

## TIIVISTELMÄ

Kivimäen koulun ja neuvolan sisäilmatutkimus. Tutkimuksen tilaajana oli rakennesuunnitteluinsinööri Jouni Räsänen Vantaan kaupungin tilakeskuksesta.

Sisäilmatutkimukset suoritettiin lokakuussa 2010. Tällä tutkimuksella pyrittiin selvittämään tutkimuksen kohteena olevan rakennuksen sisäilman nykykunto, ja selvittämään sisäilmaongelmien aiheuttajat.

Kiinteistön yleiskunto on sisäosiltaan tyydyttävä. Rungoltaan ja julkisivuiltaan rakennus on myös tyydyttävässä kunnossa.

Merkittävimpana sisäilman laatua heikentävänä tekijänä havaittiin lattian pintarakenteista haihtuvat yhdisteet. Ongelmallisimpana yhdisteenä lattiasta haihtui 2-etyyliheksanolia, joka usein on julkisissa rakennuksissa merkittävänä terveyshaittana. Se aiheuttaa mm. silmä- ja iho-oireita, ylähengitystieoireita ja nivelkipuja.

Sisäilmaongelmallisista luokista ja neuvolan tuulikaapista uusitaan lattian pintarakenteet tarvittaessa jo ennen peruskorjausta.

Vuosien aikana on kosteusvaurioita ollut julkisivurakenteissa. Vettä on ikkunoiden vieriltä päässyt jopa sisätiloihin. Tämä on vaikuttanut ikkunoiden puuosiin ja elementissä oleviin apurunkoihin. Näissä on havaittu useita kosteusvauriojälkiä esim. listojen alla. Nämä vauriot eivät aiheuttane merkittäviä sisäilmaongelmia tällä hetkellä, mutta ne on korjattava peruskorjauksen yhteydessä.

Akustovillat ovat likaisia ja osin niiden päädyt ovat suojaamattomia. Mineraalivillakuitunäytteiden perusteella ilmassa ei ole merkittäviä määriä kuituja. Näytteet otettiin tuloilmakanavan läheisyydestä harvoin siivottavalta tasopinnalta. Peruskorjauksen yhteydessä akustovillat on syytä uusia.

Aistinvaraisesti homeen hajua oli havaittavissa neuvolan tuulikaapissa ja käytävillä olevissa viemärin tarkastuskaivossa.



RI Rauno Pakanen  
Ositum Oy

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>1. TUTKIMUKSEN KOHDE JA LÄHTÖTIEDOT .....</b>	<b>1</b>
1.1 TUTKIMUSKOHDE, TILAAJA JA TUTKIMUKSEN SUORITTAJA .....	1
1.2 LÄHTÖTIEDOT .....	1
<b>2. TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TEHTÄVÄ.....</b>	<b>2</b>
<b>3. SUORITETUT TUTKIMUKSET.....</b>	<b>2</b>
3.1 SISÄTILOJEN SILMÄMÄÄRÄINEN YLEISTARKASTUS .....	2
3.2 NÄYTTEET JA LABORATORIOANALYYSIT .....	2
<b>4. TUTKIMUSTULOKSET .....</b>	<b>3</b>
4.1 KÄYTTÄJÄHAASTATTELU.....	3
4.2 YLEISTARKASTUS, AISTINVARAISET HAVAINNOT .....	3
4.3 SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET .....	3
4.4 MATERIAALIEN EMISSIO.....	5
4.5 MIKROBINÄYTTEET .....	6
4.6 MINERAALIVILLAKUIDUT, LÄMPÖTILAT, SUHTEELLINEN KOSTEUS JA PAINÉ-ERO .....	6
4.6.1 <i>Mineraalivillakuidut</i> .....	7
4.6.2 <i>Lämpötilat, suhteellinen kosteus ja paine-ero</i> .....	7
4.6.3 <i>Suhteellinen kosteus ja paine-ero</i> .....	7
4.6.4 <i>Paine-ero</i> .....	7
4.7 SISÄILMAN HIILIDIOKSIDIPITOISUUS.....	7
<b>5. YHTEENVETO.....</b>	<b>8</b>
5.1 TURVALLISUUSRISKIT .....	8
5.2 RAKENTEIDEN KUNTO .....	8
5.3 SISÄILMA .....	8
5.4 TOIMENPIDESUOSITUKSET.....	8

LIITE 1. Laboratorioanalyytit

## 1. TUTKIMUKSEN KOHDE JA LÄHTÖTIEDOT

### 1.1 Tutkimuskohde, tilaaja ja tutkimuksen suorittaja

Tutkimuksen kohteena oli Kivimäen koulu ja neuvola.

Tilaaja Vantaan kaupunki, tilakeskus  
Kielotie 13, Vantaa  
Rakennesuunnitteluinsinööri Jouni Räsänen

Konsultti **Ositum Oy**  
Betonimiehenkuja 4  
02150 ESPOO  
  
Rauno Pakanen, rakennusinsinööri  
[rauno.pakanen@ositum.fi](mailto:rauno.pakanen@ositum.fi)  
puh. 050 468 0020

**Taulukko 1.** Tutkimuskohteen perustietoja.

Kohteen perustiedot	Kivimäen koulu ja neuvola, Lintukallionkuja 6, 01620 Vantaa
Käyttötarkoitus	oppilaitos, neuvola
Valmistumisvuosi	1974
Rakennuksia	1
Kerroksia	2
Runkojärjestelmä	Sandwich-elementit
Perustukset	?
Alapohja	osin maanvarainen laatta
Välipohja	ontelolaatat
Julkisivut	Tiililaattapintaiset sekä sileät teräsbetonielementit
Vesikate	Huopakate

### 1.2 Lähtötiedot

- Tilaajan antamat lähtötiedot
- Pää- ja rakennepiirustuksia

## 2. TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TEHTÄVÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää sisäilman ongelmien syyt. Tutkimus suoritettiin kohdekäynnin, Ositum Oy:n laatiman tutkimussuunnitelman sekä käyttäjähaastatteluihin pohjautuen.

Tutkimukseen sisältyi silmämääräisen tarkastelun lisäksi:

- sisäilmateknisiä tutkimuksia
- materiaalinäytteitä rakenteista

Tutkimukseen liittyen suoritettiin mittauksia ja näytteidenottoja kohdassa 3 esitetysti.

Kuntotutkimuksen kenttätyöt tehtiin 17.-18.6.2010. Tutkimussuunnitelman laati ja mittaukset suoritti insinööri Rauno Pakanen Ositum Oy:stä.

## 3. SUORITETUT TUTKIMUKSET

### 3.1 Sisätilojen silmämääräinen yleistarkastus

Sisätilat, joiden on ilmoitettu olevan ongelmallisia, käytiin läpi henkilökunnan kanssa. Lisäksi tilat tarkastettiin tarkemmin näytteiden oton aikana.

### 3.2 Näytteet ja laboratorioanalyysit

Kaikki suoritettavat tutkimustoimenpiteet (rakenneavaukset, näytteidenotto ja mittaukset) on esitetty liitteessä 2.

**Näytteenotto ja mittaukset lyhyesti:**

- Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VVOC 16 kpl
- Mineraalivillakuitunäytteet 14 kpl
- Mikrobinäytteet rakennusmateriaaleista 1 kpl
- Emissionäytteet materiaalista 5 kpl

## 4. TUTKIMUSTULOKSET

### 4.1 Käyttäjähastattelu

Lähtötietojen keräämiseksi haastateltiin koulun rehtoria ja neuvolan henkilökuntaa.

Lisäksi käytössämme oli eri aikakausien raportteja kosteusmittauksista, muistioita vesivahingoista ja lista nykyisistä ongelmatiloista. Mittauksissa ja näytteissä keskityttiin juuri ongelmatiloihin, ja haastateltiin mahdollisuuksien mukaan tilassa työskentelevää henkilöä.

Osalla työntekijöistä oli oireita, joiden syy voisi olla rakennuksen sisäilmassa.

### 4.2 Yleistarkastus, aistinvaraiset havainnot

Tarkastettavina tiloina olivat pääosin ongelmatiloiksi määritetyt luokat ja toimit.

Luokissa on muutamia kosteusvaurioita näkyvissä lastulevyissä ja betoniseinän tasoitteissa. Ikkunoiden puuosissa on kosteusvaurioita ja maalien hilseilyä yleisesti. Lattian kvartsiivinyyli-laatoissa on paikoin homeen hajua.

Neuvolassa ei näyttänyt merkittäviä kosteusvaurioita olevan näkyvissä, mutta käytävällä olevasta viemärintarkastusluukussa haisi maakellari. Myös neuvolan tuulikaapissa oli havaittavissa samanlainen haju.

### 4.3 Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet

VOC-näytteitä otettiin yhteensä 16 kpl. 14 mittausta tehtiin ongelmatiloista ja yksi tuloilmasta ja yksi alaslaskun päältä.

Huone	Tulos
Huone 101	Näytteessä havaittiin epätavanomaisina pitoisuuksina 2-metyylipentaania, heksaania, etanolia ja dikloorimetaania.
Huone 104	Näytteessä havaittiin epätavanomaisina pitoisuuksina 2-metyylipentaania, heksaania, dikloorimetaania ja rikkidioksidia.
Huone 149	Näytteessä havaittiin epätavanomaisina pitoisuuksina 2-metyylipentaania, 3-metyylipentaania, heksaania ja etanolia.
Huone 206	Näytteessä havaittiin epätavanomaisina pitoisuuksina 2-metyylipentaania, heksaania ja etanolia.
Huone 216	Ei epätavanomaisia pitoisuuksia
Huone 219	Ei epätavanomaisia pitoisuuksia

Huone 220	Ei epätavanomaisia pitoisuuksia
Huone 240	Ei epätavanomaisia pitoisuuksia
Huone 268	Ei epätavanomaisia pitoisuuksia
Huone 01	Ei epätavanomaisia pitoisuuksia
Huone 04	Näytteessä havaittiin epätavanomaisina pitoisuuksina 2-metyylipentaania, 3-metyylipentaania, heksaania, metyylisyklopentaania, etanolia, dietyleeniglykolimonoetyylieetteriä ja dikloorimetaania.
Huone 11	Näytteessä havaittiin epätavanomaisina pitoisuuksina 2-metyylipentaania, 3-metyylipentaania, heksaania, metyylisyklopentaania, 1-penteeniä, etanolia, bentseeniä, dikloorimetaania ja etikkahappoa.
Huone 14	Ei epätavanomaisia pitoisuuksia
Huone 18	Näytteessä havaittiin epätavanomaisina pitoisuuksina 2-metyylipentaania, heksaania ja etanolia.
Tuloilma, huoneessa 11	Ei epätavanomaisia pitoisuuksia
Alaslasku, huoneessa 11	Ei epätavanomaisia pitoisuuksia

Taulukko 3. VOC/VVOC-mittausten tulokset

Alkaaneja (esimerkiksi metyylipentaani) ja sykloalkaaneja (esimerkiksi metyylisyklopentaani) on runsaasti öljypohjaisissa tuotteissa ja niitä käytetään esim. muoviteollisuuden raaka-aineena. Ne voivat olla peräisin myös polttoaineista kuten bensiinistä. Heksaania käytetään muun muassa liuottimena liimoissa, lakoissa ja maaleissa. Heksaanin kaltaisia yhdisteitä on myös petrolieetterissä ja moottoribensiinissä.

1-Penteeniä käytetään muovien raaka-aineena ja sitä voi emittoitua sisäilmaan esim. lastulevystä ja se on mikrobien aineenvaihduntatuote.

Bentseeniä on muun muassa kivihilitervassa ja moottoribensiinissä.

Dikloorimetaania käytetään liuottimena.

Etanolia käytetään yleisesti liuottimena ja se on alkoholijuomien ainesosa. Sitä käytetään myös desinfiointi- ja antiseptisenä aineena. Se on myös mikrobien aineenvaihduntatuote ja kosteusvaurion indikaattori.

Etikkahapon lähteitä ovat muun muassa PVC-muovi, liimat ja silikonisaumausmassat. Se on myös mikrobin aineenvaihduntatuote.

Etyleeniglykolieettereitä (esim. dietyleeniglykolimonoetyylieetteriä) käytetään mm. maalien hidastimina ja kalvonmuodostajina sekä auton jäähdytys- ja jarrujärjestelmissä sekä hydraulikkaneesteissä.

Profiililtaan kaikki näytteet ovat lähes samankaltaisia, joten pitoisuudet voivat olla peräisin samasta kaikissa tiloissa esiintyvistä materiaalista esim. lattian pintarakenteista.

#### 4.4 Materiaalien emissio

Viidestä tilasta otettiin materiaaliemissionäyte.

Huone	Tulos
Huone 11	Mattonäytteessä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittiin tridekaania, 2-etyyliheksanolia ja longifoleenia
Huone 240	Mattonäytteessä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittiin tridekaania, 2-etyyliheksanolia ja etanolia
Huone 149	Mattonäytteessä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittiin dodekaania ja tridekaania
Huone 219	Mattonäytteessä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittiin tridekaania, 2-etyyliheksanolia, etanolia ja longifoleenia
Huone 101	Mattonäytteessä epätavanomaisena pitoisuutena havaittiin 2-etyyliheksanolia

Taulukko 4. FLEC-mittausten tulokset

Emäksinen kosteus ja ammoniakki hajottavat dioktyyliftalaatteja, jotka ovat muovien ja kumien pehmittimiä. Ftalaattien hajotessa niistä muodostuu 2-etyyliheksanolia, joka aiheuttaa makeahkoa hajua. Märällä betonipinnalla tapahtuu siten sisäilman laadun kannalta haitallisia prosesseja. Maton ja betonipinnan ei tarvitse kuitenkaan olla enää kosteita, sillä reaktion kerran alettua se ei pysähdy, vaikka ko. pinnat ovat kuivia.

Etanoli on kosteus- ja mikrobivauriota indikoiva yhdiste. Longifoleenia käytetään mm. puhdistusaineissa ja liimoissa. Tridekaani ja dodekaani voivat olla peräisin mm. liimoista.

#### 4.5 Mikrobinäytteet

Mikrobinäytteitä otettiin materiaaleista yksi. Näytteitä on otettu aiemmin runsaasti, mutta tällä näytteellä varmistettiin huonokuntoisen akustovillan mikrobit. Näyte otettiin huoneesta 11 neuvolassa. Tulos oli tavanomainen.

#### 4.6 Mineraalivillakuidut, lämpötilat, suhteellinen kosteus ja paine-ero

Tasopinnoilta otettiin mineraalivillakuitunäytteitä 14 kpl samoista tiloista kuin Voc-näytteet.

Huone	Kuitua/cm <sup>2</sup>	Lämpötila °C	Suhteellinen kosteus %Rh	Paine-ero ulkoilmaan Pa
Huone 101	0,33	23,5	57,2	-6
Huone 104	< 0,17	23,9	57,1	-7
Huone 149	0,17	23,3	56,5	-5
Huone 206	0,17	23,0	57,2	-2
Huone 216	0,17	23,0	56,4	-4
Huone 219	< 0,17	22,4	56,5	-3
Huone 220	< 0,17	22,6	56,5	-5
Huone 240	< 0,17	23,7	56,9	-1
Huone 268	< 0,17	23,2	56,4	-1
Huone 01	< 0,17	24,3	58,2	-3
Huone 04	0,17	25,5	57,8	-5
Huone 11	0,33	22,0	57,9	-0
Huone 14	0,5	24,8	58,0	-4
Huone 18	< 0,17	23,8	57,8	-6

Taulukko 5. Kuitu-, lämpötila- suhteellisen kosteuden ja paine-eron mittausten tulokset



#### 4.6.1 Mineraalivillakuidut

Tasopinnoille laskeutuneesta pölystä otettiin näyte ns. teippimenetelmällä. Menetelmässä pölyä kerättiin pinnalta kirkkaan teipin avulla, esimerkiksi Scotch Crystal-teippi. Teipistä irrotettiin noin 6-7 cm:n pituinen pala, joka painettiin tasopinnaalle niin, että teippiin tarttui pinnalle laskeutunut pöly. Sen jälkeen teippi painettiin puhtaalle mikroskoopin aluslasille.

Pintojen kahden viikon pölylaskeuman kuitutiheys tulisi olla alle 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>. Pidemmän välin kertymän ohjearvo on 3 kuitua/cm<sup>2</sup>. Mineraalivillakuidut voivat aiheuttaa silmien ja ihon ärsytysoireita. Mineraalivillakuitujen lähteitä voivat olla akustiikkalevyt tai ilmanvaihtolaitteiden lämpö- ja äänieristeet.

Näytteet on kerätty läheltä tuloilmakanavaa ja niin korkealta, ettei normaali siivous puhdistaa tasopintoja. Siksi ohjearvona voidaan käyttää 3 kuitua/cm<sup>2</sup>, yksikään näyte ei sisältänyt näin paljon kuituja. Silti peruskorjauksen yhteydessä on suositeltavaa uusaa akustolevyt jo pelkästään nykyisten huonon kunnan ja likaisuuden vuoksi.

#### 4.6.2 Lämpötilat, suhteellinen kosteus ja paine-ero

Lämpötilat vaihtelivat 22,0-25,5 °C. Lämpötilat olivat korkeampia neuvolassa kuin koulussa. Lämpötilat ovat hieman korkeita.

#### 4.6.3 Suhteellinen kosteus ja paine-ero

Suhteelliset kosteudet vaihtelivat 56,4-58,2% Rh. Kosteudet olivat vuodenaikaan nähden normaaleja, muuten hieman korkeita.

#### 4.6.4 Paine-ero

Alipaine huoneilmassa ulkoilmaan nähden vaihteli 0-7 Pa. Paine-erot olivat normaaleja koneellisella tulo- ja poistoilmalla varustettuun rakennukseen.

#### 4.7 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Neuvolan toimistohuoneiden hiilidioksidipitoisuutta tutkittiin pidemmällä ajanjaksolla. Kaikissa huoneissa mittaus kesti kaksi arkipäivää. Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin muistiin keräävällä Q-Trak Modell 8550/8551 –mittalaitteella.

Mittaustulokset vaihtelivat 308 -773 ppm, keskiarvon ollessa 514 ppm.

Tyydyttävänä hiilidioksidipitoisuutena voidaan pitää arvoa 1200 ppm. Neuvolasta mitatut tulokset alittavat ohjearvon maksiminkin osalta reilusti, joten hiilidioksidi ei aiheuta sisäilmaongelmaa.

## 5. YHTEENVETO

### 5.1 Turvallisuusriskit

Turvallisuusriskejä ei havaittu.

### 5.2 Rakenteiden kunto

- Koulun ikkunarakenteissa on yleisesti lieviä kosteusvaurioita
- Koulun päätyseinissä on muutamia pieniä kosteusvaurioita
- Neuvolan tarkastuskaivoissa on maakellarin hajua
- Akustolevyt ovat likaantuneet ja osin päädyt pinnoittamatta

### 5.3 Sisäilma

- Sisäilmaa haittaavana tekijänä ovat pääosin lattian pintarakenteet
- Lattian pintarakenteista emittoituu sisäilmaan kvartsivinyylilaatasta ja / tai liimasta alkaaneja, 2-etyyliheksanolia ja mikrobien aineenvaihduntatuotteita. Varsinkin 2-etyyliheksanoli saattaa aiheuttaa terveyshaittoja.
- Lattialaatoissa on paikoin aistinvaraisesti havaittavissa homeen hajua
- Neuvolan tuulikaapissa on homeen hajua

### 5.4 Toimenpidesuosituksukset

Yleisesti ottaen kiinteistön kunto on tyydyttävä. Tutkimuksen perusteella pariin rakenneosaan kohdistuu laajamuotoisia korjaustoimenpiteitä, joista suurin osa voidaan tehdä peruskorjauksen yhteydessä.

Sisäilmaongelmallisista luokista ja neuvolan tuulikaapista uusitaan lattian pintarakenteet tarvittaessa jo ennen peruskorjausta.

Lattialaatat poistetaan, liimajäämät hiotaan ja irti alustastaan olevaan tasoite poistetaan. Lattiat käsitellään epoksihartsilla, Uzin Pe 460New, maahantuojan ohjeen mukaisesti. Tämän jälkeen lattiat voidaan pinnoittaa uudelleen haluamalla materiaalilla. Lattiat voidaan jättää myös pinnoittamatta epoksipinnalle odottamaan peruskorjausta.

Loput lattiat käsitellään samoin peruskorjauksen yhteydessä.

Neuvolan tarkastuskaiivot puhdistetaan ja desinfioidaan.

Kaikissa tiloissa siivotaan aika ajoin myös korkealla olevat tasopinnat.

Peruskorjauksessa uusitaan akustovillat, ikkunat käytetään pois, huolletaan ja maalataan. Elementissä oleva apurunko desinfioidaan ja ikkunat asennetaan uudelleen siten, ettei ilmavuotoja elementin eristetilasta pääse sisäilmaan.

Kaikki kosteusvaurioituneet rakenteet korjataan peruskorjauksen yhteydessä.