

Rakennustietosäätiö RTS sr
JS / JK / HL

Lausuntopyyntö, liite 2
30.5.2025

RTS 25:16

Ohje Ilmanvaihtotuotteiden testausohje puhtausluokitusta varten

Päivitetty: 6.3.2025

Sisällysluettelo

1	Ilmanvaihtotuotteiden testausohje puhtausluokitusta varten	4
2	Puhtausluokituksen yleiset vaatimukset ja luokitusprosessi	4
3	Testattavien ilmanvaihtotuotteiden ryhmittelyohje ja testattavien tuotteiden valinta, säilytys ja valmistelu 7	
3.1	Tuoteryhmien muodostamisperiaatteet	7
3.2	Tutkimussuunnitelma	10
3.3	Tuotteiden valinta, säilytys ja valmistelu	10
3.3.1	Likakertymien ja voiteluainejäämien määritykseen valittavat tuotteet.....	10
3.3.2	Hajutestaukseen valittavat tuotteet	11
3.3.3	Moniosaiset tuotteet ja tuoteyhdistelmät	11
3.4	Tuotteiden merkintä	11
4	Voiteluaineen hajukynnyksen määrittäminen	12
5	Ilmanvaihtotuotteiden valmistuksessa käytettäville voiteluaineille tehtävät esikokeet	14
5.1	Liutainaineen ja analyysimenetelmän soveltuvuuden alustava arviointi.....	14
5.2	Uuttotehokkuuden määrittäminen	15
5.3	Näytteenottotehokkuuden määrittäminen.....	15
5.4	Määritysrajan määrittäminen voiteluaineelle.....	16
6	Voiteluainejäämien näytteenotto ilmanvaihtotuotteista suodatinimeytystä ja tetrakloorietyleeniä käyttäen 16	
6.1	Tutkimusmenetelmän yleiskuvaus ja soveltuvuus	16
6.2	Tarvittavat laitteet, reagenssit ja välineet.....	16
6.3	Voiteluainenäytteiden otto	17
6.3.1	Näytteenotossa tarvittavat välineet.....	17
6.3.2	Näytteenottaminen	17
6.4	Näytteiden käsittely ja analyysi.....	18
6.5	Tulosten raportointi	18
6.6	Työturvallisuusohjeita näytteitä otettaessa.....	19
7	Voiteluainejäämänäytteiden analysointi infrapunaspektrofometrisesti ja voiteluainejäämän määrittäminen 19	
7.1	Tutkimusmenetelmän yleiskuvaus ja soveltuvuus	19
7.2	Tarvittavat laitteet, reagenssit ja välineet.....	19
7.3	Laitteiston ja menetelmän tarkistus.....	20
7.4	Tetrakloorietyleenin puhtauden tarkistus.....	20
7.5	Perustason määrittäminen (koskee perinteisellä IR:llä tehtäviä analyysejä)	20
7.6	Näytteiden kvantitointi	20
7.6.1	Kantaliuoksen valmistaminen voiteluaineesta	20

7.6.2	Vertailuliuosten valmistaminen kantaliuoksesta.....	21
7.6.3	Vertailuliuosten pitoisuuksien laskeminen.....	21
7.6.4	Vertailuliuosten analysoiminen.....	21
7.6.5	Vertailukäyrän määrittäminen perinteisellä IR:llä.....	22
7.6.6	Vertailukäyrän määrittäminen FTIR:llä.....	23
7.7	Näytteiden käsittely	24
7.7.1	Luottimen haihdutus näytteistä	24
7.7.2	Näytteiden erottaminen näytteenottomateriaalista	24
7.8	Näytteiden analysointi	24
7.8.1	Näytteiden voiteluainepitoisuuden määrittäminen perinteisellä IR:llä	24
7.8.2	Näytteiden voiteluainepitoisuuden määrittäminen FT-IR:llä	25
7.9	Voiteluainejäämän laskeminen	25
7.10	Työturvallisuusohjeita	25
8	Ilmanvaihtotuotteiden likakertymien arviointi	25
9	Hajuemissoiden määrittäminen	25
10	Itsekantavien mineraalivillakanavien testaus luokitusta varten	26
11	Ilmavirtaan irtoavien mineraalikuitujen lukumääräpitoisuuden määrittäminen muissa kuin itsekantavissa mineraalivillakanavissa	26
11.1	Koelaitteisto	26
11.2	Kokeen suoritus.....	27
11.2.1	Kuitujen irtoaminen nimellisilmavirralla	28
11.2.2	Täristyskoe	28
11.2.3	Puhdistettavuuskoe.....	29
11.3	Kanavat ja kanavanosat.....	30
11.4	Tulosten analysointi ja käsittely	30
12	Raportointiohje	31
13	Viiteluettelo.....	31
14	Liitteet	31

1 Ilmanvaihtotuotteiden testausohje puhtausluokitusta varten

Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus on osa laajempaa vapaaehtoista sisäilmaston luokitusjärjestelmää. Ensimmäinen sisäilmastoluokitus on julkaistu vuonna 1995, minkä jälkeen luokitusta on päivitetty. Viimeisin voimassa oleva sisäilmastoluokitus on vuodelta 2018 (Sisäilmayhdistys ry, 2018). Sisäilmastoluokitus on tarkoitettu käytettäväksi rakennusten suunnittelussa ja rakentamisessa, kun tavoitteena on erityisen terveet ja viihtyisät rakennukset ja erinomaiset sisäilmaolosuhteet. Sisäilmastoluokituksessa merkittävä rooli on vähäpäästöisillä sekä puhtailla rakennusmateriaaleilla ja ilmanvaihtotuotteilla, joille on kehitetty omat luokituskriteerit ja todentamisen menettelyt.

Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokituksen omistaa Rakennustietosäätiö RTS sr ja luokitustoimintaa operoi Rakennustietosäätiö RTS:n omistama Rakennustieto Oy. Luokitustoimintaa ohjaa ja kehittää Rakennustietosäätiö RTS:n nimittämä päätoimikunta Sisäilmasto (PT 41), jossa ovat edustettuina mm. rakennustuoteteollisuus, rakennuttajat, suunnittelijat sekä tutkimuslaitokset.

Tämä ohje on tarkoitettu täydentämään Sisäilmastoluokitus 2018:n ilmanvaihtotuotteiden puhtautta käsittelevää kappaletta (Kappale 3.2 ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus). Tämä ohje määrittelee ilmanvaihtotuotteiden testaamista, jotta niiden voidaan katsoa toteuttavan puhtausluokituksen vaatimukset puhtauden osalta. Myös muita kuin tässä dokumentissa määriteltyjä menetelmiä voidaan käyttää ilmanvaihtotuotteiden vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen, mutta niiden käytöstä on sovittava tapauskohtaisesti ja menetelmien laatu tulee varmistaa.

2 Puhtausluokituksen yleiset vaatimukset ja luokitusprosessi

Ilmanvaihtotuotteille on yksi puhtausluokka M1. Ilmanvaihtotuote on siis joko puhtausluokiteltu tai ei. Puhtausluokitellun ilmanvaihtotuotteen tulee täyttää seuraavat yleiset vaatimukset.

1. Puhtausluokiteltu tuote ei saa lisätä terveyden tai viihtyisyyden kannalta haitallisia epäpuhtauksia ilmanvaihtojärjestelmään eikä tuloilmaan.
2. Puhtausluokiteltu tuote ei saa tuottaa tuloilman laatua huonontavaa hajua tai kaasumaisia tai hiukkasmaisia epäpuhtauksia.
3. Puhtausluokitellut tuotteet tulee olla asianmukaisesti suojattuja siten, että sisäpinnat säilyvät puhtaina kuljetusten ja varastoinnin aikana
4. Puhtausluokitellun tuotteen tulee olla helposti puhdistettavissa ja sen tulee säilyttää ominaisuutensa tavanomaisia puhdistusmenetelmiä käytettäessä.

Edellä mainittujen vaatimusten katsotaan toteutuvan, mikäli tuote täyttää tuotekohtaisesti asetetut vaatimukset valmistuksen jälkeen. Yksityiskohtaiset tuotekohtaiset vaatimukset on esitetty Sisäilmastoluokitus 2018:ssa kanaville, niiden osille, säätö- ja palopelleille, äänenvaimentimille sekä suodattimille.

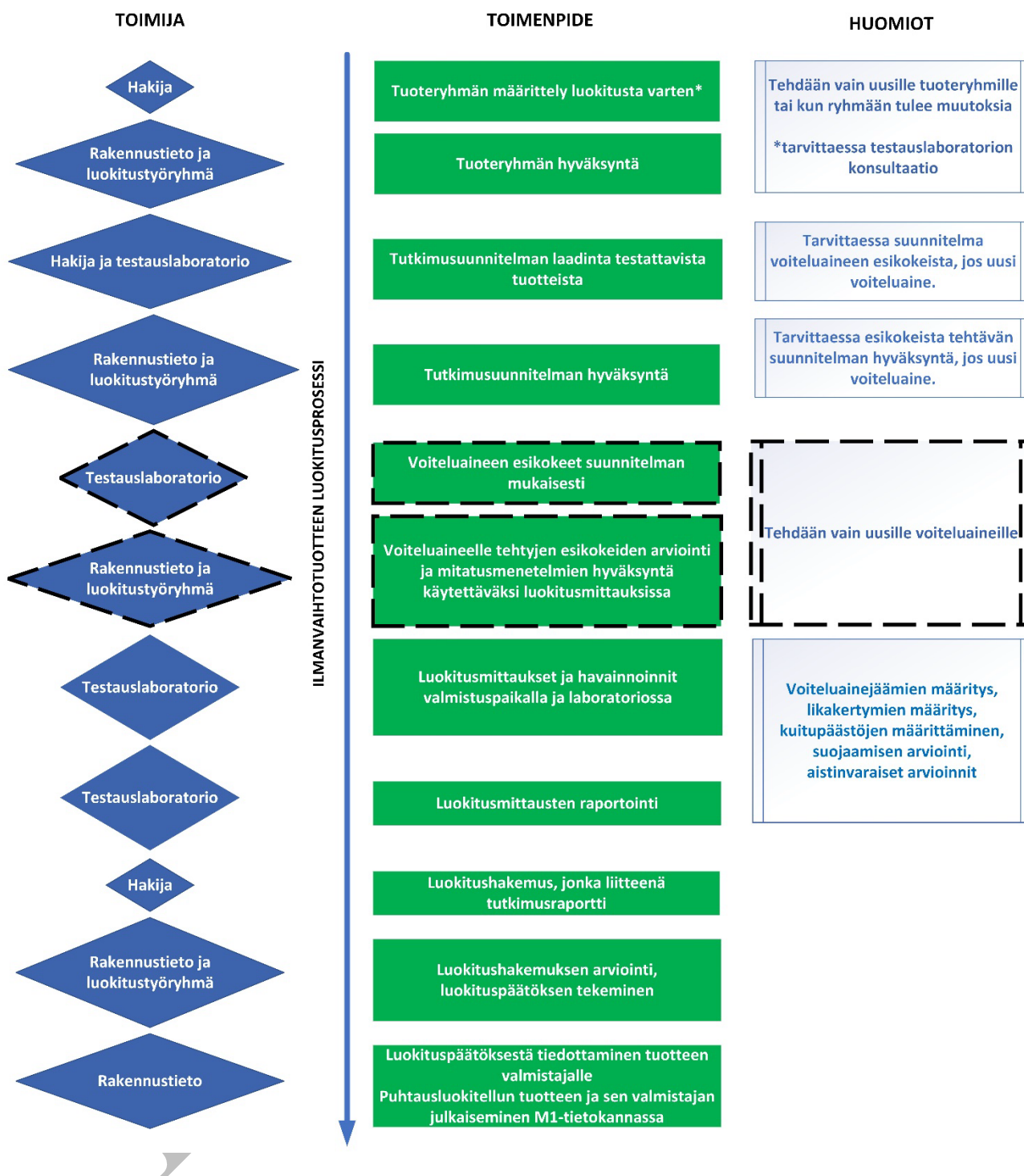
Yleensä luokitus voidaan myöntää testatun ilmanvaihtotuotteen lisäksi myös muille vastaaville tuotteille, esimerkiksi erikokoisille kanaville, joissa käytetään samaa materiaalia. Tämä edellyttää, että tuotteiden rakenne, materiaalit ja valmistustekniikka ovat riittävän samanlaiset. Lopullisen päätöksen asiassa tekee luokituksia myöntävä elin.

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

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 määrääjän ja sen voimassaolo edellyttää, ettei valmistusprosessiin tehdä oleellisia muutoksia luokituksen voimassaoloaikana. Jos esimerkiksi käytettävä voiteluaine vaihdetaan toiseen, on valmistajalla velvollisuus ilmoittaa asiasta Rakennustietosäätiölle ja luokitukseen liittyvät testit on uusittava tarpeellisilta osin.

Kuvassa 2.1 on esitetty yksinkertaistetusti ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokituksen prosessi. Luokituksen myöntäminen on kuvattu erillisessä ohjeessa NIMI.



Kuva 2.1. Yksinkertaistettu ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokituksen prosessi.

3 Testattavien ilmanvaihtotuotteiden ryhmittelyohje ja testattavien tuotteiden valinta, säilytys ja valmistelu

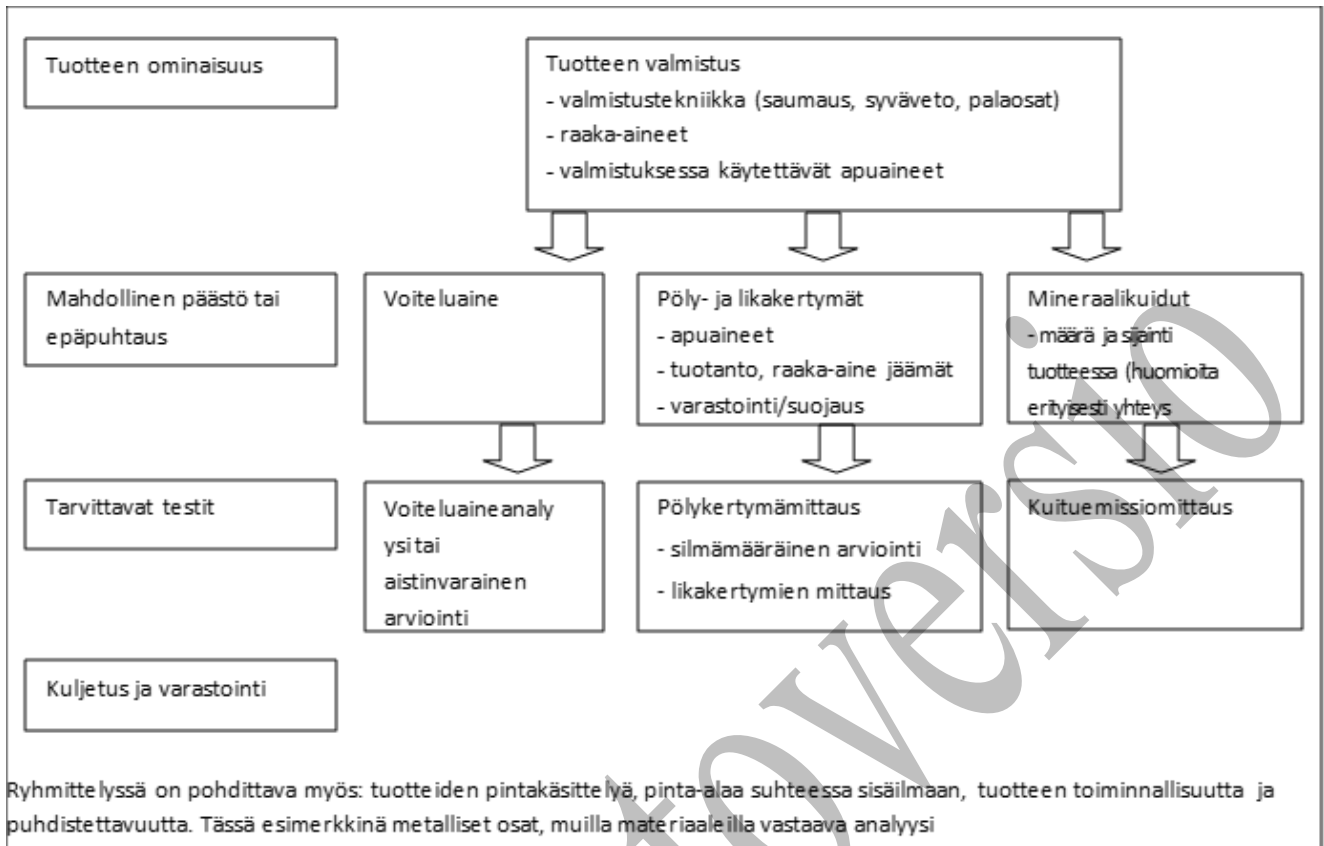
Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokituksen yhtenä tavoitteena on tarjota luotettava puhtaiden ilmanvaihtotuotteiden laadunvarmennus- ja merkintäjärjestelmä, mihin hyväksytyt tuotteet täyttävät Sisäilmastoluokituksen asettamat vaatimukset. Luokiteltujen tuotteiden tuotannolle ja käsittelylle on annettu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

Ilmanvaihtojärjestelmien rakentamiseen tarkoitettujen tuotteiden koko- ja muotokirjo (esim. erikokoiset kanavat ja eriaisteiset mutkat) nostavat 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 kappaleessa on kuvattu tuoteryhmien muodostamisperiaatteet. Ryhmittelyn tavoitteena on se, että kullekin tuotteelle tehdään puhtaus- ja puhdistettavuusominaisuuksien osalta edellytettävät ja vain tarvittavat luokitusmittaukset.

Käytännössä tuotteiden ryhmittelyehdotuksen ja mittaussuunnitelman laatii tuotteiden valmistaja testauslaboratorioiden avustamana. Tuotteiden ryhmittelyä varten tämän oppaan liitteenä 1 on esitietolomake, johon tuotteiden tiedot voidaan kirjata tuoteryhmittäin. Esitietolomakkeeseen kirjataan esimerkiksi käytetyt materiaalit, tuotantoprosessit, valmistuspaikat sekä suojaus- ja varastointimenettelyt. Tuotteiden ryhmittelyn hyväksyy Rakennustiedon ilmanvaihtotuotteiden luokitusryhmä.

3.1 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, mineraalikuittujen esiintyminen tuotteessa ja mahdollinen hajuemissio muodostavat luokitusryhmittelyn ensisijaiset priorisointiparametrit. Tuotteen valmistukseen käytetyt raaka-aineet ja valmistuksen apuaineet sekä pintakäsittelyaineet vaikuttavat myös ryhmittelyyn, esimerkiksi tuotteen puhdistus ennen pinnoittamista alhaisen emission omaavalla pintakäsittelyaineella, esim. poltomaalaus, vähentää mitattavia parametreja, kun taas mineraalikuittuja 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 vaikuttavia tekijöitä on kuvattu kuvassa 3.1.



Kuva 3.1. Tuotteiden ryhmittelyyn ja testausmenetelmiin vaikuttavat tekijät.

Samalla tavalla samasta raaka-aineesta valmistetut tuotteet, joilla on saman tyyppinen käyttötarkoitus, voidaan testata ja luokitella yhtenä ryhmänä. Esimerkiksi syvävetotekniikalla valmistetut käyrät tai mutkat, joissa tarvitaan hitsausta ja tiivisteiden laittoja, voidaan luokitella samassa ryhmässä koosta ja kulmasta riippumatta. Valmistustekniikka edellyttää voiteluaineiden käyttöä, joten voiteluaineiden jäämät pitää määrittää. Jos tuotteelle voidaan tehdä voiteluainejäämän määrittäminen, ei tarvita aistinvaraista arviointia. Myös tuotteen pöly- ja likakertymä tulee arvioida silmämääräisesti (tai mitata). Tuotteessa ei ole kuituja, joten kuituemission mittaaminen ole tarpeellista. Tämä ryhmä eroaa samaan käyttötarkoitukseen soveltuvista palaosatekniikalla ilman voiteluaineita valmistetuista käyrästä, jotka kuuluvat toiseen ryhmään. Oheisessa esimerkissä on ryhmitelty erään tehtaan tuoteperheen eri tavalla valmistettuja kanavan osia (taulukko 3.1.).

Taulukko 3.1. Esimerkki iv-tuotteiden ryhmittelystä luokitusta varten.

Ryhmä 1: Kierresaumatut kanavat		
Alaryhmä	Tarvittavat voiteluaine/varastorasvajäämätestit	Tarvittavat pölyisyystestit
0,5 mm pellistä valmistetut kierresaumakanavat	Alaryhmässä olevien tuotteiden keskimääräinen voiteluainejäämä selvitetään valitsemalla sattumanvaraisesti kolme tuotetta. Jokaisesta kanavasta otetaan neljä näytettä.	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		
Esimerkissä näytteitä yhteensä	12+12+12 = 36 voiteluainenäytettä	10 pölykertymänäytettä

Ryhmä 2: Kanavanosat, joiden valmistuksessa ei käytetä voiteluaineita		
Alaryhmä	Tarvittavat voiteluaine/varastorasvajakäymätestit	Tarvittavat pölyisyystestit
Esim. kulmayhteet, liitinyhteet, pohjat, säätöpellit, liitinrenkaat, lähtökaulukset, kulmayhteet, muuntoyhteet, tarkastusluukut	Kustakin alaryhmästä satunnaisesti yksi tuote. Valituista tuotteista otetaan jokaisesta yksi näyte.	Tuoteryhmässä olevien tuotteiden keskimääräinen pölyisyys määritetään valitsemalla ryhmästä viisi tuotetta, joiden potentiaalinen pölyyntymisriski on suurin. Kunkin tuotteen pölyisyys määritetään yhden näytteen perusteella.
Kahvalliset pohjat	Syvävetotuotteiden jäämä testataan erillisen mittausohjelman mukaan, ks. ryhmä 5.	
Tarkastusluukut	Valmistetaan alihankintana ja tuotteessa voi olla voiteluainejäämiä. Otetaan kolmesta tuotteesta yhteensä kolme näytettä.	
T-yhteet	Syvävetotuotteiden jäämä testataan erillisen mittausohjelman mukaan, ks. ryhmä 5.	
Eristetyt tulpat	Syvävetotuotteiden jäämä testataan erillisen mittausohjelman mukaan, ks. ryhmä 5.	Mineraalivilla ei ole kontaktissa ilman kanssa, joten kuitumittauksia ei tarvita.
Eristetyt tarkastusluukut	Eristetyt tarkastusluukut valmistetaan palaosista toisin kuin eristämättömät luukut. Yksi näyte satunnaisesti valitusta tuotteesta.	
Esimerkissä näytteitä yhteensä	10 + 3 = 13 voiteluaine/varastorasvanäytettä	5 pölykertymänäytettä
Ryhmä 3: Äänenvaimentimet ja muut mineraalikuituja sisältävät tuotteet		
Alaryhmä	Tarvittavat voiteluaine/varastorasvajakäymätestit	Tarvittavat pölyisyystestit
Äänenvaimentimet	Valmistuksessa käytetään reikäpeltiä, jossa esitestien perusteella on voiteluainejäämiä. 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.
Esimerkissä näytteitä yhteensä	6 voiteluaine/varastorasvanäytettä	3 pölykertymänäytettä
Ryhmä 4: Syvävedetyt kulmayhteet		
Alaryhmä	Tarvittavat voiteluaine/varastorasvajakäymätestit	Tarvittavat pölyisyystestit
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 näytteen perusteella. Kulmayhteiden 15°, 30° ja 60° voiteluainejäämiä 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.
Esimerkissä näytteitä yhteensä	6 voiteluaine/varastorasvanäytettä	3 pölykertymänäytettä
Ryhmä 5: Muut syvävedetyt tuotteet		
Alaryhmä	Tarvittavat voiteluaine/varastorasvajakäymätestit	Tarvittavat pölyisyystestit
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 näytteen 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 näytteen perusteella.	

Esimerkissä näytteitä yhteensä	16 voiteluaine/varastorasvanäytettä	5 pölykertymänäytettä
Kokonaismäärä	77 voiteluaine/varastorasvanäytettä	26 pölykertymänäytettä

3.2 Tutkimussuunnitelma

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 tai valmistuspaikalta toimitetusta tuotteesta.

Mikäli tuotteissa on käytetty kitkanalennukseen tai hapettumisen estoon apuaineita, jotka eivät ole testattavissa tetrakloorieteenillä (TCE) tehtävällä liuotinainekeräyksellä, voidaan tehdä sarja esikokeita, joilla pyritään löytämään keräys- ja analyysimenetelmä vastaavan määrityksen suorittamiseen. Mikäli sopivaa liuotinta näytteen keräämiseen ja analysoimiseen ei löydy, voidaan aina käyttää määritykseen hajun arviointia paneelilla.

Tutkimussuunnitelma esitetään Rakennustiedon luokitustyöryhmälle arvioitavaksi.

3.3 Tuotteiden valinta, säilytys ja valmistelu

3.3.1 Likakertymien ja voiteluainejäämien määritykseen valittavat tuotteet

Testattavien tuotteiden valinnan suorittaa testauksesta vastaavan tutkimuslaitoksen valtuuttama henkilö. Näytteiden ottoon valittavat tuotteet kerätään valmistajan tai tukkuliikkeen varastosta alkuperäisestä ja avaamattomasta pakkauksesta. Sekä pöly- ja likakertymien että voiteluainejäämien määritystä varten valitaan hyväksytyn tuoteryhmittelyn ja tutkimussuunnitelman mukaisesti 3–10 tuotteesta koostuva otos. Tämä otos voi sisältää erikokoisia samaan hyväksyttyyn tuoteryhmään kuuluvia tuotteita, jotka ovat läpikäyneet saman valmistusprosessin ja ovat valmistettu samoista raaka-aineista.

Voiteluainenäytteiden ottoon valittavien ilmanvaihtotuotteiden tulee olla alle kaksi kuukautta sitten valmistettuja. Tutkittavia tuotteita ei tarvitse kuljettaa, vaan näytteet voidaan ottaa tehtaalla toimitukseen menevistä pakkauksista. Näytteet voidaan ottaa myös tehtaalla laboratorioon lähetetyistä ilmanvaihtotuotteista, 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 tai vastaavalla suojauksella. Likakertymien määritykseen valittavien ilmanvaihtotuotteiden tulee olla tyypillisesti varastoituja tuotteita. Testattavat tuotteet eivät saa olla juuri valmistettuja, jotta myös niiden tehtaalla ja/tai tukkuvarastolla varastoinnin aikana tuotteisiin kertyvät likakertymät tulee arvioiduksi. Likakertymien arvioinnin ja/tai mittaamisen yhteydessä havainnoidaan myös tuotteiden suojaus- ja varastointitavat.

Tutkittavien tuotteiden valinnan jälkeen tuotteille tehdään hyväksytyssä testaussuunnitelmassa mainitut tutkimukset joko tuotteiden valmistuspaikassa tai laboratoriossa. Jos tuotteet kuljetetaan laboratorioon tutkittavaksi, tuotteet pakataan siten, etteivät niiden ominaisuudet tai likakertymät muutu kuljetuksen tai varastoinnin yhteydessä. Esimerkiksi yksittäiset tutkittavat tuotteet on suojattava yksitellen siten, ettei muista tuotteista siirry likakertymiä tutkittavista tuotteista toisiin.

3.3.2 Hajutestaukseen valittavat tuotteet

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

Kanavien hajutestauksessa suoran kanavan pituuden on oltava vähintään 15 metriä. Mikäli kanavanosia, kuten 90° käyriä halutaan testata samalla, niiden määrän tulee olla vähintään 2 kpl jokaista täyttä kuutta metriä kohti. Testaukseen 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.

Tutkittavien ilmanvaihtotuotteiden valinta aistinvaraisia testauksia varten tehdään kuten edellisessä kappaleessa on ohjeistettu valmistajan tai tukkuliikkeen varastosta. Testausta varten valitut tuotteet tulee suojata valinnan jälkeen, koska testaukset tehdään yleensä testauslaboratoriossa. Aistinvaraisiin emissiotesteihin valittavien tuotteiden suojauksessa käytettävien suojausten tulee olla mahdollisimman tiiviitä ja kemiallisesti neutraaleja, etteivät suojaukset aiheuta tutkittavan ilmanvaihtotuotteen saastumista eli kontaminaatiota. 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.

3.3.3 Moniosaiset tuotteet ja tuoteyhdistelmät

Erityyppisten osien/tuotteiden yhdistelmien (esimerkiksi vaihdettava suodatinmateriaali ja suodattimen runkorakenne) tai kokonaisten ilmanvaihtokoneiden testaaminen on mahdollista kokonaisuutena.

Ilmanvaihtokoneen osat voitaisiin testata yksi kerrallaan suodatetun ilman virratessa niiden läpi, mutta jos testataan koko kokonaisuus, sen kaikki osat saadaan testattua yhdellä kerralla. Näin saatu tulos pätee myös kokonaisuuden osalle. 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 x 0,6 m.

3.4 Tuotteiden merkintä

Testattavan tuotteen tulee olla merkitty siten, että se voidaan helposti tunnistaa. Merkinnässä tulee olla valmistajan ja/tai maahantuojan nimi ja tunnus, tuotteen tyyppi- ja kokomerkintä sekä muut tuotteen tunnistamiseksi tarvittavat tiedot (esim. valmistusajankohta). Merkinnät tulee tehdä tuotteen ulkopinnalle tai pakkaukseen.

4 Voiteluaineen hajukynnyksen määrittäminen

Voiteluaineiden hajupitoisuudet määritetään hajunäytteistä dynaamisen olfaktometrin avulla standardin EN 13725:2022 - Air quality: Stationary source emissions - Determination of odour concentration by dynamic olfactometry and odour emission rate (CEN, 2022) mukaisesti. Ilmanvaihtotuotteiden valmistuksessa käytettävän tai käytettäväksi tarkoitetun voiteluaineen hajukynnystä verrataan vertailuaineena käytettävän Solvac 1535 GD mineraaliöljyn hajukynnykseen. M1 luokiteltavan ilmanvaihtotuotteen valmistuksessa käytettävän voiteluaineen hajukynnyksen tulee olla korkeampi kuin Solvac 1535 GD öljyllä.

Dynaaminen olfaktometri (esimerkiksi Olfasense T08) on laite, jonka avulla määritetään hajun aistittavuuden yksikössä OuE/m^3 (Ou = Odour Unit, suomeksi HY = hajuyksikkö), joka kertoo hajun aistittavuuden suhteessa ihmisen aistimaan hajukynnykseen. Olfaktometri ei suoraan mittaa hajupitoisuuksia, vaan se laimentaa tutkittavaa näytettä puhtaalla ilmalla ja tuottaa toistettavasti erittäin tarkkoja laimennoksia hajupaneelin jäsenten arvioitavaksi. Hajukynnys saadaan määritettyä, kun näytettä laimennetaan aina siihen asti, kunnes 50 % hajupaneelin jäsenistä ei tunnista enää hajua. Hajuyksikkö [OuE/m^3] on laimennussuhteen käänteisluku ja se kertoo kuinka paljon näytekäasua on laimennettava, jotta haju ei ole enää havaittavissa.

Ihmisten hajuaistit poikkeavat toisistaan, ja hajupanelistityöskentelylle on standardissa määritetty kriteerit. Henkilöiden on pystyttävä tunnistamaan toistettavasti n-butanolin hajukynnys oikein väliin $62\ldots 246 \text{ ug}/\text{m}^3$, jotta voi toimia hajupaneelissa. Näin pystytään karsimaan henkilöt, joilla on heikko tai liian hyvä hajuaisti.

Hajupaneeleille lasketaan standardin mukainen karsintaparametri ΔZ ($-5 \leq \Delta Z \leq 5$), jolla edelleen poistetaan liikaa keskiarvosta poikkeavat tulokset. Myös virheellinen nollanäytteen haistaminen poistaa kyseisen panelistin koko suorituksen laskentatuloksista.

Hajupaneeliarvioinnit järjestetään standardin suosittaman ajan (30 h) puitteissa näytteenotosta. Öljynäytteiden hajuanalyysissä näytteenottoaika katsotaan alkavaksi näytteen siirrosta hajupussiin.

Hajupaneelin epävarmuudeksi on arvioitu $\pm 30 \%$.

Kaikkien näytteenkäsittelyssä käytettävien materiaalien tulee olla elintarvikelaatuisia eikä niistä saa irrota hajuja. Näytepussit valmistetaan tarkoitukseen sopivasta ja yleensä hajuanalytiikassa käytetystä standardin kriteerit täyttävästä materiaalista. Öljynäytteiden tapauksessa näytepussin sisälle asetetaan alumiininen paistovuoka nesteastiaksi. Astiaan lisätään (5 ml) öljyä puhdasta ruiskua käyttäen ja pussi suljetaan tiiviisti teflonputken ympäri. Teflonputken kautta pussi täytetään puhtaalla paineilmalla ja pussi tulpataan. Ennen haistelua näytteitä säilytetään useita tunteja huoneenlämmössä, jotta öljyistä ehtii haihtua pussiin kylläinen ilmaseos. Näytteiden käsittelyprosessia on havainnollistettu kuvissa 4.1-4.7.



Kuva 4.1. Näytteen valmistus aloitetaan ottamalla sopiva pituus näytepussia.



Kuva 4.3. Näytepussin tiivistys varmistetaan taittamalla ja kiristämällä.



Kuva 4.5. Näytepussin sisällä olevaan vuokaan lisätään puhtaalla ruiskulla 5 ml tutkittavaa voiteluainetta.



Kuva 4.2. Näytepussin pohja tiivistetään "rypyttämällä" ja teippaamalla pussi.



Kuva 4.4. Elintarvikelaatuinen alumiinivuoka asetetaan näytepussin pohjalle.



Kuva 4.6. Näytepussi tiivistetään teflonputken ympärille, jonka kautta pussiin johdetaan puhdasta paineilmaa.



Kuva 4.7. Paineilmalla täyttämisen jälkeen näytepussit tulpataan ja hajuyksikkö [OuE/m³] määritetään standardin EN 13725:2022 mukaisesti.

5 Ilmanvaihtotuotteiden valmistuksessa käytettäville voiteluaineille tehtävät esikokeet

5.1 Liuotinaineen ja analyysimenetelmän soveltuvuuden alustava arviointi

Ennen voiteluainenäytteiden ottamista tulee selvittää voiteluaineen pääasiallinen koostumus tai raaka-aine, jotta voidaan valita sopiva näytteenotto- ja analyysimenetelmä. Ennen ilmanvaihtotuotteen voiteluainejäämättestejä selvitetään myös näytteenottomenetelmän saanto ja luotettavuus sekä määritetään määrittämisraja tutkittavalle voiteluaineelle. Suurimmalle osalle voiteluaineista tetrakloorietyleeni (TCE) on sopiva liuotin, jolloin analyysissä voidaan käyttää infrapunaspektrometria. Joillekin voiteluaineille tetrakloorietyleeni ei sovellu liuottimeksi eikä tällöin voida myöskään käyttää infrapunaspektroskopiaa analyysimenetelmänä. Mikäli voiteluaine ei liukene tetrakloorietyleeniin, tulee voiteluaineelle käyttää muita soveltuvia näytteenotto- ja analyysimenetelmiä, mikäli tällaisia on tiedossa. Mikäli kemiallista analyysimenetelmää ei ole tiedossa, voidaan tuotteet testata käyttäen arviointiperusteena hajun arviointia, menetelmä kuvattu tarkemmin kappaleessa 9tässä ohjeessa.

Tämän kappaleen loppuosa ja kappaleet 0 ja 7 käsittelevät TCE-analytiikkaa. Kun on varmistettu, että tutkittavan voiteluaineen liuottimena voidaan käyttää tetrakloorietyleeniä ja analyysimenetelmänä infrapunaspektroskopiaa, määrätään voiteluaineen analysoinnissa käytettävä aallonpituusalue. Analysointialue määrätään siten, että voiteluaineen spektrin piikit 2960 ja 2925 1/cm sisältyvät mahdollisimman täydellisesti analysointialueeseen. Käytettävällä aallonpituusalueella ei kuitenkaan saa olla muita vasteita, jotka voisivat vaikuttaa analyysituloksiin. Tyypillinen voiteluaineille sopiva aallonpituusalue on 2900-3000 1/cm.

5.2 Uuttotehokkuuden määrittäminen

Analysointialueen määrittelyn jälkeen määritetään uuttotehokkuus kyseiselle voiteluaineelle. Uuttotehokkuus määritetään tekemällä tutkittavasta voiteluaineesta seitsemän suodatinimeytysnäytteen vertailusarja (0-350 µg/ml - taulukko 5.1.) ja samoilla pitoisuuksilla liuosstandardisarja. Suodatinimeytysnäytteet käsitellään kappaleiden 6 ja 7 mukaisesti. Sekä suodatinimeytysnäytteet että liuosnäytteet analysoidaan kappaleen 7 mukaisesti.

Taulukko 5.1. Esimerkki vertailuliuosien ja uuttotehokkuusnäytteiden valmistuksesta.

Näyte	Pitoisuus µg/ml	Standardiliuosien 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

Uuttotehokkuus lasketaan erikseen jokaiselle pitoisuudelle kaavalla 5.1., missä C_{uutto} on näytteenottosuodattimesta uutettu pitoisuus, N on uuttonäytteiden määrä ja C_{stand} on vertailuliuosien pitoisuus. Uuttotehokkuuden tulee olla yli 70 % ja keskivirheen alle 2 %, jotta kyseistä menetelmää voidaan käyttää voiteluainenäytteiden analysoinnissa. Puutteellinen uuttotehokkuus otetaan huomioon tekemällä voiteluainestandardit vastaavan näytteenottomateriaalin kanssa kuten uuttotehokkuustestissä.

$$T_{uutto} = \frac{\sum C_{uutto}}{C_{stand} * N} * 100 \% \quad (\text{kaava 5.1.})$$

5.3 Näytteenottotehokkuuden määrittäminen

Näytteenottomenetelmän tehokkuus ja luotettavuus kyseisen tuotteen ja voiteluaineen osalta määritetään seuraavasti:

1. Puhdistetaan näytteenotossa käytettävällä liuottimella 11 kappaletta 5x5 cm 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. Peltilevytä otetaan näyte pinsettipainannalla (kappale 6).
4. Otettu näyte esikäsitellään ja analysoidaan (kappale 7).
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. Pesu toistetaan ja myös toinen pesuliuos lisätään samaan koeputkeen.
8. Pesuliuosta ei haihduteta, vaan se analysoidaan sellaisenaan kuten varsinainen näyte (kappale 7).

Analyysituloksista lasketaan näytteenottotehokkuus kaavalla 5.2., missä $C_{\text{näyte}_i}$ on näytteen i pitoisuus ja C_{pesu_i} on pesulioksen 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.

$$T_{\text{näytteenotto}} = \frac{\sum C_{\text{näyte}_i}}{\sum C_{\text{pesu}_i} + \sum C_{\text{näyte}_i}} \times 100\%$$

(kaava 5.2.)

5.4 Määritysrajan määrittäminen voiteluaineelle

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

6 Voiteluainejäämien näytteenotto ilmanvaihtotuotteista suodatinimeytystä ja tetrakloorietyleeniä käyttäen

6.1 Tutkimusmenetelmän yleiskuvaus ja soveltuvuus

Tässä menetelmäohjeessa kuvataan suodatinimeytykseen perustuva näytteenotto metallipinnalta (Asikainen ym., 2003). Menetelmällä määritetään haihtumattoman voiteluaineen määrä [mg/m^2] metallipinnalla. Pienin menetelmän avulla määritettävä pitoisuus riippuu tutkittavasta voiteluaineesta ja se vaihtelee välillä 8–50 mg/m^2 käytettäessä näytteenottimenä pinta-alaltaan 25 cm^2 suodatinta. 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 ilmanvaihtotuotteen valmistuksessa on käytetty ja tehdä voiteluaineelle tarvittaessa Ilmanvaihtotuotteiden testausohjeen kappaleessa 5 mainitut esikokeet. Esikokeissa selvitetään voiteluaineelle sopiva liuotinaine, analyysimenetelmä ja näytteenottomenetelmä sekä määritetään näytteenottomenetelmän saanto, uuttotehokkuus ja määritysraja sekä arvioidaan tulosten luotettavuus.

6.2 Tarvittavat laitteet, reagenssit ja välineet

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 kuivauksen jälkeen lasitavara uunitetaan 300 °C 1,5 tuntia. Uunituksen jälkeen astiat säilytetään hiilivety- ja rasvakontaminaatiolta suojattuna. Liuottimena käytetyn tetrakloorietyleenierän puhtaus tarkastetaan IR-analyysillä kappaleen 7 mukaisesti. Lisäksi suositellaan puhtauden tarkistusta aina ennen näytteenottopäivää. Tarkistus tehdään IR-analyysillä kappaleen 7 mukaisesti.

6.3 Voiteluainenäytteiden otto

6.3.1 Näytteenotossa tarvittavat välineet

Voiteluainenäytteiden otossa tarvitaan seuraavia välineitä:

- Lasikuitusuodattimia (Esimerkiksi MUNKTELL FILTER Quality MG 160. Art.No. 1409. Suodattimen koko 50 mm × 50 mm (pinta-ala 25 cm²))
- Laboratoriokäsineet, jotka suojaavat ihoaltistumiselta tetrakloorietyleenille ja näytteiden kontaminoitumiselta
- Tetrakloorietyleenille altistuminen on estettävä hiilivetyjä suodattavalla hengityssuojaimella, jos näytteenotto tehdään muualla kuin laboratoriossa vetokaapissa
- Näytteenottopöytä ja sen suojapaperi
- Tiiviisti suljettava jäteastia tetrakloorietyleeniä sisältäville jätteille
- Kylmälaukku ja kylmävaraajia tai sähköisesti jäähdytettävä kylmälaukku
- Lasisia ja kannellisia maljoja näytteenottimien säilytykseen
- Pipetti liuotinmäärän mittaamiseen (esim. 1 ml mittapipetti)
- Paperia näytteenottimien puhdistamiseen
- Pasteur-pipettejä näytteenottimien puhdistamiseen
- Liuotinta (tetrakloorietyleeniä esimerkiksi MERCK 100965 UVASOL) näytteenottovälineiden puhdistukseen eri näytteiden oton välillä
- Metalliset pinsetit suodattimen painamiseen ja näytteen siirtämiseen koeputkeen
- Teflonkalvo näytteenottamiseen
- Koeputkia näytteiden säilytykseen
- Liuotinta (tetrakloorietyleeniä esimerkiksi MERCK 100965 UVASOL) suodattimien kostutukseen

6.3.2 Näytteenottaminen

Näytteet otetaan valitun ilmanvaihtotuotteen sisäpinnalta tutkimussuunnitelman mukaisesti siten, että koko tuote tai sen osa tulee edustettua. Tutkittavasta tuotteesta otetaan sen koosta riippuen yhdestä neljään 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 saumattomasta kohdasta. Näytteitä otettaessa tulee eliminoida esimerkiksi sormista tuleva kontaminaatio käyttämällä näytteenotossa metallista valmistettuja pinsettejä ja liuottimeen liukenemattomia käsineitä.

Voiteluainenäyte otetaan seuraavasti:

1. Puhdas suodatin asetetaan pinseteillä petrimaljalle, joka suljetaan.
 2. Kun mittauspiste on valittu, avataan petrimaljan kansi ja suodatin kostutetaan lisäämällä sen päälle pipetillä 0,9 ml liuotinta tasaisesti koko suodattimen alalle.
 3. Sijoitetaan kosteutettu suodatin pinseteillä tutkittavan ilmanvaihtotuotteen pinnalle suunniteltuun näytteenottokohtaan.
 4. Näytteenottimen painaminen teflonkalvon läpi pinseteillä (kuva 6.1.):
- Asetetaan teflonkalvo pinseteillä 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 pinseteillä suodattimen päältä.
 5. Irrotetaan suodatin varovasti näytteenottimesta tai näytteenottoalueelta pinsettejä käyttäen.
 6. Siirretään näytteenottosuodatin pinseteillä koeputkeen, joka suljetaan.
 7. Kuljetetaan näyte analysoitavaksi siten, ettei se vaurioidu eikä kontaminoidu kuljetuksen aikana.
 8. Ennen seuraavaa näytteenottoa näytteenottovälineet puhdistetaan käyttämällä liuottimeen kostutettua kertakäyttöistä paperipyyhettä ja kuivataan paperipyyhkeellä.
 9. Jokaiseen koesarjaan sisällytetään vähintään yksi kenttänollanäyte, joka käsitellään muutoin samoin kuin varsinaiset näytteet, muttei oteta näytettä. Jos näytesarjassa on enemmän kuin 15 näytettä, kenttänollanäytteitä analysoidaan yksi näyte 15 varsinaista näytettä kohden.
 10. Kaikki näytteenotossa tarvittavat kertakäyttöiset välineet (esim. paperipyyhkeet, pipetit) suljetaan käytön jälkeen ilmatiiviiseen roska-astiaan.



Kuva 6.1. Voiteluaineen näytteenotto ilmanvaihtotuotteesta suodatinimeytysmenetelmällä. Näytteenottimen painaminen pinseteillä.

6.4 Näytteiden käsittely ja analyysi

Näytteet esikäsitellään ja analysoidaan kappaleessa 7 kuvatulla tavalla. Myös voiteluainejäämätulosten laskenta on kuvattu kappaleessa 7.

6.5 Tulosten raportointi

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 tehty esikokeet ja niiden tulokset.
3. Viittaus tähän menetelmäohjeeseen ja näytteiden analyysiohjeeseen (kappale 7).
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 enimmäisarvo 95%- luottamusvälillä käyttämällä kaavalla 6.1. yksipuolista virhetarkastelua.

$$C_{\max(95\%)} = 1,65 * \frac{\text{keskihajonta}}{\sqrt{\text{näytemäärä}}} \quad (\text{kaava 6.1.})$$

7. Tulokset ilmoitetaan yksikössä mg/m² kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.
8. Muut tuloksiin mahdollisesti vaikuttavat tekijät, esimerkiksi tiedot näytteen koostumuksesta, alkuperästä, säilytyksestä ym.

6.6 Työturvallisuusohjeita näytteitä otettaessa

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.

7 Voiteluainejäämänäytteiden analysointi infrapunaspektrofometrisesti ja voiteluainejäämän määrittäminen

7.1 Tutkimusmenetelmän yleiskuvaus ja soveltuvuus

Tämä menetelmäohje perustuu osittain standardiin SFS 3010 veden öljyn ja rasvan määrittämisestä infrapunaspektrofometrisellä menetelmällä (SFS, 1980). Menetelmäohjeessa kuvattu analyysimenetelmä soveltuu öljyisyyden ja rasvaisuuden määrittämiseen ilma-, vesi tai pintanäytteistä. Menetelmällä voidaan määrittää esimerkiksi ilmanvaihtotuotteiden pinnalta ilmanvaihtotuotteiden pinnalta kerättyjen näytteiden (kappale 6) voiteluainemäärä. Näytteessä olevasta voiteluaineesta tehdään vertailuliuosarja, johon näytteiden pitoisuutta verrataan. Liuottimena käytetään tetraklooritetyleenä ja näytteet analysoidaan infrapunaspektrofotometrillä.

7.2 Tarvittavat laitteet, reagenssit 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 liuotinhöyryä (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.

Voiteluainenäytteitä analysoitaessa tarvitaan seuraavia välineitä:

- Lasisia Pasteur pipettejä näytteiden siirtämiseen koeputkista mittauskyvetteihin.
- Täyspipettejä hiilivetyseoksen, kalibrointikantaliuoksen ja vertailuliuosten valmistukseen.
- Mittauskyvetit 10 tai 50 millimetrin kvartsikyvettejä näytteiden analysointiin.
- Infrapunaspektrofotometri (IR) tai Fourier transfer infrapunaspektrofotometri (FT-IR), jolla näytteen absorbanssi voidaan mitata alueella 2940-4000 nm.
- Tetrakloorietyleeni (C_2Cl_4), laadultaan sellaista (analyysipuhdasta), ettei sillä ole merkittävää infrapuna-absorptiota alueella 2940-4000 nm.

7.3 Laitteiston ja menetelmän tarkistus

Ennen voiteluainenäytteiden ottamista ja analysointia tulee voiteluaineelle tehdä esikokeet (kappale 5). Sekä voiteluaineelle määritetyn näytteenoton saannon että uuttotehokkuuden tulee täyttää kappaleessa 5 mainitut kriteerit ennen kuin menetelmää voidaan käyttää tutkittavalle voiteluaineelle.

7.4 Tetrakloorietyleenin puhtauden tarkistus

Jokaisen uuden tetrakloorietyleenierän puhtaus on tarkistettava. Lisäksi suositellaan puhtauden tarkistusta ennen käyttöä, jotta varmistetaan, ettei tetrakloorietyleeni 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, tetrakloorietyleeniä ei voi käyttää analysointiin vaan se on puhdistettava tai vaihdettava.

7.5 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.

7.6 Näytteiden kvantitointi

Näytteiden voiteluainemäärät kvantitoidaan analysoitavasta voiteluaineesta tehdyn vertailuliuosarjan avulla.

7.6.1 Kantaliuoksen valmistaminen voiteluaineesta

Voiteluaineesta valmistetaan ensin kantaliuos, josta laimentamalla valmistetaan vertailuliuosista koostuva standardisarja. Kantaliuos valmistetaan seuraavalla tavalla:

1. Mitataan analyysiväällä (tarkkuus vähintään 0,1 mg) noin 10-30 mg käytettävää voiteluainetta 10 ml:n mittapulloon. Punnitun voiteluaineen massa merkitään muistiin.

2. Mittapullo täytetään merkkiin huoneen lämpöisellä tetrakloorietyleenillä. Täytön jälkeen mittapullo sekoitetaan hyvin.
3. Kantaliuoksen voiteluainepitoisuus on 1-3 mg/ml.

7.6.2 Vertailuliuosten valmistaminen kantaliuoksesta

Vertailuliukset tehdään kantaliuoksesta kuuteen koeputkeen siten, että voimakkain pitoisuus on noin 300 µg/ml ja laimein noin 5 µg/ml. Tarvittaessa voidaan tehdä kantaliuoksen ja pitoisuudeltaan suurimman standardin välille välilaimennos. Ennen vertailuliuosten valmistusta suunnitellaan laimennossarja. Esimerkki laimennossarjasta ja standardien pitoisuuksista on taulukossa 2 (kappale 5). Suodatinstandardit tehdään vastaavan näytteenottomateriaalin kanssa, jolloin uuttotehokkuuden vaihtelusta johtuva virhe pienenee.

Vertailuliukset tehdään seuraavasti:

1. Kantaliuoksesta tehdään tarvittaessa välilaimennos.
2. Näyteputkessa olevan suodattimen päälle pipetoidaan kyseistä standardia (taulukko 5.1., kappale 5).
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. Suodatin kuivataan painelemalla sitä puhdistetuilla pinseteillä koeputken seinämää vasten.
6. Näyteliukset sentrifugoidaan, jolloin käytetty näytteenottomateriaali jää koeputken pohjalle. Näytteitä sentrifugoidaan 10 minuuttia kierrosnopeudella 3000 RPM huoneen lämmössä.

7.6.3 Vertailuliuosten pitoisuuksien laskeminen

Lasketaan vertailuliuosten taulukossa 2 (kappale 5) pitoisuudet seuraavan esimerkin mukaisesti:

Punnittu voiteluaineen määrä on 12,0 mg, joten valmistetun kantaliuoksen pitoisuus on $12,0 \text{ mg}/10 \text{ ml} = 1,2 \text{ mg/ml} = 1200 \text{ µg/ml}$. Esimerkiksi taulukon 2 (kappale 5) välilaimennoksessa kantaliuoksen määrä 1 ml ja TCE:n määrä 9 ml, joten välilaimennoksen pitoisuus $(1 \text{ ml} \cdot 1200 \text{ µg/ml})/10 \text{ ml} = 120,0 \text{ µg/ml}$.

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 $360 \text{ µg}/7 \text{ ml} = 51,4 \text{ µg/ml}$.

7.6.4 Vertailuliuosten analysoiminen

Vertailuliuosten pitoisuudet määritetään infrapunaspektrometrillä seuraavalla tavalla:

Puhdistetaan kyvetit TCE:llä sekä sisä- että ulkopinnoilta.

1. Kun näytteet analysoidaan perinteisellä IR-spektrofotometrillä, referenssikyvettiin laitetaan TCE:ä. Kun näytteet ajetaan FT-IR:llä analysoidaan ensin ilmatausta, jossa näytteen paikalla on tyhjä kyveti. Tämän jälkeen analysoidaan liuotin ilmataustalla, jolloin varmistutaan TCE:n puhtaudesta.
2. Seuraavaksi TCE:llä tehdään tausta-analyysi, johon standardeja ja näytteitä verrataan (katso kappale 7.6.6.).

3. Lisätään kyvettein standardit ja analysoidaan standardit IR-spektrofotometrillä siten, että analysoidaan vertailuliukset IR-spektrometrillä laimeimmasta (0) vahvimpaan.
4. Analyysien välillä kyvette huuhdellaan ensin TCE:llä, ja sitten mitattavalla vertailuliuksella.
5. 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.
6. Kun käytetään FT-IR:ää, voidaan ajatut standardikäyrät tallettaa laitteen muistiin. Silloin kaikkia standardeja ei tarvitse ajaa uudelleen seuraavilla analysointikerroilla, jos kyseessä on sama voiteluaine ja sama liuotinerä.
7. Kun liuotinerä muuttuu, on standardit tehtävä ja analysoitava uudelleen.

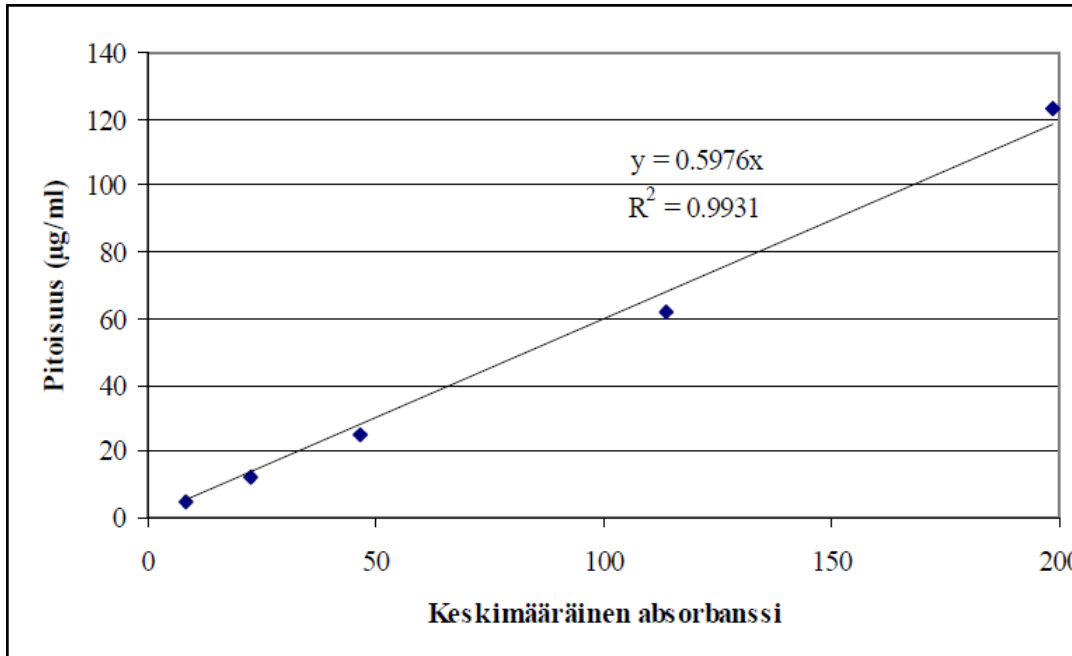
7.6.5 Vertailukäyrän määrittäminen perinteisellä IR:llä

Kun vertailuliusten ja näytteiden analysoinnissa käytetään perinteistä infrapunaspektrofometriä, laaditaan vertailukäyrä käsin tai esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmaa käyttäen. Vertailukäyrä laaditaan tällöin seuraavasti:

1. Aallonpituuksien 2940-3030 nm välillä olevasta absorbanssiminimistä vedetään vaakasuora perusviiva.
2. Piirrettyä perusviivalta lähtien mitataan absorbanssit aallonpituuksien 3380 ja 3420 nm (aaltolukujen 2960 ja 2925 1/cm) kohdalta 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. Infrapunaspektrofotometriä piirturipaperina on usein joko lineaarinen tai logaritminen absorbanssiasteikko. Esitetyt arvot voidaan suoraan lukea piirturipaperista. Jos laite antaa tulokseksi transmittanssiarvoja, lukemat täytyy muuttaa absorbanseiksi taulukon avulla. Tällainen taulukko toimitetaan useimmiten laitteen mukana.
4. Taulukkolaskentaohjelmaa (esimerkiksi Excel) apuna käyttäen piirretään lineaarisovituksen avulla vertailukäyrä (kuva 7.1.), jossa edellä mainittujen absorbanssien nollakorjauksella korjattu keskiarvo esitetään vertailuliusten todellisen pitoisuuden funktiona. Kuvassa 7.1. esitetty vertailukäyrä on laskettu taulukossa 7.1. esitettyjen mittaustuloksien perusteella. Taulukkolaskentaohjelma antaa sovitukselle lausekkeen ja lausekkeelle korrelaatiokertoimen. Saatua lauseketta käytetään laskettaessa näytteiden öljypitoisuuksia.

Taulukko 7.1. Vertailuliusten pitoisuudet, mittaamalla saadut absorbanssit ja korjatut absorbanssit.

Standardin pitoisuus (µg/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 7.1. Vertailukäyrä, jossa vertailuliuosten absorbanssien nollakorjauksella korjattu keskiarvo esitetään vertailuliuosten todellisen pitoisuuden funktiona.

7.6.6 Vertailukäyrän määrittäminen FTIR:llä

Ennen näytteiden ajoa FT-IR:llä määritetään laitteen energiaspektri, josta varmistetaan laitteen toimivuus. Energiaspektrin ajon jälkeen ajetaan: a) ilmatausta eli taustaspektri ilman kyvettä, b) ilmatausta ilmataustalla, c) tyhjä kyveti ilmataustalla, d) kyvettitausta 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.

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 kalibrointityökalu.
3. Etsitään valmiiksi ajetut vertailuliuosten tiedostot ja lisätään ne taulukkoon.
4. Vertailuliuosten pitoisuudet ilmoitetaan.
5. Asetetaan käytettäväksi yksiköksi µg/ml.
6. Asetetaan käytettäväksi analyysitavaksi piikkien pinta-alan määrittämiseen perustuva määrittäminen.
7. Asetetaan käytettäväksi vertailusuoran laskutavaksi lineaarinen sovitus. Määritetään, ettei kalibroinnissa käytetä origoa mittauspisteenä.
8. Muut asetukset: Analysoinnissa käytetään automaattista nollatasokorjausta.

9. Asetetaan laitteeseen analyysissä käytettävät aallonpituusalue (Range), joka vaihtelee tutkittavasta voiteluaineesta riippuen. Käytettävä aallonpituusalue päätetään esitestien yhteydessä (katso kappale 5) ja sitä käytetään kaikissa kyseiselle voiteluaineelle tehtävissä analyysissä. Kun mitattavat aallonpituusalue on valittu, tallennetaan se seuraavia analyyskejä varten. Tämän jälkeen palataan takaisin kalibrointitaulukkoon.
10. Lasketaan vertailusuora.
11. Tallennetaan kalibrointisuora.
12. Vertailusuorasta voidaan tulostaa raportti tai kuva.

7.7 Näytteiden käsittely

7.7.1 Luottimen haihdutus näytteistä

Näytteistä haihdutetaan liuotin laboratoriossa. 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 voiteluaineelle tehtävien esitestien yhteydessä.

7.7.2 Näytteiden erottaminen näytteenottomateriaalista

Kuivatuksen jälkeen näytteisiin lisätään mittapipetillä 7 ml tetrakloorietyleeniä. Liuottimen lisäyksen jälkeen näytteitä ravistellaan ultraäänihauteessa 120 minuuttia. Uutossa voiteluaine liukenee näytteenottomateriaalista. Uuton jälkeen näyteliuokset siirretään kvantitatiivisesti sentrifugiputkiin puristaen näytteenottosuodatinta puhtailla pinseteillä koeputken seinämää vasten. Näyteliuokset sentrifugoidaan, jolloin käytetty näytteenottomateriaali jää koeputken pohjalle. Näyte sentrifugoidaan 10 minuuttia huoneen lämmössä kierrosnopeudella 3000 RPM.

7.8 Näytteiden analysointi

Näytteiden välillä mittauskyvetti huuhdellaan ensin TCE:llä ja sen jälkeen ajettavalla näytteellä. Näytteet ajetaan kuten vertailunäytteet (katso kappaleet 7.6.4-7.6.6). Tässä kappaleessa on ohjeet vain analysoidun näytteen voiteluainepitoisuuden määrittämiseksi. Lopullinen kerätyn näytteen voiteluainemäärän laskeminen on ohjeistettu kussakin menetelmäohjeessa erikseen. Esimerkiksi pinnan voiteluainejäämä yksikössä mg/m^2 lasketaan Ilmanvaihtotuotteiden testausohjeen kappaleen 7.9. mukaisesti.

7.8.1 Näytteiden voiteluainepitoisuuden määrittäminen perinteisellä IR:llä

Näytteitä analysoitaessa varsinaisten näytteiden absorbanssia verrataan referenssikyvetyssä olevan puhtaan TCE:n absorbanssiin. Näyte analysoidaan kaksi kertaa ja tuloksena käytetään näiden rinnakkaismääritysten absorbanssien keskiarvoa. Saatua tulos sijoitetaan vertailusuoran yhtälössä x:n paikalle, jolloin saadaan tulos $\mu\text{g/ml}$. Esimerkiksi, jos näytteen yhteen laskettujen absorbanssien keskiarvo on 78, on näytteen öljypitoisuus kuvan 1 kaltaisessa esimerkkitapauksessa $0,5976 \mu\text{g/ml} \cdot 78 = 46,6 \mu\text{g/ml}$.

7.8.2 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 ($\mu\text{g/ml}$)
5. Tarvittaessa analyysistä voidaan tulosta raportti tai kuva

7.9 Voiteluainejäämän laskeminen

Ilmanvaihtotuotteen pinnalla oleva voiteluainejäämä (mg/m^2) lasketaan kaavalla 7.1. missä C on näytteessä oleva voiteluainepitoisuus (mg/ml), V on näytteen tilavuus (7 ml), A on näytteenottopinta-ala (25 cm^2) ja T on näytteenottomenetelmän tehokkuus kyseiselle voiteluaineelle (%).

$$M = \frac{C}{A} \times V \times T \times 10000$$

näytteenotto

(kaava 7.1.)

7.10 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.

8 Ilmanvaihtotuotteiden likakertymien arviointi

Tämä ohje koskee uusia asentamattomia ilmanvaihtojärjestelmän osia, joten lähtökohtaisesti epäpuhtauksien määrän tulisi olla pieni. Ilmanvaihtotuotteiden likakertymien määrittäminen tehdään ensisijaisesti silmämääräisesti soveltaen uusille ilmanvaihtojärjestelmille laadittua arviointiohjetta (Narvanne ym. 2002).

9 Hajumissioiden määrittäminen

Testattavien ilmanvaihtotuotteiden hajuntuotto arvioidaan määrittämällä kammioilman tai tuotteen läpi virtaavan ilman hyväksyttävyys. Hyväksyttävyyssarvioinnissa käytetään kouluttamatonta hajupaneelia ja määrittäminen suoritetaan rakennusmateriaalien päästöluokitusohjeen (Rakennustietosäätiö, 2024) mukaisesti.

Päästöluokitusohjeen voimassa oleva versio on julkaistu osoitteessa

<https://ymparisto.rakennustieto.fi/rakennusmateriaalien-paastoluokitus/ladattavat-materiaalit>

Ennen ilmanvaihtotuotteiden aistinvaraista testausta tuotteita tuuletetaan puhtaalla ja suodatetulla ilmalla ilmanvaihtotuotteen ilmoitetulla tai käyttötarkoituksen perusteella arvioidulla 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 kytkentäkanavasta 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, joka on ohjeistettu rakennusmateriaalien M1-luokituksen testausprotokollassa.

10 Itsekantavien mineraalivillakanavien testaus luokitusta varten

Itsekantavat mineraalivillakanavat eroavat tuotteen rakenteen takia Suomessa yleisemmin käytetyistä metallikanavista ja tämä vaatii testaamisessa erilaisia menetelmiä. Itsekantavien mineraalivillakanavien kohdalla IV-tuotteiden puhtausluokituksen myöntämisen perusteena on ETA 20/0122 vaatimusten täyttäminen. Tämä riittää täyttämään kanavilta vaadittavat tuoteryhmäkohtaiset vaatimukset, jotka on esitetty Rakennustiedon verkkosivuilla.

11 Ilmavirtaan irtoavien mineraalikuitujen lukumääräpitoisuuden määrittäminen muissa kuin itsekantavissa mineraalivillakanavissa

Vaatimukset kuitupäästöistä koskevat vain niitä ilmanvaihtotuotteita, joiden valmistuksessa on käytetty mineraalikuituja sisältäviä materiaaleja, jotka voivat olla yhteydessä tuloilmaan. Muiden kuitujen kuin mineraalikuitujen osalta sovelletaan Sisäilmastoluokitus 2016 kohdan 3.2.2.1 yleisiä vaatimuksia. Tämä ohje kuvaa ilmavirtaan irtoavien teollisten mineraalikuitujen (lasi- ja kivivilla) lukumääräpitoisuudenmäärittämiseen liittyvää koelaitteistoa sekä mineraalikuitujen näytteenottoa ja analyysia. Ohje on laadittu ILMI-projektissa tehtyjen mittaustulosten perusteella (Kovanen ym., 2006).

11.1 Koelaitteisto

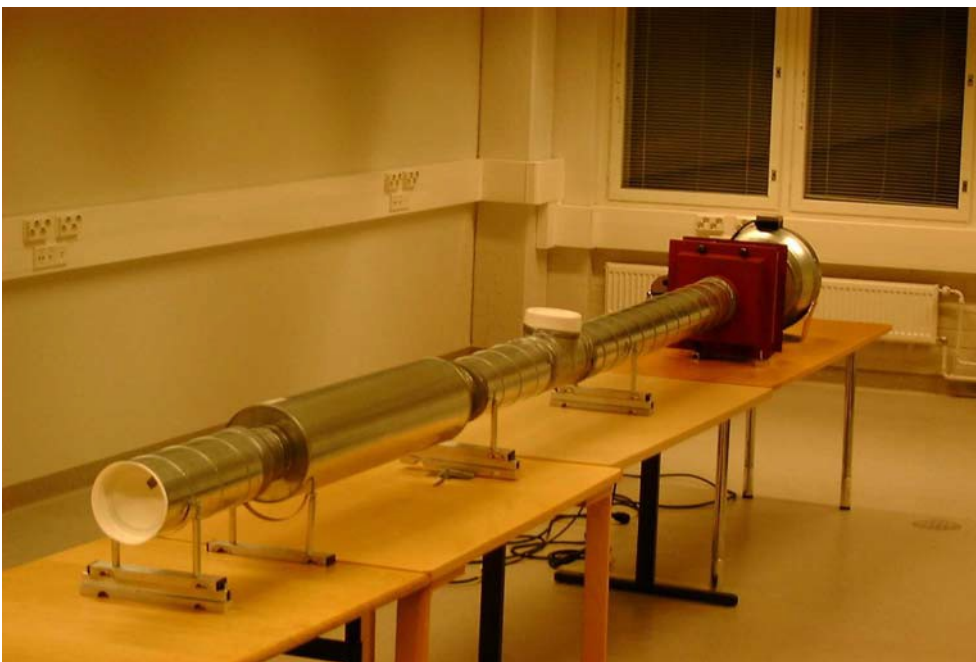
Koelaitteisto (kuva 10.1) sisältää järjestyksessä säädettävän puhaltimen, HEPA-suodattimen ennen tutkittavaa tuotetta, testattavan tuotteen tai kanavan sekä polypropyleenisuodattimen näytteen keräämiseksi (F6-F8). Testattava tuote asennetaan koelaitteistoon, jonka avulla tuotetaan halutut olosuhteet. Koelaitteiston on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- koelaitteistoon johdettavan ilman tulee olla HEPA-suodattimella suodatettua
- ilmavirran tulee olla säädettävissä alla olevan ohjeen mukaisesti
- koelaitteiston tulee olla ilmatiivis hallitsemattomien vuotojen välttämiseksi

- irtoavien kuitujen määrä tulee olla luotettavasti mitattavissa

Viimeksi mainitun vaatimuksen toteuttamiseksi kuitujen lukumäärää kanavan ilmavirrassa ei mitata sondin ja pumpun avulla, koska näytteenoton isokineettisyydestä huolimatta kuidut eivät ohjaudu sondiin luotettavasti. 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 %. Tuotteet testataan pääsääntöisesti niiden nimellisilmavirralla. Jos tuotteen nimellisilmavirtaa ei ole ilmoitettu, se voidaan arvioida tuotteen käyttötarkoituksen perusteella.



Kuva 10.1. Periaatekuva koelaitteistosta. Polypropyleenisuodatin on kuvan vasemmassa reunassa. HEPA-suodatin on oikealla näkyvän punaisen kehikon sisällä. Esimerkkinä testattavasta tuotteesta on kanavaäänenvaimennin.

11.2 Kokeen suoritus

Ilmanvaihtotuotteiden luokitus perustuu kolmeen erilaiseen testiin, joissa kuitujen irtoamista mitataan tuotteiden nimellisilmavirralla sekä täristys- ja puhdistettavuuskokeessa.

Testattavan tuotteen koelaitteistoon asentamisen jälkeen ennen varsinaisia kokeita koelaitteisto käynnistetään ja testattavaa tuotetta huuhdellaan sen nimellisilmavirralla 0,5 h tunnin ajan. Huuhtelujakson aikana tuotteen pinnalta irtoavat mineraalikuidut ja muut epäpuhtauden kerätään polypropyleenisuodattimelle, jota ei analysoida. Tällä tavalla varmistetaan, etteivät tuotteen valmistuksen, kuljetuksen tai varastoinnin aikana tuotteen pinnoille mahdollisesti kertyneet mineraalikuidut vaikuta testituloksiin.

11.2.1 Kuitujen irtoaminen nimellisilmavirralla

Alkuhuuhtelun jälkeen koelaitteiston puhallin sammutetaan, huuhtelun aikana käytetty suodatin poistetaan ja asennetaan uusi näytteenottoon tarkoitettu polypropyleenisuodatin koelaitteistoon. Puhallin käynnistetään ja puhallin 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, ettei siitä irtoa kuituja. Ilman tilavuusvirta ja näytteenottoaika merkitään muistiin.

Ensimmäisen tunnin kestäneen kokeen jälkeen koejärjestelmään asennetaan uusi polypropyleenisuodatin. Tämän jälkeen testi uusitaan siten, että näytteen keräysaika on noin 24 tuntia. Näytteen keräyksen jälkeen koejärjestelmän puhallin sammutetaan ja otetaan suodattimesta näyte kuten tunnin testissä.

11.2.2 Täristyskoe

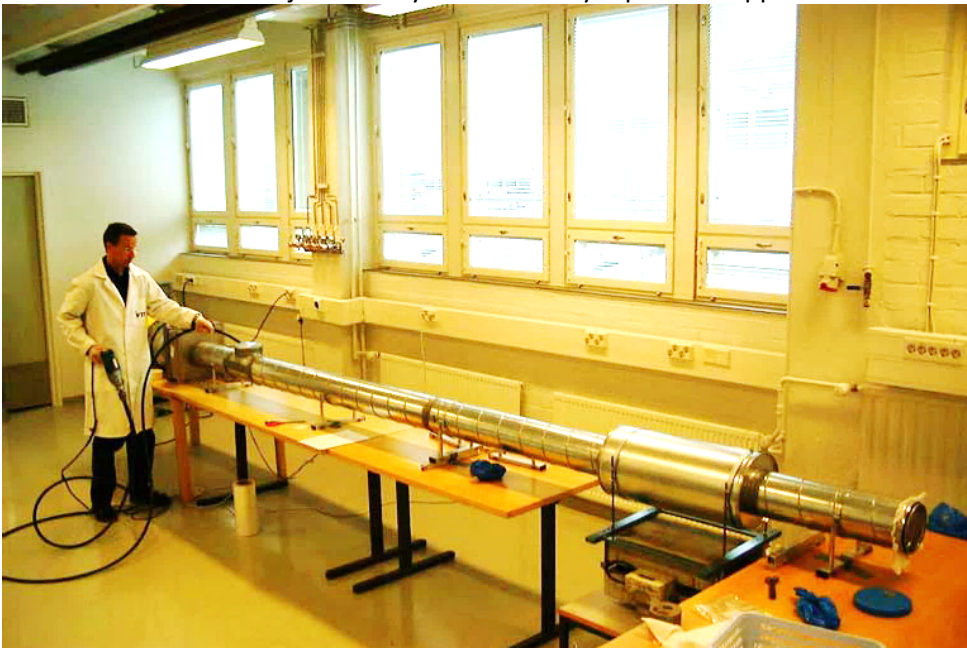
Täristyskokeessa testattava tuote asennetaan tiukasti kiinni alustalle, joka aiheuttaa tuotteeseen noin 25–35 Hz:n taajuisen (amplitudi noin 0,5 cm) värähtelyn (kuva 10.2.). Tärinän taajuus on samaa luokkaa kuin käytössä olevan ilmanvaihtokanavan värähtely. Testattava tuote ja alusta ovat siis osana kuvassa 10.1. esitettyä koelaitteistoa. Kun testattava tuote on asennettu koelaitteistoon, asennetaan uusi näytteenottoon tarkoitettu polypropyleenisuodatin koelaitteistoon, minkä jälkeen näytteenotto ja näytteen käsittely tapahtuu kappaleen 10.2.1 mukaisesti.



Kuva 10.2. Testattava tuote tärinäalustalla pantakiinnityksellä.

11.2.3 Puhdistettavuuskoe

Ennen puhdistettavuus kokeen aloittamista koejärjestelmään asennetaan uusi polypropyleenisuodatin ja säädetään puhallin tuottamaan haluttu nimellisilmavirta. Kanavaharjaa tai testattavan tuotteen valmistajan erikseen ilmoittamaa puhdistuslaitetta työnnetään testattavan tuotteen läpi edestakaisin 10 kertaa kuvan 10.3. mukaisesti, jolla mallinnetaan testattavan tuotteen puhdistamista. Harjan pyörittämiseen käytetään esim. tehokasta porakonetta kuva 10.4. tai tuotteen valmistajan erikseen ilmoittamaa kalustoa. Tuotteen puhdistus kestää noin 5 minuuttia. Puhdistustestin jälkeen koejärjestelmän puhallin pysäytetään ja koejärjestelmästä irrotetaan tuotteen puhdistuksen aikana käytössä ollut suodatin. Tämän jälkeen asetetaan uusi näytteen ottoon tarkoitettu suodatin paikalleen ja puhallin säädetään taas tuottamaan haluttu nimellisilmavirta. Kahdenkymmenenneljän (24) tunnin kuluttua puhallin pysäytetään ja polypropyleenisuodatin irrotetaan koelaitteistosta. Tämän jälkeen näytteen käsittely tapahtuu kappaleen 10.2.1 mukaisesti.



Kuva 10.3. Puhdistettavuus- eli harjauskokeessa pyörivä harja työnnetään kanavaan ja testattavaan tuotteeseen.



Kuva 10.4. Puhdistusharja ja sen pyörittämiseen käytettävä porakone.

11.3 Kanavat ja kanavanojat

Kanavat testataan edellä mainitun periaatteen mukaisesti, mutta testattavan kanaviston pituuden tulee olla vähintään 4 metriä. Liitososa 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.

11.4 Tulosten analysointi ja 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 10.1. mukaan, jossa C_v kuitujen lukumääräpitoisuus ilmavirrassa [kuitua/m³], C_A kuitujen lukumäärä polypropyleenisuodattimen pinta-alayksikköä kohti [kuitua/cm²], A testikanavan poikkipinta-ala polypropyleenisuodattimen kohdalla [cm²], q_v ilman tilavuusvirta kanavassa [dm³/s] ja T mittausaika [s].

$$C_v = \frac{1000 \cdot C_A \cdot A}{q_v \cdot T} \quad (\text{kaava 10.1.})$$

Testausselostuksessa tulee olla seuraavat tiedot:

- Testausselostuksen tunnus, päivämäärä ja allekirjoitukset testauksen suorittaneen laitoksen laatujärjestelmän mukaisesti
- Näytteen tarkka tunnus ja kuvaus näytteestä
- Viittaus tähän testausohjeeseen

- Kuvaus testausolosuhteista
- Tuloksena ilmoitetaan mineraalikulujen lukumääräpitoisuus C_v ja sen arvioitu mittausepävarmuus käyttämällä 95 %:n kattavuustodennäköisyyttä ISO-standardin (International Organisation for Standardisation, 1993) mukaisesti
- Tulokset ilmoitetaan yksikössä kg/m^3 pyöristettynä kahden merkitsevän numeron tarkkuuteen
- Muut tulokseen mahdollisesti vaikuttaneet tekijät, kuten aistinvarainen arvio tuotteen öljyisyydestä.

12 Raportointiohje

Koska ilmanvaihtotuotteiden tuoteryhmien välillä on merkittäviä testaukseen ja näytteenottoon liittyviä eroja, tulosten raportoinnille ei ole laadittu kaavamaisesti täytettävää lomaketta, vaan testaukseen liittyvät näytteenkäsittelyjä, analyysejä ja tulosten ilmoittamista koskevat tiedot laaditaan vapaamuotoisemmaksi mittausraportiksi.

Liitteessä 2 on malli ilmanvaihtotuotteiden luokitusmittausten raportoinnista ilmanvaihtotuotteiden voiteluainejäämien, likakertymien ja kuitupäästöjen määrittämisen osalta.

Hajuemissioiden osalta raportointi tehdään rakennusmateriaalien päästöluokitusohjeen (Rakennustietosäätiö, 2024) mukaisesti. Testatut tuotteet ja testausolosuhteet ilmoitetaan tarkasti.

13 Viiteluettelo

Asikainen, V., Pasanen, P. ja Liesivuori, J. (2003). Assaying mineral oil residues on new HVAC-components: Development of a standardised measuring method. Building and Environment, Vol. 38, Issue 8, s. 1057-1061.

CEN (2022). EN 13725:2022 Stationary source emissions - Determination of odour concentration by dynamic olfactometry and odour emission rate. Julkaisupäivä 23.2.2022.

International organisation for standardisation (1993). Guide to expression of uncertainty in measurement.

Jaarinen, S. ja Niiranen, J. (2000). Laboratorion analyyssiteknikka. Oy Edita Ab, Helsinki 2000. 198 s.

Kovanen, K., Heimonen, I., Laamanen, J., Riala, R., Harju, R., Tuovila, H., Kämppi, R., Sääntti, J., Tuomi, T., Salo, S.-P., Voutilainen, R. ja Tossavainen, A. (2006). Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt- Altistuminen, mittaaminen ja tuotetestaus. VTT tiedotteita 2360, Espoo 2006.

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.

Rakennustietosäätiö (2024). M1 emission classification of building materials: Protocol for chemical and sensory testing of building materials. Mittausohje julkaistu 18.6.2024. Saatavilla:

<https://ymparisto.rakennustieto.fi/rakennusmateriaalien-paastoluokitus/ladattavat-materiaalit> (ladattu 27.2.2025).

Sisäilmayhdistys ry (2018). Sisäilmastoluokitus 2018: Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Ohjekortti julkaistu toukokuussa 2018.

Suomen standardisoimisliitto (1980). Standardi SFS 3010: Veden öljyn ja rasvan määrittäminen:

Infrapunaspektrofotometrinen menetelmä. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki 10 s.

14 Liitteet

Liite 1. Esitietolomake tuotteiden ryhmittelyä varten (saatavilla myös excel-tiedostona)

Liite 2. Mittausraportin pohja voiteluainejäämien, likakertymien ja kuitupäästöjen määrittämisestä
Liite 3. Näytteenottopöytäkirjan pohja (saatavilla myös excel-tiedostona)

Lausuntoversio

Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus M1

Liite 1

Esitietolomake ilmanvaihtotuotteen tai tuoteryhmän valmistuksessa käytetyistä materiaaleista, tuotantoprosesseista, valmistuspaikoista sekä suojaus- ja varastointimenettelyistä

Valmistaja:

Ilmanvaihtotuote
tai tuoteryhmä:

Tuoteryhmään
kuuluvat tuotteet:

Valmistuspaikat:

Mahdolliset alihankintana tulevien osien valmistajat ja valmistuspaikat (erillinen selvitys käytetyistä materiaaleista ja tuotantoprosesseista liitteeksi):

Tuotteen valmistuksessa käytettävät materiaalit (materiaalilodistukset liitteeksi):

Kuvaus valmistusprosesseista (tarvittaessa erillisessä liitteessä):

Kuvaus suojaus- ja varastointimenettelyistä (tarvittaessa erillisessä liitteessä):

Lausuntoversio