		
7.10.2005				sisällima	RH 61%, 14 °C					
RH %	90,9	93,8	93,3	93,3	93,3					
lamp.	12,2	14,2	12,2	14,2						
31.10.2005				sisällima	RH 65%, 13 °C					
RH %	81,5	81,5	82,1	81,9	81,6	84,3	82,3			
lamp.	7,9	7,9	8,6	12,7	9,8	10,7	9,9			
1.12.2005				sisällima	RH 55%, 15 °C					
RH %	79,7	80,1	88,7	83,9	81,3	76,5	79,1	78		
lamp.	17	14,4	13,6	13,1	17,5	18	17,9	17,3		
9.1.2006				sisällima	RH 34%, 20 °C					
RH %	79,2	79	83,7	75,7	79,4	79,4	79,4			
lamp.	19,9	20	21,6	20,7	20,7	20,6	20,6			