



INSPECTOR
SEC
R

www.inspectorsec.fi

Veikkolan koulu

Tilakohtainen riskianalyysi

26.5.2015

Tutkimusraportti

Inspector Sec Oy



Tämä raportti soveltuu päätöksenteon apuvälineeksi rakennusten kunnosta vastaaville tahoille. Tätä raporttia tulee tulkita asiantuntijan avustuksella. Tilakohtaisia havaittuja haittoja ei voida suoraan osoittaa terveysongelmien syyksi, mutta ne voivat olla oireilun ja sairastelun merkittäviä riskitekijöitä.

Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia. © Kaikki oikeudet pidätetään.
Aineiston osittainenkin kopioiminen ja julkaiseminen ilman Inspector Sec Oy:n lupaa on kielletty.

Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa selvitettiin sisäilman laatua ja kartoitettiin terveysterveysteista toimenpidetarvetta Veikkolan koulun pohjoissiivessä. Ensimmäisessä vaiheessa tutkimusalueelle tehtiin tarkastuskäynti sekä haastateltiin avainhenkilöt. Lisäksi tehtiin käyttäjäkysely sekä tutkittavien tilojen pölystä tehtiin solutoksikologisia mittauksia. Toisessa vaiheessa tehtiin rajatulle alueelle rakenneavauksia sekä kosteus-, paine-ero-, kuitu-, VOC-, ammoniakki-, formaldehydi- ja rikkivetymittauksia. Lisäksi otettiin materiaalinäytteitä mikrobimäärityksiä ja bulk-emissiomittauksia varten.

Käyttäjäkysely lähetettiin 18 henkilölle ja siihen vastasi 15 henkilöä (vastausprosentti 83 %). Kyselyn perusteella oireilua oli merkittävästi enemmän siiven pohjoisseinustan tiloissa (terveydenhoitaja, psykologi, 179, 181, 188, 190) kuin siiven eteläpuolen tiloissa (aula, 182, 191, 193). Oirekuvat olivat samankaltaisia kaikissa pohjoisseinustan tiloissa, mikä viittaa pääasiassa samaan ongelmanaiheuttajaan kyseisissä tiloissa.

Tutkittavalta alueelta raportoitiin paljon tunkkaisuudesta (11 kpl) ja viemärinhajusta (9 kpl). Tunkkaisuushavainnot keskittyivät pohjoisseinustan tiloihin. Viemärinhajuhavaintoja tehtiin tasaisesti tutkimusalueelta. Kemikaalin- ja homeenhajusta tehtiin 3 havaintoa.

Edellä mainittujen tekijöiden lisäksi voimakkaasti vaihtelevasta lämpötilasta raportoi 60 % käyttäjistä. Siivouksen tasoon oltiin kokonaisuudessaan tyytymättömiä. 60 % vastaajista koki tilat jonkin verran pölyisinä ja loput 40 % vastaajista koki tilat erittäin pölyisinä. Lisäksi ilmanvaihdon toiminnasta tuli useita valituksia (pois päältä öisin ja loma-aikoina, riittämätön ilmanvaihto).

Solutoksikologiset pyyhintäpölymittaukset tehtiin 10 tilasta. Pohjoisseinustan näytteet olivat selvästi toksisia (pl. psykologin huone), muissa tiloissa ei ollut merkittävää toksisuutta (liite 5). Pölyn toksisuus voi selittää herkempien

tilankäyttäjien oireita. Pölyn toksisuuden todennäköisin lähde on tiloissa käytetyt linoleumlattian hoitoon käytetyt kemikaalit.

Maanvastaisella seinustalla sijaitsevat tilat arvioitiin pääosin merkittävän tai kohtalaisen riskin tiloiksi. Muissa tiloissa riskitaso oli pääosin alhaisempi (liite 4).

Jatkotutkimukset keskitettiin pohjoisseinustalle psykologin huoneeseen, tilaan 179 sekä ulkoseinärakenteeseen. Ulkosokkelin patolevyrakenteessa ja maan vietossa havaittiin puutteita. Puutteet eivät kuitenkaan olleet johtaneet seinärakenteen kastumiseen, koska sokkelin juurella oli maanpinnasta salaojaputkeen asti ulottuva hyvin läpäisevä sorakerros. Seinän vauriottomuus varmistettiin sisäpuolelta otetulla, maanpinnan alapuolisella seinän eristemateriaalinäytteellä tilasta 179.

Pohjoisseinustan tiloista tehdyt pintakosteusmittaukset antoivat viitteen siitä, että lattia- ja seinärakenteet olivat kuivia. Viiltomittaukset osoittivat lattialaatan olevan kuivan ja lattiapinnoitteen alapuolisen hajun olevan normaali. Formaldehydi- ja ammoniakkimittausten tulokset sulkivat pois kastuneiden lattia- ja seinärakenteiden mahdollisuuden. Kuitumittaus ei osoittanut haittaa. Rikkivetymittausten tuloksissa havaitut pitoisuudet eivät todennäköisesti selitä oireilua eivätkä oireiden keskittymistä pohjoisseinustan tiloihin. Ilmamäärämittausten perusteella psykologin huoneessa oli poistoilmamäärä oli 9 l/s suurempi kuin tuloilmamäärä. Kyseisessä huoneessa on hallitsemattomien tuloilmavirtojen mukana kulkevien altisteiden mahdollisuus. Muissa tiloissa vastaavaa poikkeamaa ei havaittu.

Pohjoisseinustan tiloissa lattiamateriaalina oli linoleum ja muissa tiloissa muovimatto. Aistinvaraisesti havainnoituna linoleumia sisältävissä huoneissa oli selvä tunkkainen haju toisin kuin PVC-mattoa sisältävissä tiloissa. Tilankäyttäjät yhdistivät tunkkaisen hajun oireiluun. Lattiamatosta otetuissa bulk-emissionäytteissä linoleumlattian päästöistä kolmasosa oli aldehydejä, jotka indikoivat linoleumin hajoamista. Muovimaton päästöissä ei havaittu selkeitä poikkeamia. Linoleumlattian hajoaminen on todennäköisin selitys kohteessa koetuille oireille.

Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston osittainen kopioiminen ilman Inspector Sec Oy:n lupaa on kielletty.

info@inspectorsec.fi, www.inspectorsec.fi, Y-tunnus 2024498-5

INSPECTOR
SEC
R

www.inspectorsec.fi



Linoleumlattiat olivat silmämääräisesti arvioiden kuluneita ja paikoin oli tapahtunut värimuutoksia. Linoleum on materiaalina erittäin vaurioherkkää. Vaurioituminen voi johtua esim. materiaalille sopimattomista siivousaineista (esim. alhainen tai korkea pH tai vahvat kemikaalit) tai pinnan kulumisesta ja kastumisesta.

Toimenpide-ehdotukset on käsitelty kokonaisuudessaan kappaleessa 12. Tiivistelmä toimenpide-ehdotuksista:

- linoleumlattioiden vaihto tutkitun siiven pohjoisseinustan tiloissa
- patolevyn nosto maanpinnan yläpuolelle
- psykologin huoneen hallitsemattomien tuloilmavirtojen selvitys ja korjaaminen
- ilmanvaihdon ilmamäärien ja paine-erojen säätö tutkimusalueella
- ilmanvaihdon säätö esim. puoliteholle öisin ja viikonloppuisin
- siivouksen vaikuttavuuden parantaminen toimintaohjeistuksia täsmentämällä, muuttamalla ja/tai resursseja lisäämällä
- hajulukkojen säännöllinen kastelu (vastuuhenkilön nimeäminen tilankäyttäjien joukosta), hajulähteiden kartoitus tarvittaessa
- korjausten jälkeen pohjoisseinustan tiloihin suositellaan pölyttömäksi siivousta

Neljällä tilankäyttäjällä oli viitteitä lisääntyneestä oireiluerkkyydestä. Näiden henkilöiden osalta tulee ottaa huomioon, että oireilu voi jatkua korjauksista huolimatta. Mikäli oireilu jatkuu korjausten jälkeen, herkistyneiden henkilöiden tiloihin suositellaan hankittavaksi aktiivihilisuodattimella varustetut ilmanpuhdistimet.

Kohteeseen suositellaan käyttäjäkyselyn uusimista 0,5-1 vuotta korjausten jälkeen korjausten vaikuttavuuden ja jatkotoimenpidetarpeen selvittämiseksi.

Mikäli korjaustoimenpiteitä ei voida suorittaa ennen seuraavan lukukauden alkua, pohjoisseinustan tiloihin suositellaan aktiivihilillä varustettua ilmanpuhdistusta ja siihen liittyvää jatkuvaa vaikuttavuuden seuranta syyslukukauden alusta lähtien.

Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston osittainen kopioiminen ilman Inspector Sec Oy:n lupaa on kielletty.
info@inspectorsec.fi, www.inspectorsec.fi, Y-tunnus 2024498-5

INSPECTOR
SEC
R

www.inspectorsec.fi



Sisällysluettelo

1. Tutkimuksen tausta	6
2. Tutkimuksen tavoitteet	7
4. Tutkimuksen toteutus.....	8
5. Rakenneanalyysi	9
6. Tilankäyttäjien kokemat aistinvaraiset havainnot ja oireet	10
6.1 Tilankäyttäjien aistinvaraiset havainnot.....	10
6.2 Tilankäyttäjien kokemat oireet.....	10
7. Mittaustulokset ja havainnot	11
7.1 Tilojen solutoksikologiset mittaukset.....	11
7.2 Kohteessa tehdyt havainnot.....	11
7.3 Jatkotutkimukset ja -mittaukset.....	11
8. Korrelaatioanalyysit.....	13
9. Tilojen riskiluokitus.....	15
10. Mittaustulosten ja havaintojen yhteys koettuihin oireisiin	16
11. Asiantuntija-analyysi.....	17
12. Toimenpide-ehdotukset	19
13. Liitteet.....	22
14. Allekirjoitus.....	22



Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston osittainen kopioiminen ilman Inspector Sec Oy:n lupaa on kielletty.

info@inspectorsec.fi, www.inspectorsec.fi, Y-tunnus 2024498-5

1. Tutkimuksen tausta

Tutkimuskohde	Veikkolan koulu Kisapolku 7 02880 Veikkola (Kirkkonummi)
Työn tarkoitus	Tilakohtainen riskianalyysi, sisäilmahaitan vähentämiseen tähtäävien toimenpiteiden tarvearviointi
Toimeksiantaja	Kirkkonummen kunta Risto Utriainen Ervastintie 2 02400 Kirkkonummi
Tutkimuksen ajankohta	28.11.14 - 26.5.2015
Tutkimuksen suorittaja	Inspector Sec Oy Kääpätie 3 90820 Haukipudas Y-tunnus 2024498-5
Raportin laatija	Mikko Salin, tuotepäällikkö, FT Karoliina Linna, DI, RTA
Jakelu	Toimeksiantaja,0 Inspector Sec Oy:n arkisto



Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

2. Tutkimuksen tavoitteet

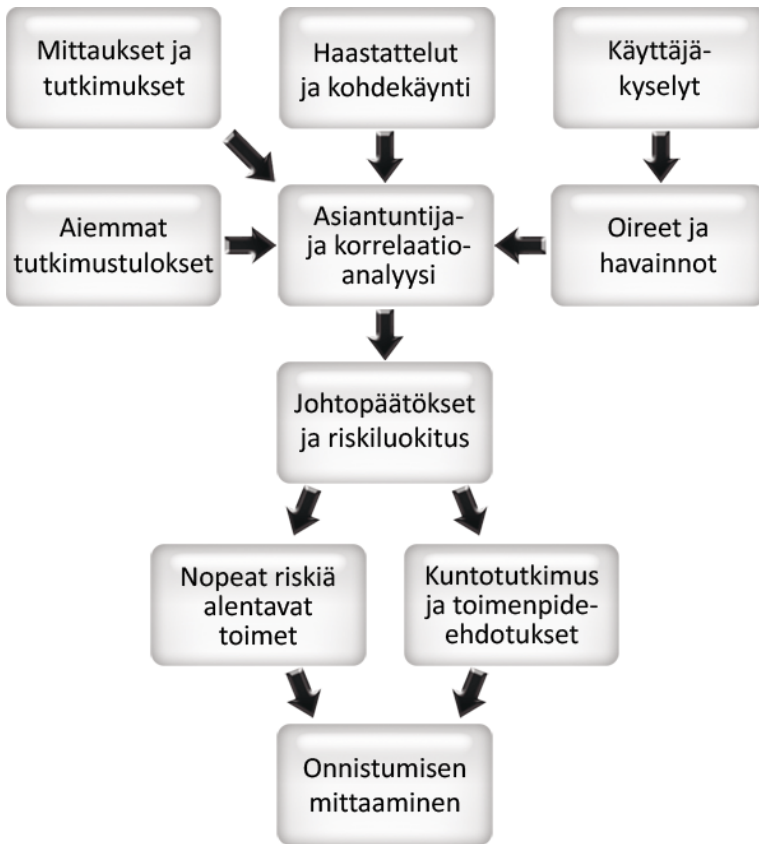
Tutkimuksen tarkoituksena on antaa riskinhallinnallisia työkaluja esim. sisäilmaryhmien, kiinteistön hallinnasta vastaavien tahojen, työterveysvastuuhenkilöiden, poliittisten päätöksentekijöiden ja/tai muiden päättäjien käyttöön. Tämä toteutetaan arvioimalla tilojen käytöstä aiheutuvaa terveydellistä riskiä ja tarvittavien haitanvähentämistoimenpiteiden laajuutta. Tarkoituksena on myös toimia apuvälineenä varsinaisille rakennuksen kuntotutkimuksille, jotta toimenpiteet voidaan kohdentaa sekä määritellä niiden laajuus tilankäyttäjien terveys huomioiden. Tutkimuksen tuloksena tilat luokitellaan käytettävyydesturvallisuuden mukaan sietämättömän, merkittävän, kohtalaisen, siedettävän ja merkityksettömän riskin tiloihin. Saatua tietoa hyödynnetään välittömän sisäilmahaitan vähentämisessä ja työolosuhteiden parantamisessa.

Nopeita sisäilmahaitan vähentämistoimia tarvitaan, kun sisäilmahaitan riskiluokitus on sietämätön, merkittävä tai kohtalainen. Näiden toimien tarkoituksena on vähentää tiloissa koettavia haittoja ja antaa lisää aikaa käynnistää sisäilmahaitan pysyvän vähentämisen prosessi.

Sisäilmahaitan pysyvän vähentämisen osalta tutkimuksen tavoitteena on paikantaa tilat, joissa on kohonnut riski haitallisen päästölähteen esiintymiselle. Samalla tavoitteena on ohjata rakennuksen parantamistoimenpiteitä siten, että sisäilman laatu saadaan käyttötarkoitusta vastaavaksi sietämättömän, merkittävän ja kohtalaisen riskin tiloissa.

Toisinaan tutkimuksessa käy ilmi, että tutkimuskohde on sairastuttava ja sellaisessa elinkaaren vaiheessa, ettei sitä kannata enää tutkia tai korjata. Tällöin tavoitteena on antaa ohjeet, joilla minimoidaan tilankäyttäjien sairastumisriski siirtymävaiheen aikana.

3. Tutkimuksen toteutus ja tutkimusmenetelmät



Kuva 1. Tilakohtaisen riskianalyysin periaate.

Tutkimusmenetelminä käytettiin käyttäjäkyselyä, pyyhintäpölystä tehtäviä solutoksikologisia mittauksia, havaintoja, haastatteluita, pintakosteus-, viilto-, bulkemissio-, VOC-, formaldehydi-, ammoniakki- ja viemärikaasu-, ilmamäärä-, painero-, mittauksia sekä materiaalinäytteitä ja kuntotutkimuksellisia toimia. Tutkimusmenetelmät on kuvattu tarkemmin liitteissä 1 ja 2.

4. Tutkimuksen toteutus

Tutkimus suoritettiin 28.11.14 - 26.5.2015. Kyseessä oli 10 tilan osatutkimus siivestä, josta oli tullut valituksia. Solutoksikologisia mittauksia varten kerättiin 10 pyyhintäpölynäytteitä (näytteenotto on kuvattu liitteessä 5), joista kaikista saatiin tulos. Käyttäjäkysely tehtiin tutkimusalueella työskentelevälle ja vastikään työskennelleelle henkilökunnalle. Haastattelut tehtiin selvityksen kannalta

Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston osittainen kopioiminen ilman Inspector Sec Oy:n lupaa on kielletty.

info@inspectorsec.fi, www.inspectorsec.fi, Y-tunnus 2024498-5

keskeisille henkilöille (tekninen johtaja, rehtori ja siivoustyön ohjaaja). Lisäksi haastateltiin 4 tilankäyttäjää.

5. Rakenneanalyysi

Maanpinta

Rakennus sijaitsee loivassa rinteessä ja tutkittava osa rakennusta on suurelta osin maanvastaista seinää. Osa maanvastaisesta seinästä sijaitsee hyvin lähellä esikoulurakennusta. Talvisin lumikinokset pakkautuvat osittain sokkeliä vasten ja aiheuttavat ylimääräistä kosteusrasitusta rakenteille.

Sokkeli

Rakennuksessa on betonisokkelimuuri anturalevennyksin. Sokkelissa on kivirouheinen päällyste, joka on osittain murentunut alareunasta pois. Maanvastaisen seinustan patolevy on noin 20 cm maanpinnan alapuolella. Kohdekäynnillä oli myös huomattavissa, että tutkittavan siiven seinustalla maa-aines on osassa rakennusta kiinni sokkelissa. Rakennuksen sokkeliin asti ulottuva kasvillisuuskerros sekä liian alas jäävä patolevy lisäävät riskiä sokkelin ja seinärakenteiden kosteus- ja mikrobivaurioille.

Ulkoerä

Ulkoseinä rakenne tutkittavassa siivessä on rakennepiirustusten mukaan tiili-villa-betoni. Porareikämittaus osoitti, että rakenne on todellisuudessa tiili-styroksi-betoni. Joka kolmas tiilirivi on jätetty saumasta auki ulkopuolella.

Lattia

Alapohjarakenne on rakennepiirustusten mukaan maanvastaista betonilaattaa eli sisäpuolisen muovimaton alla on betonilaatta, sitkeä paperi höyrinsulkuna, eristeenä EPS ja tämän jälkeen sora ja perusmaa. Lattiarakennetta ei tarkastettu rakenneavauksin. Lattiat ovat maanvastaisella seinustalla 35 cm alempana kuin ulkopuolinen maanpinta. Putkikanaalit sijaitsevat lattian alla.

6. Tilankäyttäjien kokemat aistinvaraiset havainnot ja oireet

6.1 Tilankäyttäjien aistinvaraiset havainnot

Kaikkien 15 kyselytutkimukseen osallistuneen henkilön vastaukset otettiin huomioon aistinvaraisten havaintojen osalta.

Viemärin hajusta raportoi 9 henkilöä. Havaintoja tuli eri puolilta rakennusta, mutta useimmiten wc -tiloista tai muista vesipisteitä sijaitsevista paikoista.

Kemikaalin hajusta tuli ilmoitus tilan 193 varastosta, tilasta 179 sekä aulaista terveydenhoitajan huoneen läheisyydestä.

Homeen tai maakellarin hajusta tuli kaksi havaintoa, jotka kohdistuivat tilaan 179 sekä aulaan ja sen lähetyvillä oleviin wc-tiloihin.

Tunkkaisuudesta tuli 11 ilmoitusta. Tiloista 181 ja 188 tuli kummastakin yksi ilmoitus tunkkaisuudesta sekä tilasta 179 tuli 2 tunkkaisuusilmoitusta ja tilasta 172 tuli 3 ilmoitusta. Muita havaintoja ei kohdistettu yksittäisiin tiloihin. Kaikki mainitut tilat sijaitsevat maanvastaisella seinustalla ja niissä on linoleumlattia.

Enemmistö vastaajista koki rakennuksen ilmankosteuden sopivaksi (8 vastaajaa) ja osa liian matalaksi (7 vastaajaa). Lämpötila koettiin useimmiten heittelevän voimakkaasti (9 vastaajaa). Valaistus oli sopivaa 13 vastaajan mielestä ja 2 mielestä liian hämärää (molemmat tilasta 191). Käyttäjistä 60 % koki tilat jonkin verran pölyisiksi ja loput 40 % pitivät tiloja erittäin pölyisinä.

6.2 Tilankäyttäjien kokemat oireet

Käyttäjäkyselyn vastaukset analysoitiin kaikkien vastaajien osalta. Vastauksia verrattiin ulkoiseen vertailuaineistoon (terveet suomalaiset koulurakennukset). Tuloksena on saatu lista vastaajilla yliesiintyvistä oireista riskisuhteineen, joka on esitetty liitteessä 6. Yliesiintyviä oireita koko tutkitussa henkilöstössä oli 27 kpl, mikä on tyypillistä keskivoimakkaan sisäilmahaitan kohteelle.

7. Mittaustulokset ja havainnot

7.1 Tilojen solutoksikologiset mittaukset

Solutoksikologisten mittausten tulokset on esitetty liitteessä 5. Erittäin todennäköisen haitan tiloja (pölyn toksisuutta kuvaava pitoisuus $EC_{50} \leq 6 \mu\text{g/ml}$) ei ollut yhtään. Todennäköisen haitan tiloja ($7 \leq EC_{50} \leq 12 \mu\text{g/ml}$) oli 5 kpl (50 %), mahdollisen haitan tiloja ($13 \leq EC_{50} \leq 18 \mu\text{g/ml}$) oli 5 kpl (50 %). Epätodennäköisen haitan tiloja ei ollut yhtään.

7.2 Kohteessa tehdyt havainnot

Kohdekäynnillä 14.1.2015 huomio kiinnittyi ulkona maanpinnan kallistuksiin sekä lumen pakkautumiseen sokkelin vierustoille. Lisäksi käynnin aikana ulkona oli voimakas viemärin haju. Myöhemmillä käynneillä hajua ei enää esiintynyt.

Myöhemmällä käynnillä havaittiin, että sokkelin vierustalla ei näkynyt patolevyä.

Sisällä rakennuksessa oli latioissa yhtenäistä linoleumlattiaa, paitsi aulassa, käytävässä ja tiloissa 182, 191 sekä 193, joissa oli muovimatto lattiamateriaalina. Maanvastaisella seinustalla olevat tilat, erityisesti tilat 172 ja 179, olivat kauttaaltaan erittäin tunkkaisia ja aiheuttivat oireita nopeasti. Ilmanvaihto oli aistinvaraisesti havainnoituna riittämätöntä koko rakennuksessa. Haastatteluissa tuli ilmi ensisijaisesti ilmanvaihdon toimimattomuus, tunkkaisuus ja oireilu maanvastaisella seinustalla.

Käynnin aikana kiinnitettiin huomiota puutteelliseen siivoukseen. Siivouksen ongelmat tulivat esille myös haastatteluissa.

7.3 Jatkotutkimukset ja -mittaukset

Oirekuvien, mittaustulosten ja havaintojen perusteella suoritettiin jatkotutkimuksia. Maanvastaisen seinustan kaikista tiloissa painesuhteet mitattiin ulkoseinän yli sekä sisäseinän yli käytävään (liite 4). Painesuhteet vaihtelivat tilojen välillä hyvin paljon ja antoivat viitteitä havaintojen tapaan epätasapainoisesta ilmanvaihdosta. Esim. tila 190 oli mittaushetkellä yli 10 Pa ylipaineinen. Tutkimuksissa kävi ilmi, että

Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston osittainen kopioiminen ilman Inspector Sec Oy:n lupaa on kielletty.

info@inspectorsec.fi, www.inspectorsec.fi, Y-tunnus 2024498-5

ilmanvaihto on pois päältä iltaisin ja viikonloppuisin. Haastatteluiden mukaan ilmanvaihtolaitteet menevät spontaanisti pois päältä myös muina aikoina.

Tilan 172 osalta mitattiin myös ilmamäärät, jotka osoittivat tilan olevan lievästi ylipaineinen (liite 4). Tuloilmamäärä oli 6 l/s ja poistoilmamäärä 15 l/s, joten tilaan tulee jostakin merkittäviä hallitsemattomia tuloilmavirtauksia. Tila oli tunkkainen.

Maanvaraisen seinämän huoneiden seinä- ja lattiapinnat tutkittiin pintakosteusmittarilla (liite 4). Viitteitä kohonneesta pintakosteudesta ei saatu eikä aistinvaraisella tarkastelulla huonepinnoissa havaittu muitakaan poikkeamia. Kaikkien huoneiden seinä- ja lattiakosteuspitoisuudet olivat normaaleja.

Viiltomittauksissa (liite 4, terveydenhoitaja, psykologi, 179, 181, 188 ja 190) ei havaittu merkittävästi kohonneita lattiakosteuksia. Haju lattiamaton alla oli normaali kaikissa tapauksissa. Tämä viittaa siihen, että lattiakosteudet eivät ole kohonneet missään vaiheessa rakennuksen käyttöiän aikana niin korkealle, että hajoamistapahtuma olisi lähtenyt käyntiin alapuolelta.

Lattiamateriaalista otettiin kaksi bulk-emissionäytettä (liitteet 4 ja 12, tilat 179 ja 182). Kokonais-VOC-pitoisuudet olivat pieniä kummassakin näytteessä, mutta tilan 179 linoleummatossa oli kolmasosa aldehydejä, jotka viittaavat linoleumin hajoamiseen. Tilan 182 PVC-mattonäytteessä ei havaittu poikkeamia.

Tilasta 179 otettiin lisäksi VOC-, formaldehydi- ja ammoniakkinäytteet ilmasta (liitteet 4, 8, 9 ja 10). Raja-arvot eivät ylittyneet minkään yhdisteen osalta, mutta ilmasta otetussa VOC-näytteessä aldehydien suhteellinen osuus oli lähes yhtä suuri kuin bulk-emissionäytteessä, mikä osoittaa aldehydien haihtuvan tehokkaasti ilmaan. Tulokset viittaavat siihen, että lattialaatan, seinän ja katon materiaalit eivät päästä ilmaan merkittäviä määriä terveydelle haitallisia yhdisteitä.

Tilasta 179 tehtiin kuitumittaus (liite 11). Näytteessä ei havaittu mineraalivillakuituja.

Tilasta 179 tehtiin myös viemärikaasumittaukset (rikkivety ja metaani, liite 7). Pitoisuudet olivat mittausaikana niin pieniä, etteivät ne todennäköisesti ole

Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston osittainen kopioiminen ilman Inspector Sec Oy:n lupaa on kielletty.

info@inspectorsec.fi, www.inspectorsec.fi, Y-tunnus 2024498-5

INSPECTOR
SEC
R

www.inspectorsec.fi



merkittäviä oireiden aiheuttajia. Tulos puhuu tilankäyttäjien tekemiä aistinvaraisia havaintoja vastaan. Samoin ensimmäisellä kohdekäynnillä havaittua voimakasta viemärinhajua ulkoilmassa ei tuloksista päätellen esiintynyt mittausaikana.

Rakennuksen ulkopuolella sokkelin vierusta kaivettiin auki patolevyn, salaojituksen ja kapillaarikatkojen tarkastamiseksi. Patolevy löytyi, mutta se oli virheellisesti 20 cm maanpinnan alapuolella. Salaojitus löytyi ja se oli rakenteeltaan ja sijainniltaan asianmukainen. Salaojan tarkistuskaivot olivat kuivia. Maa vietti pohjoisseinustalla sokkeliä kohti. Hyvin läpäisevä sorakerros salaojiin asti on havaintojen mukaan estänyt sokkeliä kastumasta merkittävästi. Ulkoseinän eristetilän kunto tarkastettiin sisäpuolelta tehdyllä porareikämittauksella sekä materiaalinäytteellä. Piirustuksissa ulkoseinän eristemateriaaliksi oli mainittu mineraalivilla, mutta todellisuudessa eristeenä oli käytetty styroxia. Porareikämittauksessa ei havaittu eristetilasta tulevia poikkeavia hajuja eikä vaurioita ulkoseinän styrox-eristeessä.

8. Korrelaatioanalyysit

Korrelaatioanalyysissä pyrittiin selvittämään, korreloivatko käyttäjäkyselystä saadut terveydelliset parametrit mittaustulosten ja havaintojen kanssa. Terveysteen liittyviä parametreja verrattiin ulkoiseen vertailuaineistoon. Lisäksi tehtiin tutkimusalueen sisäinen korrelaatiotarkastelu.

Sisäinen korrelaatioanalyysi

Sisäisessä korrelaatiotarkastelussa löydettiin merkittävä yhteys oireilun, linoleumlattioiden, tunkkaisuuden ja toksisuustulosten välillä. Muuta mitattua dataa oli niin vähän, että luotettavaa vertailua ei voitu tehdä niiden suhteen.

Tunkkaisuushavainnot keskittyivät eriasteisina juuri linoleumia sisältäviin tiloihin. Muovimattoa sisältävistä tiloista tunkkaisuushavaintoja ei tullut. Samoin toksiset pölynäytteet ($EC_{50} < 12,5 \mu\text{g/ml}$) osuivat kaikki maanvaraisen seinän tiloihin. Linoleumia sisältävissä tiloissa ainoastaan psykologin huoneen pölynäyte ei ollut selvästi toksinen. Muovimattoa sisältävissä tiloissa ei ollut toksista pölyä.

Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston osittainen kopioiminen ilman Inspector Sec Oy:n lupaa on kielletty.

info@inspectorsec.fi, www.inspectorsec.fi, Y-tunnus 2024498-5

Tunkkaisuus johtuu hajuhavaintojen perusteella ensisijaisesti linoleumlattiasta ja toissijaisesti puutteellisesta ilmanvaihdosta. Pölynäytteiden toksisuus voi mahdollisesti johtua linoleumlattiassa käytetystä vahasta, jossa on käytetty säilöntäaineena herkistäviä isotiatsolinoneja. Isotiatsolinonit ovat erittäin herkistäviä kemikaaleja, joiden esiintyvyys näkyy käytetyssä testissä.

Taulukossa I on esitetty sisäinen korrelaatioanalyysi linoleumia sisältävien tilojen ja muiden tilojen välillä.

Taulukko I. Terveysperusteinen sisäinen korrelaatioanalyysi linoleumlattiaa sisältävien tilojen ja muiden tilojen välillä.

	Linoleumlattiaa sisältävät tilat**	Muut tilat***
Kriteerit* täyttäviä vastaajia (kpl)	10	5
Yliesiintyviä oireita (kpl)	27	1
Voimakkaita oirekuvia (%)	30	20
Oiresumma (ka)	20	11
Rakennukseen liitettyjä oireita (kpl, ka)	7,9	3,2
Sairauslomat 12 kk (ka)	8,8	3,2

*1) vastaaja viettää vähintään 7 h/vk tutkittavassa rakennuksessa, 2) vastaaja on työskennellyt rakennuksessa vähintään vuoden ja 3) vastaaja ei ole raskaana.

** Hammashoitola, terveydenhoitaja, psykologi, 179, 181, 188, 190

*** Apulaisrehtori, liikuntasali, 182, 191, 193. Huom! Ryhmän koko <10 henkilöä, jolloin tilastollinen epävarmuus on kohonnut merkittävästi.

Taulukon I tuloksista nähdään selvästi, että linoleumia sisältävissä tiloissa koetaan merkittävästi enemmän terveydellistä haittaa muihin tiloihin verrattuna.

Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston osittainen kopioiminen ilman Inspector Sec Oy:n lupaa on kielletty.

info@inspectorsec.fi, www.inspectorsec.fi, Y-tunnus 2024498-5

Vertaaminen ulkoiseen vertailuaineistoon

Taulukon I tuloksia voidaan verrata myös ulkoiseen vertailuaineistoon (terveet suomalaiset koulurakennukset). Linoleumia sisältävien tilojen osalta vertailu voidaan tehdä, mutta muiden tilojen tuloksiin liittyy lisääntyntä tilastollista epävarmuutta, koska aineiston koko on alle 10 henkilöä.

Linoleumlattiaa sisältävissä tiloissa on yliesiintyvien oireiden ja oiresumman perusteella keskivoimakas sisäilmaongelma. Voimakkaiden oirekuvien perusteella kyseisissä tiloissa on voimakas sisäilmaongelma. Sairauslomat ovat kuitenkin alle valtakunnallisen keskiarvon (n. 1 pv/kk).

Muissa kuin linoleumia sisältävissä tiloissa terveydelliset parametrit asettuvat verrokkiryhmän tasolle tai lievän sisäilmahaitan tasolle. Poikkeuksena on voimakkaiden oirekuvien osuus, joka on tyypillinen keskivoimakkaan haitan kohteille. Todennäköisesti kyse on herkistyneestä henkilöstä, joka oireilee voimakkaasti niissäkin tiloissa, joissa muut henkilöt eivät oireile.

9. Tilojen riskiluokitus

Tilojen riskiluokitus tehtiin standardin BS8800 mukaisesti (liite 1) käyttäen työsuojeluhallinnon käyttämää 5-portaista riskiluokitusasteikkoa. Tilakohtaiset riskiluokitukset on koottu taulukkoon II. Riskiluokituksissa on huomioitu tilan käyttötarkoitus (altistumisaika). Tämä tarkoittaa sitä, että niissä tiloissa, joissa oleskellaan paljon, on mahdollisesti yhtä astetta korkeampi luokitus kuin niissä tiloissa, joissa oleskellaan merkittävästi vähemmän vaikka kokonaishaitta arvioitaisiinkin muuten samaksi.

Taulukko II. Tilakohtainen riskiluokitus.

Riskiluokitus	Tilat	Tiloja
Sietämätön riski	-	0 kpl (0 %)
Merkittävä riski	171, 172, 179, 188	4 kpl (40 %)
Kohtalainen riski	181, 190, 191	3 kpl (30 %)
Siedettävä riski	182, 193	2 kpl (20 %)
Merkityksetön riski	aula	1 kpl (10 %)
Tutkittuja tiloja yhteensä		10 kpl

10. Mittaustulosten ja havaintojen yhteys koettuihin oireisiin

Seuraavana on arvioitu merkityksellisyysjärjestyksessä tutkituista tiloista tehtyjen havaintojen, haittatekijöiden ja mittaustulosten yhteyttä koettuihin oireisiin:

- Linoleumlattia.** Mittaustulosten ja aistinvaraisten havaintojen perusteella linoleumlattia on hajonnut yläpinnastaan. Haitalliset VOC-päästöt ovat todennäköisesti merkittävin oireilun aiheuttaja kohteessa.
- Ilmanvaihto.** Haastattelutietojen perusteella ilmanvaihto pysäytetään kohteessa öiksi ja viikonlopuiksi. Lisäksi ilmanvaihto sammuu satunnaisesti usein. Käyttäjäkyselyvastausten ja aistinvaraisten havaintojen perusteella ilmanvaihto kohteessa oli riittämätön joka puolella rakennusta myös päiväkäyttöasennossa ollessaan. Riittämättömästä ilmanvaihdosta seuraa yleensä oireilua. Lisäksi ilmamäärissä ja paine-eroissa havaittiin puutteita.
- Pölyn toksisuus.** Toksista pölyä löytyi lähes kaikista linoleumlattiaa sisältävistä tiloista muttei mistään muista tiloista. Tiedetään, että jotkut yleisesti linoleumlattian käsittelyyn käytetyt kemikaalit ovat herkistäviä ja siittiötoksisia. Pölyn toksisuus voi olla peräisin näistä kemikaaleista. Toksinen pöly voi aiheuttaa herkille ihmisille oireita.
- Tunkkaisuus tai muut hajut.** Tunkkaisuudella tai muilla hajuilla on usein yhteys lisääntyneeseen oireiluun. Tässä kohteessa tunkkaisuushavainnot keskittyivät linoleumlattiaa sisältäviin tiloihin. Tutkimuksen johtopäätös on,

Analyyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston osittainen kopioiminen ilman Inspector Sec Oy:n lupaa on kielletty.

info@inspectorsec.fi, www.inspectorsec.fi, Y-tunnus 2024498-5

että tunkkaisuus johtuu ensisijaisesti materiaalipäästöistä ja toissijaisesti riittämättömästä ilmanvaihdosta.

5. **Viemärikaasut.** Mittausten mukaan pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei odotettavissa ole oireilua. Aistinvaraisia havaintoja oli kuitenkin runsaasti, joten viemärikaasuihin liittyvä oireilu on mahdollista herkillä henkilöillä.
6. **Pölyisyys.** Tilankäyttäjät kokivat tilat melko tai erittäin pölyisiksi. Pölyisyys voi aiheuttaa oireita. Tässä kohteessa oireita esiintyi merkittävästi rakennukseen liittyen vain silloin, kun pöly oli toksista.
7. **Homeen tai maakellarin haju.** Homeen haju viittaa mikrobiperäiseen vaurioon. Tässä kohteessa oli yksittäinen tilankäyttäjän havainto tilasta 179 sekä havainto aulan viereisistä wc-tiloista. Tukevia havaintoja ei kuitenkaan tullut, joten oireilun kannalta kyse on todennäköisesti merkityksettömästä asiasta.
8. **Ulkoseinä ja lattialaatta.** Ulkoseinässä ei ollut näkyvissä patolevyä. Lisäksi maa vietti sokkeliä kohti. Läpäisevästä sorakerroksesta johtuen sulamisvedet päätyvät pääosin salaojitukseen, eikä vaurioita ollut havaittavissa ulkoseinässä, eristeessä, sisäseinässä eikä lattiassa. Ulkoseinä ja lattialaatta eivät siis toimi haitallisina päästölähteinä.
9. **Kuidut.** Otetussa näytteessä ei ollut kuituja, joten ne eivät ole merkittäviä oireiden aiheuttajia tässä kohteessa.

11. Asiantuntija-analyysi

Tulosten mukaan maanvastaisen seinän puolella oli terveysperusteisesti huonompi tilanne kuin toisella puolella käytävää (esim. sairauslomia oli maanvastaisella sivulla 2,8-kertaisesti muihin tiloihin verrattuna). Ensimmäisessä vaiheessa pääasialliseksi syyksi epäiltiin maanvastaista seinää ja sulamis- ja sadevesien aiheuttamaa rakenteen vaurioitumista. Jatkotutkimuksissa tämä oletus voitiin sulkea pois ulkopuolisen rakenneavauksen, ulkoseinän porareikämittauksen ja

Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

materiaalinäytteen, lattian ja seinän pintakosteusmittausten, lattian viiltomittausten sekä ammoniakki- ja formaldehydimittausten perusteella. Samoin suljettiin pois kuitujen osuus oireiden aiheuttajana.

Bulk-emissio- sekä VOC-mittauksen perusteella todettiin linoleumlattian hajonneen tilassa 179. Aistinvaraisten havaintojen sekä oirekuvien perusteella vedettiin johtopäätös, että ongelma koskee kaikkia maanvaraisen seinän tiloja. Lattiasta nousevat päästöt ovat todennäköisesti merkittävin oireilua aiheuttava tekijä. Aistinvaraisten havaintojen ja viiltomittausten perusteella lattiamatto on vaurioitunut pinnasta, ei alapuolelta tulevan kosteuden vuoksi.

Bulk-emissiomittauksen, aistinvaraisten havaintojen ja oireiden perusteella tutkittavan alueen eteläpuolella (aula, 182, 191, 193) ei ollut lattiamateriaalin hajoamisongelmaa. Kyseisissä tiloissa lattiamateriaalina oli muovimatto.

Pölyn toksisuus keskittyi linoleumia sisältäviin tiloihin. Toksisuus on todennäköisesti peräisin käyttökemikaaleista tai materiaalipäästöistä. Materiaalipäästöt ovat usein pääasiassa kaasumaisia, joten käyttökemikaaleja epäillään ensisijaiseksi toksisuuden lähteeksi. Kokemuksen mukaan linoleumia sisältävissä tiloissa käytetään yleisesti esim. solutoksisia säilöntäaineita sisältäviä vahoja. Tätä pidetään todennäköisenä pölyn toksisuuden lähteenä.

Viemärikaasujen lähde oli tässä kohteessa hyvin todennäköisesti kuivuneet hajulukot. Viemärit voivat hajulukon kuivuessa toimia korvausilmälähteenä, jolloin usein oireilu tilassa lisääntyy. Mikäli viemärikaasuhaitta ei poistu hajulukkojen huoltamisella, hajun syy tulee kartoittaa tarkemmin.

Kaikissa tutkituissa tiloissa oli havaittavissa ilmanvaihdon ongelmia: ilmanvaihtokoneen käynti pelkästään päivisin, satunnaista sammumista, ilmamäärien epätasapainoa (psykologin huone), voimakasta ylipainetta (tila 190) ja ilmanvaihdon riittämättömyyttä.

Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston osittainen kopioiminen ilman Inspector Sec Oy:n lupaa on kielletty.

info@inspectorsec.fi, www.inspectorsec.fi, Y-tunnus 2024498-5

INSPECTOR
SEC
R

www.inspectorsec.fi



Ilmanvaihtokoneiden sammumisen syy tulee selvittää. Ilmamäärien epätasapaino, ylipaineisuus ja koettu ilmanvaihdon riittämättömyys johtuvat todennäköisimmin epäasianmukaisista ilmanvaihtokanaviston säädöistä ja/tai ilmanvaihtokoneiden kapasiteetin riittämättömyydestä.

Tutkituissa tiloissa viihtyvyyshaittaa aiheuttivat tilojen likaisuus sekä suuret lämpötilanvaihtelut.

12. Toimenpide-ehdotukset

Yleiset toimenpide-ehdotukset koko tutkitun siiven alueelle

- ilmanvaihtokoneiden käynnissä pysymisen varmistaminen
- ilmanvaihtokoneiden käyttö esim. puoliteholla myös iltaisin ja viikonloppuisin
- ilmamäärien ja paine-erojen säätö tutkimusalueella
- hajulukkojen säännöllinen kastelu viemärikaasun hajuhaitan poistamiseksi (vastuuhenkilön nimeäminen tilankäyttäjien joukosta)
- patolevyn nosto maanpinnan yläpuolelle
- siivouksen vaikuttavuuden parantaminen toimintaohjeistuksia täsmentämällä, muuttamalla ja/tai resursseja lisäämällä

27 %:lla vastaajista oli viitteitä lisääntyneestä oireiluerkkyydestä. Näiden henkilöiden osalta tulee ottaa huomioon, että oireilu voi jatkua korjaavista toimista huolimatta. Mikäli oireilu jatkuu korjausten jälkeen, herkistyneiden henkilöiden tiloihin suositellaan hankittavaksi aktiivihiiisuodattimella varustetut ilmanpuhdistimet.

Mikäli korjaustoimenpiteitä ei voida suorittaa ennen seuraavan lukukauden alkua, pohjoisseinustan tiloihin suositellaan riittävää aktiivihiihellä varustettua ilmanpuhdistusta ja siihen liittyvää jatkuvaa vaikuttavuuden seuranta syyslukukauden alusta lähtien.

Kohteeseen suositellaan käyttäjäkyselyn uusimista 0,5-1 vuotta korjausten jälkeen korjausten vaikuttavuuden ja jatkotoimenpidetarpeen selvittämiseksi.

Analyysi koskee vain tämän kohteen tuloksia.

© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston osittainen kopioiminen ilman Inspector Sec Oy:n lupaa on kielletty.

info@inspectorsec.fi, www.inspectorsec.fi, Y-tunnus 2024498-5

Tilakohtaiset toimenpide-ehdotukset**Taulukko III. Tilakohtaiset toimenpide-ehdotukset merkittävän riskin tiloihin.**

Merkittävän riskin tilat		
<p>Merkittävän riskin tiloissa on todennäköistä, että useilla tilankäyttäjillä on tiloihin liittyviä oireita. Tilojen käyttöä ei suositella ennen kuin riskiä on pienennetty haitan vähentämisen toimenpiteillä. Riskin pienentämiseen voidaan joutua osoittamaan huomattavia resursseja. Tilankäyttäjien suositellaan tarvittaessa käyvän työterveyslääkärillä, joka arvioi työpisteen vaihdon tarpeellisuuden ja tarvittavat terveydensuojelutoimenpiteet.</p>		
Löydetyt oireita lisäävät tekijät ja toimenpide-ehdotukset		
Tila	Löydetyt haittatekijät	Toimenpide-ehdotukset
Terveystoimittaja	Pölyn toksisuus, vaurioitunut lattiapinnoite, puutteellinen ilmanvaihto, voimakkaasti vaihteleva lämpötila, pölyisyys	Lattiapinnoitteen vaihto, siivouksen vaikuttavuuden parantaminen, ilmanvaihdon säätö, lopuksi pölyttömäksi siivous (liite 3)
Psykologi	Vaurioitunut lattiapinnoite, epätasapainoinen ilmanvaihto, pölyisyys, tunkkaisuus	Lattiapinnoitteen vaihto, vuotoilmareittien selvitys ja korjaaminen, siivouksen vaikuttavuuden parantaminen, ilmanvaihdon säätö, lopuksi pölyttömäksi siivous (liite 3)
179	Pölyn toksisuus, vaurioitunut lattiapinnoite, pölyisyys, kemikaalin ja homeen haju, tunkkaisuus	Lattiapinnoitteen vaihto, siivouksen vaikuttavuuden parantaminen, ilmanvaihdon säätö, lopuksi pölyttömäksi siivous (liite 3)
188	Pölyn toksisuus, vaurioitunut lattiapinnoite, pölyisyys, tunkkaisuus	Lattiapinnoitteen vaihto, siivouksen vaikuttavuuden parantaminen, ilmanvaihdon säätö, lopuksi pölyttömäksi siivous (liite 3)



Taulukko IV. Tilakohtaiset toimenpide-ehdotukset kohtalaisen riskin tiloihin.

Kohtalaisen riskin tilat		
Kohtalaisen riskin tiloissa oireilun mahdollisuutta ei voi sulkea kokonaan pois. Kohtalaisen riskin tiloissa on kiireetön toimenpidetarve. Lisäarviointi työterveyshuollon toimesta voi olla tarpeen haitan todennäköisyyden ja seurauksen tarkemmaksi toteamiseksi.		
Löydetyt oireita lisäävät tekijät ja toimenpide-ehdotukset		
Tila	Löydetyt haittatekijät	Toimenpideohje
181	Pölyn toksisuus, vaurioitunut lattiapinnoite, pölyisyys, tunkkaisuus	Lattiapinnoitteen vaihto, siivouksen vaikuttavuuden parantaminen, ilmanvaihdon säätö, lopuksi pölyttömäksi siivous (liite 3)
190	Pölyn toksisuus, vaurioitunut lattiapinnoite, tunkkaisuus, pölyisyys	Lattiapinnoitteen vaihto, siivouksen vaikuttavuuden parantaminen, ilmanvaihdon säätö, lopuksi pölyttömäksi siivous (liite 3)
191	Voimakkaasti vaihteleva lämpötila, liian hämärä valaistus, pölyisyys	Valaistuksen parantaminen, siivouksen vaikuttavuuden parantaminen, ilmanpuhdistimen hankinta

13. Liitteet

- Liite 1. Riskianalyysimenettelyt sisäilmaperäisten riskien tunnistuksessa
- Liite 2. Riskianalyysissä käytetyt menetelmät
- Liite 3. Siivoustyön ohje sisäilmaongelmaisiin kohteisiin
- Liite 4. Riskianalyysikartta sekä bulk-emissio-, pintakosteus-, viiltomittaus-, VOC-, formaldehydi- ja ammoniakki- sekä paine-eromittausten mittauspaiikat
- Liite 5. Pölyn solutoksikologisten mittausten tulokset
- Liite 6. Yliesiintyvät oireet
- Liite 7. Rikkivetymittaus tilasta 179
- Liite 8. Analyysivastaus sisäilman VOC tilasta 179
- Liite 9. Analyysivastaus sisäilman ammoniakki tilasta 179
- Liite 10. Analyysivastaus sisäilman formaldehydi tilasta 179
- Liite 11. Analyysivastaus kuitumittauksen tulokset tilasta 179
- Liite 12. Analyysivastaus bulk-emissiotulokset tiloista 179 ja 182
- Liite 13. Analyysivastaus ulkoseinän eristeen mikrobinäyte tilasta 179

14. Allekirjoitus

Oulussa, 26.5.2015

Mikko Salin, FT

Tuotepäällikkö

Inspector Sec Oy

Puhelin: 045 866 2929

Sähköposti: mikko.salin@inspectorsec.fi



Liite 1. Riskianalyysimenettelyt sisäilmaperäisten riskien tunnistamisessa

1. Riskianalyysimenetelmän perustana olevat säädökset ja standardit

Tilakohtainen riskianalyysi vastaa työturvallisuuslain 8 § ja 10 § asettamiin vaatimuksiin ja pyrkii lisäksi vastaamaan tulevan asumisterveysasetuksen (2014) linjauksiin. Riskinarviointimenettelyt perustuvat standardissa BS8800 esitettyyn riskitaulukkoon (Taulukko 1).

Työturvallisuuslain asettamia vaatimuksia

Työturvallisuuslain 8 §:n mukaan työnantaja on velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Työnantajan on otettava huomioon työhön, työolosuhteisiin ja muuhun työympäristöön samoin kuin työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat. Työnantajan on jatkuvasti tarkkailtava työympäristöä, työyhteisön tilaa ja työtapojen turvallisuutta. Työnantajan on myös tarkkailtava toteutettujen toimenpiteiden vaikutusta työn turvallisuuteen ja terveellisyys.

Työturvallisuuslain (738/2002) 10 §:n mukaan työnantajalla on velvollisuus selvittää ja tunnistaa työtilasta, muusta työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät sekä, milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle. Jos työnantajalla ei ole ko. toimintaan tarvittavaa riittävää asiantuntemusta, hänen on käytettävä ulkopuolisia asiantuntijoita. Työnantajan on varmistettava, että asiantuntijalla on riittävä pätevyys ja muut edellytykset tehtävän asianmukaiseen suorittamiseen.

Yksityiskohtaisempia vaatimuksia antavat lisäksi pykälät 32, 33, 37, 38, 39, 40, 49 ja 50. Näiden vaatimusten täyttämistä varten työnantaja tarvitsee avukseen laaja-alaista ja luotettavaksi todistettua sisäilmariskien arviointiin soveltuvaa työkalua.

Asumisterveysasetuksen* 2014 asettamia vaatimuksia

3 § Asunnon ja muun oleskelutilan fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia tekijöitä koskevat yleiset arviointiperusteet:

”Sovellettaessa tämän asetuksen mukaisia asunnon ja muun oleskelutilan fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia tekijöitä on mainittujen arvojen lisäksi otettava huomioon altistuksen esiintymisen todennäköisyys, mahdollisuudet muutoin välttyä altistukselta, haitan poistamisen mahdollisuudet ja poistamisesta aiheutuvat olosuhteet sekä haitan kokonaisarviointi ja merkitys altistuneelle henkilölle.”



”Sovellettaessa tämän asetuksen fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia tekijöitä koskevia vaatimuksia asuntoon ja muuhun oleskelutilaan rakennuksen tai sen osan korjauksen tai muutostyön aikana, on otettava huomioon erityisesti altistuksen kesto ja terveyshaitan toteutumisen riski.”

**Asetus on luonnosvaiheessa*

Standardin BS8800 mukainen menettely riskinarvioinnille

Riskin suuruus voidaan arvioida standardissa BS8800 esitetyn riskitaulukon mukaisesti (Taulukko 1). Seurausten vakavuus ja haitan todennäköisyydet luokitellaan molemmat kolmiportaisella asteikolla, jolloin saadaan riskiluokitukset. Riskin suuruus saa pienimmillään arvon 1 (merkityksetön riski) ja suurimmillaan arvon 5 (sietämätön riski).

Todennäköisyys	Seuraukset		
	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	1 Merkityksetön riski	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski
Mahdollinen	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski
Todennäköinen	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski	5 Sietämätön riski

Taulukko 1. Standardin BS8800 mukainen riskiluokitusmenettely.
(Kuva: Riskien arviointi työpaikalla -työkirja, 8. painos, 2013, TTK)

2. Riskianalyysimenetelmä sisäilmaperäisen haitan tunnistamisessa

Tiedonhankinta ja vaaratekijöiden tunnistaminen

Riskianalyysi alkaa vaaratekijöiden ja terveysoireiden tunnistamisella. Alussa tutustutaan kohteeseen ja suoritetaan ensimmäiset tutkimukset. Kaikista käytössä olevista tiloista tehdään solutoksikologiset mittaukset laskeutuneelle pölylle ja mahdollisesti myös mikrobeille. Selvitysvaiheessa tilankäyttäjät sitoutetaan tutkimukseen teettämällä heille käyttäjäkysely. Tilankäyttäjien lisäksi haastatellaan avainhenkilöitä, kuten henkilöstöjohtajaa, teknistä johtajaa/kiinteistöpäällikköä, kiinteistöhoitajaa ja siivojaa. Selvitysvaihe antaa paljon tietoa tilankäyttäjien terveydellisestä tilanteesta ja sen liittymisestä rakennukseen, työyhteisön

kriisiytymisvaarasta, rakennuksen ja yksittäisten tilojen historiasta, tahtotilasta ratkaista sisäilmaongelma sekä altisteiden luonteesta ja haitanaiheuttamiskyvystä.

Selvitysvaiheen perusteella voidaan usein sulkea pois paljon erilaisia haitanaiheuttajia. Riskianalyyseissa käytetään poissulkuperiaatetta, jolloin lähtöoletuksena on, että tutkittava tila sisältää kaikki tunnetut oireilun aiheuttajat sekä lisäksi tuntemattomia oireilun aiheuttajia. Tunnetut vaaratekijät suljetaan pois yksi kerrallaan. Sisäilmaoperäisten vaaratekijöiden tunnistamisessa käytetään poissulkuperiaatetta aina kun mahdollista.

Selvitysvaiheen avulla voidaan valita varsinaiset kemialliset ja fysikaaliset mittausten menetelmät ja kohdentaa ne todennäköisiin paikkoihin. Inspector Sec Oy käyttää vaarantunnistuksessa muun muassa solutoksikologisia mittauksia laskeutuneesta pölystä ja mikrobeista, VOC-analyysia, rikkivetymittauksia (viemärikaasut) ja fysikaalisia mittauksia. Näitä ovat muun muassa ilmamäärä-, paine-ero-, hiukkaspitoisuus-, lämpötila-, ilmankosteus-, hiilidioksidimittaukset.

Korrelaatioanalyysit

Poissulkuvaiheen jälkeen haitanaiheuttajien haitanaiheuttamiskyky tutkitaan tilakohtaisesti. Tähän käytetään sisäistä korrelaatioanalyysia. Korrelaatioanalyysissa tutkitaan, koetaanko niissä tiloissa enemmän haittoja, joista tunnistettiin jokin vaaratekijä. Korrelaatioanalyysissa käytetään kehittyneitä monimuuttuja-analyysimenetelmiä (esim. regressioanalyysit), jotka kykenevät huomioimaan eri vaaratekijöiden päällekkäiset vaikutukset. Korrelaatioanalyysi soveltuu suurempiin kohteisiin, joissa tilankäyttäjää ja työpisteitä on tarpeeksi paljon. Mikäli sisäinen korrelaatioanalyysi ei onnistu, käytetään tulosten tulkinnassa ensisijaisesti ohjeellisia arvoja.

Korrelaatioanalyysilla voidaan tutkia myös vaaratekijöiden välisiä korrelaatioita (mahdollisia syitä), kun halutaan hahmotella rakennuksessa tapahtuvia syy-seurausketjuja.

Riskin suuruuden arviointi tilakohtaisesti

Inspector Sec Oy soveltaa riskiluokittelussa yleisesti käytössä olevaa riskiluokittelumallia (Taulukko 2). Riskiluokitus muodostetaan oleellisten vaaratekijöiden, todennäköisyyden ja seurausten avulla. Yksittäiset tilassa havaitut oleelliset vaaratekijät merkitsevät todennäköistä sisäilmahaittaa ja vaikuttavat merkittävästi toimenpide-ehdotuksiin tilanteen parantamiseksi. Seurausten vakavuuden arviointiperiaatteet ovat asiantuntijalääkäreiden määrittämiä.

	Vähäinen seuraus	Haitallinen seuraus	Vakava seuraus
Sisäilmahaitan esiintymisen todennäköisyys	Tilanne, josta ei aiheudu merkittävää haittaa työntekijän terveydelle tai työkyvyille	Tilanne, josta aiheutuu merkittävää haittaa työntekijän terveydelle, hyvinvoinnille tai työkyvyille	Pysyvä tai pitkäaikainen työkyvyn tai terveyden menettäminen
Epätodennäköinen	Merkityksetön riski	Siedettävä riski	Kohtalainen riski
Mahdollinen	Siedettävä riski	Kohtalainen riski	Merkittävä riski
Todennäköinen	Kohtalainen riski	Merkittävä riski	Sietämätön riski

Taulukko 2. Riskien luokittelumalli haitan esiintymisen todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden perusteella.

Riskiluokituksen tulkinta ja luokitukseen liittyvä toimenpidetarpeen kiireellisyys

Merkityksetön riski: Merkityksettömän riskin tiloissa sisäilmahaitan esiintymisen todennäköisyys on pieni ja seuraus on vähäinen. Erityisiä toimenpiteitä ei tarvita.

Siedettävä riski: Siedettävän riskin tiloissa (katso Taulukko 2) oireilun todennäköisyys on pieni. Erityisiä toimenpiteitä ei yleensä tarvita.

Kohtalainen riski: Kohtalaisen riskin tiloissa (katso **Taulukko 1**Taulukko 2) oireilun mahdollisuutta ei voi sulkea kokonaan pois. Haitan vähentämisen toimenpiteitä on harkittava tapauskohtaisesti. Lisäarviointi voi olla tarpeen haitan todennäköisyyden ja seurauksen tarkemmaksi toteamiseksi.

Merkittävä riski: Merkittävän riskin tiloissa (katso Taulukko 2) on todennäköistä, että valtaosalla tilankäyttäjistä on tiloihin liittyviä oireita. Tilojen käyttöä ei suositella ennen kuin riskiä on pienennetty haitan vähentämisen toimenpiteillä. Riskin pienentämiseen voidaan joutua osoittamaan huomattavia resursseja.

Sietämätön riski: Sietämättömän riskin tiloissa on erittäin todennäköisesti sisäilmahaitta. Tällaisissa tiloissa pitkäaikainen oleskelu voi johtaa pitkäaikaiseen tai pysyvään työkyvyn tai terveyden menetykseen. Suurin osa tilankäyttäjistä kokee sisäilman huonolaatuisiksi. Tiloja ei pidä käyttää, ennen kuin riskiä on pienennetty. Jos riskin pienentäminen ei ole mahdollista edes rajattomilla resursseilla, tilojen tulee olla pysyvästi suljettuna.



Liite 2. Tilakohtaisessa riskianalyysissä käytetyt menetelmät

Käyttäjäkysely

Käyttäjäkyselyllä pyritään saamaan kokonaiskuva henkilöstön sisäilmaan liittyvistä koetuista oireista ja sairastelusta sekä rakennukseen liittyvistä havainnoista. Sen luokittelu- ja tulkintaperusteet on kehitetty yhteistyössä kliinikoiden ja tutkijalääkäreiden kanssa. Kyselyn tarkoituksena on varmistaa, että haitalliset ja kohonneen riskin tilat voidaan tunnistaa yhdessä muiden, täydentävien tutkimusmenetelmien kanssa.

Kolmiosaisessa kyselykaavakkeessa tiedustellaan tilankäyttäjän taustatietoja, terveyteen liittyviä tietoja sekä rakennuksen kuntoon liittyviä havaintoja. Oireiden liittyminen rakennuksessa oleskeluun arvioidaan, analyysikelpoiset vastaukset jäljitetään työpisteisiin ja riskin suuruus luokitellaan ryhmä- ja yksilötasolla. Tulosten perusteella arvioidaan toimenpidetarpeita ja niiden laajuutta.

Käyttäjäkyselyn avulla voidaan selvittää myös tilankäyttäjien aistinvaraisia havaintoja työtiloista. Havaintoja hyödynnetään tulosten analysoinnissa. Esimerkiksi viemärikaasut voivat aiheuttaa oireita, jotka on mahdollista liittää sisäilmahaittaan. Kemikaalin haju voi viitata johonkin materiaalipäästölähteeseen. Maakellarin haju kertoo usein rakenteiden liiallisesta kosteudesta ja tästä syntyneestä mikrobivauriosta. Muut hajut ja tunkkaisuus voivat olla merkki puutteellisesta tai rakennuksen kannalta virheellisestä ilmanvaihdosta.

Jatkotutkimuksissa käytetään saatua tietoa apuna selvitettäessä mahdollisia sisäilmaan vaikuttavia rakenteellisia vaurioita ja altisteiden kulkeutumia. Käyttäjäkyselyn tukena käytetään myös avainhenkilöiden haastatteluja, jotka tehdään selvityksen kannalta keskeisille henkilöille (esim. siivoaja, henkilöstöjohtaja, kiinteistöhoitaja ja tilapäällikkö). Lisäksi hyödynnetään rakennukseen liittyvää dokumentointia (esim. rakennuspiirustukset ja aiemmin suoritetuista tutkimuksista tehdyt raportit) ja kohdekäynnillä tehtyjä henkilökohtaisia aistinvaraisia havaintoja. Asiasta on tehty TSR:n (Työsuojelurahasto) rahoittama Helsinki-tutkimus (P. Salin, ym., Sisätilanäytteiden toksisuus ja terveyshaittaoireet kouluissa. Sisäilmastoseminaarijulkaisu SIY Raportti 30, 2012. s. 159–164).

Laskeutuneen pölyn solutoksikologinen tutkimus

Sisätilojen aiheuttamaa biologista haittaa voidaan tutkia vastehakuisella menetelmällä. Vastehakuista menetelmää käytetään elintarvike- ja ympäristötoksikologiassa silloin, kun haitan aiheuttava aine ei ole ennakkoon tiedossa, tai samoja haittoja aiheuttavia aineita on monia ja niiden kesken esiintyy yhteisvaikutuksia. Yksittäisten aineiden analysoiminen erikseen kemiallisin menetelmin ei silloin ole järkevää eikä taloudellisesti mahdollistakaan.

Pöly- ja mikrobinäytteet mitataan solutoksikologisella kokeella, joka perustuu ns. EC_{50} -arvon määrittämiseen. Ympäristötoksikologiassa EC_{50} -arvo on arvioitu vertailukelpoisimmaksi tavaksi ilmaista näytteen haitallisuutta. EC_{50} (half maximal effective concentration) tarkoittaa näytteestä valmistetun uutteen pitoisuutta, joka vaurioittaa puolta altistetuista soluista. Etanoliuutteella altistetaan karjun siittiösoluja kolmen vuorokauden ajan, minkä jälkeen tarkastetaan siittiöiden liikkuvuus. Tuloksena ilmoitetaan EC_{50} -arvo. Mitä vähemmän uutetta ($\mu\text{g}/\text{ml}$) tarvitaan solujen vaurioittamiseen, sitä haitallisemmasta näytteestä on kysymys.

Solutoksikologisessa tutkimuksessa sertifioitu näytteenottaja kerää tutkittavien tilojen yläpinnoille laskeutunutta pölyä. Tällainen pölyaines on yleensä iältään suhteellisen vanhaa ja sellaista, jolle tilankäyttäjät ovat todennäköisesti altistuneet hengitysilman kautta. Pölystä valmistetaan uute, jonka haitallisuutta tutkitaan solukokeilla. Tutkimusmenetelmät soveltuvat niille tiloille, joista voidaan kerätä pyyhintäpölynäyte ja joissa on tilan käyttäjiä riittävän pitkiä aikoja kerrallaan. Täten tutkimuksen ulkopuolelle jäävät yleensä esimerkiksi tekniset tilat, varastot ja siivouskomerot.

Solutoksikologisten mittausten tulkintaperiaatteet ja niistä johdetut toimintasuosituksen perustuvat tieteellisistä tutkimuksiin ja niistä tehtyihin johtopäätöksiin sekä käytännön asiakaskokemuksiin. Tulkintaperiaatteilla ja toimintasuosituksilla pyritään vastaamaan lainsäädännön (Työsuojelu- ja terveydensuojelulaki) asettamiin vaatimuksiin. Tulkintojen ja suositusten tarkoituksena on mahdollistaa oikeasuuntaiset ja oikea-aikaiset johtopäätökset ja toimet, joilla voidaan vähentää sisäilmasta johtuvaa altistumista ja ennaltaehkäistä sairastumisia.

Solutoksikologisten tutkimusten tulokset on jaettu neljään luokkaan sen mukaan, miten todennäköisesti ne viittaavat sisäilmahaittaan. Jaotteluperusteet on esitetty taulukossa I ja liitteessä 1A, ja ne on saatu Helsingin koulututkimuksesta (P. Salin, ym., Sisätilänäytteiden toksisuus ja terveyshaittaoireet kouluissa. Sisäilmastoseminaarijulkaisu SIY Raportti 30, 2012. s. 159–164). Tutkimuksessa todettiin, että solutoksikologisen tutkimuksen tuloksen EC_{50} ollessa $\leq 6 \mu\text{g}/\text{ml}$ tilankäyttäjät erittäin todennäköisesti raportoivat koettua haittaa sisäilmaan liittyen. Tuloksen ollessa $EC_{50} = 7\text{...}12 \mu\text{g}/\text{ml}$, haittoja koetaan keskimäärin vähemmän kuin edellä mainitussa kategoriassa. Kun $EC_{50} = 13\text{...}18 \mu\text{g}/\text{ml}$, on tapauskohtaista miten voimakas sisäilmahaitan kokemus on. Kun $EC_{50} > 18 \mu\text{g}/\text{ml}$, tulos ei viittaa sisäilmahaittaan. On huomattava, että tutkimuksen tuloksia käytetään haitta-analyysin osana, eikä niitä pidä tulkita irrallaan kokonaisarviosta.



Luokka	EC ₅₀ (µg/ml)	Tuloksen tulkinta
1	≤ 6	sisäilmahaitta on erittäin todennäköinen
2	6,5...12,5	sisäilmahaitta on todennäköinen
3	12,5...18	sisäilmahaitta on mahdollinen
4	> 18	sisäilmahaitta on epätodennäköinen

Taulukko I. Pölystä tehtyjen solutoksikologisten mittaustulosten tulkinta kouluissa, päiväkodeissa ja asunnoissa.

VOC-analyysi

Rakennuksessa toistuvasti havaittava kemikaalin haju saattaa viitata johonkin määrättyyn päästölähteeseen, joka on syytä selvittää. Esimerkiksi rakennusmateriaalit ja jotkut kalusteet ovat tällaisia merkittäviä terveydelle haitallisten kemiallisten päästöjen lähteitä. Uusien rakennusmateriaalien aiheuttama riesa on yleensä lyhytaikainen ja pelkästään hajuhaittaa tai ärsytysoireita aiheuttava. Vaurioituessaan materiaalit voivat kuitenkin vapauttaa sisäilmaan kemikaaleja pitkänkin ajan kuluttua käyttöönotostaan. Sisäilman kemiallisia yhdisteitä ovat muun muassa haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), joita tulee sisäilmaan rakennusmateriaalien lisäksi myös ihmisen toiminnan seurauksena. VOC-yhdisteet kuuluvat useaan eri yhdisteryhmään (esimerkiksi aldehydit, alifaattiset ja aromaattiset hiilivedyt, alkoholit, terpeenit, jne.) ja niillä on lukuisia mahdollisia päästölähteitä (esimerkiksi muovimatot, puhdistusaineet, puurakenteet, pakokaasut, maalit, jne). Yksittäisen päästölähteen päättely yhden kemiallisen yhdisteen perusteella on yleensä mahdotonta. Lisäksi mikrobivaurioihin liittyy tunnusomaisia VOC-yhdisteitä, mutta niiden määrät ovat yleensä hyvin pieniä tai niiden erottaminen muista päästöistä on vaikeaa.

Lattiapäällysteet ja erityisesti muovimatot ovat huomattava sisäilmaongelmien aiheuttaja ja VOC-päästöjen lähde. Merkittäviä muoveista peräisin olevia yhdisteitä ovat 2-etyyliheksanoli ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli-di-isobutyyraatti (TXIB). TXIB:n on ainakin yhdessä tutkimuksessa todettu pahentavan tai jopa aiheuttavan astmaa (K. Villberg, H. Mussalo-Rauhamaa, T. Haahtela & K. Saarela, Indoor and Built Environment 2008 17 455-459). 2-Etyyliheksanolin ei ole itsessään vahvistettu aiheuttavan merkittäviä terveyteen liittyviä oireita, mutta se on hyvä merkkiaine muovimattojen hajoamiselle ja tässä prosessissa mahdollisesti vapautuville haitallisille ftalaateille (L. Ernstgård, D. Norbäck, T. Nordquist, G. Wieslander, R. Wålander & G. Johanson kirjoittajat kirjoitettu uudelleen auki, Indoor Air 2010 20 168-175; C. Bornehag, ym., Environmental Health Perspectives, 2004 112 1393-1397).

VOC-näytteet kerätään pumpun avulla kiinteään adsorptiomateriaaliin. Näytteet analysoidaan alihankintana yhteistyölaboratoriossa termodesorptio-kaasukromatografia-massaspektrometrisesti. Näytteistä analysoidaan VOC-

yhdisteiden kokonaismäärä (TVOC) ja merkittävimpien yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet.

Viemärikaasumittaus

Viemärikaasut ovat merkittävä hajuhaittojen aiheuttaja sisäilmassa. Merkittävin viemärikaasu on rikkivety, joka on joissakin tieteellisissä tutkimuksissa yhdistetty myös määrättyihin fysiologisiin oireisiin. Tutkimustietoa ei-toksikologisten pienten rikkivetypitoisuuksien terveysvaikutuksista on kuitenkin hyvin vähän ja se on osin ristiriitaista (M. Bates. ym., Environmental Research 2013 122 81-87; M. Legator, ym., Archives of Environmental Health: An International Journal 2001 56 123-131).

Rikkivetyä on mahdollista mitata spektroskopiaan perustuvalla tallentavalla mittauksella. Mittaus on hyvin herkkä ja sen herkkyys vastaa ihmisen hajukynnystä tai on sen alapuolella. Jatkuvatoimisella mittauksella saadaan selville sisäilman rikkivetypitoisuus ja sen mahdollinen vuorokausi- ja viikkovaihtelu. Tallentavasta mittauksesta saatavaa tietoa voidaan hyödyntää hajuhavaintojen tukena ja vahvistajana.

Mineraalikuituanalyysi

Altistuminen sisäilmassa esiintyville teollisille mineraalikuuduille voi aiheuttaa silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytysoireita. Oireet eivät välttämättä poikkea muiden sisäilman altisteiden aiheuttamista oireista. Mineraalikuituja käytetään lämmön- ja ääneneristeenä sekä ilmanvaihtokoneissa. Rikkinäisistä eristeistä, akustiikkalevyistä ja ilmanvaihtokoneiden päällystämättömistä tai rikkonaisista äänenvaimentimista voi vapautua kuituja sisäilmaan.

Mineraalikuitujen esiintyminen, niiden laatu ja karkea määrä pölynäytteessä selvitetään yhteistyölaboratoriossamme elektronimikroskooppisesti. Tätä on mahdollista tutkia pinnoille laskeutuneesta pölystä ns. pyyhintämenetelmällä. Tarvittaessa mineraalikuitupitoisuus voidaan mitata pölystä ns. geeliteippimenetelmällä. Myös asbestin esiintyminen pintapöly- ja materiaalinäytteessä voidaan määrittää elektronimikroskooppisesti.

Muut mittaukset

Pintakosteusmittaus. Pintamittauksella mitataan aineen dielektrisyttä, johon kosteus vaikuttaa voimakkaasti. Se ei ole varsinaisesti kosteusmittaus ja menetelmästä käytetäänkin usein nimitystä sähköinen havainnointi. Useat tekijät, kuten esim. tyhjä tila, sähköjohdot ja käyttäjä vaikuttavat mittaustulokseen, joten sähköinen havainnointi on mittausteknisesti hyvin epävarmaa. Osaavan henkilön



käyttämänä ilmaisoin on kuitenkin käytännöllinen ja hyödyllinen apuväline, eikä rakenteita tarvitse rikkoa.

Rakennekosteusmittaus. Rakennekosteusmittaus on rakenteita rikkova menetelmä. Se voidaan suorittaa piikki-, porareikä, näytepala- ja viiltomittauksena. Piikkimittausta käytetään, kun epäillään puurakenteen altistuneen kosteudelle. Tulos ilmoitetaan painoprosentteina kuivapainosta. Porareikämittauksia käytetään betoni- tai kivirakenteiden suhteellisen kosteuden (% RH) mittaamiseen. Betonin porareikämittaus vaatii kolmen vuorokauden tasaantumisajan ja mittausolosuhteiden on oltava riittävän lähellä normaalia käyttötilannetta. Betonin suhteellista kosteutta on mahdollista tutkia myös näytepalamittauksella. Muovimaton ja alustan välistä kosteutta voidaan tutkia viiltomittauksella.

Pienhiukkasmittaus. Sisäilman ns. hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) ja pienhiukkasten (PM_{2.5}) lähteitä ovat ihmisen toiminta sekä ulkoilmasta sisään siirtyvät liikenteen aiheuttamat päästöt, kuten katupöly ja luonnosta peräisin oleva pöly. Pienhiukkasten oletetaan olevan terveydelle haitallisimpia, koska ne kulkeutuvat syväälle hengitysteihin. Ulkoilman pienhiukkasten on todettu lisäävän lasten ja astmaatikkojen oireita sekä hengitys- ja sydänsairaiden sairaalaanottoja. Hiukkasmäärät mitataan hiukkasmittarilla.

Hiilidioksidimittaus. Korkea hiilidioksidipitoisuus sisäilmassa aiheuttaa tunkkaisuuden tunnetta, väsymystä ja päänsärkyä. Näiden seurauksena työteho alenee. Sisätiloissa tärkein hiilidioksidin lähde on ihmisen hengitysilma. Hiilidioksidipitoisuus on siten ilmanvaihdon riittävyyden mittari ja sitä käytetään ilmanvaihdon mitoituksen perusteena.

Ilmamäärän mittaus. Ilmanvaihdon toimintaa ja suuruutta on mahdollista arvioida myös ilmamäärän mittauksen avulla. Mittalaitteena käytetään anemometriä.

Paine-eromittaus. Rakennus ja sen ilmanvaihto on suunniteltava sellaiseksi, että vallitsevat paine-erot ja niiden suunnat ovat hallittuja. Tilojen välisiä sekä sisä- ja ulkoilman välisiä paine-eroja mitataan mikromanometrillä.

INSPECTORwww.inspectorsec.fi

Liite 3. Siivoustyön ohje sisäilmaongelmaisiin tiloihin

Varusteet

- Hengityssuojain, vähintään A2P3-luokan suojain
- Halutessaan voi käyttää suojaavia työvaatteita esim. kertakäyttöhaalaria
- Kertakäyttöiset hanskat

Siivous

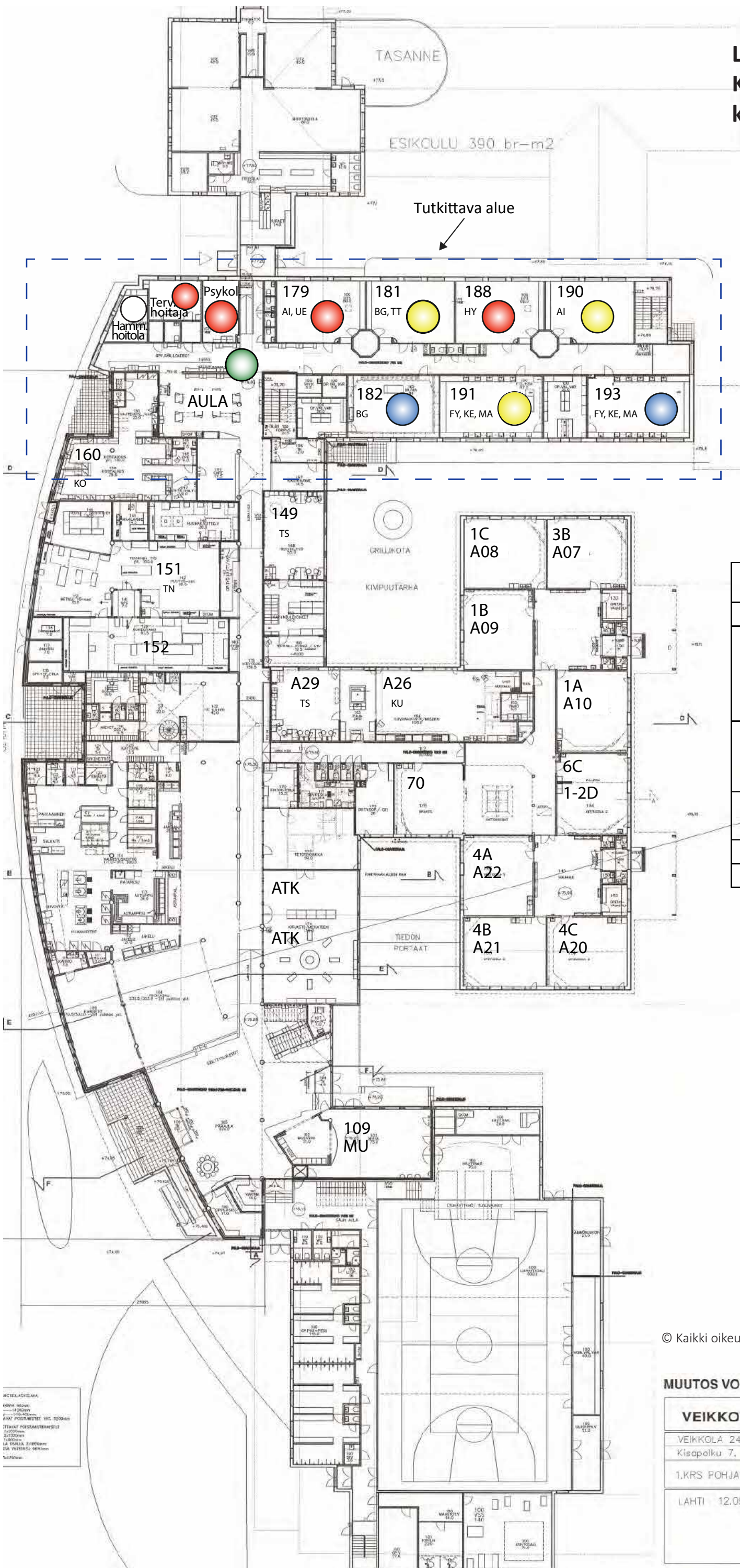
- Kaikki pölyt suositellaan pyyhittäväksi liinoilla (mikrokuituliinalla tai kostealla liinalla) ja mopeilla. Imurointia ei suositella.
- Paperista materiaalia kannattaa säilyttää siivottavassa tilassa mahdollisimman vähän. Mikäli tiloista, joissa koetaan sisäilmahaittaa, siirretään papereita muihin tiloihin, ne olisi hyvä sulkea muovitaskuihin ja / tai kannellisiin muovilaatikoihin.
- Mikäli tiloissa epäillään sisäilmahaittaa, kannattaa myös hävittää niissä olevat viherkasvit tai ainakin vaihtaa niiden multa kokonaan. Mullasta ei pystytä poistamaan sinne mahdollisesti pesiytyneitä haitallisia mikrobeja.

Työterveyslaitoksen ohjeesta siivoukseen ja irtaimiston puhdistamiseen homekorjausten jälkeen löytyy yksityiskohtaisempaa tietoa:

http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/tyokalut/Documents/Homeettomaksi%20siivous%20ja%20irtaimiston%20puhdistus.pdf



Liite 4. Kirkkonummen Veikkolan koulun riskianalyysikartta



- Sietämätön riski
- Merkittävä riski
- Kohtalainen riski
- Siedettävä riski
- Merkityksetön riski
- Ei riskiluokitusta

Riskiluokitus	Tilat
Sietämätön riski	-
Merkittävä riski	171, terveydenh.
	172, psykologi
	179
Kohtalainen riski	188
	181
	190
Siedettävä riski	191
	182
Merkityksetön riski	193
Ei riskiluokitusta	Aula
	Hamm.hoitola

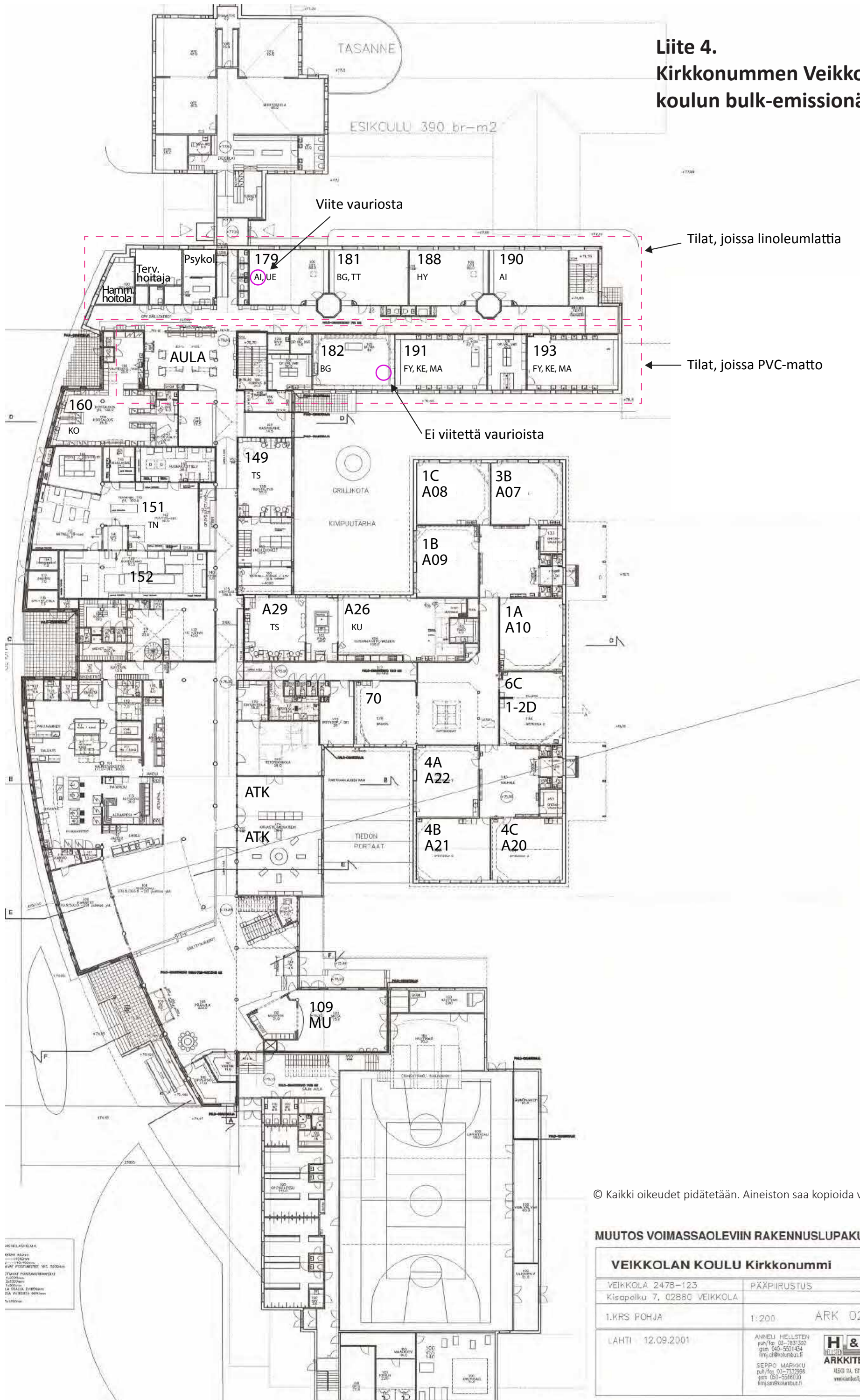
© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston saa kopioida vain kokonaan.

MUUTOS VOIMASSAOLEVIIN RAKENNUSLUPAKUVIIN

VEIKKOLAN KOULU Kirkkonummi	
VEIKKOLA 2478-123	PÄÄPIRUSTUS
Kisapolku 7, 02880 VEIKKOLA	
1.KRS POHJA	1:200 ARK 02B(09)
LAHTI 12.09.2001	ANNELI HELLSTEN puh/fax 03-7831302 gsm 040-5501434 firm.ark@kolonbus.fi SEPPÖ MARIKKU puh/fax 01-7332998 gsm 030-5646010 firm.smr@kolonbus.fi




Liite 4.
Kirkkonummen Veikkolan
koulun bulk-emissionäytteet



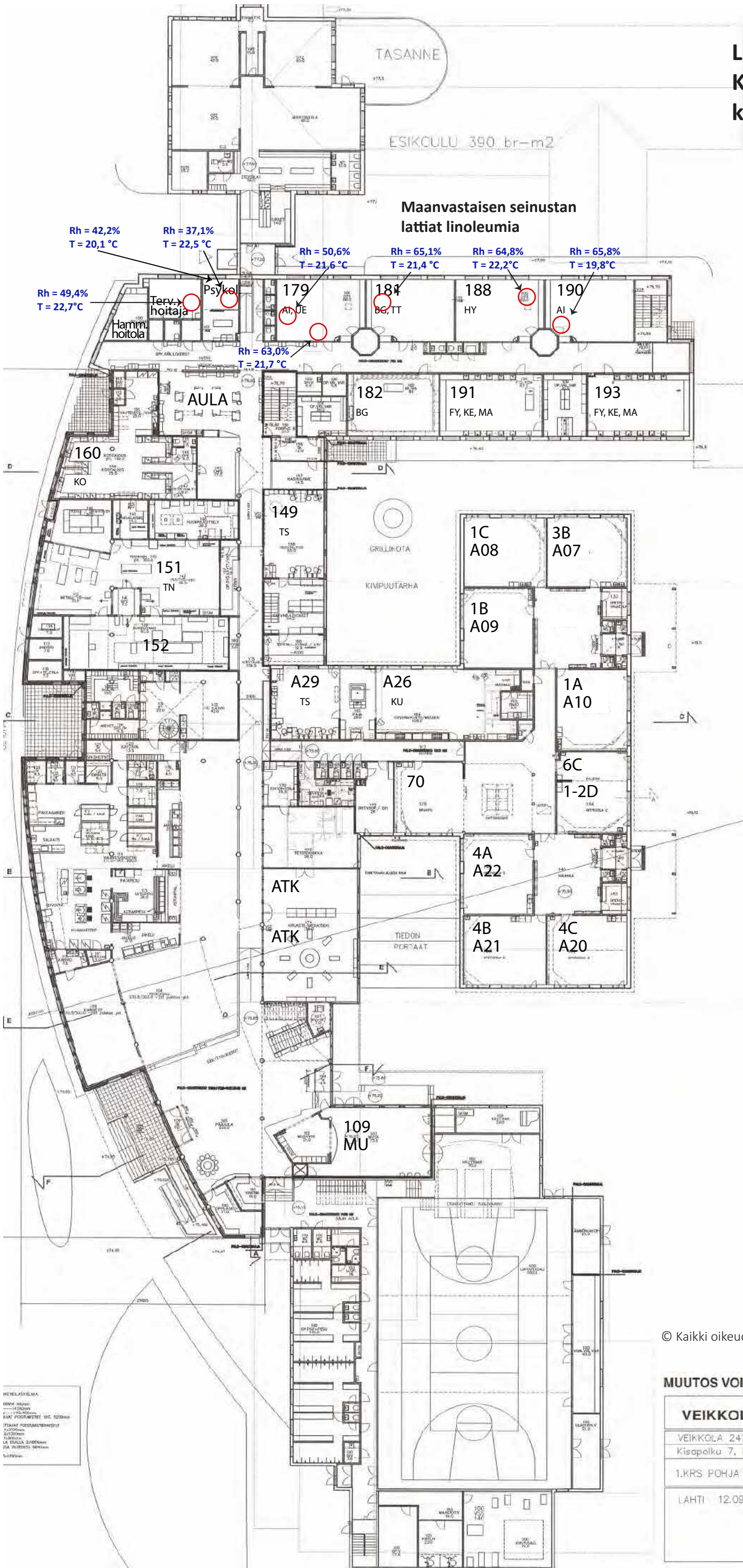
© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston saa kopioida vain kokonaan.

MUUTOS VOIMASSAOLEVIIN RAKENNUSLUPAKUVIIN

VEIKKOLAN KOULU Kirkkonummi		
VEIKKOLA 2478-123	PÄÄPIRUSTUS	
Kisapolku 7, 02880 VEIKKOLA		
1.KRS POHJA	1:200	ARK 02B(09)
LAHTI 12.09.2001	ANNELI HELLSTEN puh/fax 03-7831302 gsm 040-5501434 firm@arkkitechdit.fi	 ARKKITEHDIT HELSINKI ALBO 1A, 01110 LAHTI www.arkkitechdit.fi
	SEPPO MARKKU puh/fax 01-7312298 gsm 030-5546010 firm@arkkitechdit.fi	

Liite 4. Kirkkonummen Veikkolan koulun viiltomittaukset ○

Rh = related humidity (suhteellinen kosteus)
T = temperature (lämpötila)

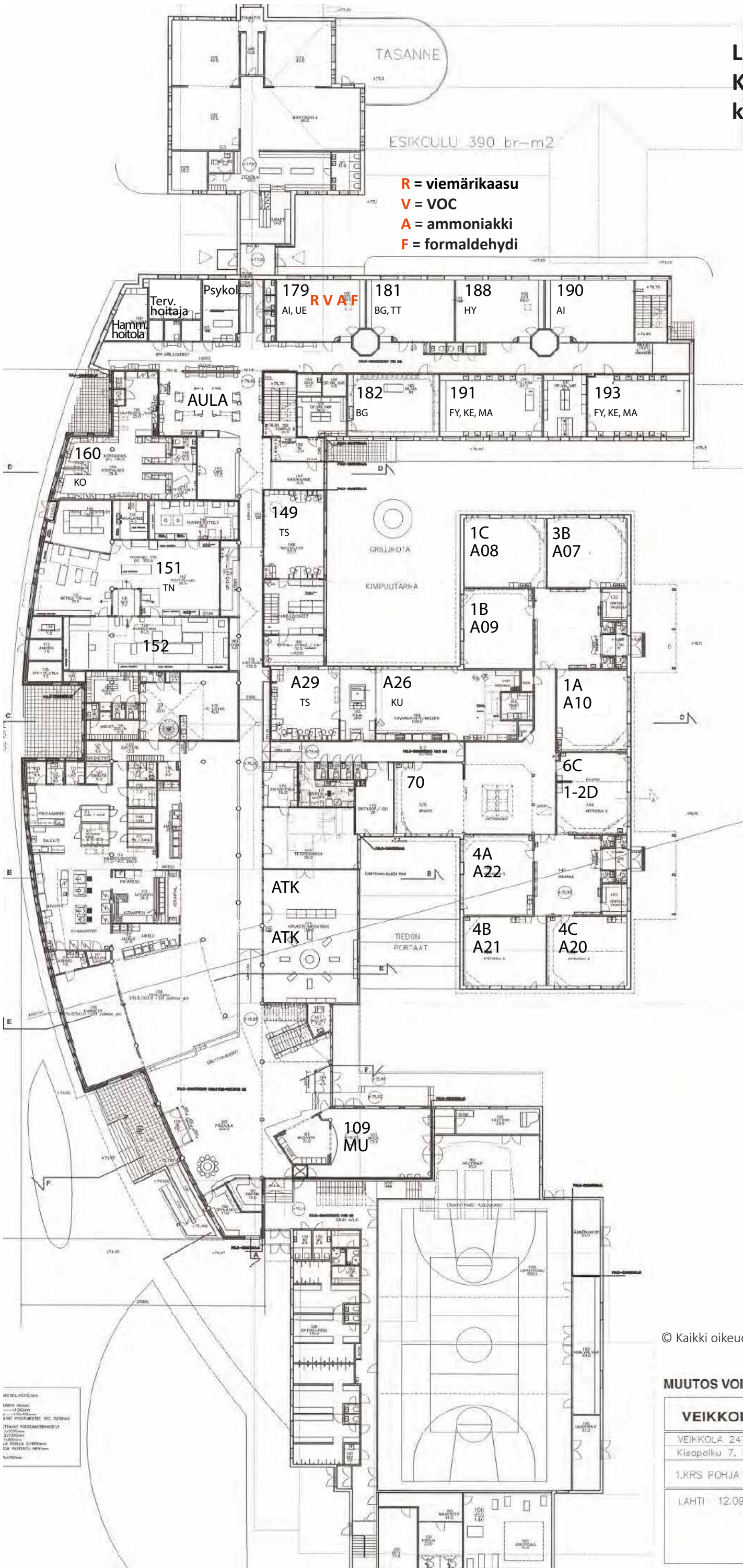


© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston saa kopioida vain kokonaan.

MUUTOS VOIMASSAOLEVIIN RAKENNUSLUPAKUUVIIN

VEIKKOLAN KOULU Kirkkonummi				
VEIKKOLA 2478-123	PÄÄPIRUSTUS			
Kisapolku 7, 02880 VEIKKOLA				
1.KRS POHJA	1:200 ARK 02B(09)			
LAHTI 12.09.2001	<table><tr><td>ANNELI HELLSTEN puh/fax: 03-7831392 sähkö: 040-5501434 fiinj.arh@kolunbus.fi</td><td rowspan="2">H & M HELLSTEN & MANNILA ARKKITEHDIT</td></tr><tr><td>SEPPÖ MÄRKKÖ puh/fax: 01-7319298 sähkö: 030-5246010 fiinj.smr@kolunbus.fi</td></tr></table>	ANNELI HELLSTEN puh/fax: 03-7831392 sähkö: 040-5501434 fiinj.arh@kolunbus.fi	H & M HELLSTEN & MANNILA ARKKITEHDIT	SEPPÖ MÄRKKÖ puh/fax: 01-7319298 sähkö: 030-5246010 fiinj.smr@kolunbus.fi
ANNELI HELLSTEN puh/fax: 03-7831392 sähkö: 040-5501434 fiinj.arh@kolunbus.fi	H & M HELLSTEN & MANNILA ARKKITEHDIT			
SEPPÖ MÄRKKÖ puh/fax: 01-7319298 sähkö: 030-5246010 fiinj.smr@kolunbus.fi				

Liite 4. Kirkkonummen Veikkolan koulun kaasumittaukset



© Kaikki oikeudet pidätetään. Aineiston saa kopioida vain kokonaan.

MUUTOS VOIMASSAOLEVIIN RAKENNUSLUPAKUVIIN

VEIKKOLAN KOULU Kirkkonummi		
VEIKKOLA 2478-123	PÄÄPIRUSTUS	
Kisapolku 7, 02880 VEIKKOLA		
1.KRS POHJA	1:200	ARK 02B(09)
LAHTI 12.09.2001	ANNELI HELLSTEN puh/fax 03-7831302 gsm 040-5501434 fimg.ark@kolumbus.fi	 ARKKITEHDIT ABBG 1A, 0119 LAHTI www.arkki.fi/seppi
	SEPPÖ MARKKU puh/fax 01-7312298 gsm 030-5546010 fimg.seppi@kolumbus.fi	

HETELÄKIVELMÄ
 00004-00000
 1:200
 AINUT POKKARIKSET W.E. 5/2004
 STRUKT. PÄÄPIRUSTEHAISTUS
 2:200
 SUOJAKÄSITTELY
 LAUSUNTO 2.10.05
 DA VIIRINEN 06/05
 1:200

Liite 5. Pölyn toksisuusmittaustulokset**1. Taustatiedot**

Toimeksiantaja	Kirkkonummen kunta Risto Utrianen Ervastintie 2 02400 Kirkkonummi
Tutkimuskohde	Veikkolan koulu Kisapolku 7 02880 Veikkola
Tutkimuksen suorittaja	Inspector Sec Oy Laboratorio c/o OAMK, Kotkantie 1, 90250 Oulu
Käytetty menetelmä	Sisäinen menetelmä, huonepölyn toksisuusmittaus, solutoksikologia
Näytteenottaja	Ville Pihlastie / Inspector Sec Oy
Näytteenottoaika	28.11.2014
Näytteet saapuneet laboratorioon	1.12.2014
Tutkimus alkoi	2.12.2014
Tutkimus valmistui	8.12.2014
Raportin laatija	Katri Nelo, laboratoriopäällikkö, FM



2. Näytteenotto

Kohteesta kerättiin kymmenen (10) kpl pyyhintäpölynäytettä taulukon I mukaisesti.

Taulukko I. Näytteenotto.

Näytteen tunniste	Tila	Näytteenottokohta
P1	179 YK, luokka	kaapiston päältä
P2	181 EU, luokka	valaisimen päältä
P3	188 ARV, luokka	valaisimen päältä
P4	190 TAATA, luokka	kaapiston päältä
P5	193 A.I. Virtanen, Fy-Ke-Ma luokka	valaisimen päältä
P6	191 Cantell, Fy-Ke-Ma luokka	valaisimen päältä
P7	182 Nordenskiöld, luokka	valaisimen päältä
P8	aula	tv:n päältä
P9	171, terveydenhoitaja	kaapiston päältä
P10	172, psykologi	valaisimen ja kaapiston päältä

Näytteenotto suoritettiin sisäisellä menetelmällä.

3. Pölyn toksisuusmittausten tulokset

Pölynäytteen biologisen haitan suuruus mitataan solutoksikologisella kokeella, joka mittaa tilaan liittyvän sisäilmahaitan todennäköisyyttä. Tuloksena saadaan EC₅₀-arvo, joka tarkoittaa näytteestä valmistetun uutteen pitoisuutta, joka vaurioittaa puolta altistetuista soluista (3 vrk altistus).

Taulukossa II on esitetty tutkittujen näytteiden tulokset käyttämällämme menetelmällä. Taulukossa on esitetty pitoisuusväli, jolle näytteen toksisuus sijoittuu. Suluissa on tuloksen laskennallinen (viitteellinen) arvo.

Taulukko II. Näytteiden toksisuusmittausten tulokset.

Tila	Pölyn toksisuus, EC ₅₀ (µg/ml)	Tuloksen tulkinta
179 YK, luokka	P1: 6,5...12,5 (11)	sisäilmahaitta on todennäköinen
181 EU, luokka	P2: 6,5...12,5 (10)	sisäilmahaitta on todennäköinen
188 ARV, luokka	P3: 6,5...12,5 (9)	sisäilmahaitta on todennäköinen
190 TAATA, luokka	P4: 6,5...12,5 (11)	sisäilmahaitta on todennäköinen
193 A.I. Virtanen, Fy-Ke-Ma luokka	P5: 13...18 (18)	sisäilmahaitta on mahdollinen
191 Cantell, Fy-Ke-Ma luokka	P6: 13...18 (15)	sisäilmahaitta on mahdollinen
182 Nordenskiöld, luokka	P7: 13...18 (18)	sisäilmahaitta on mahdollinen
aula	P8: 13...18 (18)	sisäilmahaitta on mahdollinen
171, terveydenhoitaja	P9: 6,5...12,5 (9)	sisäilmahaitta on todennäköinen
172, psykologi	P10: 13...18 (18)	sisäilmahaitta on mahdollinen

Tulosten tulkinta:

Pölynäytteiden toksisuustulokset jaetaan toksisuuden mukaan neljään luokkaan taulukon III mukaisesti *)

Taulukko III. Pölyn toksisuusmittaustulosten tulkinta.

Luokka	Pölyn toksisuus, EC ₅₀ (µg/ml)	Tuloksen tulkinta
1	≤ 6	sisäilmahaitta on erittäin todennäköinen
2	6,5...12,5	sisäilmahaitta on todennäköinen
3	13...18	sisäilmahaitta on mahdollinen
4	> 18	sisäilmahaitta on epätodennäköinen

*) Tulosten tulkintaohjeet perustuvat poikkileikkaustutkimukseen: Salin PJ, Salin JT, Andersson MA, Holma T, Nelo K & Salkinoja-Salonen M. Sisätilänäytteiden toksisuus ja terveyshaittaoireet kouluissa. Sisäilmastoseminaarijulkaisu SIY Raportti 30, 2012. s. 159–164.

4. Allekirjoitus

Oulussa, 9.12.2014



Katri Nelo
laboratoriopäällikkö, FM
Inspector Sec Oy Laboratorio
puhelin 050 411 0917
sähköposti: katri.nelo@inspectorsec.fi

Jakelu: Inspector Sec Oy Laboratorion arkisto
Inspector Sec Oy Riskianalyysiorganisaatio

Liite 6. Yliesiintyvät oireet

Taulukko I. Rakennukseen liitetyt, tilastollisesti merkitsevät oireet.

Yliesiintyvät oireet (p-arvo ≤ 0,05)	Riskisuhteen merkitsevyys			
	R*	p-arvo**	Luottamusväli	
			min	max
01. Yleinen sairauden tunne	3	0,02	1,16	8,99
02. Epätavallinen väsymys tai uupumus	3	0,00	1,45	7,22
04. Päänsärky	3	0,00	1,83	5,72
07.1 Kuumeilu/lämpöily	5	0,03	1,14	25,57
07.2 Hikoilukohtaukset päivisin (voi esiintyä ilman kuumuuden tunnetta)	8	0,01	1,61	40,59
08. Merkittäviä/haittaavia kipuja tai yleistä kipuherkkyyttä	ei esiinny verrokki-aineistossa	0,00		
09. Pitkäaikaisia tai toistuvia nenän oireita	3	0,00	1,44	4,68
09.1 Nenän tukkoisuus	2	0,01	1,28	4,50
09.2 Nenän kuivuminen ja karstoittuminen	5	0,00	2,51	9,38
09.5 Nuhavuoto	4	0,00	1,82	7,09
09.6 Paineen tunne poskissa tai otsassa	8	0,00	3,00	21,77
10. Pitkäaikaisia tai toistuvia suun, nielun ja kurkun oireita	3	0,01	1,33	5,47
10.1 Suun kuivuminen	12	0,00	4,73	31,09
10.2 Äänen käheys, sortuminen tai menetys	2	0,02	1,12	5,24
10.3 Palantunne kurkussa	40	0,00	11,63	140,40
10.4 Nielun limaisuus, tarve selvittää kurkkua	5	0,00	2,67	10,11
10.5 Nielu- tai kurkkukipu	5	0,00	1,60	13,31
11. Pitkäaikaisia tai toistuvia hengitysoireita	6	0,00	2,17	19,30
11.1 Hengenahdistus	5	0,03	1,14	25,57
11.2 Astmakohtauksia	8	0,01	1,61	40,59
12. Pitkäaikaisia tai toistuvia ihon oireita	4	0,00	1,91	10,16
12.1 Ihon kuivuus tai hilseily	4	0,01	1,48	9,14

12.2 Aknetaipumus	8	0,01	1,61	40,59
13. Pitkäaikaisia tai toistuvia silmäoireita	4	0,00	1,69	7,40
13.1 Ärsytys, kirvely tai karvastelu	4	0,00	1,91	10,16
13.2 Kuivuus	5	0,00	2,19	10,16
13.3 Punoitus silmävalkuaisissa	5	0,00	1,97	12,96
13.4 Silmäluomien turvotus	20	0,00	6,62	61,69
13.5 Rähmiminen	12	0,00	3,10	47,48
15. Pitkäaikaisia tai toistuvia ruuansulatuskanavan oireita	3	0,03	1,12	6,48
15.1 Mahakipu	4	0,01	1,42	11,49
19. Alentunut vireystila	12	0,00	4,73	31,09
20. Toistuvia tai pitkäaikaisia univaikeuksia	3	0,01	1,27	5,19
20.2 Nukahtamisvaikeus	3	0,00	1,54	7,80
20.3 Lisääntynyt unentarve	5	0,00	1,60	13,31

*R = riskisuhde = kyllä-vastausten suhde tutkittavien ja verrokkien välillä. CI 95 %

** p-arvot on laskettu χ^2 -riippumattomuustestiä käyttäen.

Tulosten tilastolliset tulkintaperusteet saatiin Helsingin koulututkimuksesta (2012). Koulututkimusaineistoon kuului 15 koulua, joiden valintaperusteina olivat rakennusvuosikymmen, rakennus- ja talotekniikka sekä peruskorjausvuosi. Rakennukset edustivat Helsingin keskimääräistä koulurakennuskantaa. Näistä kouluista valittiin verrokkiaineistoksi neljä koulua, joissa sisäilmaan liittyvä oireilu oli vähäisintä. Verrokkiaineistoon kuului yhteensä 97 henkilöä.

Raportoitu oire luokiteltiin yliesiintyväksi, jos esiintyvyys oli merkitsevästi suurempaa (riskisuhde $R > 1$ ja vastaava p-arvo $\leq 0,05$) kuin koulututkimuksen vähiten oireileva koulukvartiili.

Liite 7. Veikkolan koulun viemärikaasujen jatkuvatoiminen mittaus tilasta 179

Mittaukset, mittaustulosten analysointi ja tulkinta

Jatkuvatoimisessa ("loggaavassa") mittauksessa käytettiin spektrometriä, joka mittaa rikkivedyn pitoisuuden kolmen sekunnin välein. Absorptiospektroskopiaan perustuvan mittalaitteen malli on Picarro G2204 ja sen herkkyys (toteamisraja) on laitevalmistajan mukaan 1,2 ppb ($1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ppb = part-per-billion, miljardisosa) 5 sekunnin keskiarvona. Käytännössä käyttämällä 5 minuutin keskiarvoistamisaikaa toteamisraja on noin 0,5 ppb ja määrittäysraja noin 1 ppb. Laitteen herkkyys on siis samaa luokkaa tai parempi kuin rikkivedyn raportoitu hajukynnys (0,5 – 30 ppb). Mittalaite on kalibroitu kesällä 2014 sertifioidun rikkivetykaasun (10 ppm rikkivetyä puhtaassa työssä, ppm = part-per-million, miljoonasosa) avulla. Laite mittaa samalla myös sisäilman metaanipitoisuutta ja vesimäärää.

Mittaus tapahtui viikon aikana 16.2. – 23.2. 2015, minkä ajan laite toimi moitteettomasti. Mittalaite asennettiin noin yhden metrin korkeudelle pöydän päälle huoneeseen 179 (Riskianalysikartta, liite 3). Tila oli suljettu koko mittauksen ajan. Tilasta on raportoitu viemärinhajua. Mittausta käynnistettäessä ja lopetettaessa ei tutkittavassa tilassa havaittu lainkaan viemärinhajua (läsnä oli kummassakin tapauksessa 2 henkilöä). On kuitenkin huomattava, että rikkivedyn (ja muiden viemärikaasujen) hajukynnys riippuu huomattavasti ihmisestä. Huoneen toista seinää vastapäätä on WC-tilat. Sisäilman lämpötila oli noin 22 °C sekä mittauksen alussa että lopussa. Sisäilman suhteellinen kosteus vaihteli mittauksen aikana välillä 9 – 29 %.

Tutkimuksen aikana rikkivedyn pitoisuus vaihteli välillä 0,5 – 2,0 ppb. Suuri osa pitoisuuden vaihtelusta johtuu mittauksen epätarkkuudesta, sillä mitattu pitoisuus on lähellä mittalaitteen toteamisrajaa. Rikkivedyn keskimääräinen pitoisuus viikon aikana oli 1,1 ppb. Merkittävää vuorokausi- tai pitkän aikavälin vaihtelua ei havaittu.

Mitattua pitoisuutta voidaan pitää pienenä ja se viittaa alhaiseen viemärikaasujen määrään tutkitussa tilassa, vaikka sisäilman rikkivetypitoisuudelle ei olekaan olemassa vertailuarvoja. Suomesta ei ole tietävästi tutkimustietoa myöskään ulkoilman tavanomaisista rikkivetypitoisuuksista, mutta esimerkiksi Yhdysvalloissa on ulkoilmassa mitattu 0,1 – 0,3 ppb (1). Mittaustulos vahvistaa kuitenkin tilassa tehdyt

viemärikaasuhavainnot, sillä herkimvät voivat haistaa mitatut pitoisuudet (viemärihaju voi aiheutua myös muista rikkijyhdisteistä kuin rikkivedystä). Toisaalta mitatut pitoisuudet ovat sellaisia, etteivät kaikki voi havaita niitä.

Sisäilman metaanipitoisuus vaihteli mittausviikon aikana välillä 1,9 – 2,5 ppm. Alin mitattu pitoisuus on vain aavistuksen korkeampi kuin Suomessa mitatut keskimääräiset ulkoilman metaanipitoisuudet (1,87 ppm). Tätä korkeampi pitoisuus viittaa muihin lähteisiin. Metaanipitoisuudessa havaitaan äkillinen lasku aamuisin noin klo 7 ja nousu iltaisin noin klo 17. Metaanipitoisuuden kohoamista ja laskua vastaava osuus on todennäköisesti peräisin tilassa tai rakennuksessa olevasta lähteestä.

Metaanipitoisuus korreloi heikosti, mutta tilastollisesti erittäin merkitsevästi rikkivetypitoisuuden kanssa. Tämä viittaa siihen, että kaasuilla on yhteinen lähde (sisätiloissa). Myös metaanin voidaan päätellä olevan todennäköisesti peräisin viemärikaasuista ja sen tulos vahvistaa kohteessa tehdyt viemärikaasuhavainnot ja rikkivetymittauksen tulokset.

Viitteet

1. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological profile for hydrogen sulfide, 2006.
2. T. Aalto, ym., Tropospheric methane in northern Finland: seasonal variations, transport patterns and correlations with other gases, Tellus, 59B, 251-259, 2007.

Tilaaaja
2024498-5
Inspector Sec Oy
Linna Karoliina

Asemakylänraitti 29
90840 HAUKIPUDAS



Näytetiedot	Näyte	Sisäilma VOC		
	Näyte otettu	16.04.2015	Kellonaika	
	Vastaanotettu	17.04.2015	Kellonaika	09.40
	Tutkimus alkoi	17.04.2015	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Näytteen ottaja	Linna Karoliina		
	Viite	Veikkolan koulu, Kirkkonummi		

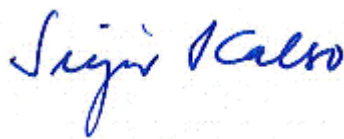
Havaintopaikka: *

Liitteenä tilakohtainen dokumentti yhdisteiden pitoisuuksista.

Analyysi Yksikkö Menetelmä Epävarmuus-%	TVOC tolueninä (TD-GC-MSD/FID) µg/m³
ISO 16000-6:2011	30
Näyte	*
7303-1, Sisäilma VOC, Huone 179, Veikkolan koulu, Kirkkonummi	12

*=näyte tutkittu akkreditoitulla menetelmällä

Yhteyshenkilö Lukkarinen Timo, 010 3913 431, Kemisti



Kalso Seija
toimitusjohtaja

Tiedoksi Linna Karoliina, karoliina.linna@inspectorsec.fi

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Liite testausselosteeseen	2015-07303-01		
Näyte	huone 179		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		<u>12</u>	<u>70</u>
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		<2	0
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		<2,0	0
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	1,6	1,4	12
2-Etyyli-1-heksanoli	<0,60	<1,0	0
Butanoli	<0,50	<1,0	0
Fenoli	1,6	1,4	12
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	<2,3	1	9
Bentseeni	0,9	1,1	9
Tolueeni	<1,0	<1,0	0
Etyylibentseeni	<0,20	<1,0	0
1,4-Ksyleeni	<0,30	<1,0	0
Styreeni	<0,30	<1,0	0
1,2-Ksyleeni	<0,30	<1,0	0
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenylyli	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	2,3	<1	5
Etyyliasettaatti	0,6	<1,0	0
Butyyliasettaatti	1,7	0,7	5
Estereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	3,6	1,6	13
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	1,5	0,8	6
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	0,9	<1,0	0
TXIB	1,2	0,8	7

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopiointista on saatava lupa.

2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asettaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karbonyylit yht.	<3,1	3,2	26
Heksanaali	<1,0	<1,0	0
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	2,7	1,8	15
Oktanaali	<1,0	0,2	2
Nonanaali	<3,1	<1,0	0
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		0,1	1
Asetofenoni		1,1	9
Karbonyyleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		<2	5
Etikkahappo		<1,0	0
Heksaanihappo		0,2	2
Orgaanisia happoja muita		0,4	3
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	<0,8	<1	0
Pineeni	<0,20	<1,0	0
Delta-3-kareeni	<0,10	<1,0	0
Limoneeni	<0,80	<1,0	0
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	1
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		0,1	1
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Tilaaaja
2024498-5
 Inspector Sec Oy
 Linna Karoliina

Asemakylänraitti 29
 90840 HAUKIPUDAS

Näytetiedot	Näyte	Sisäilma kemia		
	Näyte otettu	16.04.2015	Kellonaika	
	Vastaanotettu	17.04.2015	Kellonaika	09.40
	Tutkimus alkoi	17.04.2015	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Näytteen ottaja	Linna Karoliina		

	Analyysi	Ammoniakki, sis.ilma
	Yksikkö	NH3 µg/m ³
	Menetelmä	MASA 401
	Epävarmuus-%	15
Näyte		
7242-1, Sisäilma kemia, Huone 179, Veikkolan koulu, Kirkkonummi		12

Yhteyshenkilö Lukkarinen Timo, 010 3913 431, Kemisti



Kalso Seija
 toimitusjohtaja

Tiedoksi Linna Karoliina, karoliina.linna@inspectorsec.fi

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
 Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Tilaja
2024498-5
 Inspector Sec Oy
 Linna Karoliina

Asemakylänraitti 29
 90840 HAUKIPUDAS



Näytetiedot	Näyte	Sisäilma kemia		
	Näyte otettu	16.04.2015	Kellonaika	
	Vastaanotettu	17.04.2015	Kellonaika	09.40
	Tutkimus alkoi	17.04.2015	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Näytteen ottaja	Linna Karoliina		
	Viite	Veikkolan koulu, Kitkkonummi		

Havaintopaikka: *

	Analyysi	Formaldehydi
	Yksikkö	µg/m ³
	Menetelmä	LC
	Epävarmuus-%	15
Näyte		*

7302-1, Sisäilma kemia, Huone 179, < 5
 Veikkolan koulu, Kirkkonummi

*=näyte tutkittu akkreditoidulla menetelmällä

Yhteyshenkilö Lukkarinen Timo, 010 3913 431, Kemisti



Kalso Seija
 toimitusjohtaja

Tiedoksi Linna Karoliina, karoliina.linna@inspectorsec.fi

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
 Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Inspector Sec Oy
Karoliina Linna
Teknobulevardi 3-5
01530 VANTAA

Näyte 17.4.2015 / Veikkolan koulu, Kirkkonummi

PÖLYNÄYTETUTKIMUS / MINERAALI- JA ASBESTIKUIDUT PÖLYSSÄ

Pyyhintänäyte;

1. Huone 179

Näytteessä ei todettu mineraalikuituja (MMVF) eikä asbestikuituja.

Näyte analysoitu elektronimikroskoopilla (SEM) ja röntgenmikroanalysaattorilla (SEM/EDS).
(Tilaaajan toimittama näyte.)

materiaalitutkimuslaboratorio
MIKROFOKUS Oy



Erik.tutkija Simo Lehtinen, FK

Noudatamme konsulttitoimen yhteisiä sopimusehtoja KSE 1995.

Oheisen lausunnon saa kopioida vain kokonaisena. Osittainen kopiointi edellyttää Mikrofokus Oy:n kirjallista lupaa.

Osoite:
MIKROFOKUS OY
Helsingin Tiedepuisto
Viikinkaari 4
00790 HELSINKI

Puhelin:
(09) 374 2010
www.mikrofokus.fi
Kotipaikka: HELSINKI

Lammin Säästöpankki
426014-258591
IBAN FI3742601420058591
BIC HELSFIHH

Kaupparek.nro:
509.634
Y-tunnus: 0851115-5
Alv rek.

Inspector Sec Oy
Karoliina Linna
Teknobulevardi 3-5
01530 VANTAA



VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Analyysin kuvaus: VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammioilla
Tulopvm.: 17.04.2015
Käsittelijä(t): Kim Kuusisto, Jekaterina Schwartz

Analysointimenetelmä

Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammioilaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ CTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-putkeen. Adsorptioputkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta, kyseiset aineet mukaanlukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Tulokset on ilmoitettu pitoisuutena näytegrammaa kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

CK15-01385-1 Näyte/keräin: 253113
 Mittauspaikka: Veikkolan koulu
 Mittauskohde: luokka 179, P: 4,75g
 Analysointipvm.: 220415/KKU
 Ilmamäärä: 4,05 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	18	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	1	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	5	µg/m ³ g
1-Heptanoli	4	µg/m ³ g
1-Heksanoli	2	µg/m ³ g
1-Oktanoli	3	µg/m ³ g
1-Pentanoli	3	µg/m ³ g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-Fenoksietanoli	11	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 2)	1	µg/m ³ g
Dekanaali	1	µg/m ³ g
Heksanaali	6	µg/m ³ g
Heptanaali	4	µg/m ³ g
Nonanaali	8	µg/m ³ g
Oktanaali	8	µg/m ³ g
Pentanaali	2	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 3)	4	µg/m ³ g
2-Heptanoni	1	µg/m ³ g
HAPOT		
Butaanihappo eli voihihappo	2	µg/m ³ g
Heksaanihappo, kapronihappo 4)	24	µg/m ³ g
Pentaanihappo, valeriaanahappo	4	µg/m ³ g
Propaanihappo	5	µg/m ³ g
TYPPIYHDISTEET		
1-Metyyli-2-pyrrolidoni	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	90	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivet-tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 235-270 °C.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 4) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.

CK15-01385-2 Näyte/keräin: 238778
Mittauspaikka: Veikkolan koulu
Mittauskohde: luokka 182, P:5,26g
Analysointipvm.: 220415/KKU
Ilmamäärä: 4,58 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
Bentsyylialkoholi	1	µg/m ³ g
1-Butanoli	2	µg/m ³ g
C9-alkoholit**	110	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	34	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 1)	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	150	µg/m ³ g

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

Tulosten tarkastelu

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

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

Näytteet on kerätty Tenax-Carbograph 5TD -adsorptioputkiin.

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

Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille:

1) PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)

- TVOC 200 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 µg/m³g

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)

- TVOC 500¹ µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 µg/m³g

- C9-alkoholit 320¹ µg/m³g

3) Tasoitteet ja betoni

- TVOC 50 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 µg/m³g

4) Linoleum

- TVOC 650 µg/m³g

- Propanihappo 100 µg/m³g

¹ viitearvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden perusteella emissiotasot kasvavat ajan funktiona

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 308188

23.04.2015

Työterveyslaitos Asiakasratkaisut on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.
Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristön kehittämispalvelut

Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki

Kim Kuusisto
laboratorioanalyytikko
Helsinki

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

Inspector Sec Oy
Karoliina Linna
Teknobulevardi 3-5
01530 VANTAA



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Karoliina Linna
Näytteenottoaika: Veikkolan koulu/Luokka 179
Näytteenottopäivämäärä: 16.4.2015
Vastaanottopäivämäärä: 17.4.2015
Näyttemäärä: 1 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (AR2304-TY-031)
Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 cfu/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 cfu/malja), +++ = runsaasti (50-200 cfu/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 cfu/malja). Sisäinen menetelmä.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät	Kasvatusalustat	Kasvatus- lämpötilä	Kasvatus- aika
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	Tryptoni-hilvauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. Seinäeriste

Tulosten tulkinta

ei viitettä vauriosta

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiset sienet			Mesofiiset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
1.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + PenicMum -	Yhteensä +	Muut bakteerit + Streptomyces* -

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni)

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-läitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Suoraviljelymenetelmän mikrobipitoisuus +++ (=runsaasti mikrobeja) ja ++++ (=erittäin runsaasti mikrobeja) vastaavat Asumisterveysohjeen ja -oppaan (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1, soveltamisosa 3, korjattu painos 2009) laimennossarjamenetelmällä viljellyn materiaalinäytteen tulkintaohjeen yli 10 000 cfu/g mikrobipitoisuutta ja + (=niukasti mikrobeja) ja ++ (=kohtalaisesti mikrobeja) vastaavat laimennossarjamenetelmän alle 10 000 cfu/g pitoisuutta, jolloin mikrobilajisto on otettava tulosta tulkittaessa huomioon.

Asiakasratkaisut


Marja Hänninen
mikrobiologi
Kuopio


Virpi Turunen
laboratoriomestari
Kuopio