

TUTKIMUSRAPORTTI**Tutkimuksen kohde ja osoite**

Karjaan yhteiskoulu, Tammisaarentie 62, 10300 Karjaa

Tutkimuksen ajankohta: 16.1.2017

Tutkimuksen tekijä: Hannu Lehto

Tutkimuksen tilaaja

Tony Lindqvist, Raaseporin kaupunki, Ystadinkatu 3, 10600 Raasepori

Baumedi Oy:n yhteyshenkilö on Hannu Lehto

1 TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoitus oli määrittää kohteen kemialliset epäpuhtaudet (VOC ja Formaldehydi) ilmanäytteiden avulla.

Kohteessa käytetyt tutkimusmenetelmät on esitetty kohdassa 3.

Tutkimusmenetelmät ja kohteet

Ilmanäyte, VOC-menetelmä	Näyte 1: 1. kotitalous
	Näyte 2: 2. kotitalous
	Näyte 3: vaatehuolto
	Näyte 4: pientyöryhmä opettajat
Ilmanäyte, Formaldehydi	Näyte 1: 1. kotitalous
	Näyte 2: 2. kotitalous

VOC-analyytitulos kertoo näytteen sisältämien VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuuden TVOC:in sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet. Kohonneesta TVOC-pitoisuudesta voidaan päätellä onko ilmassa epätavallisen suuri määrä kemiallisia yhdisteitä.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan (esimerkiksi koulut ja päiväkodit) terveydellisistä olosuhteista (545/2015, lyhyesti asumisterveysasetus) haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³. Tutkimuksessa otetun näytteen TVOC-pitoisuudet eivät ylittänyt asuinympäristölle annettua toimenpiderajaa. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m³. Tutkimuksessa otetun näytteen yksittäisten yhdisteiden VOC-pitoisuudet eivät ylittäneet asuinympäristölle annettua toimenpiderajaa laboratorion antaman epävarmuustarkastelu huomioiden

Asuntojen kohdalla sisäilman formaldehydipitoisuuden sallituksi maksimiarvoksi on määriteltä 100 µg/m³. Formaldehydin hajukynnys on n. 35 µg/m³, mutta herkemmin

reagoivat henkilöt saattavat oireilla jo 5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pitoisuuksissa. Formaldehydialtistuksen tyypilliset oireet ovat silmien ja ylähengitysteiden ärsytykset. Nyt suoritetun tutkimuksen perusteella näytteiden 1 ja 2 formaldehydipitoisuudet olivat $< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka ei ylittänyt formaldehydipitoisuuden maksimiarvoa.

2 JOHDANTO JA TUTKIMUKSET

Jos tiloissa on koettu ongelmia sisäilmastossa, pyritään mittausten avulla selvittämään ongelmien esiintymistä ja niiden syitä. Oman ryhmänsä muodostavat rakennuksen kosteusvaurioista tai rakennusvirheistä aiheutuvat epäpuhtauspäästöt. Niiden vuoksi tiloihin voi kulkeutua kemiallisia tai biologisia epäpuhtauksia, jotka heikentävät ilman laatua ja voivat aiheuttaa oireilua.

Tutkimuksen tarkoitus oli määrittää kohteen kemialliset epäpuhtaudet (VOC ja Formaldehydi) ilmanäytteiden avulla.

Kohdassa 3 on esitetty tutkimusmenetelmät, joita on käytetty tutkimuksessa. Menetelmissä käytettyjen laitteiden kalibrointiajankohdat sekä tekniset epävarmuustarkastelut on määritelty kyseisten toimijoiden laadunhallintajärjestelmissä.

2.1 TUTKIMUKSET

2.1.1 VOC-menetelmä (VOC-yhdisteet)

Kohteessa tehtyjen mittauksen tarkoitus oli selvittää oliko kohteen tiloissa sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuudet poikkeavia tavanomaisia viitearvoihin verrattuna. Yhdisteiden määrittäminen voi olla tarpeen, jos sisäilmassa esiintyy kemikaalien omaista tai muuten poikkeavaa hajua.

VOC-yhdisteitä saattaa tulla mm. rakennusmateriaaleista, tilan toiminnasta ja ihmisistä. VOC-yhdisteiden mittausten tuloksista tarkastellaan yleensä yhdisteiden yhteispitoisuutta (TVOC). Tuloksista voidaan usein päätellä, mikäli tilassa/huoneessa on erityisen suuria epäpuhtauslähteitä. Jossain tapauksissa kokonaispitoisuus saattaa olla hyväksytyissä rajoissa, mutta jonkin yksittäisen yhdisteen pitoisuus saattaa silti olla vaarallisen korkea. Korkeat VOC-pitoisuudet voivat johtua muun muassa materiaalien virheellisestä käytöstä, valmistusvirheistä ja käytettävistä raaka-aineista.

Tulokset ja tulkinta

Tulosten tulkinta perustuu analyysituloksiin. Analyysituloksen merkitystä pohdittaessa on aina lisäksi huomioitava kohteesta tehdyt havainnot ja muut mittaukset. Johtopäätöksessä esille tuotujen yhdisteiden lähteitä selvitettyä tulee aina ensisijaisesti selvittää tiloissa olevat ulkoiset lähteet (siivousaineet, hajusteet, polttoaineet, jne.), joista analyysissä epätavanomaisina pitoisuuksina havaitut

yhdisteet voisivat olla peräisin. Vain jos yhdisteiden olemassaoloa selittävää ulkoista lähdettä ei löydy, kannattaa harkita rakenteiden tarkempaa tutkimista, jotta analyysissä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittujen yhdisteiden lähde saadaan selvitettyä.

VOC-emissioiden muodostaminen

Materiaalista tapahtuvaan emissioon vaikuttaa monta tekijää, kuten pinnan ilmanvaihto, yhdisteiden höyrynpaine ja diffuusiokerroin materiaalissa sekä materiaalin tai rakenteen lämpötila ja kosteuspitoisuus.

Esimerkiksi uusista lattiapäällystysmateriaaleista emittoituu ensimmäisien kuukausien aikana sisäilmaan erilaisia yhdisteitä, jotka aistitaan kullekin materiaalille ominaisena hajuna. Emissioita, jossa materiaalista haihtuu normaaleja materiaalin valmistamiseen käytettyjä aineita, kutsutaan primääriemissioksi.

Betoni-tasoite-liima-lattianpäällyste-yhdistelmän kosteus voi vaikuttaa haitallisesti. Betonin alkalinen kosteus voi aiheuttaa päällystymateriaaleissa ja niiden kiinnittämisessä käytetyissä liimoissa kemiallista hajoamista.

Hajoamisen seurauksena maton liiman tartuntaominaisuudet ja pehmitinaineet menettävät ominaisuutensa. Matto kovettuu ja menettää joustavuutensa. Liiman hajoamisen seurauksena syntyneet yhdisteet ovat hydrolyysi- ja hapettumistuotteita kuten esimerkiksi hapot, joista tunnetuin on 2-etyliheksanoli. Kyseinen yhdiste syntyy, kun ftalaatti-pohjainen pehmitin PVC:ssä hajoaa. Pahimmillaan tällainen hajoamisreaktio tuntuu hajuna ja saattaa näkyä tummina laikkuina PVC-matossa. Hajoamisreaktiossa syntyvät kemialliset yhdisteet voivat emittoitua sisäilmaan.

Osa yhdisteistä voi myös imeytyä alustamateriaalina olevaan betoniin ja tasoitteeseen. Tätä ulkoisen tekijän, esimerkiksi kosteuden, aiheuttamaa emissiota kutsutaan sekundääriemissioksi. Sekundääriemissiot ovat yleisiä muovimattolattioissa, joissa matto on liimattu liian kostean betonin päälle.

Betonilattioiden emissioiden ja suhteellisen kosteuden välillä on selvä korrelaatio. Emissiot kasvavat suhteellisen kosteuden noustessa. Kriittisenä betonin suhteellisen kosteuden arvona voidaan pitää 85 %:a, kun kosteus on mitattu välittömästi muovimaton alta. Materiaalista tapahtuva emissio vaikuttaa suoraan sisäilman koostumukseen. Riittämätön ilmanvaihdon seurauksena yhdisteet voivat kerääntyä sisäilmaan, jolloin ihminen altistuu niille.

Jotkut yhdisteet voivat sisäilmassa suurina määrinä ollessaan aiheuttaa ihmiselle erilaisia ärsytysoireita kuten esimerkiksi iho-oireita, silmien kirvelyä, päänsärkyä ja pahoinvointia

Tutkittujen näytteiden kokonaispitoisuudet on esitetty alla olevassa taulukossa.

TVOC-pitoisuus

Näyte 1: 1. kotitalous	26 µg/m ³
Näyte 2: 2. kotitalous	16 µg/m ³
Näyte 3: vaatehuolto	21 µg/m ³
Näyte 4: pientyöryhmä opettajat	21 µg/m ³

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista (545/2015, lyhyesti asumisterveysasetus) haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m³.

Yksittäisen VOC-yhdisteen pitoisuus harvoin ylittää 50 µg/m³, mutta osa yhdisteistä on vaikeasti mitattavissa, koska ne voivat ympäristöolosuhteiden vaikutuksesta muovautua alkuperäistä reaktiivisemmiksi yhdisteiksi esim. korkean pintalämpötilan tai otsonin läsnäolon vuoksi. Poikkeus pitoisuusarvoihin koskee seuraavia yksittäisiä yhdisteitä, joiden toimenpiderajat ovat: TXIB – 10 µg/m³, 2-etyyli-1-heksanoli – 10 µg/m³, naftaleeni – 10 µg/m³ (hajua ei saa esiintyä) ja styreeni – 40 µg/m³.

Tutkimuksessa otetun näytteiden TVOC-pitoisuudet eivät ylittänyt asuinympäristölle annettua toimenpiderajaa. Tutkimuksessa otetun näytteiden yksittäisten yhdisteiden VOC-pitoisuudet eivät ylittäneet asuinympäristölle annettua toimenpiderajaa laboratorion antaman epävarmuustarkastelu huomioiden.

2.1.2 Formaldehydi

Formaldehydi on haitallinen orgaaninen yhdiste, jota päätyy sisäilmaan pääosin rakennusmateriaaleissa ja huonekaluissa liima-aineena käytetystä urea-formaldehydihartsista. Sitoutunut formaldehydi vapautuu pitkän ajan kuluessa tasaisina pieninä määrinä sisäilmaan aiheuttaen silmä- ja hengitysoireita sekä lisäten riskiä sairastua syöpään. Formaldehydi on erityisen ongelmallista, koska se voi aiheuttaa pitkäaikaisia oireita jo pieninä pitoisuuksina lähes täysin huomaamatta, mutta suurina pitoisuuksina se on hengenvaarallista.

Tulokset ja tulkinta

Asuntojen kohdalla sisäilman formaldehydipitoisuuden sallituksi maksimiarvoksi on määritelty 100 µg/m³. Formaldehydin hajukynnys on n. 35 µg/m³, mutta herkemmin reagoivat henkilöt saattavat oireilla jo 5-10 µg/m³ pitoisuuksissa. Formaldehydialtistuksen tyypilliset oireet ovat silmien ja ylähengitysteiden ärsytys. Nyt suoritetun tutkimuksen perusteella näytteiden 1 ja 2 formaldehydipitoisuudet olivat < 5 µg/m³, joka ei ylittänyt formaldehydipitoisuuden maksimiarvoa.

2.1.3 Epävarmuustarkastelu

Sisäilman mikrobiologista, kemiallisia, fysikaalisia ja muiden epäpuhtauksia tutkittaessa tulee tutkittavan tilan olosuhteisiin kiinnittää erityistä huomioita. Otettavan näytteen tulee edustaa mahdollisimman hyvin tilan tavanomaista olosuhteita.

Näytteenotto

Baumedi Oy suorittaa näytteenoton Asumisterveysasetuksen (STM:n 545/2015) ja sen soveltamisohjeen (Valvira 08/2016) mukaan.

Tutkimus

Baumedi Oy käyttää asumisterveystutkimuksissa Eviran hyväksymiä laboratoriota. Baumedi Oy ottaa näytteet ja lähettää ne analysoitavaksi laboratorion ohjeiden ja laadunvarmistusjärjestelmän mukaisesti. Mittaus- ja analyysituloksia sisältävässä raportissa ilmoitetaan käytetyt mittaus-, näytteenotto- ja analysointimenetelmät sekä määrittämissä ja tulosten tulkinnassa noudatetut periaatteet. Mittaus ja näytteenotto tehdään ensisijaisesti asunnon tai muun oleskelutilan tavanomaista käyttöä vastaavissa oloissa. Terveystarkastusta selvitettäessä on mittauksessa ja näytteenotossa käytetään standardoituja menetelmiä tai vastaavia muita luotettavia menetelmiä. Mittaus- ja näytteenottolaitteiden on valmistajan ohjeiden mukaisesti kalibroituja. Tavanomaisessa käytössä tarkoittaa esim. sitä, että ilmanvaihto on täydellä tai osateholla, korvausilmaventtiilit auki, ikkunat ja ovet kiinni.

Tutkimusmenetelmissä mahdollista virhettä aiheuttavat näytteenottotekniikka (käytettävien välineiden puhtaus, näytteenottajan toiminta) sekä näytteiden säilytys laboratorioon kuljetuksen aikana. Myös näytteenottoaika on suuri merkitys tulosten tulkinnalle.

3 TUTKIMUSMENETELMÄT

Menetelmissä käytettyjen laitteiden kalibrointiajankohdat sekä tekniset epävarmuustarkastelut on määriteltä kytseisten toimijoiden laadunhallintajärjestelmissä.

Ilmanäyte, VOC-menetelmä

Menetelmä: Näytteet kerätään Tenax TA adsorbenttiin ja analyysit tehdään standardin ISO 16000-6 mukaisesti kaasukromatografi-massaspektrometrilaitteistolla	Muut tiedot (ohjeet jne.): Asumisterveysasetus (STM 545/2015) ja sen soveltamisohje (Valvira 8/2016)
Tulos, ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) TVOC- ja VOC-pitoisuudet	Analyysi: MetropoliLab Oy, Helsinki (FINAS T058)

Ilmanäyte, Formaldehydi-menetelmä

Menetelmä: Näyte kerätään patruunaan aktiivisen pumpun avulla. Analyysit tehdään ISO 16000-3:2011 mukaisesti	Muut tiedot (ohjeet jne.): Asumisterveysasetus (STM 545/2015) ja sen soveltamisohje (Valvira 8/2016)
Tulos, ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Formaldehydipitoisuus	Analyysi: MetropoliLab Oy, Helsinki (FINAS T058)

Raportin tekijä:

Kari Yli-Muilo, projektipäällikkö, tutkimuspalvelut
RTA (rakennusterveysasiantuntija), insinööri

gsm: 040 195 5644

e-mail: kari.yli-muilo@baumedi.fi

Baumedi Oy, tutkimukset

Air | Quality | Solutions

Helsinki | Hollola | Turku | Tampere | Kurikka | Oulu

LIITTEET

Liite 1: TESTAUSSELOSTE 2017-929, 26.1.2017 MetropoliLab Oy, Helsinki

Liite 2: TESTAUSSELOSTE 2017-925, 25.1.2017 MetropoliLab Oy, Helsinki