



ARBETSMILJÖ  
VERKET

## Provtagning och viktbestämning av inhalerbart damm

# Rapport 2007:4

# Provtagning och viktbestämning av inhalerbart damm

*Metodbeskrivning (AV 1:2007) för provtagande personal och analyslaboratorier*

Göran Lidén, Institutionen för tillämpad miljövetenskap, ITM, Stockholms Universitet

Claes Trägårdh, Enheten för kemi och mikrobiologi, Arbetsmiljöverket



Juni 2007



## Innehållsförteckning

Sammanfattning av metoden.....	5
Inledning .....	5
Användningsområde .....	7
Princip .....	8
Gränsvärden per 1 oktober 2005 .....	8
Definitioner .....	8
Provtagning .....	10
Utrustning.....	10
Handhavande.....	12
Transport och förvaring.....	13
Utrustning.....	13
Handhavande.....	14
Analys – viktsbestämning .....	14
Utrustning.....	14
Handhavande.....	16
Vägning före provtagning .....	16
Vägning efter provtagning .....	19
Koncentrationsberäkning .....	20
Metodens prestanda.....	21
Kvalitetssäkring och kvalitetskontroll .....	21
Specialfall.....	22
Normativa referenser.....	23
Referenser .....	24
Bilaga A. Beräkning av utvidgad mätosäkerhet	
Bilaga B. Osäkerhetsberäkning för provtagning, transport och vägning av inhalerbart damm	
Bilaga C. Data från ITMs vågrum för osäkerhetsberäkning för provtagning, transport och vägning av inhalerbart damm	



# Provtagning och viktbestämning av inhalerbart damm

## **Metodbeskrivning (AV 1:2007) för provtagande personal och analyslaboratorier**

### **Viktiga data**

*Provtagningsflöde: 2,0 ± 0,1 l/min*

*Provtagningsstid: 6-8 tim*

*Precision för vägning: 0,012 mg*

## **Sammanfattning av metoden**

Inhalerbart damm kan provtas personburet med en IOM-provtagare. Denna bärs vid ett tänkt kavajuppslag och pekandes ungefär horisontellt. Provtagningsflödet är 2 l/min och en adapter behövs för att kunna mäta flödet. Provet uppsamlas i en provtagningskassett, inkl. 25 mm membranfilter. Allt damm som hamnar inuti kassetten skall analyseras. Vid vägning vägs därför hela kassetten. För att skydda kassetterna under transport används (röda) skyddslock. Vid handhavande av kassetten måste puderfria engångshandskar eller pincett användas. Vid vägning måste blankkassetter användas, och jämfört med vägning av filter måste IOM-kassetter vänta betydligt längre i vägningsutrymmet innan de kan vägas.

*För den som endast tänker använda detta dokument för, att få en beskrivning av hur provtagning går till kan det räcka med att läsa sidorna 5-6, 10-14 samt 20-22.*

## **Inledning**

Inhalerbart damm (inhalerbar dammfraktion) definieras som det damm som en människa inandas genom näsa och mun [SS-EN 481]. Definitionen är baserad på experiment med dockor som "andas" i vindtunnlar<sup>[1]</sup>. Till skillnad från totaldamm, är avsikten med inhalerbart damm att försöka mäta den fraktion av det luftburna dammet som människan inandas. Den dammfraktion som mäts med den svenska totaldammetoden (25 eller 37 mm filterkassett med "locket av") har aldrig avsetts att vara baserad på hur människan andas in partiklar och hur de deponeras i andningsvägarna, utan har definierats utifrån provtagningsmetoden. (Andra länder har haft andra, mer eller mindre annorlunda, metoder/definitioner.) Trots namnet erhåller man med en s.k. totaldammprovtagare en lägre koncentration än vad som erhålles med en provtagare för inhalerbart damm. Inhalerbart damm definierar enbart vilken dammfraktion som skall provtas [SS-EN 481], och avsikten är att

man skall kunna göra detta med olika provtagare (vilka verifierats för att provta inhalerbart damm [SS-EN 13205]).

Det finns framför allt två hälsorelaterade skäl för vilka det är relevant att mäta inhalerbart damm

- när dammet domineras av stora partiklar vilka deponeras i de övre andningsvägarna (främst näsan)
- när dammet kan orsaka skada oberoende av var det deponeras i andningsvägarna

Mätningar kan genomföras av flera anledningar vilket ställer olika krav på mätstrategin. Dessa kan vara

- som ett led i ett företags systematiska arbetsmiljöarbete, eller efter krav från Arbetsmiljöverket, för att ta reda på om exponeringsnivåerna är under gällande gränsvärden
- av tekniska anledningar för att utreda en luftförorenings källor, spridningssätt och koncentrationsvariationer, skillnader mellan olika arbetssätt, samt effekter av åtgärder för att begränsa ämnets förekomst
- som en del i en epidemiologisk eller annan hälsorelaterad undersökning

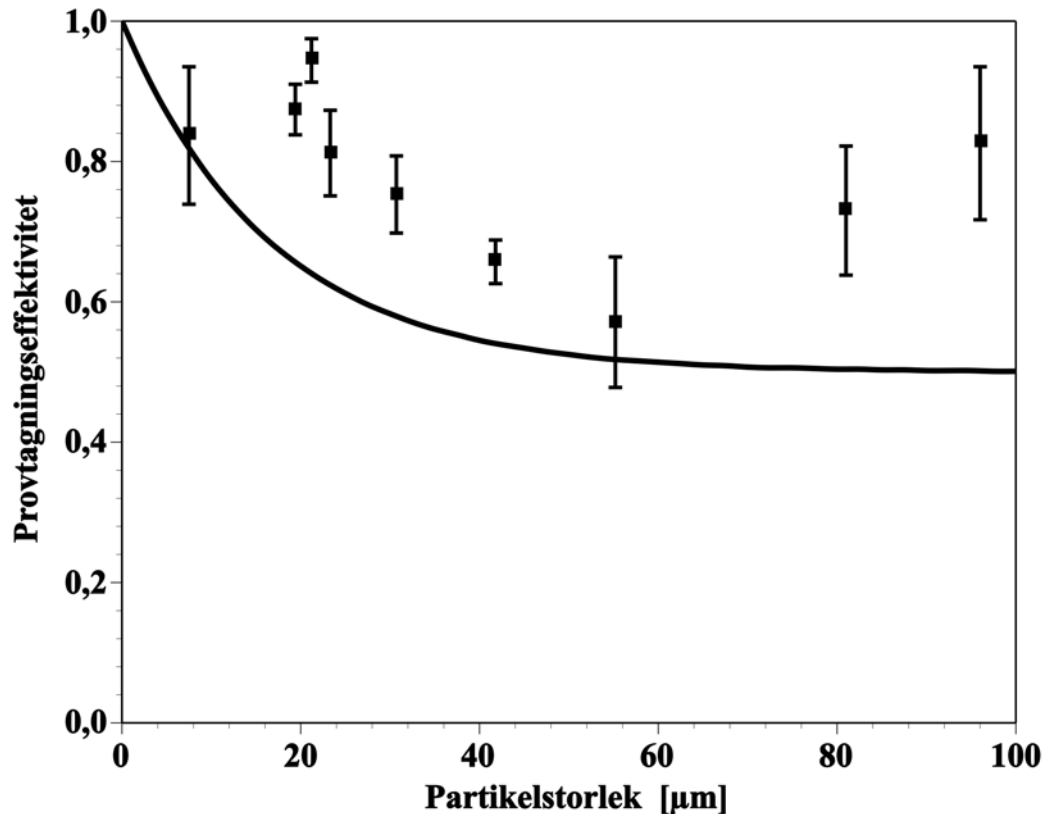
Denna metodbeskrivning är främst skriven för mätningar som föreskrivs av Arbetsmiljöverket [AFS 2001:1, AFS 2005:17 och andra specialföreskrifter]. Allmänna råd för provtagning av damm ges även i Kemisk yrkes- och miljöhygien<sup>[2]</sup> och SIS-CEN/TR 15230.

Provtagningskonventionen för inhalerbart damm är definierad i en internationell [ISO 7708], en europeisk [EN 481] och två motsvarande svenska standarder, [SS-ISO 7708 och SS-EN 481]. För varje partikelstorlek (aerodynamisk diameter) är provtagningskonventionen för inhalerbart damm definierad som koncentrationskvoten mellan inandade partiklar och totalt luftburna partiklar (genomsnitt över alla riktningar för luftens rörelse relativt näsa/mun), se Figur 1 nedan.

De provtagare för inhalerbart damm som internationellt finns tillgängliga är alla (i dagsläget) avsedda för personburen provtagning.

Personburna provtagare för inhalerbart damm (inkl. IOM-provtagaren) har störst bekymmer med att provta enligt provtagningskonventionen i följande situationer

- höga externa lufthastigheter, t.ex. i gruvor, utomhus och nära öppna portar
- då stora partiklar slungas iväg med hög hastighet, t.ex. i bageri-, trä- och textilindustrin
- förlust av prov under transport eftersom det inte finns något skyddslock som vägs tillsammans med det egentliga provet



*Figur 1. Provtagningskonventionen för inhalerbart damm och provtagnings effektiviteten för IOM-provtagaren i en vindstyrka på 0,5 m/s<sup>[3]</sup>. Anm. 1 Konventionen är inte definierad för partiklar med en aerodynamisk diameter överstigande 100 µm.*

*Anm. 2 Som synes följer inte IOM-provtagaren den avsedda provtagningskonventionen helt exakt. (Det gör ingen provtagare.)*

## Användningsområde

Metodbeskrivningen ger vägledning vid provtagning, transport och vägning av provtaget damm för den provtagare för inhalerbart damm som (för närvarande) är mest spridd och använd i Sverige, IOM-provtagaren. Andra provtagare för inhalerbart damm är t.ex. den tyska "GSP"-provtagaren<sup>[3]</sup>, den brittiska "Seven Hole"-provtagaren<sup>[3]</sup>, den amerikanska "Button"-provtagaren<sup>[4]</sup> och den franska metoden att använda en AccuCap™ tillsammans med en vanlig 37 mm filterhållare med "locket på"<sup>[5,6]</sup>. (För den franska metoden finns f.n. inga generella laborietester utan enbart jämförande fältförsök.) I dagsläget rekommenderar AV att provtagning genomförs med IOM-provtagare i Sverige, men alla provtagare som kan visas följa prestandakraven i SS-EN 13205 kan användas för provtagning av inhalerbart damm.

Den enda analysmetod för vilken specifika råd ges är vägning. Metoden är enbart avsedd för icke-flyktigt damm.

*Anmärkning* Metodbeskrivningen kommer att utvidgas till att omfatta fler provtagare för inhalerbart damm när/om dessa blir mer spridda i Sverige.

## **Princip**

Luftburna dammpartiklar (aerosol) sugas in i provtagaren med hjälp av en ansluten pump. Insugningseffektiviteten beror på partikelstorleken. De insugna partiklarna deponeras i en provtagningskassett, vilken bl.a. består av ett filter. Mätteknikern kan erhålla provtagningskassetterna (inkl. filter) från analyslaboratoriet på två olika sätt: antingen är kassetterna monterade i provtagarna, eller så erhålles provtagningskassetter separat från provtagare, och då får mätteknikern själv montera resp. demontera kassetterna i provtagaren. Oberoende av analysmetod består provet av allt damm som deponerat inuti kassetten, inkl. på filtret. Den luftvolym som suges genom provtagningskassetten bestäms och används vid beräkning av koncentrationen.

Viktbestämning sker genom att provtagningskassetten, inkl. filter, vägs före och efter provtagning, i ett rum/box med reglerad/konstant temperatur/luftfuktighet. Blankkassetter används för att korrigera för klimatsvängningar i vägningsutrymmet.

## **Gränsvärden per 1 oktober 2005**

För följande ämnen med nivågränsvärden för inhalerbart damm gäller vägning som analysmetod

- Mjöldamm, 3 mg/m<sup>3</sup>
- Trädamm, 2 mg/m<sup>3</sup>
- Damm (oorganiskt), 10 mg/m<sup>3</sup>

För övriga ämnen med gränsvärden för inhalerbart damm, NaOH, KOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, CaO samt KAlF<sub>4</sub>, rekommenderas kemiska analysmetoder.

De tre hydroxiderna samt kalciumoxid har även korttidsvärden.

*Anmärkning* De exponeringsnivåer som framkommit vid yrkeshygieniska mätningar i svensk industri med IOM-provtagare är en del av det underlag som de hygieniska nivågränsvärdena för inhalerbart mjöldamm och trädamm baserar sig på.

## **Definitioner**

### *Provtagare*

Själva provtagaren, exkl. kassett, lock, etc.

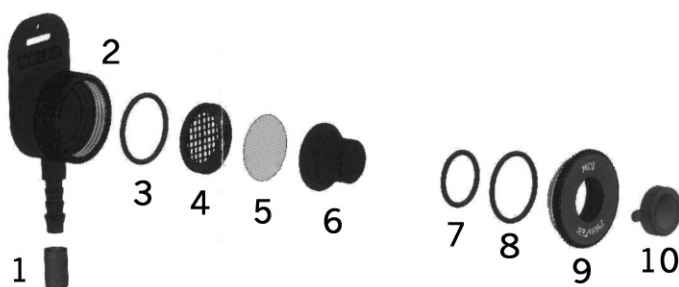
*Anmärkning* Provtagaren består av följande delar (se Figur 2 där siffrorna inom parenteserna förklaras): Provtagarkropp (2), bakre O-ring (3), främre O-ring mellan kassettöverdel och provtagarfront (7), O-ring mellan

yttersta delen av provtagarfronten och dess gängor (8) samt provtagarfront (9).

### **Kassett**

Själva kassetten (botten och överdel) (4+6), inkl. filter (5), men exkl. rött skyddslock (10) och ev. transport-clips.

*Anmärkning* Se Figur 2 där siffrorna inom parenteserna förklaras. Kassetten kallas ibland även provtagningskassett för att skilja den från sådana filterhållare som används för provtagning av totaldamm, och för vilka enbart filtret analyseras.



**Figur 2.** IOM-provtagarens och dess kassetts delar.

1) Slangnippelskydd, 2) Provtagarkropp, 3) Bakre O-ring, 4) Kassettunderdel, 5) Filter, 6) Kassettöverdel (med cylindriskt insugningsrör), 7) Främre O-ring mellan kassettöverdel och provtagarfront, 8) O-ring mellan gängorna på provtagarfronten och -kroppen, 9) Provtagarfront samt 10) Rött skyddslock. Transport-clipset visas ej.

[Bilden är från SKC Ltd, men modifierad.]

### **Vägningstrymme**

Vågrum eller vågbox där vågen står och kassetter som skall vägas U förvaras.

### **Invägning**

Viktbestämning av kassett, inkl. filter, före provtagning.

### **Utvägning**

Viktbestämning av kassett, inkl. filter, efter provtagning.

### **Acklimatiseringsperiod**

Den tid som kassett, inkl. filter, är placerad i vägningstrymmet för att kassetts temperatur och fuktighet skall komma i jämvikt med luftens temperatur och fuktighet.

*Anmärkning* För en plastkassett fordras ca 30 dagars acklimatisering för att uppnå fullständig jämvikt, men redan efter 2-3 dagar kan kassetter vägas

med samma precision som efter 30 dagar. En rostfri kassett behöver inte längre acklimatiseringsperiod än sitt filter. Ett vanligt membranfilter med provtaget damm acklimatiseras över natten.

#### ***Utvidgad mätosäkerhet,***

Ett statistiskt mått på den totala mätosäkerheten i ett rapporterat mätvärde. Detta mått inbegriper både systematiska och slumpmässiga fel. För en exakt definition, se ISO GUM.

*Anmärkning* I standarden SS-EN 482, utgåva 2 (EN482:2006) baseras en methods mätosäkerhet på detta begrepp.

## **Provtagning**

*Detta avsnitt är främst avsett för provtagande personal.*

### ***Utrustning***

#### **P1. IOM-provtagare, för luftprovtagning med 2,0 l/min**

*Anmärkning* För närvarande är det enbart SKC Inc. som tillverkar IOM-provtagare och kassetter.

Provtagarna finns tillverkade antingen i ledande svart plast eller rostfritt stål.

För att säkerställa att provtagaren är tät används tre O-ringar, en under kassetts botten, en inuti provtagarfronten som sluter runt kassetts cylindriska rör och en vid provtagarfrontens gängor (reservdel P225-70).

#### **P2. ID-märkt(-a) provtagningskassett(-er), inkl. 25 mm filter, både de som skall användas vid provtagningen och blankkassetter**

Vid transport från/till labbet skyddas det röda skyddslocket kassetten, och i den deponerat (provtaget) damm.

Kassetterna levereras från/till labbet antingen separat i en egen låda och kassett och rätt skyddslock hålls då ihop av ett transport-clips eller så är varje kassett monterad i sin provtagare och då skyddas det röda skyddslocket kassetten. I det första fallet behövs även puderfria engångshandskar för att ta hantera kassetten före och efter provtagning.

Kassetterna finns tillverkade antingen i ledande svart plast eller rostfritt stål. Val av kassett styrs av pris och vilken analys som skall göras.

Val av filtermaterial styrs av vilken analys som skall göras, och bör ske i samråd med analyslaboratoriet. Val av filtrets porstorlek är en kompromiss mellan den minsta partikelstorlek av intresse för analysen och det tryckfall som tillgängliga provtagningspumpar klarar av<sup>[7]</sup>. För enbart vägning kan filter av cellulosa-estrar, PVC eller Teflon användas.

Om dammets massa domineras av partiklar  $>1 \mu\text{m}$  (dvs. grovt damm och ingen rök) rekommenderas cellulosa-esterfilter med porstorleken 3 - 8  $\mu\text{m}$ . Filtreringsförlusten blir 1% vilket är försumbart.

**P3. Personburen provtagningspump, inkl. laddare och ev. verktyg för att justera flödet**

Pumpen bör ha en intern klocka, vara relativt tystgående och lätt, och skall kunna hålla inställt flöde inom  $\pm 0,1 \text{ l/min}$ . Pumpens prestanda skall följa SS-EN 1232. Underhåll pumparna enl. tillverkarens instruktioner. Särskilt viktigt är underhåll av Ni-Cd-batterier.

**P4. Bärbar volymflödesmätare med en osäkerhet på max 0,05 l/min för att mäta flödet vid start och stopp, samt vid andra tillfällen under mätperioden**

Volymflödesmätaren skall vara kalibrerad mot en annan flödesmätare vars prestanda är spårbar till nationella standarder. Kontrollera volymflödesmätarens kalibrering enl. tillverkarens instruktioner.

*Anmärkning* Används en svävkroppsmätare ("Rotameter") måste denna hållas helt vertikalt för att visa rätt.

**P5. Flödesadapter för att kunna mäta flödet under provtagning**

På grund av sin konstruktion kan SKC:s nuvarande adapter (SKC beställningsnummer 225-73) enbart användas för att kontrollera flödet när provtagaren ej är fäst vid arbetstagaren.

**P6. Böjbar slang av plast eller gummi för att förbinda provtagaren med pumpflödet**

**P7. Klocka för att mäta provtagningstiden**

**P8. Sele, eller motsvarande, i vilken pump och ev. även provtagare kan hängas**

**P9. Provtagningsprotokoll**

AFS 2005:17 ger upplysning om vilken information som behöver samlas in vid en mätning.

**P10. Syntetiskt tvättmedel, ev. en mjuk borste och ev. luddfritt papper för rengöring av provtagarna**

*Anmärkning* Enbart ifall provtagningspersonal ansvarar för detta.

### **Handhavande**

SIS-CEN/TR 15230 ger allmänna råd om provtagning av aerosoler. Provtagning skall enbart göras av mättekniker med tillräckliga kunskaper.

Kontrollera att provtagarna är hela och att dess tre O-ringar inte är spruckna. Om inte, åtgärda före provtagning.

Kontrollera att provtagarna är rena. Tvätta dem annars, se nedan.

Använd alltid puderfria engångshandskar ifall mätteknikern själv monterar/demonterar provtagningskassetterna i/ur IOM-provtagarna. Montera de kassetter som behövs i provtagare. Drag åt med lätt kraft tills det tar stopp och O-ringen i gängorna inte längre tvingas göra ett hopp från en gänga till nästa. För att provtagaren skall bli nästan helt tät fordras att man med ordentlig kraft drar ytterligare ung. 15° eller så att bokstäverna i orden "IOM SAMPLER" på fronten vrids ung. 1,5 bokstäver.

Förbered provtagningsprotokollen med pump-ID, kassett-ID m.m. Skydda kassetten tills provtagningen börjar. Koppla provtagarna till pumparna och starta dem i en ren miljö, låt dem gå en kortare tid (5 min eller längre beroende på pumptyp). Ställ därefter in flödet på  $2,0 \pm 0,1$  l/min enligt anvisningar i pumpmanualen. (Om man så vill kan detta göras med provtagare vars kassetter ej kommer att analyseras. Se i så fall till att kassetter som skall analyseras därefter sätts i provtagarna.) Nollställ ev. intern klocka på pumpen.

Med varje sändning av IOM-provtagare skall även levereras blankkassetter (ev. monterade i IOM-provtagare). Ifall kassetter levereras skilt från provtagarna bör blankkassetterna monteras i provtagare och ligga i dem under hela provtagnings tiden, vanligen 6-8 timmar, utan något luftflöde eller annan kontaminering av kassetten.

Vid provtagning fästs provtagaren på arbetarens arbetskläder, ung. vid ett tänkt kavajslag. Kontrollera att ev. partikelsprut från arbetsprocessen ej kan hamna direkt in i provtagaren. Anteckna arbetarens namn, ev. anställningsnummer och arbetsuppgifter. Se till att slangen inte sitter så att den kan fastna någonstans när arbetaren rör sig på arbetsplatsen, och därmed släppa från pump eller provtagare. Starta pumpen, anteckna tidpunkten och mät vid behov flödet inom 5-30 min (beroende på pumptyp) från start.

Provta i 6-8 timmar vid jämförelse med hygieniska gränsvärden ifall inte särskilda skäl föreligger för kortare eller längre provtagnings tider. Vid

provtagning där det finns risk för att filtren skall sättas igen (t.ex. där höga vatten- eller oljedimkoncentrationer förekommer) kan kassetten behöva bytas. Ifall provtagningskassetten skall bytas under provtagningen bör man byta hel provtagare inkl. kasset, så att man slipper stå och handskas med kassetterna på arbetstagarnas arbetsplats.

Se till att all information som behövs för rapporten [AFS 2005:17] samlas in.

Under kortare pauser som varar upp till ca 15 min, liksom vid måltidsuppehåll, får arbetaren i samråd med mätteknikern avgöra om mätutrustningen skall vara påslagen eller inte. Vid obetalda raster och andra längre uppehåll i arbetet skall utrustningen stängas av och ev. tas av arbetaren. Flödet skall mätas före och efter avbrottet.

Efter avslutad mätning mäts flödet, tidpunkten noteras och i förekommande fall avläses även pumpens interna klocka. Tag av arbetaren sele inkl. pump och provtagare, håll provtagaren vågrätt (så att inloppet pekar uppåt), och stäng av pumpen. Se till att provtagaren hålls vågrätt tills provet är säkrat. All utrustning tas med till en avskild plats. Om pumpen har en intern klocka noteras även denna tid i protokollet. Lossa försiktigt provtagaren från slangen och tag antingen ut kassetten ur provtagaren och sätt på ett rött skyddslock och ett transport-clips, eller sätt ett rött skyddslock direkt på kassetten i provtagaren ifall den transporteras tillbaks till laboratoriet på detta sätt.

Avgör om provet kan anses vara rättvisande om pumpflödet ändrats med mer än 5 %. Avgör om provet kan anses vara rättvisande om pumpen har en intern klocka, och dess tid skiljer sig från den med extern klocka uppmätta tiden med mer än 5 %, eftersom pumpen ev. inte dragit något flöde under en del av provtagningstiden.

Om mätteknikern fått provtagningskassetter levererade separat i transport-clips: Tvätta isärtagna provtagare i vatten med syntetiskt tvättmedel, t.ex. i ett ultraljudsbad eller med en mjuk borste. Låt provtagarna torka över natten, eller torka dem med luddfritt papper. Tvätta inte O-ringarna med alkohol eller något annat lösningsmedel.

## **Transport och förvaring**

*Detta avsnitt är avsett för såväl provtagande personal som analyslaboratoriernas personal.*

### **Utrustning**

**T1. Rött skyddslock, ev. med ett transport-clips, för att behålla dammet inuti kassetten under transport och förvaring**

Levereras provtagare med monterad kassett används röda skyddslock som skydd.

## **T2. Stötdämpande transportlåda (eller liknande) som kan rengöras**

Levereras provtagarna med monterade kassetter skall lådan vara förberedd för hela provtagare, annars enbart för kassetter.

*Anmärkning* Stötdämpning kan t.ex. erhållas genom att vaddera transportlådans insida

### **Handhavande**

Packning inför transport av laddade provtagare/kassetter skall enbart göras av personal med tillräckliga kunskaper.

Placera de med transport-clips och rött skyddslock förslutna kassetterna resp. de med rött skyddslock förslutna IOM-provtagarna (med monterade kassetter) i den stötdämpade transportlådan. Lådan kan skickas med post till mätteknikern resp. analyslaboratoriet.

Oanvända kassetter resp. kassetter med provtaget, icke-flyktigt, damm kan förvaras under lång tid. Analyslaboratoriet måste bestämma den längsta tid, mellan in- och utvägningarna, under vilken den uppgivna utvidgade mätosäkerheten för dammviktbestämningen gäller. Om transportförluster misstänks eller upptäcks skall analyslaboratoriet undersöka och kvantifiera dessa enligt SS-ISO 15767.

### **Analys – viktsbestämning**

*Detta avsnitt är främst avsett för analyslaboratoriernas personal.*

#### **Utrustning**

##### **A1. ID-märkta provtagningskassetter, inkl. 25 mm filter**

Kassetterna måste vara ID-märkta för kvalitetssäkring av mätresultaten. Detta kan göras genom att skriva ett ID-nummer med tusch på kassetterns cylindriska rör. Ifall kassetterna hela tiden sitter monterade i en provtagare räcker det med att ID-märka dessa.

Kassetterna finns tillverkade antingen i ledande svart plast eller rostfritt stål. Val av kassett styrs av pris och vilken analys som skall göras.

Plastkassetterna finns i många generationer vilka i sin tur tillverkats i olika satser vid flera tillfällen. Enbart exemplar av den senaste generationen skall användas vid vägning. Dessa har tillverkats sedan våren 2001 och SKC har nu bättre kontroll över den plast som används vid tillverkningen. Kännetecknande för denna kassett (SKC beställningsnummer 225-71A) är

att vikten är ung. 1,1 g, den är ung. 15,5 mm hög, och att det finns en klack på insidan av det cylindriska röret, strax innan det vidgar sig för att passa mot kassetunderdelen. Spridningen i viktförändring är mycket mindre än för tidigare plastblandningar. (Innan plastkassetter används för första gången behöver de "motioneras" genom att omväxlande placeras i vägningsutrymmet resp. ute på vanligt laboratorierum under 2-3 veckors tid per period.)

Plastkassetter från olika satser (alla dock tillverkade efter juni 2001) skall hållas isär (annars blir osäkerheten vid vägningarna betydligt högre) ifall laboratoriet inte visat att man har samma viktförändring för alla sina kassettsatser.

För att minska tryckfallet över filtret/kassetunderdel med ung. en tredjedel har en ny version av provtagningskassetten introducerats sedan början av 2005. Det som skiljer denna version från de tidigare är att nättrådarnas sidor inte är skurna lika skarpt som tidigare, och därför maskerar de inte en lika stor del av filterytan som tidigare.

Val av filtermaterial styrs av vilken analys som skall göras. Val av filtrets porstorlek är en kompromiss mellan den minsta partikelstorlek av intresse för analysen och det tryckfall som tillgängliga provtagningspumpar klarar av [7]. För vägning kan filter av cellulosa-estrar, PVC eller Teflon användas. Ifall dammets massa domineras av partiklar  $> 1 \mu\text{m}$  (dvs. grovt damm och ingen rök) rekommenderas för vägning cellulosa-esterfilter med porstorleken 3 - 8  $\mu\text{m}$ .

**A2. Vägningsutrymme med konstant (reglerad) temperatur/luftfuktighet**  
Temperaturen och luftfuktigheten skall övervakas/registreras (antingen manuellt, mekaniskt eller elektroniskt) och mätdata sparas.

**A3. Elektronisk våg med en upplösning bättre än 10  $\mu\text{g}$**   
Till vågen skall höra kalibreringsvikter och ev. intern självkalibrering, dessutom skall vågen servas och kalibreras mot vikter som är spårbara till nationella standarder minst en gång per år.

**A4. Ställ i vägningsutrymmet**  
Ställ i vilket kassetter med avtagna röda skyddslock och ev. transport-clips placeras under acklimatiseringsperioden.

**A5. Puderfria engångshandskar och pincett för att hantera kassetterna**  
Filterpincett för att hantera filtren.

**A6. Avladdare, radioaktiv  $\alpha$ -strålare eller coronauladdare**

Den radioaktiva nukliden  $^{210}\text{Po}$  är vanlig för detta ändamål. Den har kort halveringstid, och beroende på strålstyrka behöver den bytas ut 1-2 ggr per år. Avladdaren kan placeras utanför och/eller inne i vågens vägningskammare.

*Anmärkning* Används radioaktiva isotoper ska föreskrifter/allmänna råd från Statens strålskyddsinstitut [www.ssi.se](http://www.ssi.se) beaktas.

Coronaurladdare har fördelen att de inte är radioaktiva samt att man erhåller en större joniserad luftvolym för avladdning av kassetter.

#### **A7. Vägningsprotokoll**

Detta skall visa laboratoriets namn, vem som gjort vägningarna, när det senast gjordes service på vågen och den primärkalibrerades, vilken sorts kassett inkl. filter som använts, lagringstider i vägningsutrymme vid in- resp. utvägning, tidpunkter för vägning, datum för föregående sekundärkalibreringar (om inte detta görs varje dag), klimatdata för de bägge vägningarna och för alla kassetter ID-nummer, vikterna från de bägge vägningarna, differensvikten, blankkorrigerad differensvikt, och ev. kommentarer. Blankkassetternas ID-nummer, deras vikt, medelvärde och standardavvikelse skall redovisas.

#### **A8. Syntetiskt tvättmedel och ev. en mjuk borste för rengöring av kassetter och ev. provtagare**

Ev. luddfritt papper för rengöring av provtagarna, ifall analyslaboratoriet ansvarar för detta.

#### ***Handhavande***

SS-ISO 15767 ger allmänna råd för vägning av bl.a. filter och IOM-kassetter. Dessa skall följas. Kassettvägning skall enbart göras av personal med tillräckliga kunskaper.

Varje analyslaboratorium måste bestämma och informera om den utvidgade mätosäkerheten för dess kassettvägningar, se nedan.

*Anmärkning* Även vid andra kemiska analyser än vägning måste allt provtaget damm analyseras, dvs. både det damm som finns på filtret och det som finns på kassetternas innerväggar.

#### ***Vägning före provtagning – Invägning***

Tvätta isärtagna kassetter, röda skyddslock och ev. transport-clips, i vatten med syntetiskt tvättmedel, t.ex. i ett ultraljudsbad eller med en mjuk

borste. Låt de torka över natten. Kontrollera att de är hela, och släng dem annars.

Om analyslaboratoriet ansvarar för provtagarna: Rengör provtagarna på samma sätt som kassetterna. Låt de torka över natten, eller torka dem med luddfritt papper. Tvätta inte O-ringarna med alkohol eller något annat lösningsmedel.

Använd pudrefria engångshandskar/pincett för all hantering av kassetter och filterpincett för all hantering av filter.

Placera ett filter i kassettbotten. (För rutinmätningar behöver filtret ej vägas separat.) Tryck dit ovandelen och kontrollera att delarna sitter ihop och tycks täta mot varandra.

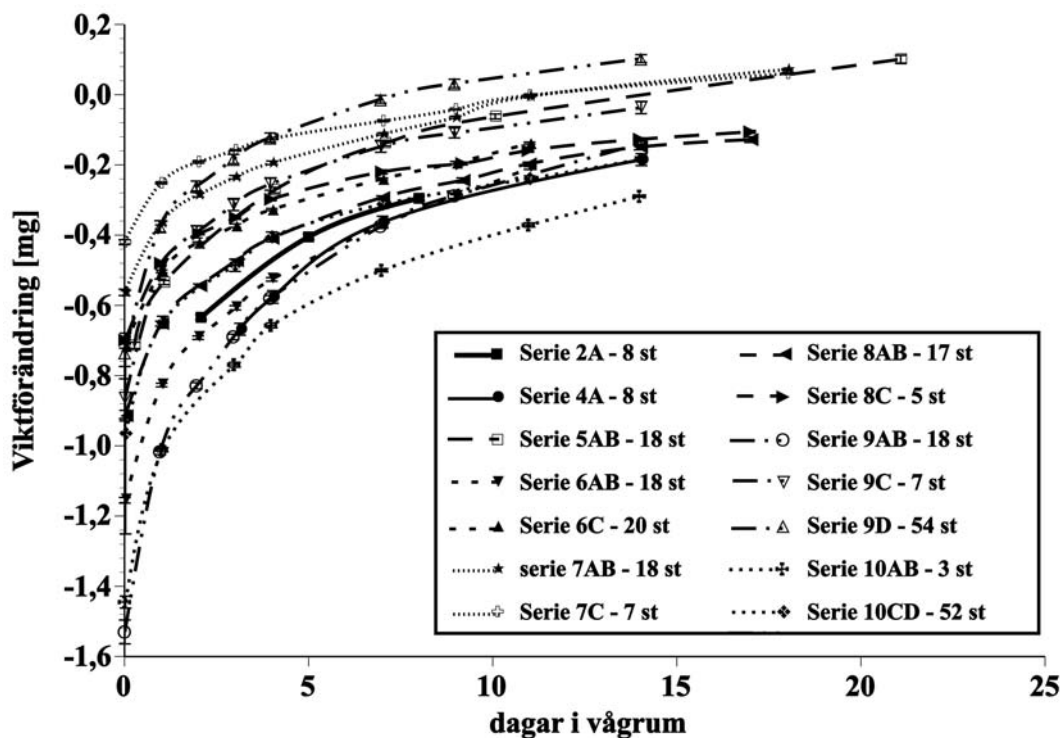
Placera de (med filter) laddade kassetterna i ett ställ i det vägningsutrymme som vågen är placerad i. Till skillnad från filter som på kort tid kommer i jämvikt med luftens temperatur och fuktighet, behöver IOM-kassetterna i plast upp till 30 dagar för att komma i jämvikt. Dessutom är kassetternas viktförändring stor, upp mot 1 mg <sup>[8-11]</sup>. Figur 3 visar viktförändringen för flera mätserier av på IOM-kassetter från ITM:s vågrum. Serier betecknade med samma siffra men olika bokstäver vägdes samtidigt, och benämnes "set". (A- och B-seten, respektive C- och D-seten, har köpts in vid fyra olika tillfällen, men kommer förmodligen från två olika tillverkningsbatcher.) Användning av blankkassetter medför att man inte behöver vänta så länge innan kassetterna vägs, utan ung. 65 tim räcker. (För att snabbt kunna expediera beställningar kan rengjorda ovägda kassetter förvaras i vägningsutrymmet. Detta ger förmodligen även en reducerad spridning i vikten mellan kassetterna.) Som diagrammet visar kan det vara stor skillnad i viktförändring mellan olika set av kassetter. Kassetterna tas inför varje ny mätserie ut ur vågrummet i ung. 2 mån. Man kan se att efter några vägningsserier går de skilda seten med olika historia men från vad som tycks vara samma tillverkningsbatch ihop till ett gemensamt set. Tillverkningsbatch (-datum/år) tycks vara det som särskiljer olika set av kassetter. För att erhålla en låg osäkerhet vid vägning är det därför nödvändigt att hålla isär kassetter av olika set. Kassetterna i rostfritt stål påverkas ej av förändringar i luftens temperatur och fuktighet, men det gör dess filter, varför även de måste vägas i ett vägningsutrymme med reglerat klimat.

Se till att vågen sekundärkalibreras den dag den används. Använd avladdare för att neutralisera kassetterna elektriskt före och/eller under själva vägningen. Tarera vågen när tom vågskål ges en vikt som överstiger vågens upplösning.

Placera en kassett i vågskålen. Läs av vågen då dess visade värde ej längre ändras, eller om detta "aldrig" tycks inträffa, efter en bestämd tid från det att kassetten placerats på vågskålen.

Ge kassetterna ett ID-nummer i samband med att de vägs, antingen genom att skriva på själva kassetten och/eller på dess tillhörande transport-clips. Ifall IOM-provtagarna kommer att levereras med monterade kassetter (med påsatt rött skyddslock) kan själva provtagarna ges ett ID-nummer. Se till att det röda skyddslocket sluter tätt an mot kassetterns cylindriska rör.

Fyll i vägningsprotokollet och spara det på laboratoriet.



**Figur 3.** Exempel på hur kassetternas viktskillnad mellan två vägningar ändras med lagringstiden i vägningsutrymmet. (Data från ITM:s luftlaboratorium med en våg med upplösningen 1  $\mu$ g. Dataset förbundna med samma linjetyp är från samma serie. Serier med samma siffra men olika bokstäver (olika set av kassetter) genomfördes samtidigt. De knappt synbara osäkerhetsintervallen motsvarar en standardavvikelse. – Notera skillnaden mellan olika set av kassetter i samma serie.)

För varje leverans skall för varje 10 kassetter som avses användas vid provtagning dessutom tillkomma 1 blankkassett. Dock skall minst två blankkassetter ingå.

Om analyslaboratoriet monterar/demonterar provtagningskassetterna i/ur IOM-provtagarna: Montera alla kassetterna i provtagare. Drag åt med lätt kraft tills det tar stopp och O-ringen i gängorna inte längre tvingas göra ett hopp från en gänga till nästa. För att provtagaren skall bli nästan helt tät fordras att man med ordentlig kraft drar ytterligare ung. 15° eller så att bokstäverna i orden "IOM SAMPLER" på fronten vrids ung. 1,5 bokstäver.

### ***Vägning efter provtagning – Utvägning***

Använd pudarfria engångshandskar för all hantering av kassetter och pincett för all hantering av filter.

Om kassetterna transporterats i sina IOM-provtagare tas de ur dessa, men får behålla sina röda skyddslock. Om nödvändigt rengörs kassetternas utsida genom att torka av dem med luddfritt papper eller genom att borsta dem med en luddfri borste, utan att något damm hamnar på filtret eller andra delar som vägs.

Ta bort ev. transport-clips och de röda skyddslocken från kassetterna och kontrollera ifall provtaget damm har förflyttats från kassetten till det röda skyddslocket. Anteckna i så fall detta i vägningssprotokollet.

Anteckna i vägningssprotokollet ifall löst damm ligger i kassetten.

Placera kassetterna i ett ställ i det vägningssutrymme som vågen är placerad i, och lagra dem i ung. 65 tim innan de vägs.

Se till att vågen sekundärkalibreras den dag den används, eller så ofta som anses nödvändigt. Använd neutralisator för att avladda kassetterna före och/eller under själva vägningen. Tarera vågen när en tom vågskål ges en vikt som överstiger vågens upplösning.

Läs av vågen då dess visade värde ej längre ändras, eller om detta "aldrig" tycks inträffa, efter en bestämd tid från det att kassetten placerats på vågskålen.

Fyll i vägningssprotokollet, inkl. blankkorrigerings (baserad på minst två blankkassetter) av kassetternas differensvikter.

Skicka protokollet till uppdragsgivaren, och spara en kopia på laboratoriet.

## Koncentrationsberäkning

För att illustrera hur koncentrationen inhalerbart damm beräknas redovisas ett exempel. Se Tabell 1 som ger värden för en provtagning där flödet,  $Q(t_i)$ , mätts vid flera tidpunkter,  $t_i, i=0, 1, 2, 3, 4, 5$ . Dessutom har pumpen varit avstängd under tiden mellan tidpunkterna  $t_3$  och  $t_4$ .

**Tabell 1.** Exempel på uppmätta flöden under en mätning

Tidpunkt	Luftflöde
$t_0$	$Q_0$
$t_1$	$Q_1$
$t_2$	$Q_2$
$t_3$	$Q_3$
	Pumpen avstängd mellan $t_3$ och $t_4$
$t_4$	$Q_4$
$t_5$	$Q_5$

För exemplet i Tabell 1 beräknas provtagningstiden,  $\Delta t_{\text{Tabell1}}$  [min], och medelflödet,  $\bar{Q}_{\text{Tabell1}}$  [l/min], enligt formlerna (1) och (2)

$$\Delta t_{\text{Tabell1}} = (t_3 - t_0) + (t_5 - t_4) \quad (1)$$

$$\bar{Q}_{\text{Tabell1}} = \frac{\frac{Q_0 + Q_1}{2}(t_1 - t_0) + \frac{Q_1 + Q_2}{2}(t_2 - t_1) + \frac{Q_2 + Q_3}{2}(t_3 - t_2) + \frac{Q_4 + Q_5}{2}(t_5 - t_4)}{\Delta t_{\text{Tabell1}}} \quad (2)$$

Andra sekvenser av flödesmätningar och avbrott i mätningarna ger andra, men liknande, formler för provtagningstiden,  $\Delta t$  [min], och medelflödet,  $\bar{Q}$  [l/min].

Ett alternativt beräkningssätt är att bestämma medelflödet,  $\bar{Q}_{\text{Tabell1}} = (Q_0 + Q_5)/2$ . Detta metod kan användas då alla mätta luftflöden håller sig inom  $\pm 5\%$  av startflödet  $Q_0$ , men den ger en större osäkerhet i skattad volym än då alla uppmätta flöden används för beräkningen.

Koncentrationen inhalerbart damm,  $C_{\text{inh}}$  [mg/m<sup>3</sup>], beräknas enligt ekvationerna (3) och (4)

$$m_{\text{analys}} = (m_e - m_f) - \Delta m_b \quad (3)$$

$$C_{inh} = \frac{m_{analys}}{0,001\Delta t Q} \quad (4)$$

där  $m_f$  och  $m_e$  [mg] är kassettvikterna vid vägning före resp. efter provtagningen,  $\Delta m_b$  [mg] är medelvärdet av blankkassetternas viktförändring (inkl. tecken) från vägningen före provtagningen till vägningen efter provtagningen, och  $m_{analys}$  [mg] är den massa som bestämts med vägning.

## Metodens prestanda

För provtagning med IOM-provtagare och vägning i ITM:s vågrum, kan en utvidgad mätosäkerhet,  $U$ , skattas till intervallet 19 – 28 % för inhalerbara dammkoncentrationer i intervallet 0,2 – 20 mg/m<sup>3</sup>. (Se Bilaga A.) Detta ligger väl inom kravet i SS-EN 482:2006 att den utvidgade mätosäkerheten skall vara max 30 % för koncentrationer  $\geq 1$  mg/m<sup>3</sup> och max 50 % för koncentrationer  $< 1$  mg/m<sup>3</sup>.

## Kvalitetssäkring och kvalitetskontroll

Följande kontrollåtgärder bör säkerställa att metoden används på ett sätt som ser till att aktuella prestanda vid användning av metoden överensstämmer med det av analyslaboratoriet angivna metodprestanda.

- Provtagning, analys och transportförpackning skall enbart göras av personal med tillräckliga kunskaper
- Kontrollera att provtagarna är hela, och att dess O-ringar inte har några sprickor
- Kontrollera att kassetterna är hela
- Kontrollera volymflödesmätarens kalibrering enl. tillverkarens instruktioner
- Serva pumparna enl. tillverkarens instruktioner
- Kontrollera att vägningsutrymmets temperatur och fuktighet ligger inom de av laboratoriet uppsatta intervallen, inte enbart vid vägtillfällena utan under hela den tid som IOM-kassetter (i plast) förvaras i vägningsutrymmet inför vägning
- Serva och kontrollera vågens primärkalibrering minst en gång per år
- Sekundärkalibrera vågen varje dag innan den används
- Tarera vågen åtminstone ifall vikten för en tom vågskål överstiger vågens upplösning
- Genomför ett program för löpande kvalitetskontroll av kassettvägningarna, t.ex. genom att delta i interlabkontroller

## Specialfall

I vissa speciella fall kan provtagningen behöva genomföras på annorlunda sätt.

- Vissa arbetsplatser, där föreskriften AFS 2003:3 gäller, kan ställa krav på att explosionssäker mätutrustning används.
- Vissa arbetsplatser kan ställa höga krav på hygien, och extremt rengjord utrustning.
- Om man misstänker att stora partiklar av sin egen rörelseenergi skulle kunna röra sig in i provtagaren (dvs. dessa partiklar skall egentligen inte betraktas som provtagna med provtagarens luftflöde, t.ex. stänk) kan detta undersökas på följande sätt. För alla arbetare där detta misstänks på en arbetsplats placerar man en extra IOM-provtagare bredvid ( $\leq 10$  cm) den IOM-provtagare som är ansluten till pumpen. Den extra IOM-provtagaren ansluts ej till någon pump. Beräkna kvoten passiv-IOM/aktiv-IOM för provtagen massa för alla parallellprovtagningar, och bestäm därefter det geometriska medelvärdet för kvoten. För dataset om 10-15 sådana parallellprovtagningar är ett geometriskt medelvärde på ca 0,10 acceptabelt och behöver ej korrigeras. För arbetsplatser där det geometriska medelvärdet överstiger 0,15 skall mängden damm (analyserad med vägning eller på annat sätt) för alla provtagningar korrigeras enligt ekvation (5)

$$m_{korr} = (1 - GM)m_{analys} \quad (5)$$

där  $m_{analys}$  [mg] är den massa som bestämts med vägning eller annan kemisk analys,  $m_{korr}$  [mg] är motsvarande massa korrigerad för provtagningsfel beroende på t.ex. stänk och  $GM$  [-] är det geometriska medelvärdet på kvoten passiv-IOM/aktiv-IOM för arbetsplatsen ifråga.

## Normativa referenser

AFS 2001:1 *Systematiskt arbetsmiljöarbete*, Arbetsmiljöverket, Solna, 2001

AFS 2005:17 *Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar*, Arbetsmiljöverket, Solna, 2005

AFS 2003:3 *Arbete i explosionsfarlig miljö*, Arbetsmiljöverket, Solna, 2005

CEN/TR 15230 *Workplace atmospheres – Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions*, Comité Européen de Normalisation, Bryssel, 2005

EN 481 *Workplace atmospheres – Size fraction definitions for measurement of airborne particles*, Comité Européen de Normalisation, Bryssel, 1993

EN 482 *Workplace atmospheres – General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents*, Comité Européen de Normalisation, Bryssel, 2006

ISO 7708 *Air quality – Particle size fraction definitions for health-related sampling*, International Organisation for Standardisation, Genève, 1995

ISO GUM *Guide to the expression of uncertainty in measurement*, International Organisation for Standardisation, Genève, 1995

SIS-CEN/TR 15230 *Arbetsplatsluft – Vägledning för provtagning av inhalerbart, torakalt och respirabelt damm*, Swedish Standards Institute, Stockholm, 2006

SS-EN 481 *Arbetsplatsluft – Partikelstorleksfraktioner för mätning av luftburna partiklar*, Swedish Standards Institute, Stockholm, 1993

SS-EN 482 *Arbetsplatsluft – Allmänna krav på metoder för mätning av kemiska ämnen*, Swedish Standards Institute, Stockholm, 2006

SS-EN 1232 *Arbetsplatsluft – Pumpar för personburen provtagning av kemiska ämnen - Krav och provningsmetoder*, Swedish Standards Institute, Stockholm, 1997

SS-EN 13205 *Arbetsplatsluft – Bedömning av prestanda på provtagare för damm, rök och dimma*, Swedish Standards Institute, Stockholm, 2002

SS-ISO 7708 *Luftkvalitet – Definitioner av partiklars storleksindelning vid hälsorelaterad provtagning*, Swedish Standards Institute, Stockholm, 1997

### *Andra metodbeskrivningar*

SKC Inc har givit ut en kortfattad metodbeskrivning som kan hämtas på internet [www.skinc.com/prod/225-70.asp](http://www.skinc.com/prod/225-70.asp)

*Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska Universitetssjukhuset*, har givit ut en kortfattad metodbeskrivning som kan hämtas på internet [www.medgbg.net/lab/inhalerbart.pdf](http://www.medgbg.net/lab/inhalerbart.pdf)

Även andra laboratorier som väger filter kan ha egna kortfattade metodbeskrivningar.

## Referenser

1. Vincent, JH and Armbruster, L, On the Quantitative Definition of the Inhalability of Airborne Dust. *Annals of Occupational Hygiene*, **24**:245-248, 1981.
2. Krook, K, *Kemisk yrkes- och miljöhygien*. Arbetslivsinstitutet, Stockholm, 2001.
3. Kenny, LC, Aitken, R, Chalmers, C, Fabriès, JF, Gonzalez-Fernandez, E, Kromhout, H, Lidén, G, Mark, D, Riediger, G, and Prodi, V, A Collaborative European Study of Personal Inhalable Aerosol Sampler Performance. *Annals of Occupational Hygiene*, **41**(2):135-153, 1997.
4. Kalatoor, S, Grinshpun, SA, Willeke, K, and Baron, P, New Aerosol Sampler with Low Wind Sensitivity and Good Filter Collection Uniformity. *Atmospheric Environment*, **29**(10):1105-1112, 1995.
5. Demange, M, Görner, P, Elcabache, JM, and Wrobel, R, Field Comparison of 37-mm Closed-Face Cassettes and IOM Samplers. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, **17**(3):200-208, 2002.
6. Demange, M, Elcabache, J-M, and Boulet, A, Mise en Solution à Froid des Membranes en Ester de Cellulose dans le Cadre de l'Analyse des Aérosols. *Canadian Journal of Analytical Sciences and Spectroscopy*, **48**(6):362-371, 2003.
7. Liu, BYH, Pui, DYH, and Rubow, KL, *Characteristics of Air Sampling Filter Media*. in *AEROSOLS in the Mining and Industrial Work Environments*, VA Marple and BYH Liu, Editors. Ann Arbor Science, Ann Arbor (MI), USA, 1983, p. 989-1038.
8. Smith, JP, Bartley, DL, and Kennedy, ER, Laboratory Investigation of the Mass Stability of Sampling Cassettes from Inhalable Aerosol Samplers. *American Industrial Hygiene Association Journal*, **59**(8):582-585, 1998.
9. Li, S-N and Lundgren, DA, Weighing Accuracy of Samples Collected by IOM and CIS Inhalable Samplers. *American Industrial Hygiene Association Journal*, **60**(2):235-236, 1999.
10. Lidén, G and Bergman, G, Weighing Imprecision and Handleability of the Sampling Cassettes of the IOM Sampler for Inhalable Dust. *Annals of Occupational Hygiene*, **45**(3):241-252, 2001.
11. Paik, S and Vincent, JH, Filter and Cassette Mass Instability in Ascertaining the Limit of Detection of Inhalable Airborne Particulates. *American Industrial Hygiene Association Journal*, **63**(6):698-702, 2002.

## Bilaga A. Beräkning av utvidgad mätosäkerhet

Baserat på kvalitetsdata för metoden när kassetter vägs i ITM:s vågrum (Tabell A.1) beräknas den utvidgade mätosäkerheten (Tabellerna A.2 och A.3). Det antas att två (2) blankkassetter kommer att användas. Förklaring av mätosäkerhetskompontenterna finns i Bilaga B. Data finns redovisade i Bilaga C.

**Tabell A.1.** Kvalitetsdata för metoden, baserat på vägningar vid ITM

Mätosäkerhetskomponent	Mätosäkerhet, $u$
$u_{\text{provtag-bias}}$	7,5 %
$u_{\text{provtag-prec}}$	4,0 %
$u_{\text{provtag-kalibr}}$	0,5 %
$u_{\text{Vol}}$	2,5 %
$u_t$	2,9 %
$u_w$	0,012mg
$u_b$	0,0085 mg
$u_k$	0,0013 mg

Som synes dominerar det systematiska provtagningsfelet förutom vid låga provtagningsmängder.

**Tabell A.2.** Utvidgad mätosäkerhet,  $U$ , för provtagning och vägning av inhalerbart träddamm,  $HGV = 2 \text{ mg/m}^3$ , baserat på 6 h provtagning och vägning vid ITM

Koncentration [multipel av $HGV$ ]	Koncentration [ $\text{mg/m}^3$ ]	Provtagen massa [mg]	Utvidgad mätosäkerhet, $U$ [%]	Krav [%]
0,1	0,2	0,14	28	$\leq 50$
0,5	1	0,72	19	$\leq 30$
2	4	2,9	19	$\leq 30$

**Tabell A.3.** Utvidgad mätosäkerhet,  $U$ , för provtagning och vägning av inhalerbart oorganiskt damm,  $HGV = 10 \text{ mg/m}^3$ , baserat på 6 h provtagning och vägning vid ITM

Koncentration [multipel av $HGV$ ]	Koncentration [ $\text{mg/m}^3$ ]	Provtagen massa [mg]	Utvidgad mätosäkerhet, $U$ [%]	Krav [%]
0,1	1	0,72	19	$\leq 50$
0,5	5	3,6	19	$\leq 30$
2	20	14,4	19	$\leq 30$

## Bilaga B. Osäkerhetsberäkning för provtagning, transport och vägning av inhalerbart damm

Anmärkning SS-EN 482:2006 ger information om hur den utvidgade mätosäkerheten för en metod, inkl. provtagning, transport, lagring och analys, kan beräknas. Metoden baserar sig på ISO-GUM. Denna metod förklaras utförligt i Eurachems guide ([www.measurementuncertainty.org](http://www.measurementuncertainty.org)) och Nordtests handbok ([www.nordicinnovation.net/nordtestfiler/tec537.pdf](http://www.nordicinnovation.net/nordtestfiler/tec537.pdf)). Svenska översättningar kan köpas av SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut ([www.sp.se](http://www.sp.se)).

De tre stegen provtagning av icke-flyktigt inhalerbart damm med IOM-provtagare, transport av IOM-kassetter med post samt vägning av kassetterna före och efter provtagning har följande felkällor

- Provtagning – Dessa felkällor är systematiskt fel relativt provtagningskonventionen ( $u_{\text{provtag-bias}}$ ), spridning i provtagningseffektivitet ( $u_{\text{provtag-prec}}$ ), osäkerhet som härrör från kalibreringspartiklarna ( $u_{\text{provtag-kalibr}}$ ) samt osäkerhet i provtagen luftvolym ( $u_{\text{vol}}$ ).
- Transport – Enbart om inget provtaget damm under transport rör sig från kassett till transport-clips/rött lock förhindras transportförluster. Enbart ett lock som vägdes tillsammans med provet skulle kunna förhindra transportförluster. Varken transport-clipset eller det röda locket bör vägas eftersom spridningen i vikt mellan olika kassettdivider är så stor. Transportosäkerheten har både en systematisk och slumpmässig komponent och dessa beror både på dammets material och dess storleksfördelning.
- Viktsbestämning – Dessa felkällor är osäkerhet i viktbestämning av kassetter resp. korrektion för blankkassetter, osäkerhet i vågens primärkalibrering. (Dessa tre behandlas mer specifikt nedan.) Fel som härrör från sekundärkalibrering, tarering och avrundning ingår i osäkerheten för viktsbestämningen ifall denna skattades genom flera serier av vägningar utspridda över minst ett halvår.

### Osäkerhet i provtagningen

I ett europeiskt projekt som undersökte hur väl provtagnings- och analysmetoder, för ung. 120 olika ämnen på europeiska gränsvärdeslistor, följde kraven i SS-EN 482:2006 skattades dessa osäkerheter vid provtagning med IOM-provtagaren till  $u_{\text{provtag-bias}} = 7,5 \%$ ,

$u_{\text{provtag-prec}} = 4,0 \%$ ,  $u_{\text{provtag-kalibr}} = 0,5 \%$  resp.  $u_{\text{vol}} = 2,5 \%$ , totalt 8,9% [B.1].

### Osäkerhet i transporten

Den relativa transportförlustens medelvärde,  $\Delta m_t = \Delta m_t(m)$  [-], liksom dess spridning,  $s_t = s_t(m)$  [-] (bägge är förmodligen funktioner av den provtagna mängden aerosol,  $m$  [mg], liksom dess storleksfördelning), bestäms genom den metod som anges i Bilaga D i SS-ISO 15767 eller i Bilaga D i SS-EN 13205.

Man kan anta att IOM-kassetter som transporteras med skyddslock och ev. transport-clips i de flesta fall förlorar  $\leq 5$  % av den provtagna mängden till skyddslocket. För dessa fall kan osäkerheten i transportförlust,  $u_t$  [-], skattas enl.

$$u_t = \frac{\Delta m_t}{\sqrt{3}} \quad (\text{B.1})$$

### Osäkerhet i vägningen

Osäkerheten i bestämningen av kassettvikt,  $u_w$  [mg], bestäms genom den metod som anges i Bilaga A i SS-ISO 15767. (Detta bör göras med kassetter som efter invägning varit utanför vägningsutrymmet under maximalt tillåten tid mellan in- och utvägning, och antingen suttit monterade i IOM-provtagare under avsedd provtagningstid, alt. suttit monterade i IOM-provtagare hela tiden mellan in- och utvägning. I bägge fallen utan att något flöde sugits genom provtagarna.)

Osäkerheten i bestämningen av blankkorrektion,  $u_b$  [mg], beräknas enl. ekv. (B.2)

$$u_b = \frac{u_w}{\sqrt{B}} \quad (\text{B.2})$$

där  $B$  är antalet blankkassetter som används för att skatta blankkorrektionen.

Osäkerheten i primärkalibreringen,  $u_k$  [mg], baseras på kalibreringsfelen,  $\Delta k_j$  [mg], de tre (3) senaste åren för den referensvikt som är närmast kassettvikten (ung. 1,1 g för plastkassetten) och beräknas enl. ekv. (B.4)

$$u_k = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 \Delta k_j^2} \quad (\text{B.3})$$

Varje analyslaboratorium måste bestämma sina egna värden för  $u_t$ ,  $u_w$  och  $u_k$ .

### Total mätosäkerhet

Den totala mätosäkerheten för denna provtagnings- och analysmetod,  $u$ , beräknas ur ekv. (B.5).

$$u^2 = u_{\text{provtag-bias}}^2 + u_{\text{provtag-prec}}^2 + u_{\text{provtag-kalibr}}^2 + u_{\text{vol}}^2 + u_t^2 + \frac{u_w^2(1 + 1/B) + u_k^2}{(C_{inh}Vol)^2} \quad (\text{B.4})$$

där  $C_{inh}$  [mg/m<sup>3</sup>] är den inhalerbara dammkoncentrationen och  $Vol$  [m<sup>3</sup>] är den provtagna volymen. Som synes minskar  $u$  med ökande provtagen massa.

### Utvidgad mätosäkerhet

Den utvidgade mätosäkerheten för denna provtagnings- och analysmetod,  $U$ , beräknas enl. ekv. (B.5)

$$U = 2u \quad (\text{B.5})$$

SS-EN 482:2006 ställer följande krav på  $U$ :  $U \leq 0,50$  för  $0,1 \text{ HGV} \leq C_{inh} < 0,5 \text{ HGV}$ , samt  $U \leq 0,30$  för  $0,5 \text{ HGV} \leq C_{inh} \leq 2 \text{ HGV}$ , där  $\text{HGV}$  är det hygieniska gränsvärdet.

Eftersom gränsvärdena för trädamms och inhalerbart inert mineraldamms utgör det minsta resp. det största gränsvärdet (2 resp. 10 mg/m<sup>3</sup>) görs beräkningarna för bägge dessa ämnen. Provtagningstiden sätts till minsta rekommenderade tid, 6 tim, och därmed blir provtagningsvolymen 0,72 m<sup>3</sup>.

### Referenser

B.1. Breuer, D, *Analytical Methods for Chemical Agents*. 2005, Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz: Sankt Augustin, Germany. [Denna rapport kan hämtas på Internet [www.hvbg.de/e/bia/gestis/analytical\\_methods/index.html](http://www.hvbg.de/e/bia/gestis/analytical_methods/index.html)].

## **Bilaga C. Data från ITMs vågrum för osäkerhetsberäkning för provtagning, transport och vägning av inhalerbart damm**

För att illustrera vilka osäkerheter som kan erhållas ges i detta kapitel data för vågrummet vid Luftlaboratoriet, Institutionen för tillämpad miljövetenskap, Stockholms universitet.

### **Osäkerhet i transporten**

För  $u_t$  finns inga data, utan massförlusten skattas till  $\leq 5\%$ , varför

$$u_t = 2,9\%$$

### **Osäkerhet i vägningen**

#### *Vägningsprecision*

Totalt har till dags dato fjorton (14) serier genomförts. SIS-ISO 15767 ger information om hur ett vägningstest kan genomföras genom vägningar av ett fåtal serier.

ITM låter kassetterna ligga i vågrummet när de inte används. Inför varje ny serie har kassetterna tagits ut ur vågrummet och placerats i ett vanligt laboratorium under fyra (4) veckor. Därefter har de lagts in i vågrummet och efter tre (3) veckor har de vägts. Sedan har kassetterna fått ligga ute i ett vanligt laboratorium under 2 till 11 veckor, beroende på mätserie.

Under denna tid har kassetterna varken suttit i röda transport-clips eller varit monterade i provtagare, utom för serie 8 för vilken varje kassett satt monterad i IOM-provtagare under en dag. Därefter har kassetterna placerats i vågrummet och vägts varje eller varannan dag i 1–3 veckor. Standardavvikelsen vid den tidpunkt som ligger närmast 65 timmars aklimatiseringsperiod i vågrummet anges i Tabell C.1.

*Tabell C.1.* Data för nio serier för att bestämma vägningsprecisionen för IOM-kassetterna

Serie	Tidpunkt	Antal	Std-av [ $\mu\text{g}$ ]	Anm.
2A	okt 2002	8	7,4	Med filter
3A	dec 2002	8	38,7	Med filter
4A	mar 2003	8	9,3	Med filter
4B	mar 2003	10	17,2	Med filter
5AB	maj 2003	10	8,5	Med filter
6AB	feb 2005	18	5,9	Utan filter
6C	feb 2005	20	4,6	Utan filter
7AB	juli 2005	18	4,6	Utan filter
7C	juli 2005	7	0,8	Utan filter
8AB	nov 2005	17	4,8	Med filter
8C	nov 2005	5	44,6	Med filter
9AB	mar 2006	18	8,5	Med filter
9C	mar 2006	7	15,7	Med filter
9D	mar 2006	54	13,5	Med filter
10AB	jan 2007	3	7,0	Med filter
10CD	jan 2007	52	17,3	Med filter

*Anmärkning 1.* Serier med samma bokstav (A, B, C eller D) består av samma kassetter (utom för serie 9D som även består av huvuddelen av ursprungliga C-kassetter)

*Anmärkning 2.* Vid serie 1 testades ej några av dessa nya IOM-kassetter. Serien som vägdes i december 2002 (3A) skiljer sig drastiskt från alla andra. Det är tre kassetter som skiljer sig mycket från de övriga. Skillnaden mellan kassetterna består under försökets tio dagar i vågrummet. Eftersom skillnaden mellan kassetterna har försvunnit till nästa omgång stryks denna serie från beräkningen av vägningsprecisionen. Första gången de tio kassetterna i B-serien testas (Serie 4B) har de en mycket högre precision än därefter, varför även denna serie stryks från beräkningen av vägningsprecisionen.

*Anmärkning 3.* Alla kassetter har inte deltagit i alla serierna, då de även använts i andra experiment.

För vägningsosäkerheten,  $u_w$ , kan enbart en underskattning göras baserad på dessa femton set (dvs. Tabell 1 exkl. serierna 3A och 4B).  $u_w$  skattas som poolad standardavvikelse, vilket blir 11,6  $\mu\text{g}$ , vilket korrigeras uppåt till 0,012 mg.

*Anmärkning 1.* För att erhålla dessa värden behöver kassetterna motioneras några gånger (dvs. förvaras utanför vägningsutrymmet under några veckor och därefter åter placeras i vägningsutrymmet några veckor), samt förvaras i vägningsutrymmet när de ej används för provtagning.

*Anmärkning 2.* För att ha dessa låga värden på osäkerheten vid framtida vägningar måste kassetter från de tre seten (AB, C resp. D) förvaras och levereras till kunder åtskilda från varandra. Dvs. blankkassetter måste tillhöra samma set av kassetter som de kassetter som används vid själva provtagningen.

### **Kalibreringsosäkerhet**

De vägningsfel som detekterats då vågen kalibrerats framgår av Tabell C.2.

*Tabell C.2.* Kalibreringsfel för en kontrollvikt av ung. 1 g för ITM:s Mettler-Toledo MT5-våg

Tidpunkt	Vägningsfel [ $\mu\text{g}$ ]
3 maj 2002	+4
23 maj 2003	$\pm 0$
26 maj 2004	-2
24 maj 2005	$\pm 0$
30 maj 2006	+1

Kalibreringsosäkerheten,  $u_k$ , beräknas som kvadratiska medelvärdet för de tre senaste åren, vilket blir  $1,3 \mu\text{g} = 0,0013 \text{ mg}$ .