

# **ILMANVAIHTOTUOTTEIDEN PUHTAUSTESTAUSOHJE**

Laatijat:

Marko Björkroth, Esko Kukkonen, Olli Seppänen, Marianna Tuomainen  
Teknillinen korkeakoulu, LVI-tekniikan laboratorio

Vesa Asikainen, Pertti Pasanen  
Kuopion yliopisto, Ympäristötieteiden laitos

Keijo Kovanen  
VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Päivitys ja ylläpito:  
Vuokko Lappalainen, Itä-Suomen yliopisto  
Ilmanvaihtotuotteiden luokitustyöryhmä

Hyväksyjä:  
Rakennustietosäätiö RTS / EPT 24 SISÄILMASTOLUOKITUS

Versio 1.0 hyväksytty 12.1.2001  
Versio 2.0 hyväksytty 22.8.2002  
Versio 3.0 hyväksytty 26.9.2012

## 1 JOHDANTO

Tämä ohje on tarkoitettu täydentämään Sisäilmastoluokitus 2008:n osaa 3.2, ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus. Ohje määrittelee, millä tavoin ilmanvaihtotuotteet tulee testata, jotta niiden voidaan katsoa toteuttavan puhtausluokituksen vaatimukset puhtauden osalta. Myös muita kuin tässä dokumentissa määriteltyjä menetelmiä voidaan käyttää ilmanvaihtotuotteen vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen, mutta niiden käytöstä on sovittava tapauskohtaisesti.

## 2 PUHTAUSLUOKITUKSEN YLEISET VAATIMUKSET

Ilmanvaihtotuotteille on yksi puhtausluokka. Ilmanvaihtotuote on siis joko puhtausluokiteltu tai sitten ei. Seuraavassa on esitetty puhtausluokitellun ilmanvaihtotuotteen yleiset vaatimukset.

- 1. Puhtausluokiteltu tuote ei saa lisätä terveyden tai viihtyisyyden kannalta haitallisia epäpuhtauksia ilmanvaihtojärjestelmässä eikä tuloilmassa.**
- 2. Puhtausluokiteltu tuote ei saa tuottaa tuloilman laatua huonontavaa hajua tai kaasumaisia tai hiukkasmaisia epäpuhtauksia.**
- 3. Puhtausluokitellun tuotteen tulee olla helposti puhdistettavissa.**

Edellä mainittujen vaatimusten katsotaan toteutuvan, mikäli tuote täyttää tuotekohtaisesti asetetut vaatimukset valmistuksen jälkeen. Yksityiskohtaiset tuotekohtaiset vaatimukset on esitetty Sisäilmastoluokitus 2008:ssa kanaville, niiden osille, säätö- ja palopelleille, äänenvaimentimille sekä suodattimille.

**Yleensä luokitus voidaan myöntää testatun ilmanvaihtotuotteen lisäksi myös muille vastaaville tuotteille, esimerkiksi erikokoisille kanaville. Tämä edellyttää, että tuotteiden rakenne, materiaalit ja valmistustekniikka ovat identtiset, käytettävät materiaali-  
vahuudet mukaan lukien.** Esimerkiksi kierresaumattujen kanavien tapauksessa tämä voi tarkoittaa kaikkien samanvahvuisesta pellistä samalla tuotantolinjalla valmistettujen kanavakokojen hyväksyntää yhden koon testauksen perusteella. Lopullisen päätöksen asiassa tekee luokituksia myöntävä elin.

Tuotteita voidaan testata myös yhdistelminä, jolloin luokitus koskee kyseistä yhdistelmää. Näin ollen esimerkiksi pakettirakenteiset ilmanvaihtokoneet voidaan testata yhtenä yksikkönä ilman tarvetta purkaa niitä osiin yksittäisten tuotteiden testausta varten. Ilmanvaihtokoneiden suodattimet testataan erikseen.

Luokitukseen liittyviä testejä tekevän laboratorion tulee osoittaa luokituksia myöntävälle elimelle, että sen mittausmenetelmät ovat laadultaan riittäviä. Luokituksia myöntävä elin tarkastaa laboratorion laadun ja antaa mittausluvan ennen testien aloittamista mittausmenetelmäkohtaisesti. Kerran luvan saatuaan laboratorion ei tarvitse tarkastuttaa menetelmäänsä toistamiseen, jos menetelmä pysyy samana.

Luokitus on voimassa määräajan ja sen voimassaolo edellyttää, ettei valmistusprosessiin tehdä oleellisia muutoksia luokituksen voimassaoloaikana. Jos esimerkiksi käytettävä voiteluaine vaihdetaan toisentyypiseen, on testit toistettava tarpeellisilta osin. Esimerkkitapauksessa on voiteluainejäämien ja voiteluaineen hajukynnyksen testit uusittava.

### 3 OHJEEN RAKENNE

Testausohje koostuu yleisestä osasta, joka kattaa tuotteiden valinnan ja testausmenettelyn pääpiirteissään sekä sitä täydentävistä liitteistä. Täsmälliset menetelmäkuvaukset on sijoitettu liitteisiin, jotta niitä voitaisiin helposti täydentää, kun tutkimustietoa karttuu tai uusia menetelmiä kehitetään. Menetelmäkuvauksien lisäksi liitteisiin sijoitetaan tuotekohtaiset erityisohjeet testauksesta siinä tapauksessa, ettei yleisen osan testausmenettely sovellu kyseisen tuotetyypin vaatimuksenmukaisuuden osoittamiseen. Mikäli liitteessä olevan menetelmäkuvauksen tai tuotekohtaisen erityisohjeen vaatimukset ovat ristiriidassa yleisen osan vaatimusten kanssa, on toimittava liitteen ohjeiden mukaan.

### 4 TESTATTAVIEN ILMANVAIHTOTUOTTEIDEN VALINTA

#### 4.1 Pölykertymän ja kitkanalennusainejäämien määrittäminen

Testattavien tuotteiden valinnan suorittaa testauksesta vastaavan tutkimuslaitoksen valtuutettu henkilö. Näytteet valitaan valmistajalta tai tukkuliikkeen varastosta alkuperäisestä, avaamattomasta pakkauksesta. Pölykertymän ja kitkanalennusainejäämien määrittämistä varten valitaan 3–10 tuotteesta koostuva otos. Tämä otos voi sisältää erikokoisiakin tuotteita, jotka ovat läpikäyneet täsmälleen saman valmistusprosessin ja ovat valmistettu samasta raaka-aineesta.

Tuotteiden valinnassa on myös otettava huomioon testauksen asettamat vaatimukset. Esimerkiksi voiteluainenäytteen otto alle Ø125 mm kanavasta on vaikeaa. Joissakin tapauksissa näytteenotto ei ole lainkaan mahdollista rikkomatta tutkittavaa tuotetta, mikä on otettava huomioon testausta suunniteltaessa.

Jos tuotteella on useampia valmistuspaikkoja, otetaan näytteet erikseen kustakin valmistuspaikasta.

#### 4.2 Aistinvaraiset arvioinnit

Aistinvaraisessa emissiotestauksessa tarvitaan useimmissa tapauksissa vain yksi kappale tutkittavaa tuotetta. Poikkeuksen tähän sääntöön muodostavat kanavat, kanavanosat, sekä ne tuotteet, joiden tuotekohtaiset erityisohjeet muuta edellyttävät.

Kanavien aistinvaraisessa testauksessa on suoran kanavan pituuden oltava vähintään 15 metriä. Mikäli kanavanosia, kuten 90° käyriä halutaan testata samalla, niiden määrän tulee olla vähintään 2 kpl jokaista täyttä kuutta metriä kohti. Valittavan ilmanvaihtotuotteen on oltava valmistettu korkeintaan 30 vuorokautta aiemmin, koska hajutuotto tyypillisesti laskee ilmanvaihtotuotteen iän myötä. Pienissä erissä valmistettavat tuotteet voidaan testata korkeintaan 60 vuorokauden ikäisinä.

Testattavan tuotteen hajutuotto arvioidaan määrittämällä kammioilman tai tuotteen läpi virtaavan ilman hyväksyttävyys. Hyväksyttävyyсарvioinnissa käytetään kouluttamatonta paneelia ja määrittäminen suoritetaan rakennusmateriaalien päästöluokitusohjeen Emission Classification of Building Materials: Protocol for Chemical and Sensory Testing of Building Materials, jonka voimassa oleva versio on julkaistu osoitteessa [www.rakennustieto.fi/M1](http://www.rakennustieto.fi/M1).

### 4.3 Näytteiden valmistelu ja testaus

#### 4.3.1 Testaus paikanpäällä

Pölykertymän ja kitkanalennusainejäämien tapauksessa näytteenotto voidaan suorittaa tehtaalla tai tukkuliikkeen varastossa, jolloin tuotteita ei tarvitse erityisesti valmistella tai kuljettaa. Näytteenotto ja analyysi tehdään liitteinä olevien menetelmäohjeiden mukaisesti. Pääperiaatteena on useiden, ilmanvaihtotuotteen koosta riippuen 2–20 näytteen otto ilmanvaihtotuotteen sisäpinnalta niin, että sen koko sisäpinta tulee edustettua. Esimerkiksi kierresaumatuista kanavista näytteitä otetaan kanavan molemmista päistä ja kanavan koko piiriin alalta.

#### 4.3.2 Ilmanvaihtotuotteiden kuljetus ja säilytys

Mikäli testausta ei voida suorittaa paikanpäällä, testattavat tuotteet tulee kuljettaa testauksen suorittavaan laboratorioon joko alkuperäispakkauksessa tai pölytiivisti, esimerkiksi muovitulvilla suojattuina. Aistinvaraista testausta valmisteltaessa suojauksen tulee olla mahdollisimman tiivis ja kemiallisesti neutraali, ettei se aiheuta tutkittavan ilmanvaihtotuotteen saastumista (kontaminaatio).

Tuotteet säilytetään laboratoriossa sisätiloissa joko kuljetuksenaikaisessa tai laboratoriohenkilökunnan tekemässä ilmatiiviissä ja inertissä pakkauksessa. Pahvilaatikoihin pakatut suodattimet tulee testata välittömästi saapumisen jälkeen tai ne tulee pakata uudelleen ilmatiiviisti. Jos tuotteita joudutaan säilyttämään yli kuukauden ajan ennen testausta, niiden tulee olla ilmatiiviisti pakattuja.

#### 4.3.3 Valmistelu ennen aistinvaraista testausta

Mikäli aistinvarainen testaus on tarpeen, tuotteita tuuletetaan ennen testausta puhtaalla, suodatetulla ilmalla ilmanvaihtotuotteen ilmoitetulla tai käyttötarkoituksen perusteella arvioitulla nimellisilmavirralla. Ilmanvaihtokanavia tuuletetaan ilman otsapintanopeudella 3,0 m/s, ilmanvaihtokoneen osia otsapintanopeudella 2,5 m/s ja päätelaitteita sekä niihin läheisesti liittyviä osia joko niiden nimellisilmavirralla tai otsapintanopeudella 1,0 m/s kytkenäkanavasta mitattuna. Tuuletusajan lasketaan alkavan siitä hetkestä, kun ilmanvaihtotuotteen pakkaus avataan. Tuuletusaika on 3–5 vuorokautta ja lämpötilan tulee tuuletusaikana pysyä alueella 20–25°C. Jos testauksen aikana joudutaan muuttamaan koeolosuhteita, kuten ilman virtausnopeutta, annetaan olosuhteiden vakiintua vähintään puolen tunnin ajan ennen testauksen jatkamista. Samoin menetellään, jos testattavaa tuotetta vaihdetaan. Varsinainen aistinvarainen testaus suoritetaan rakennusmateriaalien aistinvaraisen arvioinnin menetelmällä ja joka on ohjeistettu rakennusmateriaalien M1-luokituksen testausprotokollassa.

## 5 VOITELUAINEN HAJUKYNNYKSEN MÄÄRITYS

Sisäilmastoluokitus 2008:ssa mainitut voiteluainejäämien raja-arvot perustuvat vain yhdellä, kauppanimeltään Solvac 1535 GD, voiteluaineella suoritettuihin kokeisiin. Muita voiteluaineita käytettäessä vaaditaan seuraavien kahden ehdon täyttymistä:

1. Voiteluainejäämän ilmanvaihtotuotteen pinnalla tulee täyttää Sisäilmastoluokitus 2008:n ja tuotekohtaiset erityisvaatimukset.
2. Voiteluaineen 50- ja 70-prosentin hajukynnysten tulee olla korkeampi kuin Solvacilla.

Ensimmäisen ehdon tarkoituksena on varmistaa mm. että voiteluainejäämät eivät tee tuotteesta vaikeasti puhdistettavaa. Toisen ehdon tavoitteena on varmistaa, ettei käytetty voiteluaine tuota liiaksi hajua, vaikka jäämä ilmanvaihtotuotteen pinnalla alittaisikin luokituksen raja-arvon.

## **6 LIITTEET**

- Liite 1** *Poistettu (Aistivaraiset arvioinnit koulutetulla hajupaneelilla)*
- Liite 2** Asentamattoman ilmanvaihtotuotteen pölykertymän määrittäminen suodatinke-räysmenetelmällä, versio 3.0
- Liite 3** Pintojen voiteluainejäämien näytteenotto suodatinimeytyksellä, versio 3.0
- Liite 4** Voiteluainenäytteiden analysointi infrapunaspektrometrillä (IR) menetelmällä, versio 3.0
- Liite 5** Voiteluaineen hajukynnyksen määrittäminen olfaktometrillä kouluttamatonta hajupaneelia käyttäen, versio 3.0
- Liite 6** *Poistettu (Aistivaraiset arvioinnit kouluttamattomalla hajupaneelilla)*
- Liite 7** Ilmavirtaan irtoavien mineraalikulitusten lukumääräpitoisuuden määrittäminen, versio 2.1
- Liite 8** *Poistettu (Ilmansuodattimien luokitusohje)*
- Liite 9** Ilmanvaihtotuotteiden ryhmittelyohje, versio 3.0  
*Ohje samankaltaisten tuotteiden ja tuoteryhmien luokittelutestauksen suunnitte-luun niin, että kullekin tuoteryhmälle tehdään vain tarvittavat mittaukset ja näy-temäärä pidetään kohtuullisena.*
- Liite 10** Raportointiohje, versio 3.0 (malli)

## **ASENTAMATTOMAN ILMANVAIHTOTUOTTEEN PÖLYKERTYMÄN MÄÄRITTÄMINEN SUODATINKERÄYSMENETELMÄLLÄ**

Ohjeen laatijat: Vesa Asikainen ja Pertti Pasanen  
Päivitys ja ylläpito: Vuokko Lappalainen  
Hyväksytty: 26.9.2012

### **1 TESTAUSMENETELMÄN YLEISKUVAUS JA SOVELTUVUUS**

Tämä menetelmäohje kuvaa ilmanvaihtojärjestelmän pintojen pölykertymän [ $\text{g}/\text{m}^2$ ] määrittystä suodatinkeräyksen perustuvalla näytteenottomenetelmällä. Menetelmä perustuu Pasasen ym. (1992) kehittämään menetelmään. Menetelmässä pinnalla oleva pöly kerätään suodattimelle vähintään  $100 \text{ cm}^2$  alueelta. Pölykertymä määritetään punnitsemalla suodatin koteloiheen ja imusuulakkeeseen ennen ja jälkeen pölynäytteen ottoa. Näin minimoidaan suodatinkoteloon ja suulakkeeseen jäävästä pölykertymästä aiheutuva virhe. Pienin menetelmän avulla määritettävä pölykertymä on noin  $0,15 \text{ g}/\text{m}^2$ . Menetelmä soveltuu sekä uusien asentamattomien tuotteiden että asennettujen kanavistojen pölykertymän määrittämiseen. Tässä menetelmässä annetaan ohjeet asentamattomien tuotteiden pölykertymän määrittämiseen. Menetelmällä saatavien tulosten luotettavuuteen vaikuttaa laboratorioissa oleva laitteisto, henkilökunnan kokemus huolellisuus. Tulosten luotettavuus paranee, kun laboratorioissa on käytössä asian mukainen laatuohjelma.

### **2 MENETELMÄSSÄ TARVITTAVAT VÄLINEET**

Näytteenotossa ja sen analysoinnissa tarvitaan seuraavat välineet ja tarvikkeet.

#### **2.1 Näytteenotossa tarvittavat laitteet ja välineet**

- Muoviletkusta valmistettuja suulakkeita 1 kpl/näytteenottopiste
- Suodattimia laboratorio- ja kenttävertailunäytteitä sekä varsinaisia näytteitä varten. Polykarbonaattisuodattimia huokoskoko  $0,8 \mu\text{m}$ , halkaisija 25 tai 37 mm
  - Vähintään 7 kpl/koesarja (katso kappale 6)
- Ei-hygroskooppisia suodattimen taustatukia (esimerkiksi nylon verkkoa  $180 \mu\text{m}$  reikäkoko) laboratorio- ja kenttävertailunäytteitä sekä varsinaisia näytteitä varten
  - Vähintään 7 kpl/koesarja (katso kappale 6)
- Suodatinkotelo laboratorio- ja kenttänollaa sekä varsinaisia näytteitä varten halkaisija 25 tai 37 mm
  - Vähintään 7 kpl/koesarja (katso kappale 6)
- Pumppu, jonka tilavuusvirta on  $15\text{-}20 \text{ dm}^3/\text{min}$  näytteenottimen ollessa yhdistettynä pumppuun
- Muoviletkua
- Sabluunat erilaisille kanavakokoluokille ja ilmanvaihtotuotteille (katso kappale 3.2.)
- Pölyltä suojaava säilytyslaatikko suodatinkoteloille. Huomioi, että näytteiden tulee pysyä pystyssä kuljetuksen aikana
- Taskulamppu

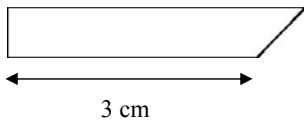
#### **2.2 Näytteen punnituksessa tarvittavat laitteet ja välineet**

- Vaaka (herkkyys vähintään  $0,1 \text{ mg}$ )
- Pinsetit

### 3 NÄYTTEENOTTIMIEN VALMISTAMINEN JA SUODATTIMIEN VAKIOINTI JA PUNNITSEMINEN

Suodattimen taustatuki asetetaan suodatinkotelon pohjalle, jonka päälle asetetaan näytteenottosuodatin. Näytteenottosuuttimet leikataan PVC-letkusta tarkasti siten, ettei suuttimen päähän jää näytteenotossa irtoavia osia. Suulakkeen päässä tulee kuitenkin olla korvausilmareitti, jotta suulake ei imeydy kiinni näytteenottopintaan. Suulakkeen (kuva 1) pituus on noin 3 cm ja se on toisesta päästä näytteenoton helpottamiseksi viistoon (noin 45°) leikattu. Suulakkeiden leikkaus tehdään saksilla tai leikkureilla.

Suodatin vakioidaan ennen näytteenottoa ja sen jälkeen vähintään yhden vuorokauden ajan samoissa olosuhteissa vakio-olosuhdehuoneessa tai eksikaattorissa. Suodatin vakioidaan kotelossaan siten, että kotelon tulpat ovat avattuina.



*Kuva 1. Näytteenottosuulake*

#### 3.1 Suodattimien, suodatinkoteloiden ja näytteenottosuulakkeiden punnitseminen

Suodatinkotelossa oleva vakioitu suodatin punnitaan koteloinen vaa'alla, jonka erotuskyky on vähintään 0,1 mg. Punnituksen yhteydessä näytettä käsiteltäessä tulee käyttää esimerkiksi pinsettejä tai puuvilla hanskoja. Suodatinkotelot punnitaan ilman tulppia näytteenottosuulakkeineen. Punnituksessa noudatetaan kyseiselle vaa'alle annettuja käyttöohjeita ja tutkimuslaboratorion mittausohjeita. Punnitukset tehdään kolme kertaa ja tulos saadaan punnitusten keskiarvona. Näytteenoton ja vakioinnin jälkeen suodattimet punnitaan koteloinen ja näytteenottosuulakkeineen, kuten ennen näytteenottoa.

#### 3.2 Muita näytteenottimen valmisteluun liittyviä toimenpiteitä

Ennen näytteenottoa on varmistettava siitä, että käytettävän pumpun tilavuusvirta on näytteenottoon soveltuva 15–20 dm<sup>3</sup>/min. Pumppu testataan liittämällä siihen kuvan 2 mukainen näytteenotin ja mittaamalla tilavuusvirta esimerkiksi pumpun kaasukellolla, rotametrimillä tai saippuakuplamittarilla.

Sabluunojen pinta-ala on vähintään 100 cm<sup>2</sup> ja ne ovat leveydeltään 1/4-osa kanavan piiristä. Siten esimerkiksi halkaisijaltaan 160 mm olevan kanavan sabluunan (pinta-ala 100 cm<sup>2</sup>) leveys on  $(\pi \times 8 \text{ cm}) / 2 = 12,6 \text{ cm}$  ja pituus noin 8,0 cm. Sabluunat valmistetaan magneettisesta muovilevystä, joka tarttuu kiinni teräksisen kanavan pintaan.

#### **4 TESTATTAVAN KAPPALEEN JA NÄYTTEENOTTOKOHDAN VALINTA JA KUVAUS**

Pölynäyte otetaan asentamattomasta ilmanvaihtotuotteesta siten, että se edustaa mahdollisimman hyvin tuotteen keskimääräistä pölyisyyttä. Näytteenottokohdan sekä koko tuotteen likaisuus/pölyisyys arvioidaan silmämääräisesti ennen näytteenottoa ja arvio tuotteen likaisuudesta merkitään mittauspöytäkirjaan. Myös näytteenotossa mahdollisesti lopputulokseen vaikuttavat tapahtumat kirjataan mittauspöytäkirjaan.

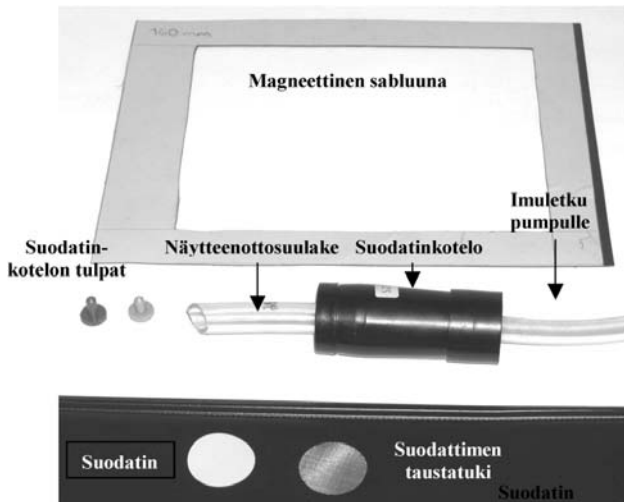
#### **5 NÄYTTEIDEN MÄÄRÄ**

Kun halutaan selvittää tietyn tuotteen pölykertymä esimerkiksi sen luokitusta varten, valitaan tehtaalta 3–10 tuotetta, joiden varastointi on ollut tutkittavalle tuotteelle tyypillistä. Näytteenotto voidaan tehdä joko kentällä tai tuotteet voidaan lähettää laboratorioon tutkittavaksi. Jos tuotteet lähetetään laboratorioon, täytyy ne suojata siten, etteivät ne likaannu sisältä kuljetuksen aikana. Jokainen tuote täytyy suojata erikseen ja suojaus kannattaa tehdä esimerkiksi siten, että tuotteen molemmat päät suljetaan tulpalla. Tutkittavasta tuotteesta otetaan sen koosta riippuen yksi–neljä rinnakkaisnäytettä.

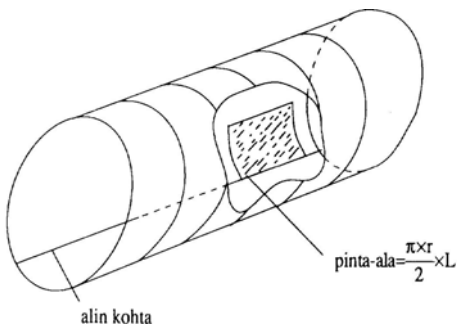
#### **6 NÄYTTEENOTTO**

Näytteenottokohdan valinnan jälkeen valmistetaan näytteenotin kuvan 2 mukaiseksi. Tämän jälkeen sabluuna asetetaan kanavan pohjalle kuvan 3 mukaisesti siten, että sabluunan yksi sivu on kanavan alimmassa kohdassa ja tälle vastakkainen sivu on horisontaalisessa suunnassa kanavan leveimmällä kohdalla. Näytteenottokohdan valinnassa pyritään välttämään näytteenottoa alueelta, jossa on popniittien asennuksesta syntynyttä porausjäystä. Näytteenotossa käytettävä sabluuna kirjataan ylös mittauspöytäkirjaan. Näyte otetaan siten, että sabluunalla rajattu alue imuroidaan muovisuulakkeella kaapien puhtaaksi pölystä. Kaa-vinta tehdään ristikkäin, millä varmistetaan se, että mahdollisimman suuri osa pinnan pölystä irtoaa näytteenotossa. Näytteenoton jälkeen näytteenottopumppu pidetään käynnissä ja suodatinkotelo käännetään pystyyn siten, että suulakeletkun pää osoittaa ylöspäin. Tämän jälkeen pumppu sammutetaan ja suodatinkotelo irrotetaan imuletkusta. Näytteenottosuulakkeesta pyritään irrottamaan irtonainen pöly suodatinkoteloon kopistelemalla sitä sormin tai pinseteillä. Suodatinkotelon imuaukko suljetaan tulpalla ja kotelo näytteenottosuulakkeineen asetetaan kuljetuslaatikkoon suulake ylöspäin. Kuljetuksen aikana tulee varmistua siitä, että näytteet pysyvät pystyasennossa. Näytteet voidaan pakata esimerkiksi yhteen kuminauhan avulla tai kuljetuksessa voidaan käyttää näytetelinettä. Jokaisessa tutkimuksessa otetaan vähintään viisi kenttänollanäytettä ja yksi laboratorionollanäyte. Kenttänollanäytteet otetaan kentällä siten, että suodatinkotelon imuaukon suojatulppa avataan ja se kiinnitetään takaisin. Laboratorionollanäyte säilytetään laboratoriossa vakiointiolosuhteissa ja punnitaan muiden punnitusten yhteydessä.





Kuva 2. Pölynäytteenottovälineistö.



Kuva 3. Kanavan koon suhteen vakioitu kanavapölyn näytteenottoalue. Pinta-alan (A) kaavassa  $r$  = kanavan säde,  $L$  = näytteenottoalueen pituus.

## 7 TULOSTEN KÄSITTELY JA NIIDEN ESITTÄMINEN

Tulokset käsitellään siten, että ensin lasketaan suodattimelle kertyneen pölyn massa ( $m$ ) (kaava 1), jonka jälkeen lasketaan pinnan pölykertymä ( $P$ ) (kaava 2).

$$m = (m_{s2} - m_{su1} - m_{s1}) - (m_{k02} - m_{k01}) \quad \text{kaava 1}$$

missä	$m_{s1}$	suodattimen ja suodatinkotelon massa ennen näytteenottoa
	$m_{su1}$	näytteenottosuulakkeen massa ennen näytteenottoa
	$m_{s2}$	suodattimen, näytteenottosuulakkeen ja suodatinkotelon massa näytteenoton jälkeen
	$m_{k01}$	kenttänollasuodattimien (viisi kappaletta) ja suodatinkoteloiden massojen keskiarvo ennen näytteenottoa
	$m_{k02}$	kenttänollasuodattimien (viisi kappaletta) ja suodatinkoteloiden massojen keskiarvo näytteenoton jälkeen

$$P = \frac{m}{A}$$

kaava 2

missä A näytteenottoalueen pinta-ala.

Kenttänoilien keskihajonta ( $sd_{mk0}$ ) lasketaan kaavalla 3, missä n on nollanäytteiden määrä. Kenttänoilien keskihajonnan avulla määritetään yksittäiselle näytteelle määrittysraja kaavalla 4 (Jaarinen ja Niiranen, 2000), missä A on näytteenottoalueen pinta-ala.

$$sd_{mk0} = \sqrt{\frac{n \sum (m_{k02_n} - m_{k01_n})^2 - (\sum (m_{k02_n} - m_{k01_n}))^2}{n(n-1)}}$$

kaava 3

$$\text{Määrittysraja} = \frac{sd_{mk0} \times 6}{A}$$

kaava 4

Ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen pölykertymä on kaikkien mittauskohtien pölykertymien keskiarvo. Jos yksittäinen mittaus tulos alittaa määrittysrajan käytetään keskiarvoa määrittäessä tuloksena ½ määrittysrajan arvosta.

Tulosta ilmoitettaessa annetaan seuraavat tiedot:

1. Näytteen tarkka tunnus ja kuvaus näytteestä
2. Viittaus tähän menetelmäohjeeseen
3. Lyhyt kuvaus näytteenotto-olosuhteista
4. Tuloksissa ilmoitetaan a. Ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen pölykertymä b. Yksittäisten mittauskohtien pölykertymät
5. Tulokset ilmoitetaan yksikössä  $g/m^2$  pyöristettynä lähimpään 0,1  $g/m^2$
6. Muut tuloksiin mahdollisesti vaikuttavat tekijät, esimerkiksi tiedot näytteen koostumuksesta, alkuperästä, säilytyksestä ym.
7. Määrittysraja jokaiselle näytteelle. Määrittysraja on noin 0,15  $g/m^2$ , kun käytetään näytteenottopinta-ala 100  $cm^2$ .

## LÄHDEKIRJALLISUUTTA

1. Jaarinen, S. ja Niiranen, J. (2000). Laboratorion analyysitekniikka. Oy Edita Ab, Helsinki 2000. 198 s.
2. Pasanen, P., Nevalainen, A., Ruuskanen, J. ja Kalliokoski, P. (1992). The composition and location of dust settled in supply air ducts. Ventilation for energy efficiency and optimum indoor air quality 13th AIVC conference, Nice, France. s. 482-488.

## **PINTOJEN VOITELUAINELAJÄÄMÄN NÄYTTEENOTTO SUODATINIMEYTYKSELLÄ**

Ohjeen laatijat: Vesa Asikainen ja Pertti Pasanen

Päivitys ja ylläpito: Vuokko Lappalainen

Hyväksytty: 26.9.2012

### **1 TESTAUSMENETELMÄN YLEISKUVAUS JA SOVELTUVUUS**

Tässä menetelmäohjeessa kuvataan suodatinimeytykseen perustuva näytteenotto metallipinnalta. Menetelmällä määritetään haihtumattoman voiteluaineen määrä [ $\text{mg}/\text{m}^2$ ] metallipinnalla. Pienin menetelmän avulla määritettävä pitoisuus riippuu tutkittavasta voiteluaineesta ja se vaihtelee välillä 8–50  $\text{mg}/\text{m}^2$  käytettäessä näytteenottimena pinta-alaltaan 25  $\text{cm}^2$  suodatinta. Näytteet analysoidaan infrapunaspektrofotometrisesti Ilmanvaihtotuotteiden testausohjeen liitteen 4 mukaisesti Voiteluainenäytteiden analysointi infrapunaspektrofotometrisellä (IR) menetelmällä, versio 3.0.

### **2 PERIAATE**

Näyte otetaan pinnalta imeyttämällä voiteluaine liuottimella kostutettuun lasikuitusuodattimeen. Näyte kuivataan ja uutetaan liuottimeen, jonka jälkeen näyte analysoidaan infrapunaspektrofotometrisesti. Ennen näytteenottoa tulee selvittää, mitä voiteluainetta kyseisen komponentin valmistuksessa on käytetty ja tehdä voiteluaineelle tarvittaessa Ilmanvaihtotuotteiden testausohjeen liitteen 4 kappaleessa 5 mainitut esikokeet.

### **3 LAITTEET, REAGENSIT JA VÄLINEET**

Näytteenotossa tarvitaan kannellinen petrimalja, lasikuitusuodatin (50 mm × 50 mm), pinsetit, sekä tetrakloorietyleeniä. Näytteenotossa käytetään puhtaita astioita ja välineitä sekä analyysipuhdasta laatua olevia kemikaaleja. Ennen kaikkea näytteenottovälineet eivät saa sisältää hiilivetyjä eikä muita aineita, jotka voivat liueta käytettäviin liuottimiin. Pesun ja vedellä huuhtomisen jälkeen tarvittavat välineet saavat kuivua. Kuivumisen jälkeen käytettävä lasitavara kuumennetaan vähintään 1½ tuntia uunissa, jonka lämpötila on 300 °C, jolloin välineiden pinnalla olevat epäpuhtaudet haihtuvat pois. Astiat säilytetään puhdistuksen jälkeen siten, etteivät ne joudu kosketukseen liuotinhöyryjä (asetonia, etanolia yms.) tai öljyä tai rasvaa sisältävän ilman kanssa.

Jokaisen uuden tetrakloorietyleenierän puhtaus on tarkistettava ennen käyttöönottoa. Lisäksi suositellaan puhtauden tarkistusta aina ennen näytteenottopäivää. Tarkistus tehdään IR-analyysillä.

### **4 TESTATTAVAN KAPPALEEN VALINTA JA KUVAUS**

Testattavat tuotteet valitaan valmistajalta alkuperäisestä, avaamattomasta pakkauksesta. Kutakin tuotetta valitaan otos, joka edustaa samanmuotoisia, samasta raaka-aineesta ja samalla valmistustekniikalla valmistettuja kappaleita. Otos voi sisältää erikokoisia tuotteita, jotka ovat käyneet tekniikaltaan täsmälleen saman valmistusprosessin läpi. Otos koostuu 3–10 -tuotteesta.

Tutkittavien tuotteiden tulee olla alle kaksi kuukautta sitten valmistettuja. Tuotteita ei tarvitse kuljettaa, vaan näytteet voidaan ottaa tehtaalla toimitukseen menevistä pakkauksista. Näytteet voidaan ottaa myös tehtaalla laboratorioon lähetetyistä komponenteista, jolloin tuotteiden valinta täytyy tehdä tehtaalla valvotusti. Jos tuotteet lähetetään laboratorioon ne täytyy suojata kontaminaatiolta kuljetuksen ajaksi. Jokainen tuote suojataan erikseen esimerkiksi siten, että tuotteiden molemmat päät suljetaan muovitulpalla.

## 5 NÄYTTEENOTTO

### 5.1 Näytteenotossa tarvittavat materiaali ja välineet

- Lasikuitusuodattimia. Esimerkiksi MUNKTELL FILTER Quality MG 160. Art.No. 1409. Suodattimen koko 50 mm × 50 mm (pinta-ala 25 cm<sup>2</sup>)
- Lasisia maljoja näytteenottimien säilytykseen
- Liuotinta (tetrakloorietyleenä esimerkiksi MERCK 100965 UVASOL)
- Pipetti liuotinmäärän mittaamiseen (esim. 1 ml mittapipetti)
- Paperia näytteenottimien puhdistamiseen
- Pasteur-pipettejä näytteenottimien puhdistamiseen
- Metalliset pinsetit sekä teflonkalvo suodattimen painamiseen
- Koeputkia näytteiden säilytykseen.

### 5.2 Näytteenottaminen

Näytteet otetaan valitun tuotteen sisäpinnalta siten, että koko tuote tai sen osa tulee edustettua. Tutkittavasta tuotteesta otetaan sen koosta riippuen yksi-neljä rinnakkaista näytettä. Esimerkiksi kierresaumatusta kanavasta näytteet otetaan pituussuunnassa samasta kanavan kohdasta kanavan pohjalta molemmilta sivuilta sekä yläosasta siten, että kaksi näytettä otetaan saumasta ja kaksi saumatomasta kohdasta. Näytettä otettaessa tulee eliminoida esimerkiksi sormista tuleva kontaminaatio käyttämällä näytteenotossa liuottimeen liukenemattomia käsineitä.

Voiteluainenäyte otetaan seuraavasti:

1. Ennen näytteenottoa tulee selvittää, mitä voiteluainetta tuotteen tai materiaalin valmistuksessa on käytetty. Sen jälkeen tehdään kyseiselle voiteluaineelle esikokeet (Ilmanvaihtotuotteiden testausohje liite 4: Voiteluainenäytteiden analysointi infrapunaspektrofotometrisellä (IR) menetelmällä, versio 3.0), joissa selvitetään voiteluaineelle sopiva liuotinaine, analyysimenetelmä ja näytteenottomenetelmä sekä määritetään näytteenottomenetelmän saanto, uuttotehokkuus ja määrittäjä sekä arvioidaan tulosten luotettavuus.
2. Standardinäytteitä varten otetaan näyte ilmanvaihtotuotteen valmistuksessa tai korroosiosuojauksessa käytetystä voiteluaineesta.
3. Jos näytteenotossa käytetään jotakin toista näytteenotinta kuin menetelmäohjeessa on mainittu, sen puhtaus tarkistetaan ennen näytteenottoa kappaleen 6 mukaisesti kymmenestä näytteestä.
4. Puhdas suodatin asetetaan petrimaljalle, joka suljetaan.

5. Kun mittauspiste on valittu, avataan petrimaljan kansi ja suodatin kostutetaan lisäämällä sen päälle pipetillä 0,9 ml liuotinta tasaisesti koko suodattimen alalle.
6. Sijoitetaan suodatin tutkittavalle alueelle.
7. Näytteenottimen painaminen teflonkalvon läpi pinseteillä (kuva 1):
  - Asetetaan teflonkalvo näytesuodattimen päälle.
  - Painetaan suodatinta näytepinnalle pinseteillä siten, että suodatin kostuu liuottimesta kauttaaltaan. Painaminen tapahtuu pienillä ympyrän muotoisilla liikkeillä ja painaminen toistetaan koko näytteenottimen alalta kaksi kertaa.
  - Irrotetaan teflonkalvo suodattimen päältä.
8. Irrotetaan suodatin varovasti näytteenottimesta tai näytteenottoalueelta pinsettejä käyttäen.
9. Sijoitetaan suodatin koeputkeen, joka suljetaan.
10. Kuljetetaan näyte analysoitavaksi siten, ettei se vaurioidu eikä kontaminoidu kuljetuksen aikana.
11. Ennen seuraavaa näytteenottoa näytteenottovälineet puhdistetaan käyttämällä liuottimeen kostutettua kertakäyttöistä paperipyyhettä ja kuivataan paperipyyhkeellä.
12. Jokaiseen koesarjaan tulee kuulua kenttänollanäyte, joka käsitellään muutoin samoin kuin varsinaisia näytteitä, muttei oteta näytettä. Jos näytesarjassa on enemmän kuin 15 näytettä, kenttänollanäytteitä analysoidaan yksi näyte 15 varsinaista näytettä kohden.



**Kuva 1.** Voiteluaineen näytteenotto ilmanvaihtotuotteesta suodatinimeytysmenetelmällä. Näytteenottimen painaminen pinseteillä.

## 6 NÄYTTEIDEN KÄSITTELY JA ANALYSOINTI

### 6.1 Liuottimen haihdutus näytteistä

Näytteiden saavuttua laboratorioon niistä haihdutetaan liuotin. Haihdutus tehdään, koska näytteessä olevaa liuotinmäärää ei tarkkaan tiedetä. Näytteenoton aikana liuotin on saattanut vähentyä esimerkiksi haihtumisen takia. Liuotin haihdutetaan näytteestä typpivirrassa. Kuivatus kestää noin 15 minuuttia näytteen liuotinmäärästä riippuen. Helposti haihtuville voiteluaineille haihdutusta ei tehdä, koska haihdutus vaikuttaa merkittävästi tuloksiin. Voiteluaineen haihtuvuus selvitetään voiteluainelle tehtävien esitestien yhteydessä.

### 6.2 Näytteiden erottaminen näytteenottomateriaalista

Kuivatuksen jälkeen näytteisiin lisätään mittapipetillä 7 ml tetrakloorietyleenä. Liuottimen lisäyksen jälkeen näytteitä ravistellaan ultraäänihauteessa 120 minuuttia. Uutossa voiteluaine irtoaa näytteenottomateriaalista ja liukenee liuottimeen. Uuton jälkeen näyteliuokset siirretään sentrifugiputkiin. Siirrossa pyritään mahdollisuuksien mukaan välttämään näytteenottomateriaalin joutumista mukaan näyteliuoksen joukkoon kuitenkin siten, että näyteliuos tulee kerättyä mahdollisimman tarkasti puristamalla näytteenotinta pinseteillä koeputken seinämään. Näyteliuokset sentrifugoidaan, jolloin käytetty näytteenottomateriaali jää koeputken pohjalle. Sentrifugoinnissa käytetään kierrosnopeutena 3000 RPM, lämpötilana noin 23 °C ja aikana 10 minuuttia.

### 6.3 Analyysilaitteiston kalibrointi ja näytteiden analysointi sekä tulosten lasku

Analyysilaitteiston kalibrointi ja näytteiden analyysi tehdään menetelmäohjeessa Ilmanvaihtotuotteiden testausohje liite 4: Voiteluainenäytteiden analysointi infrapunaspektrofotometrisellä (IR) menetelmällä, versio 3.0 esitetyllä tavalla.

Näytepinnalla olevan voiteluaineen määrä  $M$  (mg/m<sup>2</sup>) lasketaan kaavalla 1:

$$M = \frac{C}{A} \times V \times T_{\text{näytteenotto}} \times 10000 \quad \text{kaava 1}$$

missä	C	näytteessä oleva voiteluainepitoisuus (mg/ml)
	V	näytteen tilavuus (7 ml)
	A	näytteenottopinta-ala (25 cm <sup>2</sup> )
	T	näytteenottomenetelmän tehokkuus kyseiselle voiteluaineelle (%)

## 7 TULOSTEN ILMOITTAMINEN

Tulosta ilmoitettaessa annetaan seuraavat tiedot:

1. Testatun tuotteen tarkka tunnus ja kuvaus näytteestä sekä tuotteen tai materiaalin valmistuksessa käytetystä voiteluaineesta sekä tuotteen valmistusprosessista.
2. Voiteluaineelle tehdyt esikokeet ja niiden tulokset.
3. Viittaus tähän menetelmäohjeeseen ja näytteiden analyysiohjeeseen.
4. Lyhyt kuvaus näytteenotto-olosuhteista.
5. Tieto siitä, jos kalibrointiin on käytetty muuta vertailuliuosta kuin tuotteen valmistuksessa käytettyä voiteluainetta.

6. Tuloksena ilmoitetaan tuotetyypin pinnan keskimääräinen voiteluainejäämä ja vaihteluväli. Tarvittaessa voidaan ilmoittaa myös yksittäisten tuotteiden tai näytteiden voiteluainejäämä. Tuotetyypin keskimääräiselle voiteluainejäämälle lasketaan kaavalla 2 enimmäisarvo 95%-luottamusvälillä käyttämällä yksipuolista virhetarkastelua.

$$C_{\max(95\%)} = 1,65 \times \frac{\text{keskihajonta}}{\sqrt{\text{näytemäärä}}} \quad \text{kaava 2}$$

7. Tulokset ilmoitetaan yksikössä mg/m<sup>2</sup> yhden milligramman tarkkuudella.
8. Muut tuloksiin mahdollisesti vaikuttavat tekijät, esimerkiksi tiedot näytteen koostumuksesta, alkuperästä, säilytyksestä ym.

## 8 TYÖTURVALLISUUSOHJEITA

Liuottimia käsiteltäessä on käytettävä suojakäsineitä suojaamaan ihoa ja vähentämään liuottimen imeytymistä ihon läpi. Liuottimen annosteluun on aina käytettävä apuvälineitä (esimerkiksi mittapipettejä), jotka on valmistettu jostain inertistä aineesta (esimerkiksi lasista, teräksestä tai teflonista). Kaikki työvaiheet pyritään tekemään vetokaapissa. Jos jotakin työvaihetta ei voida tehdä vetokaapissa, työskentelijän on käytettävä liuotinhöyryiltä suojautumiseen tarkoitettua hengityssuojainta.

Liuotinjäämiä ei saa kaataa viemäriin. Liuotin kerätään säiliöihin, joista se viedään hävitettäväksi. Myös liuottimen käsittelyyn käytetyt välineet (pipetit, paperipyyhkeet ym.) on säilytettävä vetokaapissa tai ilmatiiviissä astiassa siihen saakka, kunnes niistä ei enää haihdu liuotinta, minkä jälkeen välineet huuhdellaan asetonilla ja pestään normaalin tiskin joukossa.

## **VOITELUAINENÄYTTEIDEN ANALYSOINTI INFRAPUNASPEKTROFOTOMETRISELLÄ (IR) MENETELMÄLLÄ**

Ohjeen laatijat: Vesa Asikainen ja Pertti Pasanen  
Päivitys ja ylläpito: Vuokko Lappalainen  
Hyväksytty: 26.9.2012

### **1 ANALYYSIMENETELMÄN YLEISKUVAUS JA SOVELTUVUUS**

Tämä menetelmäohje perustuu osittain standardiin SFS 3010 veden öljyn ja rasvan määrittämiseksi infrapunafotometrisellä menetelmällä (SFS, 1980). Menetelmäohjeessa kuvattu analyysimenetelmä soveltuu öljyisyyden ja rasvaisuuden määrittämiseen ilma-, vesi tai pintanäytteistä. Menetelmällä voidaan määrittää esimerkiksi ilmanvaihtotuotteiden pinnalta Ilmanvaihtotuotteiden puhtaustestausohjeen liitteen 3 mukaan kerättyjen näytteiden voiteluainemäärä.

### **2 PERIAATE**

Näytteessä olevasta voiteluaineesta tehdään vertailuliuossarja, johon näytteiden pitoisuutta verrataan. Liuottimena käytetään tetrakloorietyleeniä ja näytteet analysoidaan infrapunaspetrofotometrillä.

### **3 LAITTEET JA VÄLINEET**

Näytteiden analyysissä käytettävien astioiden ja välineiden tulee olla puhtaita. Ennen kaikkea käytettävät välineet eivät saa sisältää hiilivetytuotteita eikä muita aineita, jotka voivat liueta käytettävään liuottimeen. Pesun ja vedellä huuhtomisen jälkeen tarvittavat välineet kuivataan. Välineet säilytetään siten, etteivät ne joudu kosketukseen liuotinhöyryjä (asetonia, etanolia yms.) tai öljyä tai rasvaa sisältävän ilman kanssa. Mitä pienempiä pitoisuuksia määritetään, sitä huolellisemmin astiat on puhdistettava. Jos näytteiden analyysissä tai käsittelyssä käytetään hioksia, tulppia tai hanoja, niitä ei koskaan saa voidella hanarasvalla tai vastaavalla aineella.

**Pasteur pipettejä** näytteiden siirtämiseen koeputkista mittauskyvetteihin.

**Täyspipettejä** hiilivetyseoksen, kalibrointikantaliuoksen ja vertailuliuosten valmistukseen.

**Mittauskyvetit** 10 tai 50 millimetrin kvartsikyvettejä näytteiden analysointiin.

**Infrapunaspetrofotometri (IR) tai Fourier transfer infrapunaspetrofotometri (FT-IR)**, jolla näytteen absorbanssi voidaan mitata alueella 2940-4000 nm.

### **4 REAGENSIT**

Käytettävien reagenssien on oltava analyysipuhdasta laatua, ellei toisin ilmoiteta.

**Tetrakloorietyleeni** (C<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>), laadultaan sellaista, ettei sillä ole merkittävää infrapuna-absorptiota alueella 2940-4000 nm.



## 5 LAITTEISTON JA MENETELMÄN TARKISTUS

### 5.1 Tetrakloorietyleenin puhtauden tarkistus

Jokaisen uuden tetrakloorietyleenierän puhtaus on tarkistettava. Lisäksi suositellaan puhtauden tarkistusta ennen käyttöä, jotta varmistetaan, ettei tetrakloorietyteeni ole kontaminoitunut.

Kyvettien sisä- ja ulkopinnat huuhdotaan tetrakloorietyleenillä. Tetrakloorietyleenin spektri analysoidaan aallonpituusalueella noin 3030-3700 nm. Mikäli aallonpituuksien 3380 nm ja 3420 nm (aaltolukujen 2960 ja 2925 1/cm) kohdalla olevat absorbanssihuiput ovat ilmataustalla suurempia kuin 0,5 prosenttiyksikköä, tetrakloorietyteeniä ei voi käyttää analysointiin vaan se on puhdistettava tai vaihdettava.

### 5.2 Perustason määrittäminen (koskee perinteisellä IR:llä tehtäviä analyysejä)

Kyvetit, jotka on puhdistettu huolellisesti ulko- ja sisäpuolelta tetrakloorietyleenillä, täytetään tetrakloorietyleenillä ja määritetään perustaso alueella 2940-3030 nm (aaltolukuina 3400...2500 1/cm). Perustason on oltava suora koko mitattavalla alueella. Mahdolliset absorbanssihuiput aiheutuvat liuottimen tai kyvetin epäpuhtaudesta, jolloin puhdistusta on jatkettava, kunnes perustaso on suora.

### 5.3 Ennen näytteenottoa tehtävät esikokeet

Ennen näytteenottoa tulee selvittää voiteluaineen pääasiallinen koostumus tai raaka-aine, jotta voidaan valita sopiva näytteenotto- ja analysointimenetelmä. Ennen iv-tuotteen voiteluainejäämätestejä selvitetään myös näytteenottomenetelmän saanto ja luotettavuus sekä määritetään määrittämissä tutkittavalle voiteluaineelle. Suurimmalle osalle voiteluaineista tetrakloorietyteeni (TCE) on sopiva liuotin, jolloin analyysissä voidaan käyttää infrapunasppektrometria. Polaarille voiteluaineille soveltuu esim. dikloorimetäänin ja metanolin seos, jolloin näyte voidaan analysoida kaasukromatografisesti.

Kun sopiva liuotin ja analysointimenetelmä on saatu selville, määrätään voiteluaineen analysoinnissa käytettävä analysointialue. Analysointialue määrätään siten, että voiteluaineen spektrin piikit 2960 ja 2925 1/cm sisältyvät mahdollisimman täydellisesti analysointialueeseen. Analysointialueella ei kuitenkaan saa olla muita piikkejä, jotka voisivat vaikuttaa analyysituloksiin. Tyypillinen analysointialue on 2900-3000 1/cm.

Analysointialueen määrittelyn jälkeen määritetään uutotehokkuus kyseiselle voitelu- ja liuotinaineelle. Uutotehokkuus määritetään tekemällä tutkittavasta voiteluaineesta seitsemän näytteen vertailusarja (0-350 µg/ml - taulukko 1), joka analysoidaan. Näytteenotinnäytteet käsitellään kappaleen 6.2. mukaisesti. Uutotehokkuus lasketaan erikseen jokaiselle pitoisuudelle kaavalla 1, missä  $C_{uutto}$  on näytteenotinnäytteen uutettu pitoisuus,  $N$  on uuttonäytteen määrä ja  $C_{stand}$  on vertailuliuos pitoisuus. Uutotehokkuuden tulee olla yli 70% ja keskivirheen alle 2%, jotta kyseistä menetelmää voidaan käyttää voiteluainenäytteen analysoinnissa. Puutteellinen uutotehokkuus otetaan huomioon tekemällä voiteluainestandardit vastaavan näytteenottomateriaalin kanssa kuten uutotehokkuustestissä (katso myös kappale 6.2.).

$$T_{uutto} = \frac{\sum C_{uutto_i}}{C_{stand} \times N} \times 100\%$$

kaava 1

Näytteenottomenetelmän tehokkuus ja luotettavuus kyseisen tuotteen ja voiteluaineen osalta määritetään seuraavasti: 1. Puhdistetaan näytteenotossa käytettävällä liuottimella 11 kappaletta 5x5cm kokoisia levyjä, jotka on valmistettu sinkitystä kromatoidusta pellistä. Jokainen levy asetetaan omalle puhtaalle lasiselle maljalle. 2. Jokaisen levyn päälle lisätään pieni tippa tutkittavaa voiteluainetta ja se levitetään linssipaperilla tasaiseksi kerrokseksi peltilevyn pinnalle. 3. Peltilevyltä otetaan näyte pinsettipainannalla (Ilmanvaihtotuotteiden testausohje, liite 3). 4. Otettu näyte esikäsitellään ja analysoidaan. 5. Uutetaan peltilevyille jäävä voiteluaine lisäämällä sen päälle viisi millilitraa käytettävää liuotinainetta ja otetaan pesuliuos talteen koeputkeen. 6. Pelti nostetaan pois maljalta ja malja pestään kahdella millilitralla liuotinta. 7. Myös toinen pesuliuos otetaan talteen samaan koeputkeen. 8. Pesuliuosta ei haihduteta vaan se analysoidaan sellaisenaan kuten varsinainen näyte.

Analyysituloksista lasketaan näytteenottotehokkuus kaavalla 2, missä  $C_{näyte_i}$  on näytteen  $i$  pitoisuus ja  $C_{pesui}$  on pesuliuoksen  $i$  pitoisuus. Näytteenottotehokkuuden tulee olla yli 80% ja keskivirheen alle 2%, jotta kyseistä näytteenottomenetelmää voidaan käyttää voiteluainenäytteen otossa. Näytteenottotehokkuus otetaan huomioon tulosten analysoinnissa jakamalla saatu voiteluainetulos näytteenottotehokkuudella (Ilmanvaihtotuotteiden testausohje, liite 3, kappale 6.3. kaava 1).

$$T_{näytteenotto} = \frac{\sum C_{näyte_i}}{\sum C_{pesui} + \sum C_{näyte_i}} \times 100\% \quad \text{kaava 2}$$

Voiteluaineen määrittämissuoritusraja lasketaan kymmenen suodatinnollanäytteen keskihajonnasta. Suodatinnollanäytteiden pitoisuudet lasketaan käyttäen tutkittavalle voiteluaineelle määritettyä vertailusuoraa, jonka jälkeen tuloksista lasketaan keskihajonta. Määrittämissuoritusrajana käytetään arvoa, joka on kuusi kertaa nollanäytteiden keskihajonta ( $\mu\text{g/ml}$ ). Voiteluaineen määrittämissuoritusrajan tulee olla alle luokitusrajan, jotta menetelmää voidaan käyttää luokitusmittauksissa.

## 6 KVANTITOINTI

Näytteiden voiteluainemäärä kvantitoidaan analysoitavasta voiteluaineesta tehdyn vertailuliuosarjan avulla.

### 6.1 Kantaliuoksen valmistus

1. Mitataan analyysiväivä (tarkkuus vähintään 0,1 mg) noin 10-30 mg käytettävää voiteluainetta 10 ml:n mittapulloon. Punnetun voiteluaineen massa merkitään muistiin.
2. Mittapullo täytetään merkkiin huoneen lämpöisellä tetrakloorietyleenillä. Täytön jälkeen mittapullo sekoitetaan hyvin.
3. Kantaliuoksen voiteluainepitoisuus on 1-3 mg/ml.

### 6.2 Vertailuliuosien valmistus

Vertailuliuoset tehdään kantaliuoksesta kuuteen koeputkeen siten, että voimakkain pitoisuus on noin 300  $\mu\text{g/ml}$  ja laimein noin 5  $\mu\text{g/ml}$ . Tarvittaessa voidaan tehdä kantaliuoksen ja pitoisuudeltaan suurimman standardin välille välilaimennos. Ennen vertailuliuosien valmistusta suunnitellaan laimennossarja. Esimerkki laimennossarjasta ja standardien pitoisuuksista on taulukossa 1. Suodatinnollanäytteen

standardit tehdään vastaavan näytteenottomateriaalin kanssa, jolloin uuttotehokkuuden vaihtelusta johtuva virhe pienenee.

Standardit tehdään seuraavasti:

1. Kantaliuksesta tehdään tarvittaessa välilaimennos.
2. Näyteputkessa olevan suodattimen päälle pipetoidaan kyseistä standardia (taulukko 1).
3. Standardissa oleva liuotinaine haihdutetaan typpivirrassa pois näytteestä.
4. Näytteenotin uutetaan 7 ml:ssa TCE:tä ultraäänihauteessa yhden tunnin ajan.
5. Liuotin ja näyte erotetaan näytteenottomateriaalista sentrifugiputkeen. Erotuksessa pyritään mahdollisuuksien mukaan välttämään näytteenottomateriaalin joutumista mukaan näyteliuoksen joukkoon kuitenkin siten, että näyteliuos tulee kerättyä mahdollisimman tarkasti. Näytteenotin kuivataan painelemalla sitä puhdistetuilla pinseteillä koeputken seinämää vasten.
6. Näyteliokset sentrifugoidaan, jolloin käytetty näytteenottomateriaali jää koeputken pohjalle. Sentrifugoinnissa käytetään kierrosnopeutena 3000 RPM, lämpötilana noin 23°C ja aikana 10 minuuttia.

### 6.3 Vertailuliuosten väkevyyksien lasku

Lasketaan vertailuliuosten väkevyydet seuraavan **esimerkin** mukaisesti:

Punnittu voiteluaineen määrä on 12,0 mg, joten valmistetun kantaliuksen pitoisuus on 12,0 mg/10 ml = 1,2 mg/ml = 1200 µg/ml. Esimerkiksi taulukon 1 välilaimennoksessa kantaliuksen määrä 1 ml ja TCE:n määrä 9 ml, joten välilaimennoksen pitoisuus (1 ml \* 1200 µg/ml) / 10 ml = 120,0 µg/ml. Standardien ja uuttotehokkuusnäytteiden/suodatinstandardien pitoisuus lasketaan seuraavalla tavalla. Esimerkiksi standardiin/uuttotehokkuusnäytteeseen 4 lisätään 3 ml välilaimennosta, jonka pitoisuus on 120 µg/ml, joten voiteluainetta lisätään 360 µg. Koska uuttotehokkuusnäytettä käsiteltäessä välilaimennoksessa oleva liuotin haihdutetaan pois, uutetaan näyte 7 ml TCE:llä, joten sekä standardin että uuttotehokkuusnäytteen/suodatinstandardin pitoisuus on 360 µg / 7 ml = 51,4 µg/ml.

**Taulukko 1** Esimerkki vertailuliuosten ja uuttotehokkuusnäytteiden valmistuksesta.

Näyte	Pitoisuus µg/ml	Standardiliuosten valmistuksessa käytettävä laimennossarja	
sdt 0	0	7 ml TCE	näytteenottimen kanssa
std 1	9	0,5 ml VL + 7 ml TCE	näytteenottimen kanssa
std 2	17	1 ml VL + 7 ml TCE	näytteenottimen kanssa
std 3	34	2 ml VL + 7 ml TCE	näytteenottimen kanssa
std 4	51	3 ml VL + 7 ml TCE	näytteenottimen kanssa
std 5	171	1 ml KL + 7 ml TCE	näytteenottimen kanssa
std 6	343	2 ml KL + 7 ml TCE	näytteenottimen kanssa
VL	120	1 ml KL + 9 ml TCE	ilman näytteenotinta
KL	1300	12,0 mg voiteluainetta + 10 ml TCE	ilman näytteenotinta

KL=kantaliuos

VL=välilaimennos

#### 6.4 Vertailuliuosten analysointi

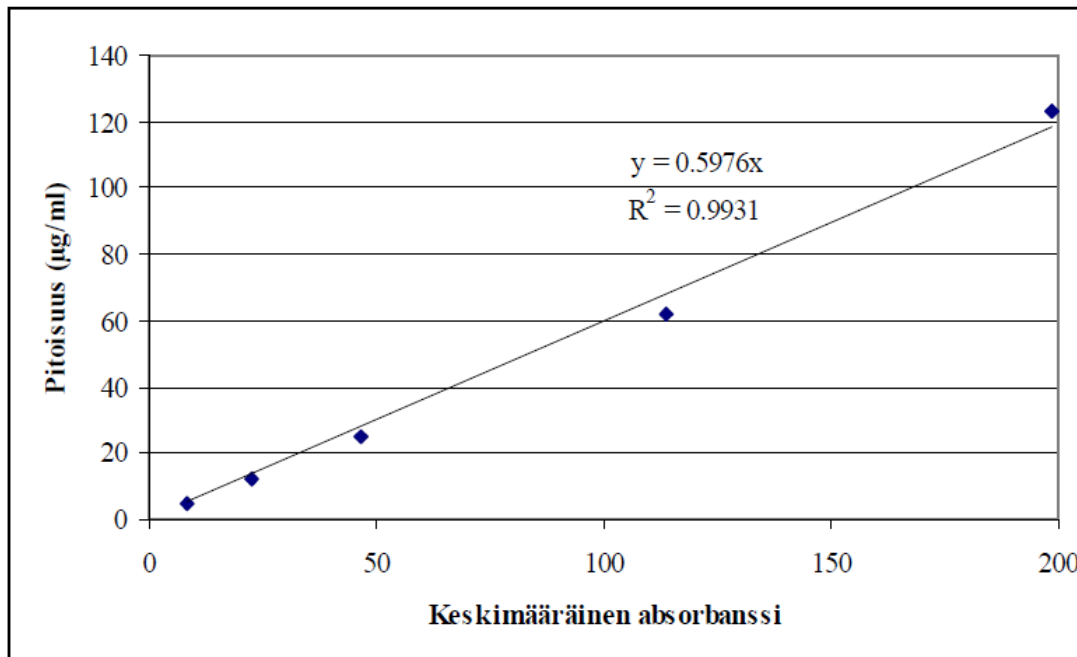
1. Puhdistetaan kyvetit TCE:llä sekä sisä- että ulkopinnoilta.
2. Kun näytteet ajetaan perinteisellä IR-spektrofotometrillä, referenssikyvettiin laitetaan TCE:ä. Kun näytteet ajetaan FT-IR:llä ajetaan ensin ilmatausta, jossa näytteen paikalla on tyhjä kyvetti. Tämän jälkeen ajetaan liuotin ilmataustalla, jolloin varmistutaan TCE:n puhtaudesta. Seuraavaksi TCE:llä ajetaan tausta-ajo, johon standardeja ja näytteitä verrataan (katso kappale 6.6.).
3. Lisätään kyvettiin standardit ja ajetaan standardit IR-spektrofotometrillä.
4. Ajetaan vertailuliuokset IR-spektrometrillä laimeimmasta (0) vahvimpaan.
5. Ajojen välillä kyvetti huuhdellaan ensin TCE:llä, ja sitten mitattavalla vertailuliuksella.
6. Kun käytetään IR:ää, standardit ajetaan ennen ja jälkeen varsinaisia näyteajoja ja näiden ajojen absorbanssien keskiarvoa käytetään määrittäessä näytteiden pitoisuuksia. Kun käytetään FT-IR:ää, standardit ajetaan kertaalleen ennen näytteiden ajoa ajo-ohjelmalla, joka mittaa absorbanssit 20 kertaa.
7. Kun käytetään FT-IR:ää, voidaan ajettut standardikäyrät tallettaa laitteen muistiin. Silloin kaikkia standardeja ei tarvitse ajaa uudelleen seuraavilla analysointikerroilla, jos kyseessä on sama voiteluaine ja sama liuotinerä. Kun liuotinerä muuttuu, on standardit tehtävä ja analysoitava uudelleen.

#### 6.5 Vertailukäyrän määrittäminen perinteisellä IR:llä

1. Aallonpituuksien 2940-3030 nm välillä olevasta absorbanssiminimistä vedetään vaakasuora perusviiva.
2. Piirretyltä perusviivalta lähtien mitataan absorbanssit aallonpituuksien 3380 ja 3420 nm (aaltolukujen 2960 ja 2925 1/cm) kohdalla ja näiden kahden absorbanssin summa lasketaan yhteen. Tavallisesti perusviiva kulkee absorbanssiarvon 0.00 kohdalla, mutta jos perusviiva poikkeaa nollassa, molemmat mitatut absorbanssit täytyy korjata ennen niiden yhteenlaskua.
3. Uudenaikaisten infrapunaspektrofotometriä piirturipaperina on usein joko lineaarinen tai logaritminen absorbanssiasteikko. Esitetyt arvot voidaan suoraan lukea piirturipaperista. Jos laite antaa tulokseksi transmittanssiarvoja, lukemat täytyy muuttaa absorbansseiksi taulukon avulla. Tällainen taulukko toimitetaan useimmiten laitteen mukana.
4. Taulukkolaskentaohjelmaa (esimerkiksi Excel) apuna käyttäen piirretään lineaarisovituksen avulla vertailukäyrä, kuva 1, jossa edellä mainittujen absorbanssien nollassa korjattu keskiarvo esitetään vertailuliuosten todellisen pitoisuuden funktiona. Kuvassa 1 esitetty vertailukäyrä on laskettu taulukossa 2 esitettyjen mittaustuloksien perusteella. Taulukkolaskentaohjelma antaa sovitukselle lausekkeen ja lausekkeelle korrelaatiokerroimen. Saatua lauseketta käytetään laskettaessa näytteiden öljypitoisuuksia.

**Taulukko 2.** Vertailuliuosten pitoisuudet, mitaamalla saadut absorbanssit ja korjatut absorbanssit.

Standardin pitoisuus ( $\mu\text{g/ml}$ )	Absorbanssi (mittaus 1)	Absorbanssi (mittaus 2)	Keskimääräinen absorbanssi	Korjattu keskimääräinen absorbanssi
0	5	2	3,5	0
5,0	12	12	12	8,5
12,4	27	25	26	22,5
24,8	52	48	50	46,5
61,8	120	114	117	113,5
122,9	207	197	202	198,5

**Kuva 1.** Vertailukäyrä, jossa vertailuliuosten absorbanssien nollakorjauksella korjattu keskiarvo esitetään vertailuliuosten todellisen pitoisuuden funktiona

## 6.6 Vertailusuoran määrittäminen FT-IR:llä

Ennen näytteiden ajoa FT-IR:llä määritetään laitteen energiaspektri, josta varmistetaan laitteen toimivuus. Energiaspektrin ajon jälkeen ajetaan: a) ilma-tausta eli taustaspektri ilman kyvettä, b) ilma-tausta ilmataustalla, c) tyhjä kyveti ilmataustalla, d) kyvettäusta eli taustaspektri kyvetin kanssa, e) TCE:llä täytetty kyveti kyveti-taustalla ja f) TCE-tausta eli taustaspektri TCE:llä täytetyn kyvetin kanssa.

Varsinaiset näytteet ja standardit analysoidaan aina TCE-taustalla.

Vertailusuoran määrittämisessä käytetään laitteen *Multipoint calibration*-ominaisuutta, jolla määritetään vertailusuora useiden vertailuliuosten avulla.

Vertailusuoran määrittäminen tehdään seuraavalla tavalla:

1. Avataan vähintään yksi ajetuista standardeista
2. Avataan kalibrointi -työkalu
3. Etsitään valmiiksi ajetut vertailuliuosten tiedostot ja lisätään ne taulukkoon
4. Vertailuliuosten pitoisuudet ilmoitetaan
5. Asetetaan käytettäväksi yksiköksi  $\mu\text{g/ml}$

6. Asetetaan käytettäväksi analyysitavaksi piikkien pinta-alan määrittämiseen perustuva määrittäytystapa
7. Asetetaan käytettäväksi vertailusuoran laskutavaksi lineaarinen sovitus. Määrätään, ettei kalibroinnissa käytetä origoa mittauspisteenä
8. Muut asetukset: Analysoinnissa käytetään automaattista nollassokorjausta
9. Asetetaan laitteeseen analyysissä käytettävät aallonpituusalue (Range), joka vaihtelee tutkitavasta voiteluaineesta riippuen. Käytettävä aallonpituusalue päätetään esitestien yhteydessä (katso kappale 5.3.) ja sitä käytetään kaikissa kyseiselle voiteluaineelle tehtävissä analyyseissä. Kun mitattavat aallonpituusalue on valittu, tallennetaan se seuraavia analyysejä varten. Tämän jälkeen palataan takaisin kalibroititaulukkoon.
10. Lasketaan vertailusuora
11. Tallennetaan kalibroitisuora
12. Vertailusuorasta voidaan tulostaa raportti tai kuva

## 7 NÄYTTEIDEN ANALYSOINTI

Näytteiden välillä mittauskyvetti huuhdellaan ensin TCE:llä ja sen jälkeen ajettavalla näytteellä. Näytteet ajetaan kuten vertailunäytteet (katso kappaleet 6.4-6.6) Tässä menetelmäohjeessa on ohjeet vain analysoidun näytteen voiteluainepitoisuuden määrittämiseksi. Lopullinen kerätyn näytteen voiteluainemäärän laskeminen on ohjeistettu kussakin menetelmäohjeessa erikseen. Esimerkiksi pinnan voiteluainejäämä yksikössä mg/m<sup>2</sup> lasketaan Ilmanvaihtotuotteiden testausohjeen liitteen 3 mukaisesti.

### 7.1 Näytteiden voiteluainepitoisuuden määrittäminen perinteisellä IR:llä

Näytteitä analysoidessa varsinaisten näytteiden absorbanssia verrataan referenssikyvetyssä olevan puhtaan TCE:n absorbanssiin. Näyte analysoidaan kaksi kertaa ja tuloksena käytetään näiden rinnakkaismääritysten absorbanssien keskiarvoa. Saatu tulos sijoitetaan vertailusuoran yhtälössä x:n paikalle, jolloin saadaan tulos µg/ml. Esimerkiksi, jos näytteen yhteen laskettujen absorbanssien keskiarvo on 78, on näytteen öljypitoisuus kuvan 1 kaltaisessa esimerkki-tapauksessa 0,5976 µg/ml\*78= 46,6 µg/ml.

### 7.2 Näytteiden voiteluainepitoisuuden määrittäminen FT-IR:llä

Näytteen pitoisuus lasketaan seuraavasti:

1. Avataan näytteen tiedosto
2. Valitaan analyysiohjelman kvantitointi-työkalu
3. Valitaan haluttu vertailusuora, johon näytettä verrataan
4. Ohjelma ilmoittaa näytteen pitoisuuden (µg/ml)
5. Tarvittaessa analyysistä voidaan tulosta raportti tai kuva

## 8 TYÖTURVALLISUUSOHJEITA

Liuottimia käsiteltäessä on käytettävä suojakäsineitä suojaamaan ihoa ja vähentämään liuottimen imeytymistä ihon läpi. Liuottimen annosteluun on aina käytettävä apuvälineitä (esimerkiksi mittapipettejä), jotka on valmistettu jostain inertistä aineesta (esimerkiksi lasista, teräksestä tai teflonista). Kaikki työvaiheet pyritään tekemään vetokaapissa. Jos jotakin työvaihetta ei voida tehdä veto-

kaapissa, työskentelijän on käytettävä liuotin-höyryiltä suojautumiseen tarkoitettua hengityssuojainta.

Liuotinjäämiä ei saa kaataa viemäriin. Liuotin kerätään säiliöihin, joista se viedään hävitettäväksi. Myös liuottimen käsittelyyn käytetyt välineet (pipetit, paperipyyhkeet yms.) on säilytettävä veto-kaapissa tai ilmatiiviissä astiassa siihen saakka, kunnes niistä ei enää haihdu liuotinta, minkä jälkeen välineet huuhdellaan asetonilla ja pestään normaalin tiskin joukossa.

### **Viitteet**

Ilmanvaihtotuotteiden puhtaustestausohje liite 3: Pintojen voiteluainejäämien näytteenotto suodatimeyksellä Versio 3.0.

SFS 3010 (1980). Veden öljyn ja rasvan määrittäminen. Infrapunaspektrofotometrinen menetelmä. 10 s.

## **VOITELUAIINEEN HAJUKYNNYKSEN MÄÄRITYS OLFAKTOMETRILLÄ KOULUTTAMATONTA HAJUPANEELIA KÄYTTÄEN**

Ohjeen laatijat: Vesa Asikainen ja Pertti Pasanen

Päivitys ja ylläpito: Vuokko Lappalainen

Hyväksytty: 26.9.2012

### **1 ANALYYSIMENETELMÄN YLEISKUVAUS JA SOVELTUVUUS**

Tässä menetelmäohjeessa kuvattu kouluttamattoman hajupaneelin ja olfaktometrin käyttöön perustuva analyysimenetelmä on tarkoitettu voiteluaineiden hajukynnysten määrittämiseen. Menetelmäohjeessa kuvattu menetelmä on ainoastaan yksi vaihtoehto määrittää voiteluaineen hajukynnys. Myös muiden menetelmien käyttö hajukynnysten määrittämisessä on mahdollista.

### **2 PERIAATE**

Menetelmässä tutkittava voiteluaine asetetaan kammioon ja sen yli kulkee ilmavirta, johon haihtuu aineesta orgaanisia yhdisteitä (VOC). Ilmavirta laimennetaan olfaktometrin avulla ja näytteestä tehdään kuuden näytteen laimennossarja. Panelistit haistelevat näytteet siten, että he aloittavat laimeimmasta näytteestä ja etenevät haistelemalla välillä nolla-näytettä (puhdas typpikaasu) vahvempiin näytteisiin. Panelistit ilmoittavat, kun havaitsevat ensimmäisen kerran varsinaisessa näytteessä hajueron nollanäytteeseen verrattuna. Tämä panelistin ilmoittama pitoisuus on kyseiselle aineelle panelistin henkilökohtaisesti havaitsema hajukynnys. Panelistien henkilökohtaisista hajukynnöksistä lasketaan kyseiselle aineelle 50- ja 70%-hajukynnökset. Esimerkiksi 50%-hajukynnys tarkoittaa sitä, että puolet panelisteista on havainnut kyseisen yhdisteen hajun.

### **3 LAITTEET JA VÄLINEET**

**Olfaktometri**, jonka varustukseen kuuluu lämpötilaltaan säädettävä näytekammio. Olfaktometrissä käytettävien osien tulee olla valmistettu mahdollisimman inertistä materiaalista, joiden hajupäästöt ovat alhaisia.

**Pasteur pipettejä** (lasisia), näytteen annosteluun

**Typpikaasua** näytteen laimentamiseen.

### **4 HAJUPANEELIN KOKOAMINEN JA TUTKIMUKSEN KULKU**

#### **4.1 Hajupaneelin kokoaminen**

Tutkimuksessa käytetään kouluttamatonta hajupaneelia. Panelisti ei tiedä miltä tutkittava voiteluaine haisee vaan haluemission määrittäminen perustuu täysin nollanäytteen ja varsinaisten näytteiden hajujen erilaisuuden arviointiin. Tutkimuksessa käytetään vähintään 30 henkilön hajupaneelia. Hajupaneeli kootaan jokaista tutkimusta varten erikseen ja paneeliin pääsyyntekijät ovat seuraavat:

1. Panelistin hajuaisti ei ole alentunut esim. sairauden tai muun syyn takia
2. Panelisti ei ole tupakoinut viimeisten kahden tunnin aikana
3. Panelisti ei ole juonut kahvia yms. viimeisten kahden tunnin aikana
4. Panelisti ei ole esimerkiksi työssään joutunut alttiiksi liuottimien hajulle viimeisten kahden tunnin aikana



5. Panelisti ei saa käyttää hajusteita, jotka voivat vaikuttaa haistelutulokseen taikka tutkimushuoneen ilman laatuun.
6. Edellä mainittujen tekijöiden lisäksi tutkimuksen vetäjä voi hylätä panelistin osallistumisen tutkimukseen muiden syiden takia, jotka voivat olla esimerkiksi voimakas valkosipulin haju.

#### 4.2 Tutkimuksen kulku

Menetelmässä tutkittava voiteluainetta lisätään pasteur pipetillä kammioon ja sitä lämmitetään ennen kokeen alkua 36°C:ssa yhden tunnin ajan. Lämmityksen ja koko kokeen ajan tutkittavan näytteen yli kulkee ilmavirta, joka on asetettu vakioksi. Kun ilmavirta kulkee näytteen yli siihen tarttuu tutkittavasta aineesta haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC). Raakanäyte laimennetaan olfaktometrin avulla ja näytteestä tehdään kuuden näytteen laimennossarja.

Panelistit haistelevat näytteet siten, että he aloittavat laimeimmasta näytteestä ja etenevät haistelemalla välillä nollanäytettä (puhdas typpikaasu) vahvempiin näytteisiin. Panelistit ilmoittavat, kun havaitsevat ensimmäisen kerran varsinaisessa näytteessä hajueron nollanäytteeseen verrattuna. Tämä panelistin ilmoittama pitoisuus on kyseiselle voiteluaineelle panelistin henkilökohtaisesti kokema hajukynnys. Hajukynnyksen lisäksi panelistit luonnehtivat hajua sanallisesti. Tutkimuslaboratorion sisäilman kosteus ja lämpötila pyritään pitämään vakioina ja olosuhteet mitataan kokeen aikana tunnin välein. Olfaktometrissä haihtuvat yhdisteet johdetaan pumpun avulla vetokaappiin, jotteivät ne saastuta laboratorion ilmaa.

#### Esimerkki tapauksena olevan olfaktometrin parametrit:

**Näytekammion mitat:** Kammion sisäpuolinen pituus 13,5 cm, sisäpuolinen leveys 1,36 cm ja tilavuus 19,6 cm<sup>3</sup> **Näytteen tiedot:** Näytteen tilavuus 9,8 cm<sup>3</sup>, nestepinnan pinta-ala 18,4 cm<sup>2</sup> **Kammioon virtaavan ilman tilavuusvirtaus:** 50±1 ml/min **Näytteiden laimennokset verrattuna raakanäytteeseen:** Näyte 1 (pitoisuudeltaan laimein näyte): 0,1%, Näyte 2: 0,3%, Näyte 3: 0,9%, Näyte 4: 3,6%, Näyte 5: 7,1%, Näyte 6: 14,8 (pitoisuudeltaan voimakkain näyte)

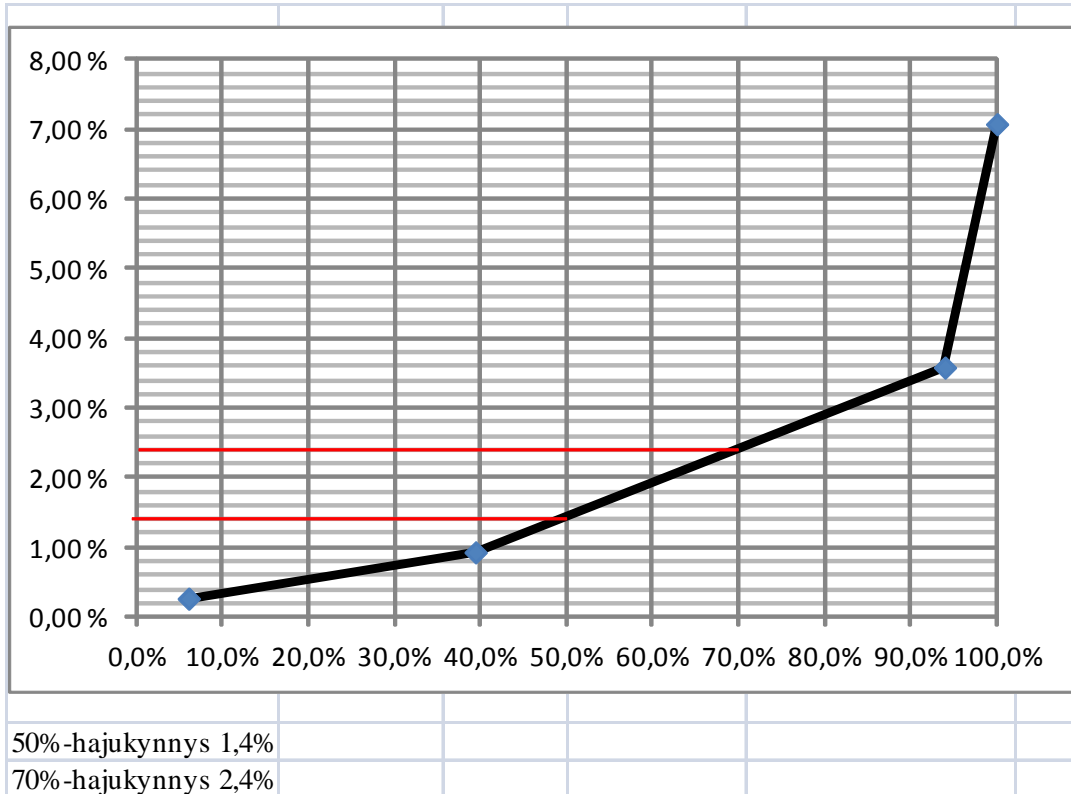
### 5 TULOSTEN LASKU JA RAPORTOINTI

Panelistien henkilökohtaisista hajukynnyksistä piirretään taulukkolaskentaohjelman avulla kumulatiivinen jakauma (kuva 1). Piirretystä kumulatiivisesta jakaumasta määritetään paneelin 50- ja 70%-hajukynnykset (TY%) geometrisesti. Toinen vaihtoehto on määrittää hajukynnykset kaavalla 1, missä C1 on näytteen pitoisuus hajukynnystä alemmassa mittauspisteessä, C2 on näytteen pitoisuus hajukynnystä korkeammassa mittauspisteessä, cum% C1 on kumulatiivinen osuus mittauspisteessä C1 ja cum% C2 on kumulatiivinen osuus mittauspisteessä C2 ja cumY% on 50 tai 70%.

$$T_{Y\%} = \left[ \left( \frac{C_2 - C_1}{cum\%_{C_2} - cum\%_{C_1}} \right) \times cum_{Y\%} \right] + \left[ C_1 - \left( \frac{C_2 - C_1}{cum\%_{C_2} - cum\%_{C_1}} \right) \right] \quad \text{kaava 1}$$

Hajukynnys tarkoittaa sitä, että esimerkiksi 50%-hajukynnyksen tapauksessa puolet panelisteista on havainnut nollanäytteen ja varsinaisen näytteen välillä hajueron pienemmässä pitoisuudessa kuin kynnysarvo osoittaa. Luokiteltaessa ilmanvaihtokomponentteja määritetään niiden voiteluainejäämien lisäksi myös niiden valmistuksessa käytetyn voiteluaineen hajuemissio. Määritettyä hajuemissiota verrataan vertailuaineena käytetyn Solvac-mineraaliöljyn 50- ja 70%-hajukynnysarvoihin. Solvac-öljyn

50%-hajukynnys on noin 1,4% ja 70%-hajukynnys on noin 2,4% raakanäytteen pitoisuudesta (kuva 1). Testatun voiteluaineen hajukynnysten tulee olla sama tai korkeampi kuin vertailuaineena käytetyn Solvac-öljyn hajukynnykset. Raportoitaessa ilmoitetaan testatun voiteluaineen 50- ja 70% hajukynnyksarvot ja hajupaneelin koko. Raportoinnista on annettu ohjeet luokitusmittausten raportointiohjeessa.



**Kuva 1.** Solvac mineraaliöljypohjaisen voiteluaineen hajupaneelituloksista määritetty kumulatiivinen jakauma ja graafisesti määritetyt voiteluaineen 50- ja 70%-hajukynnykset. Paneelin koko 33 henkilöä.

## 6 TYÖTURVALLISUUSOHJEITA

Ennen uuden kokeen aloittamista tulee ehdottomasti selvittää esimerkiksi voiteluaineiden käyttöturvallisuustiedotteiden avulla, ettei kyseinen tuote ole panelisteille haitallista tutkimuksessa käytetyissä pitoisuuksissa.

## **ILMAVIRTAAN IRTOAVIEN MINERAALIKUITUJEN LUKUMÄÄRÄPITOISUUDEN MÄÄRITTÄMINEN**

Ohjeen laatija : Keijo Kovanen  
VTT  
puh: 020-722 4727, fax: 020-722 7027  
email: keijo.kovanen@vtt.fi

Päivämäärä: 22.08.2007

### **1 YLEISTÄ**

Sisäilmastoluokitus 2000 /1/ määrittelee vaatimuksia puhtausluokitelluille kanaville ja kanavanosille. Vaatimukset kuitupitoisuuksille koskevat vain tuotteita, joiden valmistuksessa on käytetty kuituja sisältäviä mineraaleja. Muiden kuitujen kuin mineraalikuitujen osalta sovelletaan Sisäilmastoluokitus 2000 kohdan 3.2.2.1 yleisiä vaatimuksia.

Tämä ohje kuvaa ilmavirtaan irtoavien teollisten mineraalikuitujen (lasi- ja kivivilla) lukumääräpitoisuuden näytteenottoa ja analyysia. Ohje on kehitetty ILMi-projektissa tehtyjen mittaustulosten perusteella.

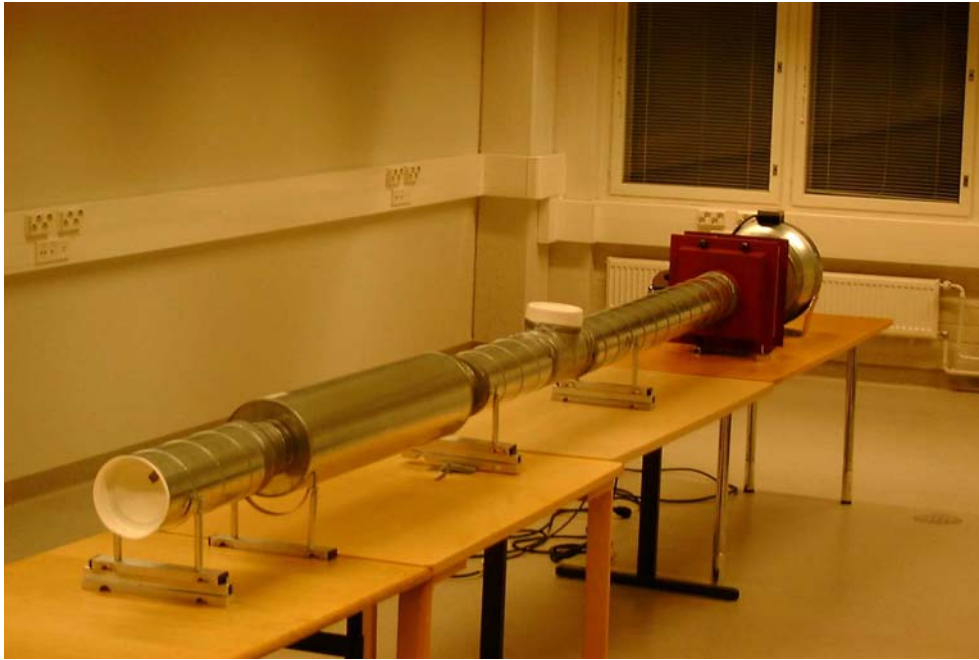
### **2 KOELAITTEISTO**

Koelaitteisto, jonka periaate on esitetty kuvassa 1, sisältää säädettävän puhaltimen, HEPA-suodattimen ennen tutkittavaa tuotetta, testattavan tuotteen tai kanavan sekä polypropyleenisuodattimen (F6-F8). Testattava tuote asennetaan koelaitteistoon, jonka avulla tuotetaan halutut olosuhteet. Koelaitteiston on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- koelaitteistoon johdettavan ilman tulee olla suodatettua (HEPA)
- ilmavirran tulee olla säädettävissä
- koelaitteiston tulee olla ilmatiivis hallitsemattomien vuotojen välttämiseksi
- emittoituvien kuitujen määrä tulee olla luotettavasti mitattavissa

Viimeksi mainitun vaatimuksen toteuttamiseksi kuitujen lukumäärää kanavan ilmavirrassa ei mitata sondin ja pumpun avulla, koska isokineettisyydestä huolimatta kuidut pyrkivät ohittamaan sondin aukon. Sen sijaan koelaitteiston loppupäähän sijoitettavalla polypropyleenisuodattimella saadaan talteen kaikki ilmavirrassa olevat kuidut.

Mittausten aikana testattavan tuotteen läpi virtaavan ilman lämpötilan tulee olla 20–25 °C. Ilman suhteellisen kosteuden tulee olla 20–65 %.



*Kuva 1. Koelaitteiston periaatekuva. Polypropyleenisuodatin on kuvan vasemmassa reunassa. HEPA-suodatin on oikealla näkyvän punaisen kehikon sisällä. Esimerkkinä testattavasta tuotteesta on kanavaäänenvaimennin.*

### 3 KOKEIDEN SUORITUS

Tuotteet testataan pääsääntöisesti niiden nimellisilmavirralla. Jos nimellisilmavirtaa ei ole ilmoitettu, se voidaan arvioida tuotteen käyttötarkoituksen perusteella. Luokituskokeita ovat:

- kuitujen irtoaminen nimellisilmavirralla
- täristyskoe
- puhdistettavuuskoe

Ennen varsinaisia kokeita suodattimen annetaan kerätä ilmavirrasta kuituja 0,5 h ajan, jolla varmistetaan, etteivät tuotteen valmistuksen, kuljetuksen tai varastoinnin aikana mahdollisesti kertyneet mineraalikuidut vaikuta testituloksiin. Tämän alkuhuuhTELUN jälkeen suodatin vaihdetaan uuteen varsinaisia kokeita varten.

#### 3.1 Kuitujen irtoaminen nimellisilmavirralla

Ennen polypropyleenisuodattimen asennusta annetaan tutkittava tuotteen tai kanavan olla nimellisilmavirrassa noin 0,5 h ajan. Tällöin pinnassa olevat irtonaiset kuidut eivät vaikuta lopulliseen mittaustulokseen. Tämän jälkeen puhallin pysäytetään ja asennetaan polypropyleenisuodatin koelaitteistoon. Puhallin käynnistetään ja säädetään tuottamaan haluttu ilman nopeus. Noin yhden tunnin kuluttua puhallin sammutetaan ja polypropyleenisuodatin irrotetaan koelaitteistosta. Suodattimen keskeltä leikataan halutun kokoinen pala (esim. 10 cm x 10 cm tai Ø 37 mm), joka laitetaan suojapussiin analysointia varten. Suodatinta on käsiteltävä siten, että siitä ei irtoa kuituja. Ilman tilavuusvirta ja näytteenottoaika merkitään muistiin. Tämän lisäksi koe uusitaan siten, että mittausaika on noin 24 tuntia.

### 3.2 Tärästyskoe

Testattava tuote asennetaan tiukasti kiinni alustalle, joka aiheuttaa tuotteeseen noin 25–35 Hz:n taajuisen (amplitudi noin 0,5 cm) värähtelyn. Taajuus on samaa luokkaa kuin käytössä olevan ilmanvaihtokanavan värähtely. Testattava tuote ja alusta ovat siis osana kuvassa 1 esitettyä koelaitteistoa. Puhallin säädetään tuottamaan haluttu nimellisilmavirta. Tunnin kuluttua puhallin pysäytetään ja polypropyleenisuodatin irrotetaan koelaitteistosta. Suodattimen keskeltä leikataan edustava näytepala (esim. 10 cm x 10 cm tai  $\varnothing$  37 mm), joka laitetaan suojaussiin analysointia varten. Suodatinta on käsiteltävä siten, että siitä ei irtoa kuituja. Ilman tilavuusvirta ja näytteenottoaika merkitään muistiin.

Eräs tärästysalusta ja kiinnitysratkaisu on esitetty kuvassa 2.



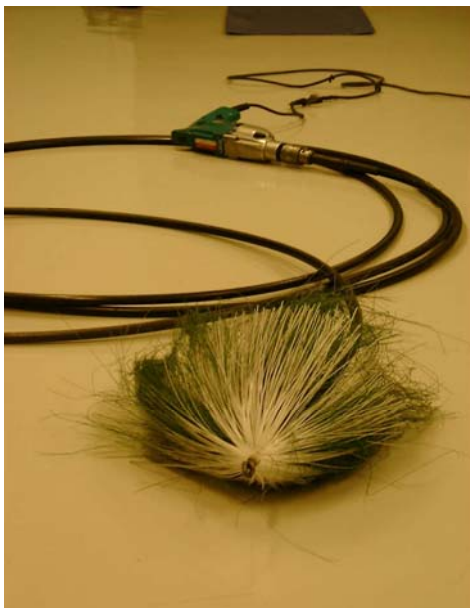
*Kuva 2. Testattava tuote tärinäalustalla pantakiinnityksellä.*

### 3.3 Puhdistettavuuskoe

Kanavan päähän asennetaan uusi polypropyleenisuodatin ja säädetään puhallin tuottamaan haluttu nimellisilmavirta. Kanavaharjaa tai testattavan tuotteen valmistajan erikseen ilmoittamaa puhdistuslaitetta työnnetään testattavan tuotteen läpi edestakaisin 10 kertaa, kuva 3. Harjan pyörittämiseen käytetään esim. tehokasta porakonetta, kuva 4. Harjaus kestää noin 5 minuuttia. Sen jälkeen puhallin pysäytetään, irrotetaan suodatin ja asetetaan uusi suodatin paikalleen ja puhallin säädetään taas tuottamaan haluttu nimellisilmavirta. Kahdenkymmenen neljän (24) tunnin kuluttua puhallin pysäytetään ja polypropyleenisuodatin irrotetaan koelaitteistosta. Suodattimen keskeltä leikataan edustava näytepala (esim. 10 cm x 10 cm tai  $\varnothing$  37 mm), joka laitetaan suojaussiin analysointia varten. Suodatinta on käsiteltävä siten, että siitä ei irtoa kuituja. Ilman tilavuusvirta ja näytteenottoaika merkitään muistiin.



*Kuva 3. Puhdistettavuus- eli harjauskokeessa pyörivä harja työnnetään kanavaan ja testattavaan tuotteeseen.*



*Kuva 4. Puhdistusharja ja sen pyörittämiseen käytettävä porakone.*

#### **4 TESTATTAVAT TUOTTEET**

Testattavan tuotteen tulee olla merkitty siten, että se voidaan helposti tunnistaa. Merkinnästä tulee käydä ilmi:

- valmistajan ja maahantuojan nimi ja tunnus
- tyyppi- ja kokomerkintä
- muut tuotteen tunnistamiseksi tarvittavat tiedot (esim. valmistusvuosi).

## 4.1 Ilmanvaihtokoneen osat

Ilmanvaihtokoneen osat testataan yksi kerrallaan suodatetun ilman virratessa niiden läpi. Myös erityyppisten osien/tuotteiden yhdistelmien tai kokonaisten ilmanvaihtokoneiden testaaminen on mahdollista. Samaa menettelyä voidaan soveltaa myös kanaviin asennettavien tuotteiden osalta, joita tyypillisessä järjestelmässä on vain yksi kappale, esimerkiksi äänenvaimennin.

Minkä tahansa kokoisia tuotteita voidaan testata edellyttäen, että edellä esitetyt vaatimukset mm. ilman nopeudelle täyttyvät. Moduulirakenteisen ilmanvaihtokoneen osia testattaessa on kuitenkin suositeltavaa käyttää koelaitteistoa, jonka poikkipinta-ala on 0,6 m × 0,6 m.

## 4.2 Kanavat ja kanavanojat

Kanavat testataan edellä mainitun periaatteen mukaisesti, mutta testattavan kanaviston pituuden tulee olla vähintään 4 metriä. Liitososia ei oteta huomioon koekanaviston pituutta määritettäessä. Mikäli kanavanoja, kuten 90° käyriä halutaan testata samalla, niitä tulee olla vähintään 2 kpl jokaista alkavaa kuutta metriä kohti.

## 5 ANALYSOINTI JA TULOSTEN KÄSITTELY

Leikattu suodatinpala analysoidaan uuttamalla tai muulla tavalla erottamalla teolliset mineraalikuidut polypropyleenisuodattimesta. Analyysin tuloksena on kuitujen, joiden pituus on yli 20 µm, lukumäärä suodattimen pinta-alayksikköä kohti.

Kuitujen lukumääräpitoisuus kanavan ilmavirrassa lasketaan kaavan 1 mukaan:

$$C_V = \frac{1000 \cdot C_A \cdot A}{q_V \cdot T}, \quad (1)$$

jossa	$C_V$	kuitujen lukumääräpitoisuus ilmavirrassa [kuitua/m <sup>3</sup> ]
	$C_A$	kuitujen lukumäärä polypropyleenisuodattimen pinta-alayksikköä kohti [kuitua/cm <sup>2</sup> ]
	$A$	testikanavan poikkipinta-ala polypropyleenisuodattimen kohdalla [cm <sup>2</sup> ]
	$q_V$	ilman tilavuusvirta kanavassa [dm <sup>3</sup> /s]
	$T$	mittausaika [s].

Testausselostuksessa tulee olla seuraavat tiedot:

- Testausselostuksen tunnus, päivämäärä ja allekirjoitukset testauksen suorittaneen laitoksen laatujohtajan mukaisesti
- Näytteen tarkka tunnus ja kuvaus näytteestä
- Viittaus tähän testausohjeeseen
- Kuvaus testausolosuhteista
- Tuloksena ilmoitetaan mineraalikuitujen lukumääräpitoisuus  $C_V$  ja sen arvioitu mittausepävarmuus käyttämällä 95 %:n kattavuustodennäköisyyttä ISO:n standardin /2/ mukaisesti

- Tulokset ilmoitetaan yksikössä kuitua/m<sup>3</sup> pyöristettynä kahden merkitsevän numeron tarkkuuteen
- Muut tulokseen mahdollisesti vaikuttaneet tekijät, kuten aistinvarainen arvio tuotteen öljyisyydestä.

## 7 VIITTEET

1. *Sisäilmastoluokitus 2000*. SIY raportti 5; LVI 05-10318; RT 07-10741; Ratu 424-T
2. *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*. International Organization for Standardization (ISO), first edition, 1993, Switzerland
3. Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt- Altistuminen, mittaaminen ja tuotetestaus. VTT tiedotteita 2360, Espoo 2006



## **ILMANVAIHTOTUOTTEIDEN RYHMITTELYPERIAATTEET**

Ohjeen laatijat: Vesa Asikainen ja Pertti Pasanen

Päivitys ja ylläpito: Vuokko Lappalainen

Hyväksytty: 26.9.2012

### **1 YLEISTÄ**

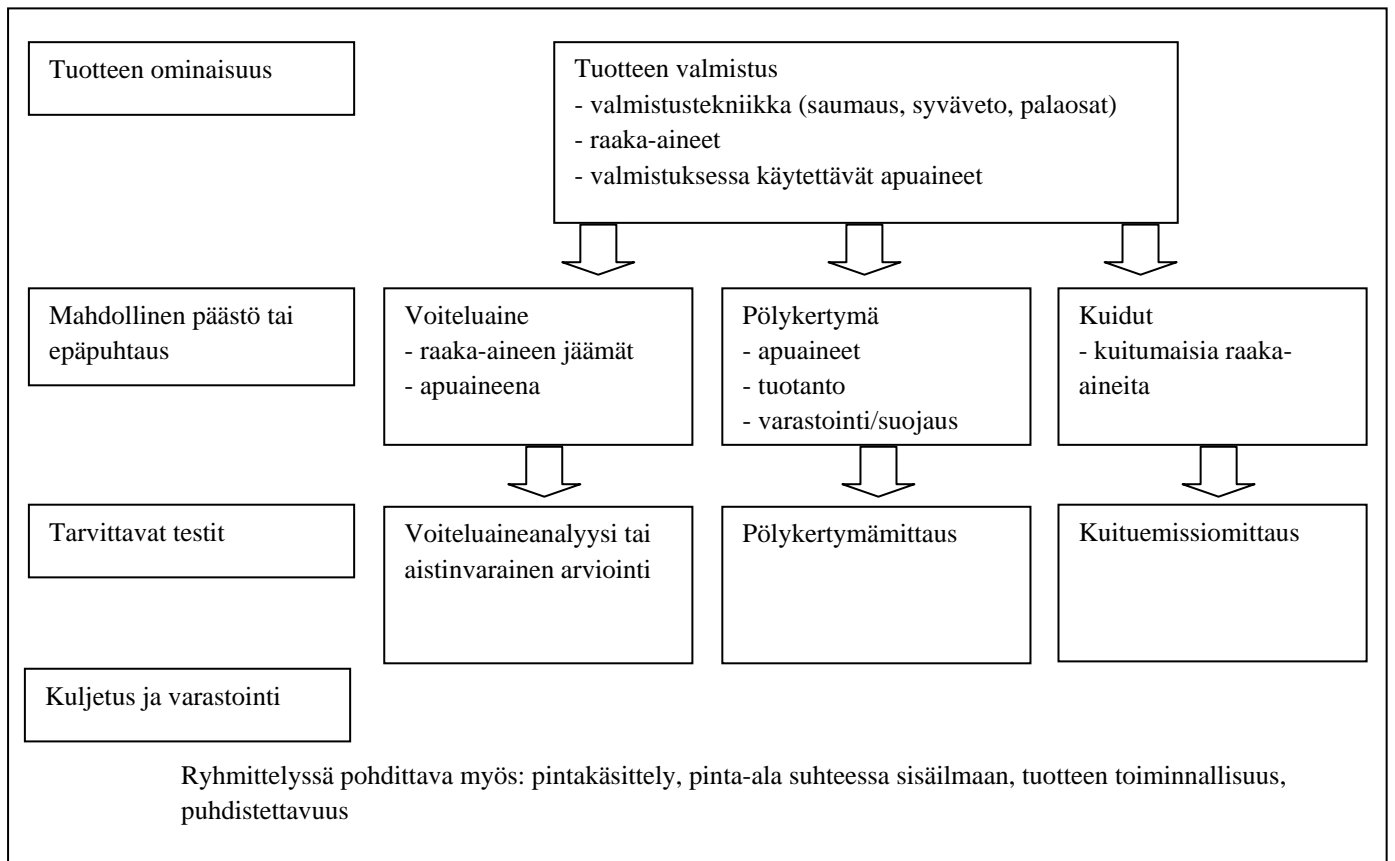
Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokituksen yhtenä tavoitteena on tarjota luotettava puhtaiden ilmanvaihtotuotteiden laadunvarmennus- ja merkintäjärjestelmä, mihin hyväksytyt tuotteet täyttävät Sisäilmastoluokituksen asettamat vaatimukset. Luokiteltujen tuotteiden tuotannolle ja käsittelylle on annettu laadun varmistusvelvoite, ja näin tilaaja, rakennuttaja, suunnittelija ja urakoitsija voivat luottaa M1 merkittyjen tuotteiden täyttävän puhtausvaatimukset.

Ilmanvaihtojärjestelmien rakentamiseen tarkoitettujen tuotteiden koko- ja muotokirjo (esim. erikoiset kanavat ja eriaisteiset mutkat) nostaa yksittäisten erilaisten tuotteiden määrän jo yhdellä valmistajalla helposti useisiin satoihin, minkä vuoksi puhtausluokituksessa on tarkoituksenmukaista ryhmitellä samalla tavalla, samasta raaka-aineesta valmistetut tuotteet tuoteryhmäksi yhden luokitusmerkinnän alle. Laadunvarmennus- ja puhtausvaatimuksista huolimatta järjestelmä on rakennettu joustavaksi ja sovitettavaksi kunkin valmistajan tuoteperheeseen sopivaksi. Tässä ohjeessa on kuvattu tuoteryhmien muodostamisperiaatteet. Ryhmittelyn tavoitteena on se, että kullekin tuotteelle tehdään puhtaus- ja puhdistettavuusominaisuuksien osalta edellytettävät ja vain tarvittavat luokitusmittaukset.

Käytännössä tuotteiden ryhmittelyehdotuksen hyväksyy RTS:n nimeämä ilmanvaihtotuotteiden luokitustyöryhmä, joka hyväksyy myös tuotteiden luokitusmittauksiin tähtäävän testaussuunnitelman.

### **2 TUOTERYHMIEN MUODOSTAMISPERIAATTEET**

Tuotteiden ryhmittely pohjautuu tuotteen valmistustekniikkaan ja –materiaaleihin. Myös käyttöominaisuudet ja tuotteen tuloilmaan yhteydessä oleva pinta-ala ohjaa testattavien ryhmien muodostamista. Ilmanlaatuun mahdollisesti vaikuttavat epäpuhtaudet kuten pölykertymä, voiteluainejäämät, kuitujen esiintyminen tuotteessa ja mahdollinen hajuemissio muodostavat luokitusryhmittelyn ensisijaisen priorisointiparametrin. Tuotteen valmistukseen käytetyt raaka-aineet ja valmistuksen apuaineet sekä pintakäsittelyaineet vaikuttavat myös ryhmittelyyn, esimerkiksi tuotteen puhdistus ennen pinnoittamista alhaisen emission omaavalla pintakäsittelyaineella, esim. polttomaalaus, vähentää mitattavia parametreja, kun taas kuituja sisältävä tuote lisää kuitumittauksen tarpeen mahdollisen voiteluainejäämän tai hajuemissiomittauksen rinnalle. Tuotteilla voi olla myös puhdistettavuuteen ja toimintaan liittyviä erityispiirteitä, jotka on huomioitava ryhmiä muodostettaessa. Tuotteiden ryhmittelyyn vaikuttavat tekijät on kuvattu alla.



**Kuva 1.** Tuotteiden ryhmittelyyn vaikuttavat tekijät.

Samalla tavalla, samasta raaka-aineesta valmistetut tuotteet, joilla on samantyyppinen käyttötarkoitus voidaan testata ja luokitella yhdessä ryhmässä. Esimerkiksi, jos valmistetaan syvävetotekniikalla eri kulmassa olevia käyriä tai mutkia, joissa tarvitaan hitsausta ja tiivisteen laittoa, niin erikokoiset ja eri kulmassa olevat käyrät menevät samaan ryhmään. Valmistustekniikka edellyttää voiteluaineen käyttöä, joten voiteluainejäämien määrittäminen on tarpeen. Koska tuotteelle voidaan tehdä voiteluainejäämien määrittäminen ei tarvita aistinvaraista arviointia. Myös tuotteen pölykertymä tulee mitata. Tuotteessa ei ole kuituja ja näin ollen kuituemission mittaaminen on tarpeetonta. Edellä mainittu ryhmä eroaa samaan käyttötarkoitukseen soveltuvista palaosatekniikalla ilman voiteluaineita valmistetuista käyristä. Ne kuuluvat esimerkissä toiseen ryhmään.

Oheisessa esimerkissä on ryhmitelty erään tehtaan tuotepölyn eri tavalla valmistettuja kanavan osia.

**Taulukko 1. Esimerkki iv-tuotteiden ryhmittelystä luokitusta varten.**

<b>Ryhmä 1: Kierresaumatut kanavat</b>		
<b>Alaryhmä</b>	<b>Tarvittavat voiteluainejäämät</b>	<b>Tarvittavat pölyisyystestit</b>
0,5 mm pellistä valmistetut kierresaumakanavat	Alaryhmässä olevien tuotteiden keskimääräinen voiteluainejäämä selvitetään valitsemalla satunnaisesti kolme tuotetta. Jokaisesta kanavasta otetaan neljä voiteluainenäytettä.	Tuoteryhmässä olevien tuotteiden keskimääräinen pölyisyys määritetään valitsemalla ryhmästä satunnaisesti viisi tuotetta. Jokaisesta kanavasta otetaan kaksi näytettä.
0,7 mm pellistä valmistetut kierresaumakanavat		
0,9 mm pellistä valmistetut kierresaumakanavat		
<b>Esimerkkitapauksessa näytteitä yhteensä</b>	12+12+12=36 voiteluainenäytettä	10 pölykertymänäytettä
<b>Ryhmä 2: Kanavanosat, joiden valmistuksessa ei käytetä voiteluaineita</b>		
<b>Alaryhmä</b>	<b>Tarvittavat voiteluainejäämät</b>	<b>Tarvittavat pölyisyystestit</b>
Esimerkiksi kulmayhteet, liitinyhteet, pohjat, säätöpellit, liitinrenkaat, lähtökaulukset, kulmayhteet, muuntoyhteet, tarkastusluukut	Kustakin alaryhmästä valitaan satunnaisesti yksi tuote. Valituista tuotteista otetaan jokaisesta yksi voiteluainenäyte.	Tuoteryhmässä olevien tuotteiden keskimääräinen pölyisyys määritetään valitsemalla ryhmästä viisi tuotetta, joiden potentiaalinen pölyyntymisriski on suurin. Pölyisyys määritetään yhden näytteen perusteella.
Kahvalliset pohjat	Syvävetotuotteiden voiteluainejäämä testataan erillisen mittausohjelman mukaisesti, katso ryhmä 5.	
Tarkastusluukut	Valmistetaan alihankintana ja tuotteissa voi olla voiteluainejäämiä. Otetaan kolmesta tuotteesta yhteensä kolme voiteluainenäytettä.	
T-yhteet	Syvävetotuotteiden voiteluainejäämä testataan erillisen mittausohjelman mukaisesti, katso ryhmä 5.	
Eristetyt tulpat	Syvävetotuotteiden voiteluainejäämä testataan erillisen mittausohjelman mukaisesti, katso ryhmä 5.	
Eristetyt tarkastusluukut	Eristetyt tarkastusluukut valmistetaan palaosista toisin kuin eristämättömät tarkastusluukut. Yksi näyte satunnaisesti valitusta tuotteesta.	Mineraalivilla ei ole kontaktissa ilman kanssa joten kuitumittauksia ei tarvita.
<b>Esimerkkitapauksessa näytteitä yhteensä</b>	10+3=13 voiteluainenäytettä	5 pölykertymänäytettä
<b>Ryhmä 3: Äänenvaimentimet ja muut mineraalikuituja sisältävät tuotteet</b>		
Äänenvaimentimet	Äänenvaimentimien valmistuksessa käytetään reikäpeltiä, jossa esitestien perusteella on voiteluainejäämiä. Voiteluainejäämät testataan kolmesta tuotteesta ottamalla kustakin tuotteesta kaksi näytettä.	Tuoteryhmässä olevien tuotteiden keskimääräinen pölyisyys määritetään valitsemalla ryhmästä kolme tuotetta, joiden potentiaalinen pölyyntymisriski on suurin. Kunkin tuotteen pölyisyys määritetään yhden näytteen perusteella. Äänenvaimentimien kuitupäästöt tutkitaan esimerkiksi VTT:llä.
<b>Esimerkkitapauksessa näytteitä yhteensä</b>	6 voiteluainenäytettä	3 pölykertymänäytettä

<b>Ryhmä 4: Syvävedetyt kulmayhteet</b>		
<b>Alaryhmä</b>	<b>Tarvittavat voiteluainejäämät</b>	<b>Tarvittavat pölyisyystestit</b>
Kulmayhteet	Kulmayhteiden voiteluainejäämä määritetään testaamalla kokoluokaltaan pienin ja suurin tuote. Joko 90° tai 45° kulmayhteet testataan. Testattavasta kokoryhmästä valitaan kolme tuotetta, joiden voiteluainejäämä testataan yhden voiteluainenäytteen perusteella. Kulmayhteiden 15°, 30° ja 60° voitelujäämiä ei testata erikseen, koska ne valmistetaan 45° ja 90° kulmayhteistä.	Tuoteryhmässä olevien tuotteiden keskimääräinen pölyisyys määritetään valitsemalla ryhmästä kolme tuotetta, joiden potentiaalinen pölyyntymisriski on suurin. Kunkin tuotteen pölyisyys määritetään yhden näytteen perusteella.
<b>Esimerkkitapauksessa näytteitä yhteensä</b>	6 voiteluainenäytettä	3 pölykertymänäytettä
<b>Ryhmä 5: Muut syvävedetyt tuotteet</b>		
<b>Alaryhmä</b>	<b>Tarvittavat voiteluainejäämät</b>	<b>Tarvittavat pölyisyystestit</b>
Esimerkkejä yhdellä vedolla valmistettavista tuotteista: lähtökaulukset suorakaidekanavaan, lähtökaulukset kierresaumakanavaan, pyöreät liitinyhteet, pohjat	Testataan jokaisesta alaryhmästä kokoluokaltaan pienin ja suurin tuote. Testattavasta kokoluokasta valitaan yksi tuote, jonka voiteluainejäämä testataan yhden voiteluainenäytteen perusteella.	Tuoteryhmässä olevien tuotteiden keskimääräinen pölyisyys määritetään valitsemalla ryhmästä viisi tuotetta, joiden potentiaalinen pölyyntymisriski on suurin. Kunkin tuotteen pölyisyys määritetään yhden näytteen perusteella.
Esimerkkejä kahdella vedolla valmistettavista tuotteista: muuntoyhteet, lähtökaulukset kierresaumakanavaan	Testataan molemmista alaryhmistä kokoluokaltaan pienin ja suurin tuote. Testattavasta kokoluokasta valitaan kaksi tuotetta, joiden voiteluainejäämä testataan yhden voiteluainenäytteen perusteella.	
<b>Esimerkkitapauksessa näytteitä yhteensä</b>	16 voiteluainenäytettä	5 pölykertymänäytettä
<b>Esimerkkitapauksen kokonaisnäyttemäärä</b>	<b>77 voiteluainenäytettä</b>	<b>26 pölykertymänäytettä</b>

## **MALLI ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN PUHTAUSTESTAUSOHJEIDEN MUKAISTEN TULOSTEN RAPORTOINNISTA**

Ohjeen laatijat: Vesa Asikainen ja Pertti Pasanen

Päivitys ja ylläpito: Vuokko Lappalainen

Päivämäärä: 26.9.2012

### **SAATTEEKSI**

Oheisilla sivuilla on esimerkinomainen malli Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaustestausohjeen mukaisten tulosten raportoinnista. Koska ilmanvaihtotuotteiden tuoteryhmien välillä on merkittäviä testaukseen ja näytteenottoon liittyviä eroja, raportoinnille ei ole laadittu kaavamaisesti täytettävää lomaketta, vaan testaukseen liittyvät näytteenkäsittelyä, analyysiä ja tulosten ilmoittamista koskevat tiedot laaditaan vapaamuotoisemmaksi mittausraportiksi.

*Tutkimuslaitos*

Tutkija Niilo Noheva  
Tutkimuslaitos /laboratorio  
osoite  
puh, fax, sähköposti

**Mittausraportti (päiväys, nro)**

*Tilaaaja*

Yritys (tilaaaja)  
(yrityksen yhteyshenkilö)  
osoite

## **KANAVA OY:N ILMANVAIHTOKANAVIEN VOITELUAINELAJÄMMÄT JA PÖLYKERTYMÄT**

### **Yleistä**

Yleiskuvaus siitä, mitä tämä mittausraportti sisältää, mitä on tehty, kuka on tehnyt (laboratorio) ja kenen toimesta, ja mihin tarkoitukseen mittaukset lähinnä soveltuvat.

*Tämä tutkimus on tehty yrityksen X dd.mm.yyyy tekemän tilauksen pohjalta. Tutkimuksessa on selvitetty ilmanvaihtotuotteiden voiteluainejäämiä ja pölykertymää sekä selvitetty valmistusprosessissa käytetyn voiteluaineen hajukynnys. Tutkimus tehtiin ilmanvaihtotuotteiden luokitusohjeiden mukaisesti ja sen tavoitteena oli selvittää tuotteen/tuoteryhmän luokituskelpoisuus.*

### **Näytetuotteet ja näytteet**

Kuvaus näytteistä. Näytelaatu (voiteluaine, pöly, kuitu yms.). Näytetuotteiden valinta, valitsija, valintaperuste (näytteiden määrä) ja valintapaikka. Näytetuotteiden valmistuspäivämäärä (valmistajan koodi näyte-erästä) ja näytteenottopäivämäärä. Näytteiden säilytyspaikka, jos näytettä ei ole otettu suoraan linjalta.

Näytteenottotapa ja/tai viittaus.

Taulukko selventää, jos on useista erilaisista tuotteista kysymys. Taulukkoa on tarvittaessa muokattava, jos esim. jos samoista tuotteista otetaan voiteluainejäämä- ja pölynäytteet (Esimerkkitaulukko seuraavalla sivulla).

*Esim: Tutkimukseen valittiin viisi ulkoisella voitelulla (voiteluaineen laatu) paikkakunnan x tuotantolaitoksen koneella y valmistettuja kierresaumattuja kanavia voiteluainejäämien määrittystä varten. Kanavat oli valmistettu sinkitystä kromatoidusta pellistä (tyyppi ja laatutiedot). Valmistuksessa käytetyn voiteluaineen (nimi) väkevyyks oli 4%. Testattavat kanavat valittiin suojatusta ulkovarastosta, johon kanavat oli valmistuksen [ilmoitetaan valmistuspäivämäärä] jälkeen siirretty.*

*Esim: Voiteluainenäytteet otettiin [ilmoitetaan näytteenottopäivämäärä] suodatimeytysmenetelmällä puhtaustestausohjeen (Liite 3) mukaisesti. Näytteet otettiin tehtaalla. Kustakin kanavasta otettiin yhteensä neljä näytettä, siten, että kanavan molemmista päistä otetuissa näytteissä oli mukana sekä saumakohta että ei saumakohta käsittävä näyte-ala.*

*Esim: Kanavien pölykertymä määriteltiin puhtaustestausohjeen (Liite2) mukaisesti viidestä kanavasta ottamalla pölynäytteet kanavan molemmista päistä.*

*Esim. Tutkija nn valitsi testattavat tuotteet ja otti voiteluainejäämien että pölykertymän määrittäisiin tarvittavat näytteet.*

**Taulukko 1.** Luokitusmittauksiin valitut tuotteet ja niiden ominaisuudet.

<b>Tuotetiedot</b>					
Tutkittava tuote	<i>esim. Kanava d=160 mm ja koodi, jos on</i>	<i>jne</i>	<i>jne</i>	<i>jne</i>	<i>jne</i>
Valmistuspäivämäärä					
Valintaperuste					
Varastointi					
<b>Näytetiedot</b>					
Näytteenottopäivämäärä					
Näytteiden tunnistetiedot					
Näytetuotteiden valitsija					
Näytteiden ottaja					

## Analysointimenetelmät

### VOITELUAINELAJÄÄMÄ

Näytteiden analyysitapa. Kuvaus tarvittavista esikokeista tai viittaus, jos kyseinen voiteluaine on jo testattu hajun ja analysoitavuuden suhteen. Jälkimmäisessä tapauksessa näytteenotto- ja uuttosaanto on merkittävä tähän kohtaan. (tähän tulee siis hajun ja kemiallisen analyysin testaustulokset, myös testien tuloksen johtopäätökset)

*Esim. Näytteet analysoitiin FTIR-spektrofotometrillä puhtaustestausohjeen (Liite 4) mukaisesti. Voiteluaineen hajukynnys määritettiin olfaktometrillä kouluttamatonta hajupaneelia käyttäen puhtaustestausohjeen (liite 5) mukaisesti.*

#### Esikokeet käytetylle voiteluaineelle

Esikokeiden, haju analyysitestien tulokset.

#### Voiteluaineen soveltuvuus analyysiin

*Esim. Käytetylle voiteluaineelle tehdyissä esikokeissa havaittiin seuraavaa:*

- 1. Voiteluaine liukenee tetrakloorietyleeniin, joten sen pitoisuus voidaan määrittää infrapunaspektrofotometrisellä menetelmällä.*
- 2. Voiteluaineen uuttotehokkuus on melko huono. Tutkittavalla mittausalueella voiteluaineen uuttotehokkuus on noin [ilmoitetaan uuttotehokkuus].*
- 3. Kun voiteluainestandardit tehdään testausohjeen (Liite 4) mukaisesti näytteenottomateriaaliin, on voiteluaine standardisuora luotettava [ilmoitetaan R<sup>2</sup>-arvo].*

4. Voiteluaineen näytteenottoaanto pinsettipainanta-menetelmällä [ilmoitetaan keskiarvo, %, ja keskiarvon keskivirhe, %].
5. Kymmenen nollanäytteen keskihajonnasta laskettu voiteluaineen määritysraja oli [ilmoitetaan määritysraja, mg/m<sup>2</sup>].

Esikokeiden perusteella voiteluaineelle päätettiin käyttää liuottimena tetrakloorietyleeniä ja näytteenottomenetelmänä pinsettipainantaa. Näytteiden analysoinnissa päätettiin käyttää FTIR-menetelmää.

#### Voiteluaineen hajukynnys

Esim. Voiteluaineen 50%-hajukynnys oli 1.1% ja 70%-hajukynnys oli 2.6%. Vertailuaineena käytettävälle Solvac-mineraaliöljylle vastaavat arvot ovat 1,4% ja 2,4%. Voiteluaineen hajukynnysarvot ovat hieman yli kaksinkertaiset Solvac-mineraaliöljyn hajukynnysarvoihin verrattuna, joten Voiteluaine voiteluaineen hajukynnys on Solvac-mineraaliöljyä korkeampi. Voiteluaineen hajukynnysarvot tarkoittavat sitä kuinka suuri osa näytteestä on kulkenut voiteluaine näytteen yli olfaktometrin näytekammiossa.

#### **PÖLYKERTYMÄ**

Pölykertymä määritettiin punnitusmenetelmällä.

Esim. Pölykertymä määritettiin viidestä tyypillisesti ulkona varastoidusta, tulpalla suojatusta kierresaumakanavasta. Kanavista otettiin kaksi näytettä kanavan molemmista päistä kanavapinnan alaneljännekseltä. Näytteet vakioitiin ja punnittiin ennen näytteenottoa ja sen jälkeen laboratoriossa suodatinkoteloineen. Pölykertymä tuloksista laskettiin keskiarvo. Näytteenottomenetelmän määritysraja vaihteli näytteenottopinta-alasta riippuen välillä 0.01-0.14 g/m<sup>2</sup>. Jos pölykertymä alitti määritysrajan, käytettiin keskiarvoa laskettaessa pölykertymän arvona puolta määritysrajan arvosta.

## **Tulokset**

#### **VOITELUAINELAJÄÄMÄT**

Tähän tulisi lyhyt sanallinen kuvaus tuloksista. Varsinaiset tulokset taulukkoon. Taulukolle nimi, sarakkeille ja riveille selitykset. Yksiköt mukaan taulukkoon.

Esim. Ulkopuolisella voiteluaine voitelulla valmistetuissa kanavissa ei ollut merkittäviä voiteluainejäämiä. Ulkopuolisella voiteluainevedolla valmistettujen kanavien keskimääräinen voiteluainejäämä oli X mg/m<sup>2</sup> ja keskimääräinen maksimi 95% luottamuvälillä Y mg/m<sup>2</sup>. Valmistuksessa käytettävän pellin paksuus ei vaikuttanut kanavien voiteluainejäämiin. Yhteenveto yksittäisten kanavien voiteluainejäämistä on taulukossa 2.

**Taulukko 2.** Ulkopuolisella voiteluainevedolla valmistettujen kierresaumattujen kanavien voiteluainejäämät.

	Komponentti	Öljyisyyden keskiarvo (mg/m <sup>2</sup> )	Öljyisyyden vaihteluväli (mg/m <sup>2</sup> )
<b>Pellin paksuus 0.5 mm</b>	Kanava 1	s	<amr-y
	Kanava 2	t	<amr-t
	Kanava 3	r	r-u
	Kanava 4	h	b-k
	Kanava 5	g	l-o
<b>Keskimääräinen maksimiöljyisyys 95%-luottamuvälillä</b>			u

Voiteluainejäämän määritysraja xx mg/m<sup>2</sup>, amr = alle määritysrajan



## **PÖLYKERTYMÄ**

Tulokset syytä esittää taulukossa tässäkin, jotta vaihtelu näkyy.

*Esim. Kanavien keskimääräinen pölykertymä oli  $C$  g/m<sup>2</sup>. Ainostaan yhdessä kanavassa oli mitattava pölykertymä  $Z$  g/m<sup>2</sup> muiden kanavien pölykertymä oli alle määrittäysrajan.*

## **Epävarmuusarvio**

Tähän kuvaus näytteenoton edustavuudesta ja analyysin virhelähteistä johtuvista epävarmuustekijöistä ja arvio testatun tuoteryhmän ryhmittelyn onnistumisesta.

*Esim. Tutkimuksessa otettiin voiteluainenäytteitä  $N$  kappaletta  $T$  eri tuotteesta. Suurin osa  $HJ\%$  tuloksista alitti annetun  $50$  mg/m<sup>2</sup> ohjearvon ja komponenttiryhmän keskimääräinen voiteluainejäämä oli  $95\%$ -luottamusvälillä maksimissaan  $C$  mg/m<sup>2</sup>.*

*Esim. Tutkimuksessa otettiin pölykertymänäytteitä  $HJ$  kappaletta  $Y$  eri tuotteesta. Tuoteryhmän pölykertymä taso oli alhainen ja ainoastaan  $J$  tuloksista oli yli määrittäysrajan. Tuoteryhmän keskimääräinen pölykertymä oli  $0,2$  g/m<sup>2</sup>, joka alittaa ohjearvon.*

## **Allekirjoitukset**

## **Viitteet**

*Tutkimuslaitos*

Tutkija Niilo Noheva  
Tutkimuslaitos /laboratorio  
osoite  
puh, fax, sähköposti

**Mittausraportti , pvm, nro**

*Tilaaja*

Yritys (tilaaja)  
(yrityksen yhdyshenkilö)  
osoite

**IV-TUOTE OY:N ILMANVAIHTOTUOTTEISTA ILMAVIRTAAN  
IRTOAVIEN MINERAALIKUITUJEN LUKUMÄÄRÄPITOISUUDEN  
MÄÄRITTÄMINEN**

**Yleistä**

Yleiskuvaus siitä, mitä tämä mittausraportti sisältää, mitä on tehty, kuka on tehnyt (laboratorio) ja kenen toimesta, ja mihin tarkoitukseen mittaukset lähinnä soveltuvat.

*Tämä tutkimus on tehty yrityksen Y dd.mm.yyyy tekemän tilauksen pohjalta. Tutkimuksessa on irtoaako yrityksen Y ilmanvaihtotuotteista mineraalikulitua ilmapirtaan normaaleissa käyttöolosuhteissa. Tutkimus tehtiin ilmanvaihtotuotteiden luokitusohjeiden mukaisesti ja sen tavoitteena oli selvittää tuotteen/tuoteryhmän luokituskelpoisuus.*

**Näytetuotteet ja näytteet**

Näytteen tarkka tunnus ja kuvaus näytteestä (valmistajan ja maahantuojan nimi ja tunnus, tyyppi- ja kokomerkinä, muut tuotteen tunnistamiseksi tarvittavat tiedot).

**Testauksen suoritus**

Kuvaus testauslaitteistosta, testausolosuhteista ja siitä, miten testaus on tehty. Viitataan Ilmanvaihtotuotteiden testausohjeen liitteeseen 7: "Ilmapirtaan irtoavien mineraalikulitujen lukumääräpitoisuuden määrittäminen". Mainitaan mahdolliset alihankkijat.

**Tulokset**

Tuloksena ilmoitetaan mineraalikulitujen lukumääräpitoisuus  $C_v$  yksikkönä kuitua/cm<sup>3</sup> pyöristettynä kahden merkitsevän numeron tarkkuuteen.

**Epävarmuusarvio**

Esitetään arvioitu mittausepävarmuus käyttämällä 95 %:n kattavuus-todennäköisyyttä. Ilmoitetaan tulokseen mahdollisesti vaikuttaneet tekijät.

## **Johtopäätökset**

Tarvittaessa esitetään johtopäätökset.

## **Allekirjoitukset**

Paikka ja päiväys

## **Viitteet**