

Taisto Nuutinen /TN

12.9.2017

## Koulurakentamisen ohjausryhmä kok.2

**Aika** 12.9.2017 klo. 14:00-16:00

**Paikka** Huone 203

**Läsnä:** Alander Matti (pj) Lappi Jyrki, Virta Harri, Heikkilä Elina, Järvinen Jere, Rautanen Hannu, Hurme Hannu, Väli-vaara Pauliina, Alho Niina, Huhtala Johanna, Kosola Riikka, Pentti Kallio, Taisto Nuutinen (siht) ja Mirka Salonen.  
Jouni Vuohijoki, Vahanen Oy poistui klo 15:25

**Poissa** Kirjoita tähän

### Käsiteltävät asiat

#### 1 Esityslistan hyväksyminen

Hyväksyttiin esityslista

#### 2 Edellisen kokouksen pöytäkirjan hyväksyminen,

Puheenjohtaja esitteli läsnäolijat ja hyväksyttiin edellisen kokouksen pöytäkirja.

#### 3 Hovirinnan ja Valkeavuoren koulujen tutkimukset, rakennusterveysasiantuntija Jouni Vuohijoki, Vahanen Oy

Käytiin keskeisimmät tutkimuksessa esille tulleet sisäilmaa heikentävät asiat läpi em. kouluissa. Yhteenvetona on, että Valkeavuoren koulu ja Hovirinnan koulu on korjattavissa, kun peruskorjaus tehdään asiaankuuluvalla tavalla ja huolehditaan rakenteen tiiveydestä.

#### 4 Rakennuksissa suoritettavat tutkimukset ja niiden erot, tekninen isännöitsijä Mirka Salonen,

Tekninen isännöitsijä esitteli sisäilmatutkimuksen ja haitta-ainekaritoituksen erot.

#### 5 Kouluihin tutustumisista sopiminen

Sovittiin, että sivistystoimenjohtaja järjestää tutustumisen parhaaksi katsomaan kouluun.

#### 6 Lisäaika ohjausryhmän työskentelyyn

Ei sovittu jatkosta.

Taisto Nuutinen / TN

12.9.2017

## 7 Yleiskeskustelu

Tarkennettiin työryhmän toimintaa ja todettiin, että ensin on sovittava Valkeavuoren ja Hovirinnan koulun kohtalo, puretaanko vai sanerataanko kohteet. Tämän jälkeen päätetään mikä on hankkeiden sisältö. Seuraavaan kokoukseen tuodaan kustannusarvioit peruskorjauksesta.

Päätettiin, että pyydetään seuraavaan kokoukseen lääketieteen asiantuntijat kertomaan näkemys koulujen tilanteesta terveystieteiden näkökannalta.

Sovittiin, että 10.10.2017 työryhmän on saatava esitys valmiiksi Hovirinnan ja Valkeavuoren koulun peruskorjaus tai uudisrakennus vaihtoehtoja.

Käytiin läpi Valkeavuoren liikuntasalin tilanne ja todettiin, että liikuntasalin suunnittelu sisältyi koulun hankesuunnitelmaan ja ensivuoden talousarviossa on esitys Valkeavuoren liikuntahallista.

## 8 Seuraavat kokoukset ja kokouksen päätös

21.9.2017, klo. 12:00 huone 203.

10.10.2017, klo. 12:00

Kokous päättyi klo.16:10

## Liitteet

Tiivistelmä Valkeavuoren ja Hovirinnan koulun tutkimuksista

# Hovirinnan koulu

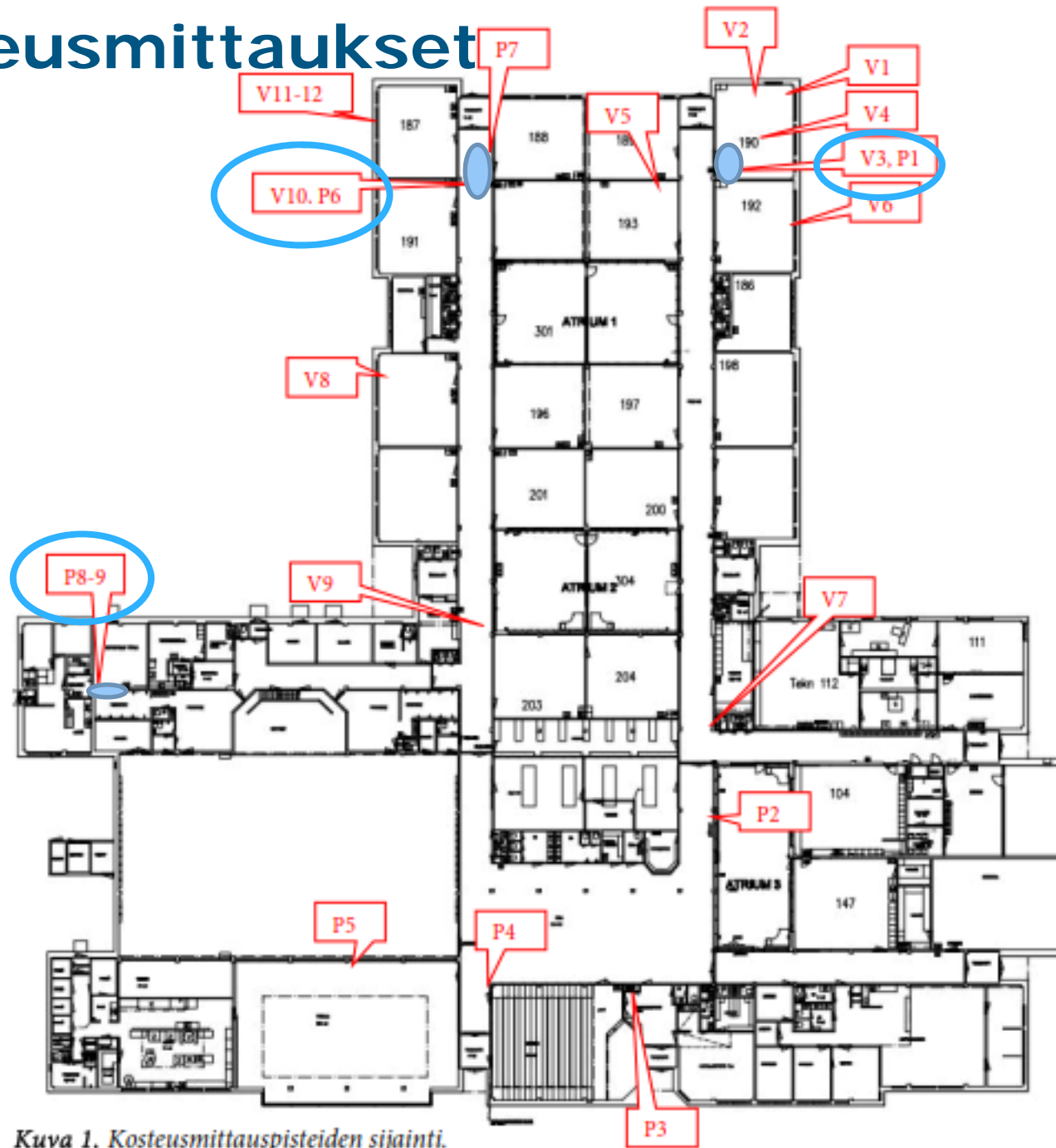
## Lisätutkimusten yhteenveto

Jouni Vuohijoki, RTA  
10.8.2017



- Pintakosteuskartoitus
- Porareikä- ja viiltokosteusmittaukset
- Merkkiainekokeet
- Ulkoseinien rakenneavaukset, 11 kpl
- Alapohjan rakenneavaukset, 6 kpl
- Mikrobinäytteet rakenteista, 13 kpl
- Mikrobinäytteet ilmanvaihtokanavista ja tilojen pinnoilta
- Ilmanvaihtojärjestelmän pölynäytteet
- Vinyyllilankut
- Sisäilman VOC-näytteet
- Ecophon – akustiikkalevyt
- Radiotaajuinen säteily
- Mycometer ja homekoiratutkimukset

# Kosteusmittaukset



VAHANE Kuva 1. Kosteusmittauspisteiden sijainti.

- Ulkoseinän eristetilasta otettiin 11 kpl mikrobinäytteitä
  - Neljässä näytteessä oli aktiivinen mikrobikasvusto
  - Kolmessa näytteessä oli mahdollinen mikrobikasvu
  - Neljässä näytteessä ei ollut mikrobikasvua
- Luokan 111 seinätasoitteessa on kupruilua ja aktiivinen mikrobikasvu
- Liikuntasalin lattiassa oli aktiivinen mikrobikasvu

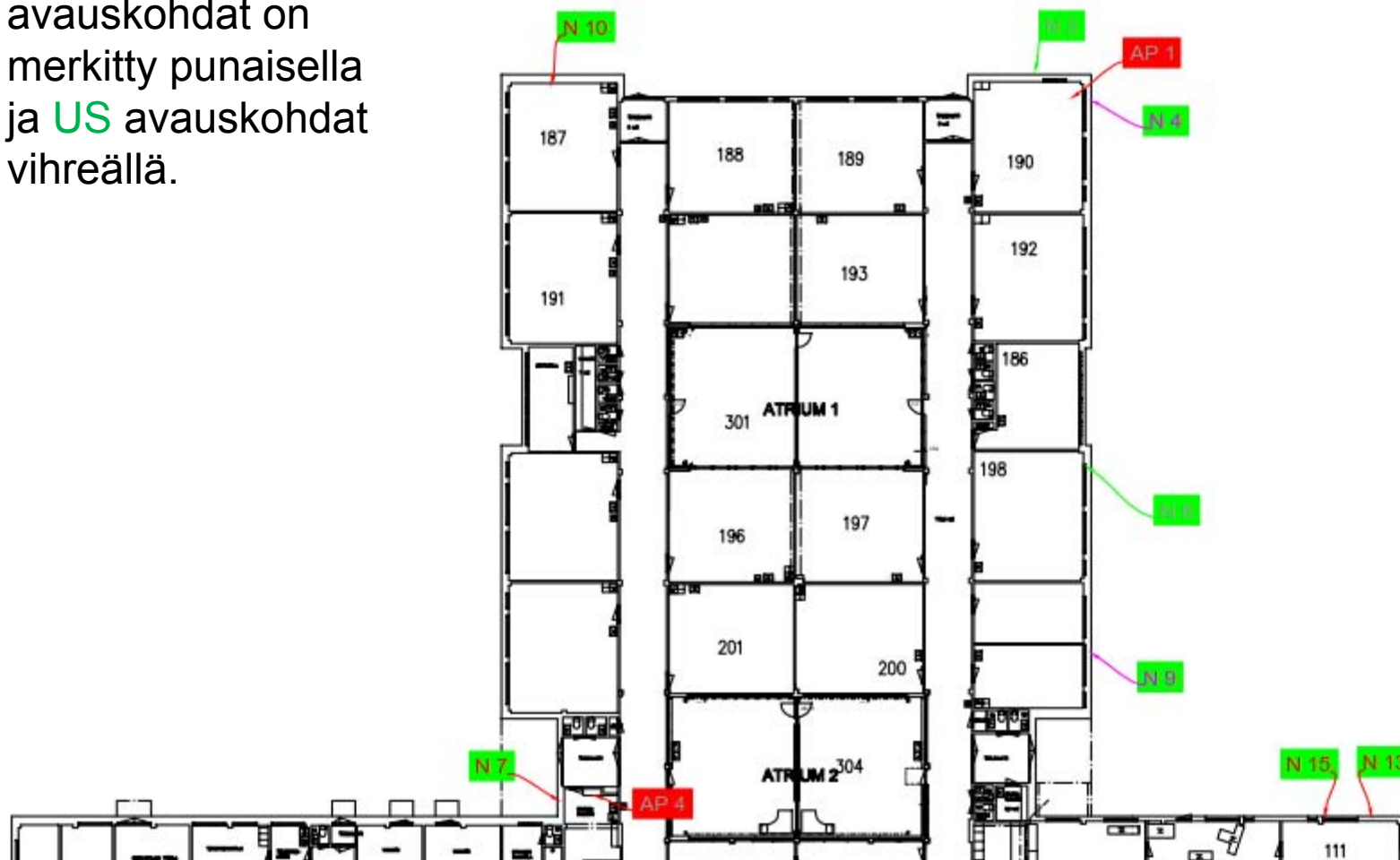
# US ja AP mikrobinäytteet

VAHANEN

Näyte	Näytteenotto kohta	Materiaali	Viljelytulos
N3	US, luokka 190	Mineraalivilla	Ei kasvua
N4	US, luokka 190	Mineraalivilla	Mahdollinen
N5	US, liikuntasali	Mineraalivilla	Mikrobikasvu
N6	US, liikuntasali	Mineraalivilla	Mahdollinen
N7	US, siistijät	Mineraalivilla	Mikrobikasvu
N8	US, luokka 198	Mineraalivilla	Ei kasvua
N9	US, luokka 199.2	Mineraalivilla	Mahdollinen
N10	US, luokka 187	Mineraalivilla	Mikrobikasvu
N11	AP, liikuntasali	Mineraalivilla	Mikrobikasvu
N12	US, 145, musiikki	Mineraalivilla	Ei kasvua
N13	US, luokka 111	Mineraalivilla	Mikrobikasvu
N14	US, ruokala	Mineraalivilla	Ei kasvua
N15	US, luokka 111	Seinätaasoite	Mikrobikasvu

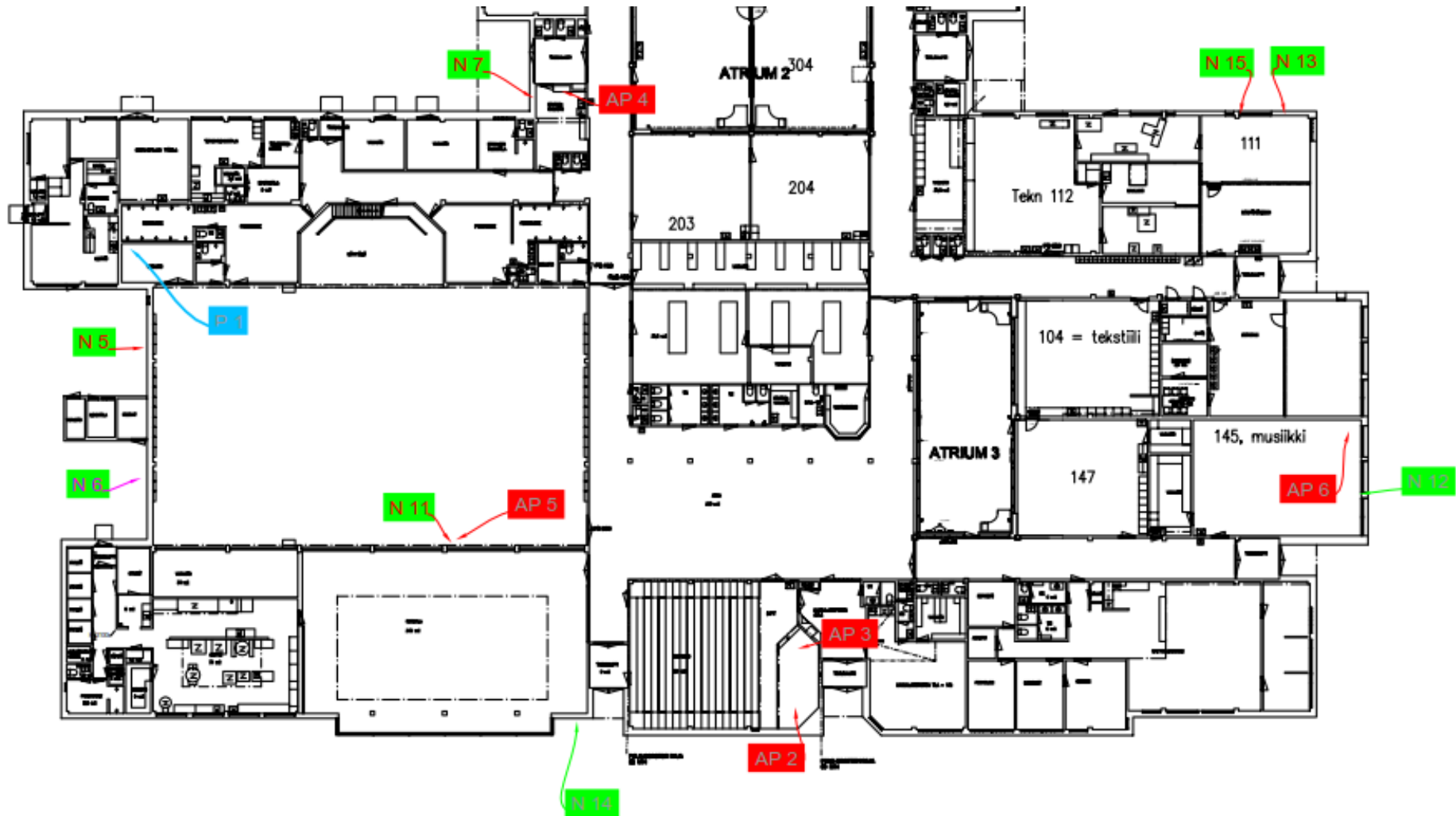
# US ja AP avauskohdat

Pohjakuvissa AP avauskohdat on merkitty punaisella ja US avauskohdat vihreällä.





# US ja AP avauskohdat



## Tulokset ja näytekohtaiset tulkinat

Näyte 1.	Luokan 190 akustiikkalevy (mineraalivilla)			Az282
<b>Bakteerit, THG-alusta</b>				<b>Yht. +</b>
	Aktinomykeetit * <sup>a</sup>	-		
	Muut bakteerit	+		
<b>Mesofiiliset sienet, M2-alusta</b>				<b>Yht. +</b>
	Homesienet			
	<i>Chaetomium</i> * <sup>a</sup>	+	7 pes./malja	
<b>Mesofiiliset sienet, Hagem-alusta</b>				<b>Yht. +</b>
	Homesienet			
	<i>Penicillium</i>	+		
	<i>Chaetomium</i> * <sup>a</sup>	+	8 pes./malja	
<b>Kserofiiliset sienet, DG-18-alusta</b>				<b>Yht. +</b>
	Muut ryhmät:			
	steriili rihma	+		

### Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä sieni-itiöitä, eikä lajistossa tavattu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

# Ecophon akustiikkalevyt 2

Näyte 2. Luokan 190 akustiikkalevy (mineraalivilla)		Az283
<b>Bakteerit, THG-alusta</b>		<b>Yht. +</b>
Aktinomykeetit * <sup>a</sup>	-	
Muut bakteerit	+	
<b>Mesofiiliset sienet, M2-alusta</b>		<b>Yht. +</b>
Homesienet		
<i>Penicillium</i>	+	
<i>Chaetomium</i> * <sup>a</sup>	+	1 pes./malja
<b>Mesofiiliset sienet, Hagem-alusta</b>		<b>Yht. +</b>
Homesienet		
<i>Penicillium</i>	+	
<i>Aspergillus niger</i> ryhmä	+	
<i>Cladosporium</i>	+	
Muut ryhmät:		
steriili rihma	+	
<b>Kserofiiliset sienet, DG-18-alusta</b>		<b>Yht. +</b>
Homesienet		
<i>Penicillium</i>	+	
<i>Aspergillus versicolor</i> * <sup>a</sup>	+	1 pes./malja
<i>Cladosporium</i>	+	
Muut ryhmät:		
steriili rihma	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä sieni-itiöitä, eikä lajistossa tavattu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

# Ecophon akustiikkalevyt 3

## Näytetiedot:

Kohde:	Hovirinnan koulu, Kaarina		
Näytteenottaja:	RTC Vahanen Turku Oy/Jouni Vuohijoki, Mika Reiman		
Näytteenottopvm:	7.7.2017	, näytteet saapuneet	7.7.2017

## Näytteet:

Näyte 16.	Luokka 203, akustiikkalevy (akustiikkalevyn pahvi)
Näyte 17.	Luokka 203, akustiikkalevyn takapinta (villa)
Näyte 18.	Luokka 201, akustiikkalevyn takapinta (villa)
Näyte 19.	Käytävä luokan 147 vieressä, akustiikkalevyn takapinta (villa)
Näyte 20.	Luokka 147, akustiikkalevyn takapinta (villa)
Näyte 21.	Luokka 147, akustiikkalevy (akustiikkalevyn pahvi)

## Yhteenveto tuloksista

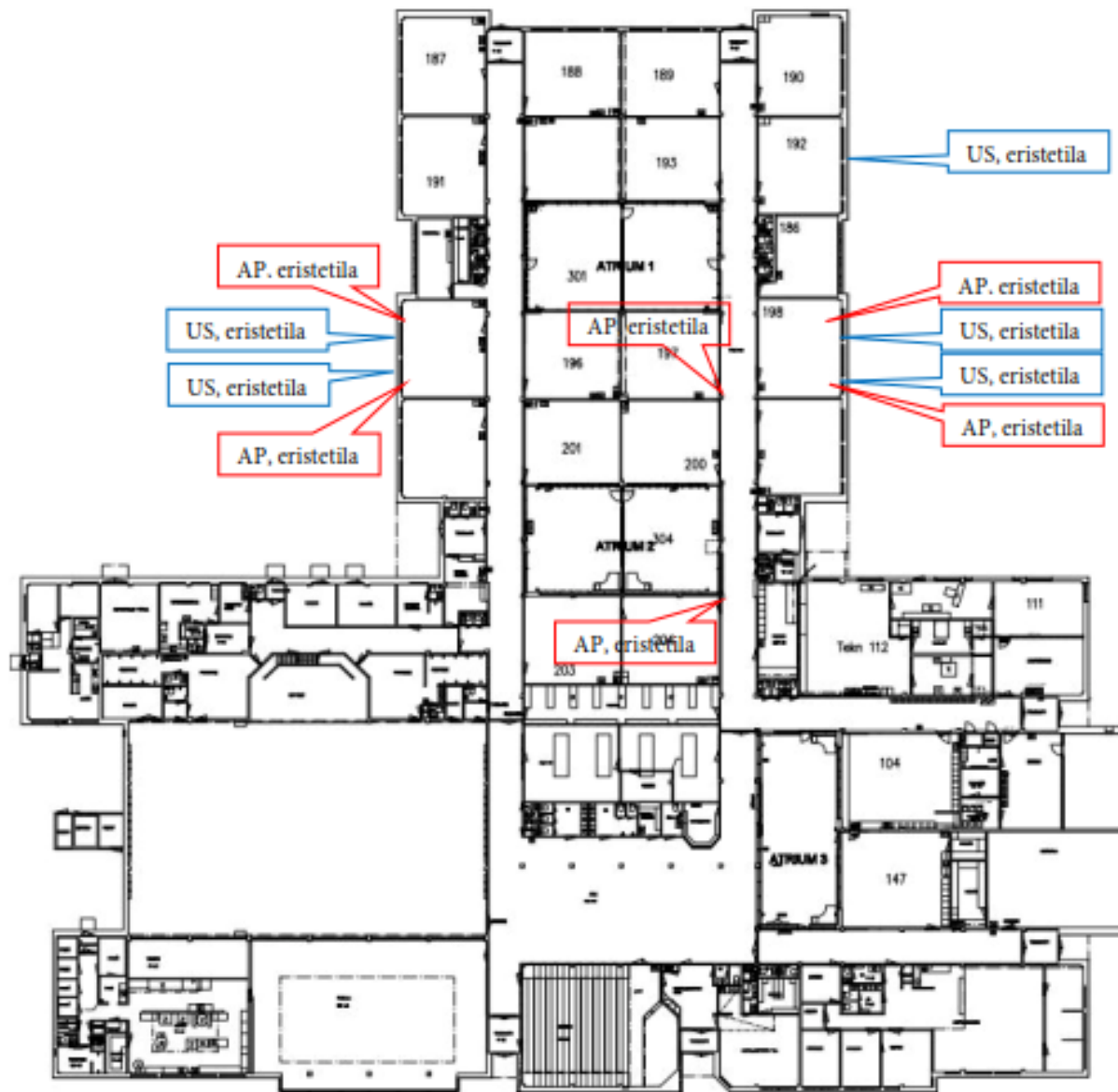
Näyte	Mikrobikasvun esiintyminen kohteessa näytteittäin
Näyte 16.	Ei mikrobikasvustoa.
Näyte 17.	Ei mikrobikasvustoa.
Näyte 18.	Ei mikrobikasvustoa.
Näyte 19.	Ei mikrobikasvustoa.
Näyte 20.	Ei mikrobikasvustoa.
Näyte 21.	Ei mikrobikasvustoa.

Näytteiden perusteella ecophon-levy ei ole koettujen sisäilmaongelmien aiheuttaja

# Alapohjan avaukset

- Alapohjaan tehtiin yhteensä 6 kpl rakenneavauksia
- Alapohjan betonilaatan alle on syntynyt maan painumisen seurauksena 30 – 100 mm korkuinen tyhjä tila.
- Täyttöhiekan seulontatulokset
- Hiekkatäytön päällä on rakennusmuovi
- Alapohjan alta tuli porareikien ja rak. avausten kautta paikoitellen mikrobikasvuun viittaavaa hajua (ei näytteitä).
- AP läpiviennit
  - Sadevesiviemärit
  - Liikuntasaumamat
  - Viemärien läpiviennit
  - Sähkökaapeliin läpiviennit
- Riskinä reuna-alueiden jäähtyminen maanpainumisen seurauksena.

- Merkkiainekokeita tehtiin luokkiin 192, 198 ja 202 sekä käytävätilaan.
- Merkkiainekokeilla havaittiin ilmavuotoa seuraavista paikoista:
  - Ulkoseinien ja alapohjan liitoskohdat
  - Ikkunaliittymät
  - AP:n liikuntasauama
  - AP läpiviennit
    - Sadevesiviemärit
    - Viemärien läpiviennit
    - Sähkökaapelien läpiviennit



- Tilan 190 sisäilmanäytteen 2-(2-butoksietoksi)etanolin pitoisuus ylittää sille TTL:n asettaman viitearvon.
- Tilan 190 vinyylilankun bulk-näytteesstä mitattiin korkeita pitoisuuksia 2-etyyli-1-heksanolia, 2-butoksietanolia sekä 2-(2-butoksietoksi)etanolia.
- Tilasta 190 otetun vinyylilankun bulk-näytteen TVOC-arvo ylittää TTL:n käyttämän viitearvon niille PVC-tuotteille, joiden pehmittimenä on käytetty bis(2-etyyliheksyyli)ftalaattia (DEHP).
- Sisäilman VOC-pitoisuudet ovat matalia 2-(2-butoksietoksi)etanolia lukuun ottamatta).
- Hajuhaitan ja koettujen oireilujen perusteella tulee harkita vinyylilankkujen poistamista.



- Luokassa 190 radiotaajuisten säteilyn arvo oli 3 - 4 V/m.
- Lukema on vähintään kaksinkertainen muihin tiloihin nähden.
- Luokassa 190 on 5 GHz:n tukiasema.
- 5 GHz:n laitteissa lähetysteho on 5-kertainen verrattuna 2 GHz:n laitteisiin.
- Nykyinen raja-arvo Suomessa on 61 V/m, mutta jo 5 V/m on todettu aiheuttavan herkistyneille oireita.
- Osa luokassa 190 koetuista oireiluista saattaa viitata säteilyaltistukseen.
- Palonestoaineet.

- Euroopan parlamentin päätöslauselma vuodelta 2009:  
"Theo placement of antennas, mobile phone masts and high-voltage power lines should be negotiated between industry actors, public authorities and residents' associations in order to minimise health risks and legal action cases. This will also ensure that EMF-transmitting devices are kept clear of schools, crèches, retirement homes and health care institutions."
- Euroopan neuvoston suositus 2011:  
"8.2.1. set preventive thresholds for levels of long-term exposure to microwaves in all indoor areas, in accordance with the precautionary principle, not exceeding 0.6 volts per metre, and in the medium term to reduce it to 0.2 volts per metre"

# Mahdollisessa saneerausessa huomioitavia asioita

- Ulkoseinien mikrobivauriot + ilmavuodot
- Alapohjan alla oleva mikrobikasvuun viittaava haju + ilmavuodot
- Liikuntasalin lattia
- Atriumtilojen ulkoseinien yläosat (=mineraalikuitulähteitä)
- Seinätaasoitteiden mikrobivauriot (luokka 111)
- Vinyylilankut + mattoliimat
- Ulko-ovien päällä olevien katosten mikrobikasvuun viittaavat hajuhaitat.
- Paikalliset kosteuslähteet
- Tilojen siivottavuus (Ruotsinkielinen puoli)
- Radiotaajuinen säteily - palonestoaineet.

# VAHANEN

14.9.2017



# Valkeavuoren koulun tutkimukset

Jouni Vuohijoki  
19.1.2017



- Valkeavuoren koulun A- ja B-rakennukset on rakennettu loivaan rinteeseen vuosina 1968 – 1969.
- Rakennukset ovat tyypillisiä rakennusaikakautensa edustajia.
- Ulkoseinät ovat tiili – villa – tiili –rakenteisia, ja kantavana rakenteena on pilari – palkki –järjestelmä.
- Rakennuksen alapohja on betonirakenteinen. Alapohja on paikoitellen maanvastaista ja paikoitellen ryömintätilaista.
- Yläpohjan kantava rakenteena on betoni ja lämmöneristeenä mineraalivilla. Vesikatto on uusittu liikuntasalia lukuun ottamatta vuosina 2009 - 2010.

- Kaikkien tilojen läpikäynti + aistinvaraiset havainnot, riskirakenteiden kartoitus
- Pintakosteuskartoitus
- Porareikäkosteusmittaukset / viiltokosteusmittaukset
- Merkkisavutarkastelu, merkkiainekoe
- Rakenneavaukset
- Mikrobinäytteet rakenteista
- Rakennusten paine-eromittaukset

# Merkittävimmät sisäilman laatua heikentävät tekijät

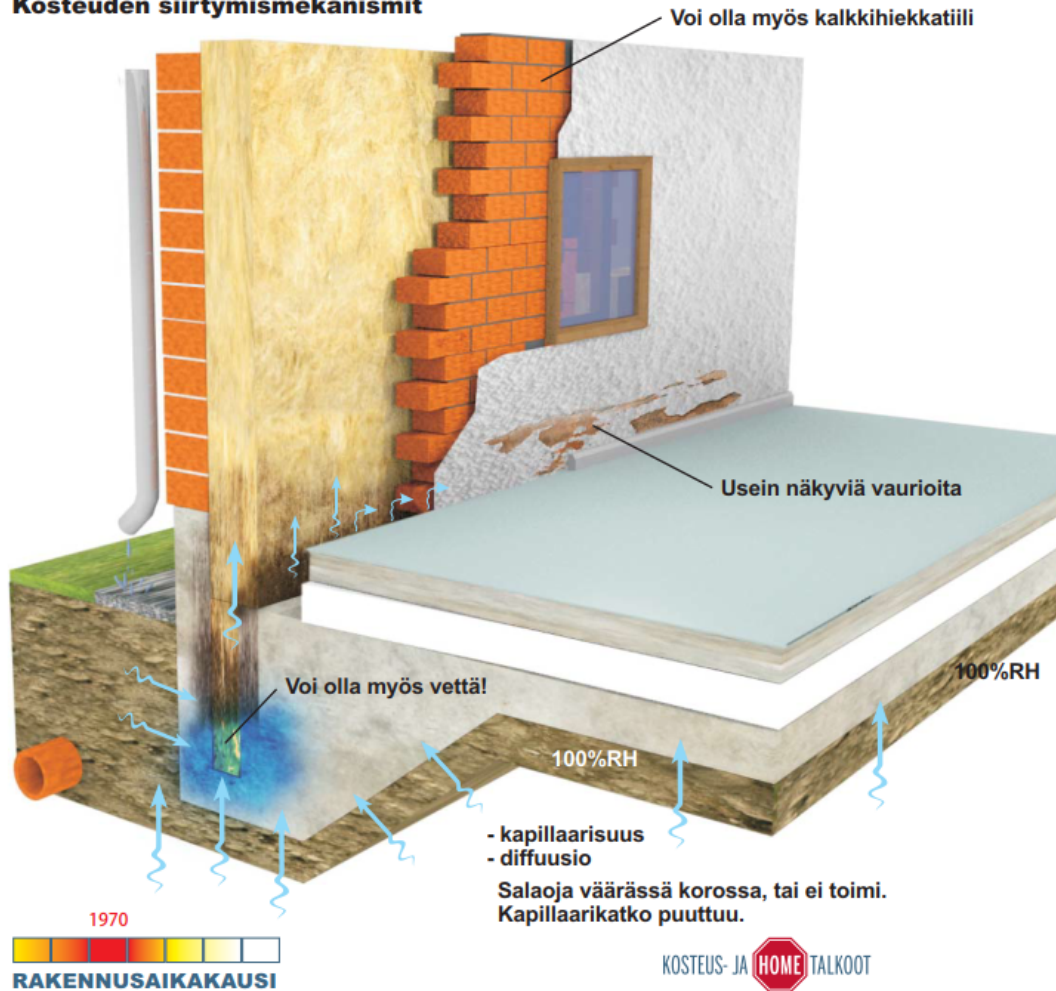
- Ilmavuodot ulkoseinärakenteista sisäilmaan, vaikka rakenteissa ei välttämättä ole vaurioita (esim. pöly).
- B- rakennuksen keittiön ja ruokailutilan välisen väliseinän kosteusvaurio (on jo korjattu)
- Ilmavuodot ryömintätilasta sisäilmaan. Tehtyjen havaintojen perusteella ryömintätilasta ja alustiloista ilmavuotojen mukana kulkeutuvat epäpuhtaudet ovat Valkeavuoren koulun B-rakennuksessa merkittävin sisäilman laatua heikentävä tekijä.
- Liikuntasalin alapohjan mikrobivaurio saattaa vaikuttaa liikuntasalin lisäksi myös ympäröivien tilojen sisäilman laatuun.



# Ulkoseinät yleisesti tiili – villa - tiili

## PIENTALOJEN RISKIRAKENTEET

Kosteuden siirtymismekanismit



## 05B TIILISEINÄ JA VALESOKKELI

### VAURIOT

- Seinäeristeen homehtuminen
- Tiilipinnan tai rappauksen homehtuminen

### VAURION AIHEUTTAJAT

- Maaperän kapillaarisuus
- Sade- ja sulamisvesien imeytyminen perustuksiin
- Diffuusio
- Pohjavesi

Julkisivu-  
tiilien halkeilu

Eristeen kastuminen  
viistosateen  
vaikutuksesta.

Ylipaine rakennuksen  
sisällä

Kondenssi leuka-  
palkin kohdalla

## PIENTALOJEN RISKIRAKENTEET

Viistosateen aiheuttamat kosteusriskit

## 04A TIILISEINÄN KYNSIRAKO



Viistosateen aiheuttama kosteuskuorma



# Ilmavuodot ulkoseinän eristetilasta

## PIENTALOJEN RISKIRAKENTEET

Epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan

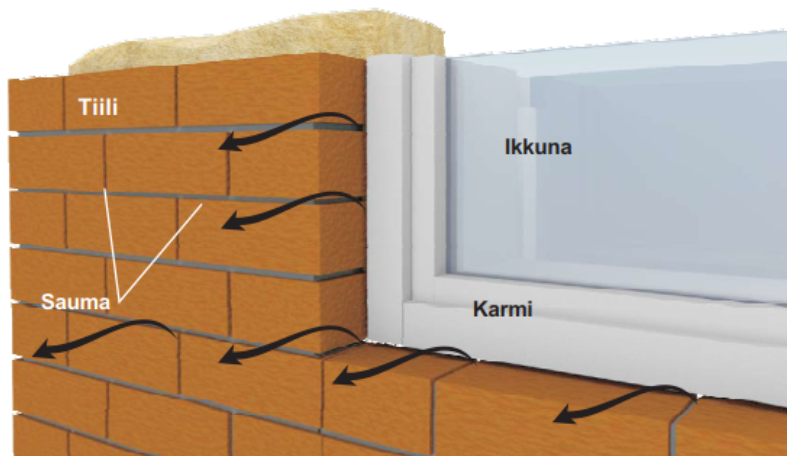
05F TIILISEINÄ JA VALESOKKELI

### Virtausreitit:

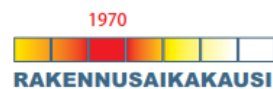
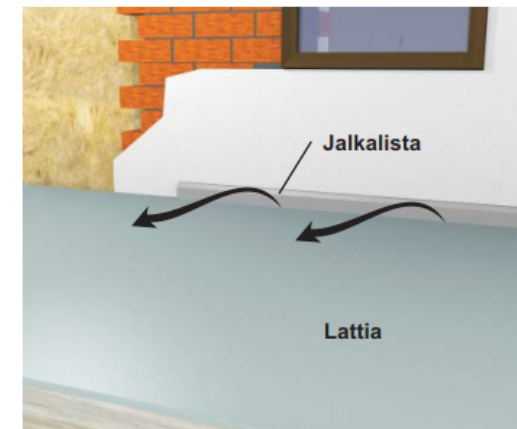
1. Lattian ja seinän rajakohdat
2. Tiiliseinän saumat ( halkeamat )
3. Karmien ja tiilien väliset raot
4. Kynnyksen alta, voi tulla myös maaperästä

### Vuotojen tutkimusmenetelmät:

1. Lämpökuvauus talvella ( kylmänä vuodenaikana )
2. Merkkisavu
3. Merkkiainetutkimus
4. Lämpökuvauus



Kaaviokuva tiilitalon ulkoseinän ilmavuodoista.

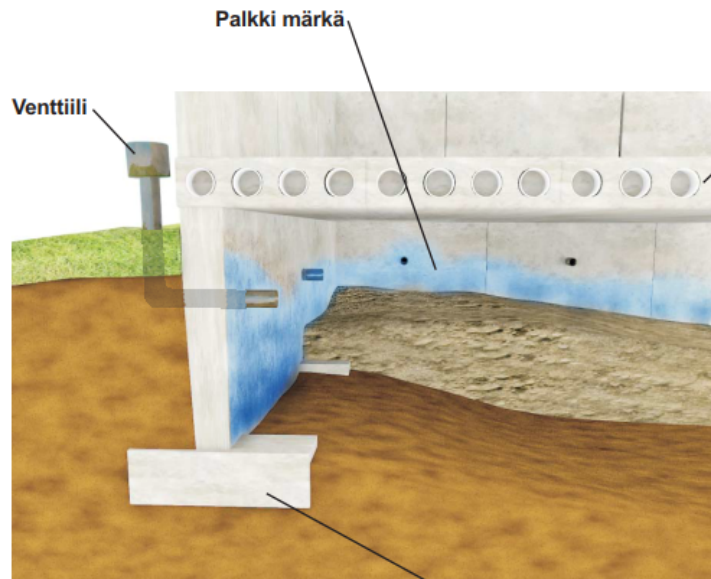


- Ulkoseinärakenteet ovat ikäisiinsä rakennuksiin verrattuna tavanomaisessa kunnossa.
- Sisäilman laadun parantamiseksi riittää rakenteiden ja niiden rajapintojen sekä muiden mahdollisten ilmanvuotokohtien tiivistäminen
- Ennen rakennuksen peruskorjausta on kuitenkin syytä pohtia korjauksen laajuutta myös energiataloudellisuuden kannalta.
- Tiivistyskorjaus tehdään joka tapauksessa.
- Korjaustöiden laadunvarmistus on tärkeää.

# Rakennuksen alla oleva alustila VAHANEN

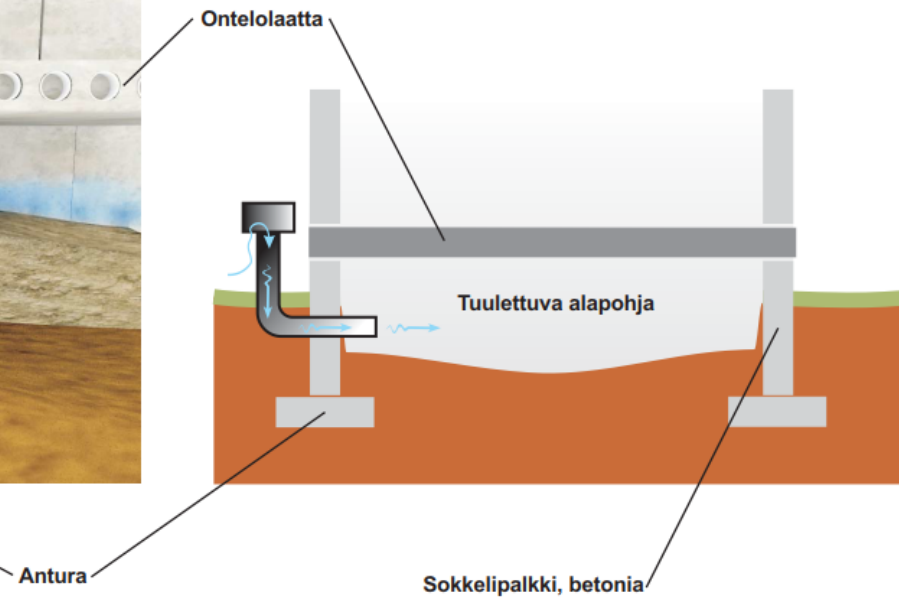
## PIENTALOJEN RISKIRAKENTEET

Alapohjan leikkaus



## 28A TUULETTUVA ALAPOHJA

NS. MAAKUOPPA ALAPOHJA



- Rakennuksen alla olevissa tiloissa olevat muottilaudat ja muu eloperäinen jäte ovat mikrobivaurioituneet maakosteuden vaikutuksesta.
- Tiloista pääsee alipaineen vaikutuksesta vuotoilmaa sisätiloihin. Vuotoilman mukana sisälle kulkeutuu myös epäpuhtauksia ja mikrobikasvuun viittaavaa hajua.
- Tehtyjen havaintojen perusteella ryömintätilasta ja alustiloista kulkeutuvat epäpuhtaudet ovat Valkeavuoren koulun B rakennuksessa merkittävin sisäilman laatua heikentävä tekijä.
- Sisäilman laadun parantamiseksi suosittelemme eloperäisen jätteen poistamista, rakenteiden tiivistyskorjauksia sekä alustilojen alipaineistamista - - - seurantamittaukset

# Rakennuksen alla oleva alustila VAHANEN



# Muita suositeltuja toimenpiteitä

- Rakennuksen eteläsivulla perusmuurin vierustan täyttäminen ulkopuolelta siten, ettei sokkelin alta pääse ilmaa rakennuksen alle.
- Kattovesien ohjauksen korjaaminen tarvittavilta osin.
- Opetuskeittiön eteläseinän mikrobivaurion korjaaminen
- Vanhojen ikkunoiden uusiminen kokonaisuudessaan.
- Liikuntasalin vesikaton ja yläpohjarakenteiden uusiminen
- Keittiön edustalla olevan pienen kylmän varastotilan purkaminen
- Liikuntasalin lattiarakenteen uusiminen tulevan peruskorjauksen yhteydessä.



## Näytteet:

		<i>lab.tunniste</i>
Näyte 1.	US alaosa, luokan B 111 kohdalta (mineraalivilla)	As688
Näyte 2.	US alaosa, ruokalan kohdalta (mineraalivilla)	As689
Näyte 3.	US alaosa, liikuntasalin kohdalta (mineraalivilla)	As690
Näyte 4.	US yläosa, itäjulkisivu (mineraalivilla)	As691
Näyte 5.	US yläosa, itäjulkisivu, leukapalkin päältä (mineraalivilla)	As692
Näyte 6.	US yläosa, liikuntasalin kohdalta, korin päältä (mineraalivilla)	As693
Näyte 7.	US yläosa, liikuntasalin kohdalta, keittiön puoleinen (mineraalivilla)	As694

## Yhteenveto tuloksista

Näyte	Mikrobikasvun esiintyminen kohteessa näytteittäin	
Näyte 1.	Aktiivinen mikrobikasvusto.	As688
Näyte 2.	Ei aktiivista mikrobikasvustoa.	As689
Näyte 3.	Ei aktiivista mikrobikasvustoa.	As690
Näyte 4.	Ei aktiivista mikrobikasvustoa.	As691
Näyte 5.	Aktiivinen mikrobikasvusto.	As692
Näyte 6.	Aktiivinen mikrobikasvusto.	As693
Näyte 7.	Aktiivinen mikrobikasvusto.	As694



## Tulokset ja näytekohtaiset tulkinnat

**Näyte 1. US alaosa, luokan B 111 kohdalta (mineraalivilla) As688**

<b>Bakteerit (THG –elatusalusta)</b>		<b>Yht.</b>	<b>++</b>
Aktinomykeetit * <sup>a</sup>	++		
Muut bakteerit	+		
<b>Mesofiiliset sienet (MA-2 –elatusalusta)</b>		<b>Yht.</b>	<b>+</b>
Homesienet			
<i>Alternaria</i>	+		
<i>Penicillium</i>	+		
Hiivasienet	(+)		
<b>Kserofiiliset sienet (DG-18 –elatusalusta)</b>		<b>Yht.</b>	<b>+</b>
Homesienet			
<i>Penicillium</i>	+		

### Näytekohtainen tulkinta

Näytteessä esiintynyt kohtalainen aktinomykeettien kasvu viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa. Kosteusvaurioon viittaavat aktinomykeetit saattavat tuottaa toksisia yhdisteitä rakennusmateriaaleilla.



## Yliopiston oma tulkinta

Asteikko on vain suuntaa antava. Verrattuna asumisterveysohjeen pitoisuusalueisiin, viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen mikäli elinkykyisten sienten kasvu on runsasta (+++/++++) tai aktinomykeettikasvu on kohtalaista tai runsasta (+/++/++++) (Tulonen, 2005).

## Uuden asumisterveysasetuksen tulkinta

Rakennusmateriaalissa **voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa**, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykeettejä runsaasti (+++/++++).



# Missä mikrobeja on? Kuinka paljon? Mitä ne tekevät?

- Mikrobimääriä:
  - Maaperän bakteerit:  $10^7$  -  $10^9$  cfu/g
  - puhdas merivesi, bakteerit : 1 – 10 cfu/ml
  - ihmisen uloste: bakteerit  $10^{10}$  -  $10^{11}$  cfu/g (~500 eri lajia), hiivasienet  $\sim 10^6$  cfu/g
  - Ihmisen iho, bakteerit :  $\sim 1000$  cfu/cm<sup>2</sup>
  - Tavallinen huonepöly, home- ja hiivasienet: 1000 – 10 000 cfu/g
  - Ulkoilma, kesällä, home- ja hiivasienet: 100 – 1000 cfu/m<sup>3</sup>
  - Ulkoilma, talvella, home- ja hiivasienet 0 – 50 cfu/m<sup>3</sup>



## Osa IV

# Asumisterveysasetus § 20

Rakennusmateriaalissa **voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa**, kun näytteen home- ja hiivasienten pitoisuus on vähintään  $10^4$  pmy/g tai aktinomykeettien pitoisuus 3000 pmy/g. Aktinomykeettien esiintymistä arvioidaan lisäksi niiden indikaattorimerkityksen avulla, kun niiden pitoisuudet ovat alle 3000 pmy/g (kts. alla). Näytteen bakteeripitoisuus vähintään  $10^5$  pmy/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. Sienikasvusto materiaa-

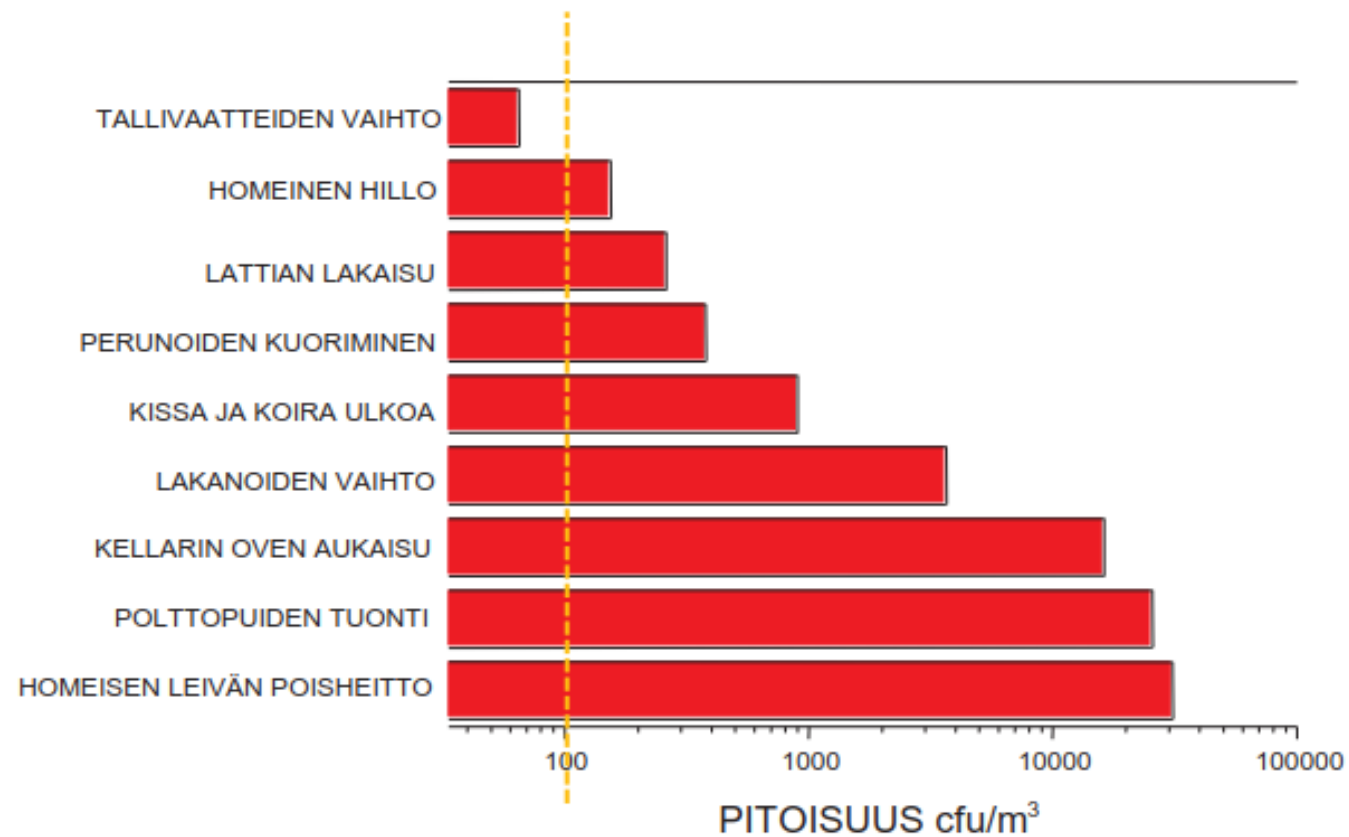


## Ilmanäytteiden tulokset kouluissa

- Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot (Meklin ym./KTL 2008)
- Andersen-ilmanäytteet, 10-12 näytettä/koulu

VAURIOTON RAKENNUS	VIITAA HOMEVAURIOON
Enintään muutama $> 50 \text{ cfu/m}^3$	Useita $50\text{-}200 \text{ cfu/m}^3$
Mediaani alle $12 \text{ cfu/m}^3$	Mediaani yli $20 \text{ cfu/m}^3$
Useita "nolla" -tuloksia	Harvoja "nolla" -tuloksia

## Sisäilman mikrobilähteitä

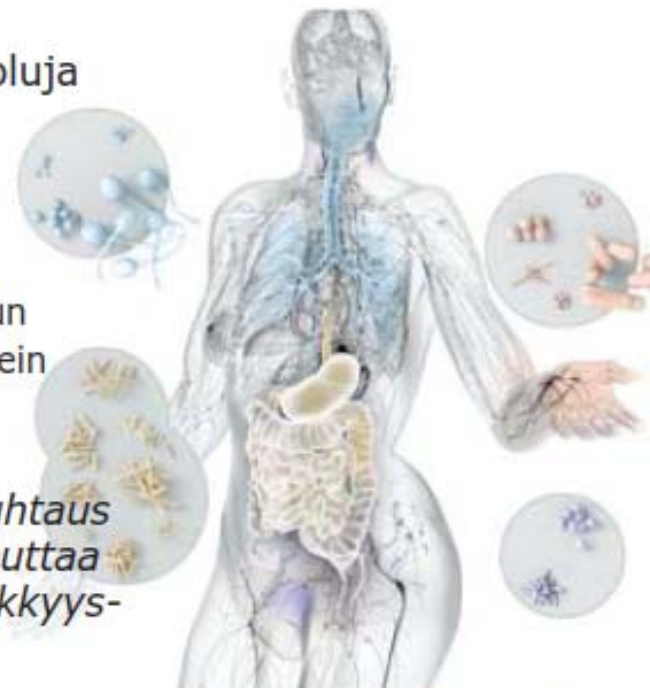


## Mikrobit osana elinympäristöä

VAHANEN

Ihmisen kehossa on lukumäärältään enemmän mikrobisoluja kuin omia soluja

- *Ns. normaalifloora* (iho, suolisto, limakalvot)
  - Sulattaa ravintoa suolistossa
  - Tuottaa mm. vitamiineja
  - Estää taudinaiheuttajien liikakasvun
  - "Sparraa" ihmiselle normaalin, oikein toimivan immuunijärjestelmän
- 
- Hygieniahypoteesi: *Ympäristön puhtaus ja mikrobiologinen "köyhyys" aiheuttaa allergioita, astmaa ja muita yliherkkyyksiä ja autoimmuunisairauksia*



Kuvan lähde: Scientificamerican.com





## Esimerkkejä ulko- ja sisäilmassa yleisesti esiintyvistä sienisuvuista ja -ryhmistä sekä kosteusvaurioon viittaavista mikrobisuvuista, -lajeista ja -ryhmistä

Ulkoilmassa yleisiä sienisukuja ja -ryhmiä	Sisäilmassa yleisiä sienisukuja ja -ryhmiä	Kosteusvaurioon viittaavia mikrobisukuja, -lajeja ja -ryhmiä
<i>Cladosporium</i> basidiomykeetit <i>Penicillium</i> <i>Aspergillus</i> <i>Alternaria</i> hiivat steriilit**	<i>Penicillium</i> <i>Aspergillus</i> <i>Cladosporium</i> hiivat	<i>Acremonium</i> * aktinomykeetit* <i>Aspergillus fumigatus</i> * <i>Aspergillus versicolor</i> * <i>Chaetomium</i> * <i>Fusarium</i> * <i>Phialophora</i> <i>Scopulariopsis</i> <i>Stachybotrys</i> * <i>Trichoderma</i> *

Lähde: Asumisterveysohje

\* mahdollisesti toksiineja tuottavia mikrobeja

\*\* pesäkkeitä, jotka eivät käytettävillä kasvualustoilla muodosta itiöitä



# VAHANEN

14.9.2017



22