




ITM  
Department of Applied Environmental Science

# Provtagning av olika fraktioner luftburna partiklar

Göran Lidén  
Institutionen för tillämpad miljövetenskap  
Stockholms universitet

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm




ITM  
Department of Applied Environmental Science

# Disposition

- Internationell standard för inhalerbart damm
- Provtagare för inhalerbart damm
- Några bekymmer med IOM-provtagaren
- Betydelse av provtagarens placering vid koncentrerade källor och stora koncentrationsgradienter
- Provtagare för respirabelt damm

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm




ITM  
Department of Applied Environmental Science

## "Total"-damm kontra inhalerbart damm – "total"-damm

- Baserat på ingenjörsmässiga överväganden
- Utrustning som fanns för handen vid introduktionen
- Nationell standard baserad på specifikt mätinstrument
- Verklig funktion okänd och ointressant

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm



ITM  
Department of Applied Environmental Science

## "Total"-damm kontra inhalerbart damm – inhalerbart damm

- Baserat på vetenskapliga kriterier
- Människans inandningsförmåga bestämd i laboratorier
- Definierad som internationell provtagningskonvention, typ Johannesburgkonventionen för respirabelt damm
- Utrustning som följer konventionen måste tas fram

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

ITM  
Department of Applied Environmental Science


## När skall man använda sig av provtagare för inhalerbart damm?

- När det provtagna ämnet är systemtoxiskt
  - Den kritiska effekten sker inte där partiklarna deponerat, utan dit de (den aktiva komponenten) transporterats av t.ex. blod
  - Kroppens absorption av ämnet är ungefär lika stor var partiklarna än deponerat
- När de kritiska partiklarna huvudsakligen deponerar i huvudets andningsvägar (extra-torakalt)
- Måste man använda en provtagare för den inhalerbara fraktionen?
  - Nej, inte om hela den intressanta partikelstorleksfördelningen kan provtas med en annan provtagare

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

ITM  
Department of Applied Environmental Science

## En typisk arbetsplats



*Komplicerad verklighet*

Det är inte ovanligt med

- Låga lufthastigheter
- Arbetaren nära källan
- Koncentrerad källa (ev. höga hastigheter) - koncentrationsgradienter
- Punktutsug

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

ITM  
Department of Applied Environmental Science


## Hur standardisera detta?

- Dammkällan är långt från den exponerade arbetaren
- Dammet transporteras med luftrörelserna
- Ingen riktning till dammkällan dominerar
- Luftrörelserna kring den stående arbetaren beaktas
- Andningsvolym & -rytm som vid medeltungt arbete
- Inandning via munnen
- **Definition: 'Inandningsbarhet'** = kvoten mellan inandad koncentration och dammkoncentrationen i ostörd luft (långt från arbetaren)

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

ITM  
Department of Applied Environmental Science

## Begreppet inhalerbart damm och vindtunneexperiment



Mycket idealiserat experiment

Inga objekt som stör luftflödet

Ingen lokal emission av partiklar och luftstrålar

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

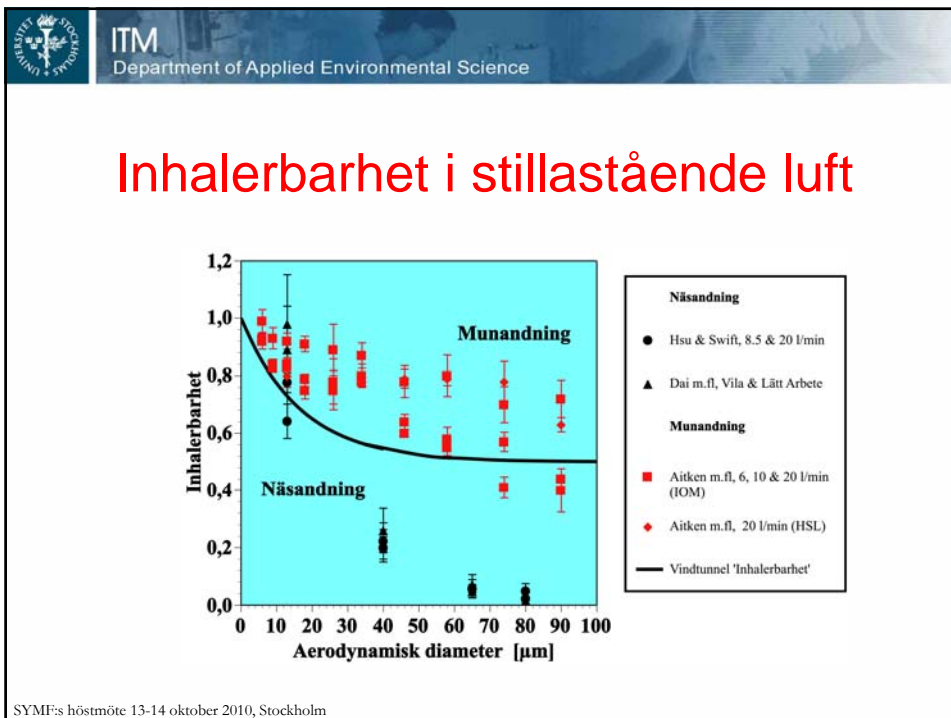
ITM  
Department of Applied Environmental Science

## Inhalerbarhet i stillastående luft och i kombination med svag vind

Lika idealiserade experiment

- Ogden & Birkett (*Ann. Occup. Hyg.* 1978) – ungefär samma inhalerbarhet som i vindtunnel
- Hsu & Swift (*J. Aerosol Sci.* 1999) & Dai et al. (*J. Aerosol Sci.* 2006) – inhalerbarheten vid näsandning faller mycket snabbare till mycket låga nivåer
- Aitken et al. (*J. Aerosol Sci.* 1999) – linjärt minskande inhalerbarhet vid munandning -- högre än i vindtunnel
- Sleeth & Vincent (*J. Phys. Conf. Ser.* #151, 2009) – Ungefär samma som Aitken et al. -- ingen skillnad mellan andning med mun eller näsa+mun

SYM:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm





**ITM**  
 Department of Applied Environmental Science

## Inhalerbarhet i stillastående luft och i kombination med svag vind

- Förmodligen kommer Sleeth & Vincents senaste data att leda till en diskussion om en ny (extra) standard för inhalerbarhet i svaga luftströmmar, typ inomhus
- Möjliggör att provtagare testas i dammkammare och inte enbart i vindtunnel
- Skillnader mellan provtagare på arbetsplatser överensstämmer mycket bättre med resultat som erhållits från experiment i dammkammare än de som erhållits i vindtunnlar (Lidén & Harper, *J. Occup. Environ. Hyg.* 2006)

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm


**ITM**  
 Department of Applied Environmental Science

## Provtagare för inhalerbart damm

### Testade experimentellt i vindtunnel och/eller dammkammare

- IOM
- GSP/CIS
- 7-hål                                      används ej i Sverige(?)
- CIP10-I                                    används ej i Sverige(?)
- Button Sampler (Knapp-provtagaren)
- INRS utvecklar en ny provtagare för bl.a. trädamn

CEN/TR 15230 *Workplace atmospheres - Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions*

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

 ITM  
Department of Applied Environmental Science

## IOM-provtagaren



2 LPM

Provet definieras som det damm som deponerats både på filter och kassettväggar

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

 ITM  
Department of Applied Environmental Science

## GSP/CIS-provtagaren




3,5 LPM

Provet definieras som det damm som deponerats enbart på filtret

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

ITM  
Department of Applied Environmental Science

## Knapp-provtagaren



4 LPM

Provet definieras som det damm som deponerats på filtret

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

ITM  
Department of Applied Environmental Science

## Några bekymmer med IOM-provtagaren

- Hanterbarhet i fält
- Transportförluster
- Mäta flödet
- Kassetterns viktstabilitet
- Läckage
- Tryckfallet över filtret

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm




ITM  
Department of Applied Environmental Science

## Hanterbarhet i fält

- Kassetterna vägs ( $\Delta m = 1-10 \mu\text{g}$ )
- Använd handskar måste användas om kassetten måste hanteras i fält!!
- Det röda locket kan ej vägas (för stor spridning)

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm



ITM  
Department of Applied Environmental Science


## Transportförluster

- Allt damm som passerat inloppet räknas till det provtagna dammet
- Enda existerande provtagaren utan interna förluster
- Två sorters lock finns från SKC
- Damm från filter-kassett kan överföras till locket under transport
- Locket vägs dock ej

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

ITM  
Department of Applied Environmental Science

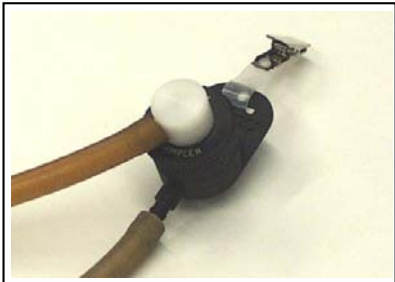
## Flödesadapter



**SKC**

I senaste versionen är fjädrarna utbytta mot ett ok med skruv

Kan ej enkelt användas då provtagaren bärs av en arbetare

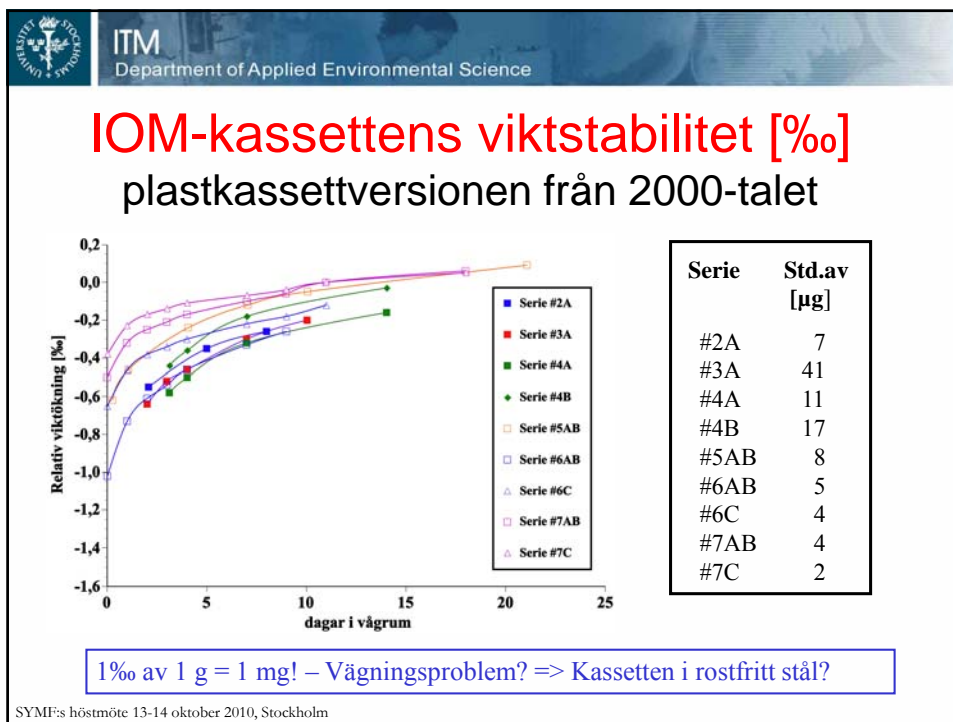


**ALI-ITM**

Läckage 0.02 LPM

Kan enkelt användas och ger ena handen fri


SYMf:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm



ITM  
Department of Applied Environmental Science

## Läckage

- 3 st oskadade O-ringar – Hur ofta kollas dessa?
- Dra åt fronten precis så det tar emot. Vrid sen ”1-2 bokstäver” till




SYM:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

ITM  
Department of Applied Environmental Science

## Tryckfall över filtret

- ITM rekommenderar porstorleken 1,2–5  $\mu\text{m}$  ifall dammets massa domineras av partiklar  $>1 \mu\text{m}$ 
  - Filtreringseffektiviteten vid 0,1  $\mu\text{m}$   $\geq 99,0\%$
- Större tryckfall än för vanlig 25 mm filterkassett
  - aktiva filterarean mindre eftersom rutnätet döljer en del av filtret  $\rightarrow$  högre lufthastighet genom filtret
  - rutnätets utformning påverkar tryckfallet genom hur väl filtret maskeras
- För 25 mm RAWP 1,2  $\mu\text{m}$  med flödet 2 LPM blir tryckfallet  $\sim 2.2 \text{ kPa}$

SYM:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm


**ITM**  
 Department of Applied Environmental Science

## Varför är provtagningseffektiviteten lägre för GSP/CIS än för IOM?

*Insugningsförluster till inloppet*


- GSP/CIS' mindre inloppsmunstycke men högre flöde medför att impaktionsförlusterna ökar mer än sedimentationsförlusterna minskar

*Transportförluster till filtret*

- Sedimentation av större partiklar mot kassetten nederdel

*Till skillnad från IOM ingår dessa EJ i provet – Men, GSP/CIS är en **accepterad** provtagare för inhalerbart damm*

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm


**ITM**  
 Department of Applied Environmental Science


## Experiment med icke-ideal exponering för inhalerbart damm (1)

- Svag lufthastighet,  $\sim 0.1$  m/s
- Precis framför arbetaren kastas partiklar ut i  $45^\circ$  med låg lufthastighet
- Stor spridning mellan att mäta exponeringen på olika positioner i ”andningszonen”

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

ITM  
Department of Applied Environmental Science

## Experiment med icke-ideal exponering för inhalerbart damm (2)



partikelutkastare

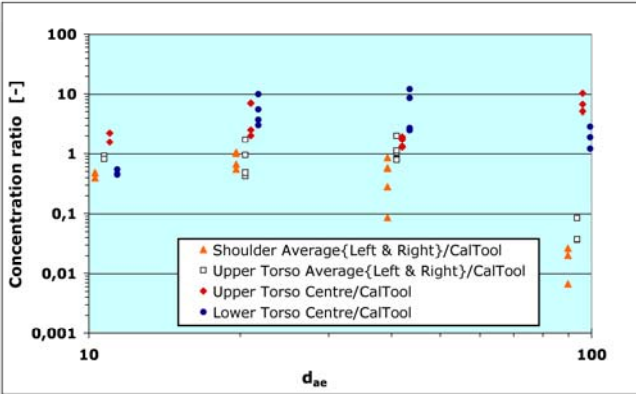
”mun”

3 CalTool finns i Europa – Kan lånas

SYMf:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

ITM  
Department of Applied Environmental Science

## Experiment med icke-ideal exponering för inhalerbart damm (3)



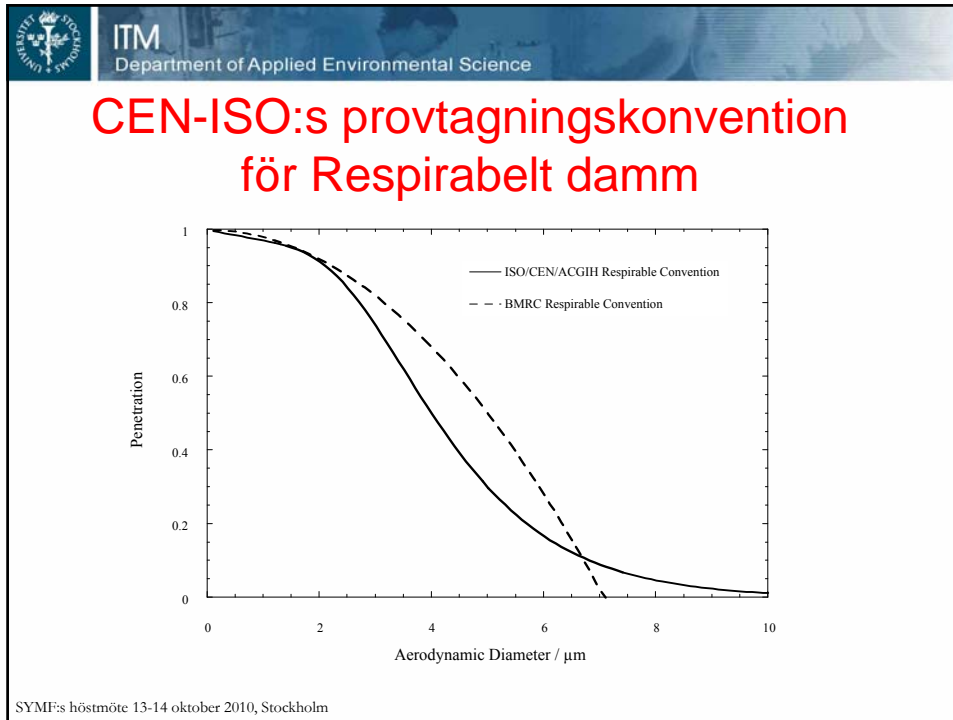
Concentration ratio [-]

$d_{ae}$

- ▲ Shoulder Average{Left & Right}/CalTool
- Upper Torso Average{Left & Right}/CalTool
- ◆ Upper Torso Centre/CalTool
- Lower Torso Centre/CalTool

Lidén & Waher  
*Ann. Occup. Hyg.* 54(1):100-116, 2010

SYMf:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm



ITM  
Department of Applied Environmental Science

## Provtagare för respirabelt damm

- Higgins-Dewells cyklon
- Dorr-Olivers 10 mm nyloncyklon (Används ej i Sverige (?))
- GS3-cyklon (Används ej i Sverige (?))
- GK2.69-cyklon
- CIP10-R (Används ej i Sverige (?))
- IOM MultiDust

*CEN/TR 15230 Workplace atmospheres - Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions*

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

 ITM  
Department of Applied Environmental Science

## Higgins-Dewells cyklon



2.2 LPM      2.2 LPM      2.5 LPM

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

 ITM  
Department of Applied Environmental Science

## GK2.69-cyklon

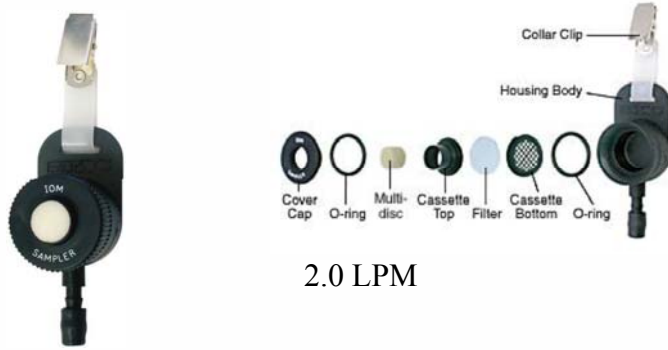


4.2 LPM

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

ITM  
Department of Applied Environmental Science

## IOM MultiDust



2.0 LPM


SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm

ITM  
Department of Applied Environmental Science

## Kan man lita på att två provtagare för respirabelt damm visar lika? (1)

- Det borde man väl?
- De är ju testade på liknande sätt?
  - Penetrationskurvorna (som funktion av aerodynamisk diameter) har bestämts på lab och flödet optimerats
- Kan man trots det få stora skillnader?
- Jodå!


SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm


**ITM**  
 Department of Applied Environmental Science

## Kan man lita på att två provtagare för respirabelt damm visar lika? (2)

- De Vocht m.fl., *Ann. Occup. Hyg.* 2009  
 Tegeltillverkning – HD-cyklon mot IOM MultiDust  
 Överensstämmelsen beror på typ av partiklar/ämne
  - kvarts:  $C_{IOM-MD}/C_{HD} \approx 1.0$
  - lera:  $C_{IOM-MD}/C_{HD} \approx 0.5$
- Marco, Correzola m.fl. (INAIL), IOHA 2010, Rom  
 Lab: Kvartssand – GS3 mot HD & CIP10-R
  - Stor skillnad mellan cyklonerna,  $C_{HD}/C_{GS3} \approx 3$
  - Liten skillnad mellan CIP10-R & GS3-cyklon,  $C_{GS3}/C_{CIP10-R} \approx 1.0$
 Arbetsplatser: Kvarts – GS3 mot HD
  - Signifikant skillnad mellan cyklonerna,  $C_{HD}/C_{GS3} \approx 1.3$

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm


**ITM**  
 Department of Applied Environmental Science

## Sammanfattning

- Det finns flera provtagare för både inhalerbart och respirabelt damm
- Problem att se upp med vid provtagning med IOM-provtagaren
- Vill man använda en annan än den vanliga provtagaren, bör man först göra en serie jämförande mätningar för att verifiera överensstämmelsen
- Vid stora koncentrationsgradienter är provtagarens placering mycket viktig

SYMF:s höstmöte 13-14 oktober 2010, Stockholm