

---

# TUTKIMUSSELOSTUS

---

## SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



### LOVIISAN LIIKUNTAHALLI

22500680.301

20.5.2016

---

## YHTEENVETO

Loviisan liikuntahalli on rakennettu vuonna 1979. Käyttäjät ovat kokeneet tilassa sisäilmaan viittaavaa oireilua, minkä perusteella sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia tekijöitä haluttiin tutkia.

Liikuntahallissa on joustopuulattia rakennettu osin tuulettuvan ja osin maanvaraisen alapohjan päälle. Rakenteeseen tehtiin rakenneavaus maanvaraisen alapohjarakenteen kohdalle. Rakennusmateriaalit olivat kunnossa, eikä niissä todettu poikkeavaa mikrobikasvua. Puulattian eristetilaa on alipaineistettu. Alipaineistuksen toimivuutta tutkittiin seuraamalla eristevälin ja sisätilan välistä paine-eroa kahdessa pisteessä. Eristeväli pysyi alipaineisena sisäilmaan nähden, jolloin epäpuhtaudet eivät pääse siirtymään rakenteesta sisäilmaan. Merkkiainetutkimuksella alapohjalaatan alta ei havaittu ilmavuotoja normaaleissa käyttöolosuhteissa.

Pukuhuoneessa 113 ja sosiaalitulassa 131 havaittiin paikallisesti kohonneita kosteusarvoja. Todennäköisesti kosteus on päässyt lattiapinnoitteen alle epätiivien viemäriputkien kautta. Alapohjan betonilaatan kosteus mitattiin eri rakennesyvyyksiltä välinevarastotilassa, eikä kosteuden todettu nousevan alapohjalaataan maaperästä.

Rakennus oli ulkoilmaan nähden päiväaikaan ylipaineinen ja yöaikaan alipaineinen, mikä johtuu ilmanvaihdon säädöistä.

Sisäilman laatu oli sisäilman mikrobien, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden, pinnoille laskeutuvien mineraalivillakuitujen osalta normaali. Pyyhintäpölynäyte sisälsi pienen määrän vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja, mutta tämä ei aiheuta sisäilmahaittaa sillä kahden viikon aikana laskeutuvassa pölyssä oli mineraalivillakuituja alle määritysrajan.

Rakennuksessa ei havaittu merkittäviä sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, jotka voisivat selittää käyttäjien kokemia oireita.

### Toimenpide-ehdotukset

- Suositellaan säätämään rakennuksen ilmanvaihto siten, että rakennuksen sisätila on kaikkina vuorokaudenaikoina lähellä tasapainoa ulkoilmaan nähden
- Suositellaan uusimaan lattiapinnoitteet pukuhuoneesta 112 ja sosiaalitulasta 131. Tiloissa olevien viemäriputkien liitokset tulee tarkastaa.

---

## Sisältö

1	YLEISTIEDOT	4
2	KÄYTETYT MITTA- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET	5
3	ALAPOHJAT	5
3.1	RAKENNETYYYPIT	5
3.2	RAKENNUSMATERIAALIEN MIKROBIT	6
3.3	RAKENTEIDEN KOSTEUS	6
3.4	PAINESUHTEET	7
3.5	ILMATIIVEYSTUTKIMUKSET	8
3.6	JOHTOPÄÄTÖKSET	8
3.7	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	8
4	ULKOSEINÄT	8
4.1	RAKENNETYYYPIT	8
4.2	RAKENTEIDEN KOSTEUS	9
4.3	PAINESUHTEET	9
4.4	JOHTOPÄÄTÖKSET	9
4.5	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	9
5	SISÄILMAN LAATU	9
5.1	SISÄILMAN MIKROBIT	9
5.2	SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET	9
5.3	PINNOILLE LASKEUTUVAT KUIDUT	10
5.4	PINNOILLE LASKEUTUVAN PÖLYN KOOSTUMUS	10
5.5	JOHTOPÄÄTÖKSET	10
6	LIITTEET	10

---

# SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

## 1 YLEISTIEDOT

Tutkimuskohde:  
Liikuntahalli  
Brandensteininkatu 27B  
07900 Loviisa

Lähtötiedot:  
Loviisan liikuntahallirakennus on rakennettu vuonna 1979. Rakennus on kaksikerroksinen ja elementtirakenteinen. Alapohjarakenteena on osin tuulettuva alapohja ja osin maanvarainen betonilaatta.

Rakennuksessa on vuosina 2006 ja 2008 tehty sisäilmasto- ja kosteusteknisiä kuntotutkimuksia (Suomen sisäilmaston mittauspalvelu 16.3.2006, 26.5.2008). Liikuntahallin alapohjarakeissa todettiin mikrobivaurioita johtuen rakenteisiin päässeestä tulvavedestä. Saatujen tietojen mukaan vaurioituneet materiaalit on uusittu alipaineistuskanaviston asennuksen yhteydessä. Sisäilman laatu oli sisäilman mikrobien, pinnoille laskeutuvien mikrobien, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja pinnoille laskeutuvien mineraalivillakuitujen osalta normaali. Ennen ilmanvaihtolaitteiden säätötoimenpiteitä hallitilan alapohjarakenteiden kautta todettiin ilmavirtauksia sisätiloihin päin. Säätötoimenpiteiden jälkeen ilmavirtauksia ei todettu. Portaikon alapuolinen muottilaudoitus on purettu.

Osa rakennuksen käyttäjistä kokee tiloissa sisäilman laatuun viittaavia oireita.

Tilaaaja:  
Antti Kinnunen  
Tekninen keskus, Loviisa

Tutkimusryhmä:  
Tutkimuksen tekijöinä olivat Sanna Pohjola, Hanna Kuitunen, Milla Mattila ja Pirjo Prokkola. Tutkimukset kohteessa tehtiin 11.3-4.5.2016

Tutkimustavoite:  
Tutkimus tarkoituksena oli tutkia sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia tekijöitä.

Piirrustukset:  
Pääpiirustukset ja leikkaukset, Insinööritoimisto Kupari Ky 22.2.1979  
Rakennepiirustukset, Kymen Rakennesuunnittelu Ky 8.3.1979

Muut tutkimukset:  
Sisäilmastotutkimus 16.3.2006, 26.5.2008 Suomen sisäilmaston mittauspalvelu  
Homekoirakartoitus 12.4.2016, Homekoirat S&S

---

## 2 KÄYTETYT MITTA- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET

Mikrobipumppu	Thomas VTE 10 ja Andersen 6-vaihekeräin
VOC pumppu	SKC Model 222-3
Lämpötila- ja kosteusmittari	Vaisala HM40, anturi HMP110
Paine-eromittari	TSI Airflow PVM610, Tinytag 550942 Dwyer-paine-eromittari ja Tinytag-tiedonkeruujärjestelmä
Pintakosteusilmaisin	Gann hydrotest LG 1
Kosteusmittari	Vaisala HMP41, mittapäät HMP44
Merkkiainelaitteisto	Wika GIR-10
Alipaineistaja	Blowerdoor

## 3 ALAPOHJAT

### 3.1 RAKENNETYYPIT

Liikuntasalin lattia on piirustusten mukaan osin maanvarainen ja osin tuulettuva. Rakennetyypit ovat piirustusten mukaan ylhäältä alaspäin seuraavat:

#### AP1, palloiluhalli (2/3 tilasta)

joustokoolattu puulattia  
100 mm mineraalivilla  
kosteussulku  
pitkälaattaelementti  
tuuletustila  
sorastus

Alapohjarakenteeseen tehtiin rakenneavaus liikuntasalin lattiaan varastotilan lähellä, missä alapohjarakenne on maanvarainen. Avauspaikat on merkittynä pohjakuviin liitteeseen 2. Rakenne oli avauskohdassa ylhäältä alaspäin seuraava:

#### AP3, palloiluhalli (1/3 tilasta)

lattiapäällyste  
9 mm vaneri  
22 mm parketti  
190 mm koolaus + mineraalivilla (MR2)  
muovi  
pahvi (MR1)  
80 mm betonilaatta  
muovikelmu  
50/100 mm solumuovilevy  
sorastus



**Kuva 1.** Liikuntasalin lattian rakenneavaus. Aistinvaraisesti arvioiden rakennusmateriaalit ovat kunnossa eikä avauskohdassa havaittu poikkeavia hajuja.

#### AP2, muut tilat

lattiapinnoite (muovimatto, vinyylilaatta, keraaminen laatta) ja alapuolinen kiinnitysmateriaali  
80 mm betonilaatta  
muovikelmu  
50/100 mm solumuovilevy  
sorastus

### **3.2 RAKENNUSMATERIAALIEN MIKROBIT**

Rakennusmateriaalikohtaisesti otettiin materiaalinäytteitä (MR) materiaalin mikrobipitoisuuden määrittämiseksi. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Viljelytuloksen perusteella sekä pahvissa että mineraalivillassa oli vain vähäistä mikrobikasvua eli näytteissä ei ole viitettä mikrobivauriosta.

### **3.3 RAKENTEIDEN KOSTEUS**

Alapohjarakenteiden kosteus kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella. Pintakosteudenilmaisimella havaittiin kohonneita kosteuslukemia paikoin pesuhuoneessa 112, pukuhuoneessa 113 sekä sosiaalitalassa 131 (liite 2.1). Pesuhuone on laatoitettu, joten havaittu kosteus sijaitsee todennäköisesti vesieristeen ja laatan välissä. Pukuhuoneessa ja sosiaalitalassa lattiapinnoiteena oli muovimatto. Pukuhuoneessa kosteutta havaittiin noin 50\*50 cm kokoisella alalla käsienpesualtaan ympärillä ja sosiaalitalassa n. 7 m<sup>2</sup> alalla.

Lattiapinnoitteiden alapuolinen kosteus tarkastettiin ns. viiltokosteusmenetelmän avulla pukuhuoneessa 113 ja liikuntasalissa. Pukuhuoneessa, jossa todettiin kohonneita pintakosteusarvoja, oli suhteellinen kosteus lattiapinnoitteen alla 85 % (19,3°C). Tässä kohdassa havaittiin lattiapinnoitteen alla liiman hajua. Kosteus on

päässyt siirtymään lattiapinnoitteen alle todennäköisesti käsienpesualtaan viemäriliitoksista.



**Kuva 2.** Pukuhuoneessa 113 (vasemmalla) ja sosiaalitulassa 131 (oikealla) havaittiin paikallisesti kosteutta lattiapinnalla. Kosteus on päässyt muovimaton alle todennäköisesti viemäriliitosten kautta.

Lisäksi tarkastettiin maanvaraisen alapohjalaatan rakennekosteus eri rakennesyvyyksiltä. Mittaukset tehtiin välinevarastossa. Tulokset on esitetty liitteessä 1. Betonilaatta oli kuiva 30 ja 60 mm syvyydellä. Betonilaatan alapuolinen eristetila oli märkä (RH 98,3 %, 18,0°C). Rakennepiirustuksen mukaan betonilaatan alapuolella on muovikalvo ja 50/100 mm solumuovilevy.

### 3.4 PAINESUHTEET

Liikuntahallin puulattian eristetila on alipaineistettu koneellisen poistoilmapuhaltimen avulla. Lyhyemmän ulkoseinän kohdalle on asennettu lattiaan liitetyt poistoilmaputket. Tarkempaa ilmanvaihtosuunnitelmaa ei tästä ollut saatavilla. Lattian eristevälin ja sisätilan välistä paine-eroa seurattiin rakennuksessa jatkuvatoimisen paine-eromittarin avulla kahdessa pisteessä eri puolilla liikuntahallia. Painesuhteiden mittauskäyrät on esitetty liitteessä 3.

Sisätila oli selvästi ylipaineinen puulattian eristeväliin nähden koko seurantajakson ajan katsomon puoleisessa tutkimuspisteessä (keskimäärin 15 Pa). Varaston puoleisessa mittauspisteessä eristetila ja sisätila oli lähes tasapainossa (keskimäärin 0,7 Pa). Lattian eristevälin alipaineisuus pienenee etäisyyden kasvaessa poistoilmaputkeen. Alipaineistus toimii kuitenkin riittävän hyvin eristetilassa, sillä rakenne pysyi lähes tasapainossa sisätilaan nähden myös toisella puolella liikuntasalia kuin missä poistoilmaputket sijaitsivat.



**Kuva 3.** Liikuntahallin lattian alle menevät poistoilmaputket lyhyemmän ulkoseinän kohdalla

### 3.5 ILMATIIVEYSTUTKIMUKSET

Maanvaraisen alapohjarakenteen ilmatiiveyttä tutkittiin liikuntahallissa merkkiainekaasun ja kaasuanalysoitsijan avulla. Tila yritettiin alipaineistaa alipaineistajan avulla sekä lisäksi sulkemalla rakennuksen ilmanvaihto, mutta tutkittavaa rakennetta ei saatu alipaineistettua sisätilaan nähden.

Normaalissa käyttöolosuhteessa alapohjalaatan rakenneliittymät todettiin ilmatiiviiksi (liite 4.1).

### 3.6 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Liikuntasalin puujoustolattian rakenteet ovat kunnossa
- Pukuhuoneessa 113 ja sosiaalitallassa 131 havaittiin paikallisesti kohonneita kosteusarvoja. Todennäköisesti kosteus on päässyt lattiapinnoitteen alle epätiiviiden viemäriliitosten kautta.
- Alapohjalaatta oli eri rakennesyvyyksissä kuiva.
- Liikuntahallin lattian alipaineistus toimii riittävän hyvin, jotta epäpuhtaudet eivät pääse leviämään alapohjasta sisäilmaan.

### 3.7 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Suositellaan uusimaan lattiapinnoite pukuhuoneessa 113 ja sosiaalitallassa 131 ja tarkastamaan viemäriputkien liitokset.

## 4 ULKOSEINÄT

### 4.1 RAKENNETYYPIT

Rakennetyypit ovat piirustusten mukaan sisältä ulospäin seuraavat:

US1  
130 mm betoni  
120 mm mineraalivilla



---

80 mm betoni/tiililaatta

## 4.2 RAKENTEIDEN KOSTEUS

Ulkoseinärakenteiden kosteus kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella. Kohonneita kosteuslukuarvoja ei havaittu.

## 4.3 PAINESUHTEET

Sisä- ja ulkoilman välisiä painesuhdetta seurattiin jatkuvatoimisten tallentavien painesuhteiden seurantamittalaitteilla noin kahden viikon ajan tilassa 125.

Rakennus oli keskimäärin lähes tasapainoissa ulkoilmaan nähden. Päiväaikaan sisätila oli 0-9 Pa ylipaineinen ulkoilmaan nähden. Yöaikaan (klo 00-06 sisätilan alipaineisuus lisääntyi ollen silloin n. 10 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden. Tämä johtuu todennäköisesti ilmanvaihdon säädöistä.

## 4.4 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Ulkoseinärakenteet olivat kuivia pintakosteudenilmaisimella mitattuna
- Rakennus on päiväaikaan ylipaineinen ulkoilmaan nähden ja yöaikaan alipaineinen. Tämä johtuu ilmanvaihdon säädöistä.

## 4.5 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Suositellaan säätämään rakennuksen ilmanvaihto siten, että rakennus on lähes tasapainossa ulkoilmaan nähden kaikkina vuorokauden aikoina.

# 5 SISÄILMAN LAATU

## 5.1 SISÄILMAN MIKROBIT

Sisäilman mikrobeja tutkittiin liikuntahallista kahdella eri näytteenotokerralla. Tutkimustuloksia verrataan Asumisterveysohjeen ohjearvoihin sekä ulkoilmapitoisuuksiin. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Liikuntahallin sieni-itiö ja aktinomykeettipitoisuudet olivat ulkoilmapitoisuuksiin verrattuna alhaisia, sieni-itiökoostumus oli normaali. Bakteeripitoisuudet olivat alhaisia.

## 5.2 SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näyte otettiin liikuntahallista. Tulos on esitetty liitteessä 1.

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet, ns. TVOC -arvo oli 12 µg/m<sup>3</sup>. Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m<sup>3</sup> ja

---

yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m<sup>3</sup>. Liikuntahallissa ei havaittu myöskään mitään yksittäistä yhdistettä kohonnutta määrää.

### 5.3 PINNOILLE LASKEUTUVAT KUIDUT

Pinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuuksia selvitettiin tasopinnoille asennettujen keräysalustojen avulla liikuntasalissa. Tilasta otettiin kahdet rinnakkaiset näytteet. Mineraalikuitupitoisuus oli alle 0,07 kpl/cm<sup>2</sup>. Pitoisuus alittaa Asumisterveysohjeen toimenpiderajan (0,2 kpl/cm<sup>2</sup>).

### 5.4 PINNOILLE LASKEUTUVAN PÖLYN KOOSTUMUS

Liikuntasalin katsomon kaiteen päältä otettiin pyyhintänäyte pölyn koostumuksen määrittämiseksi. Tulos on esitetty liitteessä 1.

Kokoomänäytteen todettiin koostuvan tavanomaisista huonepölyhiukkasista (tekstiili- ja paperikuitujen osasia, hilsettä, kiviaineshiukkasista yms.). Näytteessä todettiin pieni määrä vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja.

### 5.5 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Sisäilman laatu oli sisäilman mikrobien, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja pinnoille laskeutuvien mineraalivillakuitujen osalta normaali. Pyyhintäpölynäyte sisälsi pienen määrän vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja, mutta tämä ei aiheuta sisäilmahaittaa, sillä kahden viikon aikana laskeutuvassa pölyssä oli mineraalivillakuituja alle määritysrajan.

Helsingissä, 20.5.2016

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Sanna Pohjola  
MML, rakennusterveysasiantuntija



Ilkka Jerkku  
DI, yksikön päällikkö

## 6 LIITTEET

Liite 1	Mittaustulokset
Liite 2	Mittauspisteet pohjakuivissa
Liite 3	Painesuhteiden seurantakuvaajat
Liite 4	Merkitäinekoekokeiden tulokset