

ARBETSMILJÖ FONDENS SAMMANFATTNINGAR

1421

Aerosolprovtagning med personburen utrustning

För innehållet i sammanfattningen svarar Anders Gudmundsson och Mats Bohgard, Avdelningen för arbetsmiljöteknik, LTH, Box 118, 221 00 Lund, tel 046-10 80 18.

Pnr 79-1930 Kemiska problemområden, allmänt (10)

December 1990

Bakgrund

För att fördjupa kunskaperna om de hälsoeffekter partikelformiga luftföroreningar har på människan är det viktigt att få detaljerade och tillförlitliga exponeringsdata. Dagens mätningar av partikelformiga luftföroreningar uppvisar ofta stora brister. Storheter som mäts med standardmetoder är ofta definierade med hjälp av provtagningsförfarandet. Detta innebär att mätningarna inte alltid avspeglar de fysikaliska parametrar hos aerosolen som är relevanta för en bedömning av den hälsorisk ifrågavarande aerosol är förknippad med.

För att korrekt kunna bedöma exponeringens storlek är det viktigt att provtagarens insamlingseffektivitet för partiklar med olika storlek, form och densitet vid olika luftströmningsförhållanden är välkänd. Med insamlingseffektiviteten menas förhållandet mellan partikelkoncentrationen i den luft som samlas in med provta-

garen och partikelkoncentrationen i den ostörda luften.

För luftburna partiklar större än $0,5 \mu\text{m}$ är partikelns aerodynamiska egenskaper avgörande för deponeringens storlek och fördelning i andningsvägarna. För att kunna jämföra partiklar med olika storlek, form och densitet används storheten aerodynamisk ekvivalent partikeldiameter, som är diametern hos den sfäriska partikel med densiteten 1 g/cm^3 som har samma aerodynamiska egenskaper som den aktuella partikeln. Storheten aerodynamisk ekvivalent partikeldiameter benämns i fortsättningen aerodynamisk diameter.

Målsättning

Syftet med föreliggande arbete har varit att utarbeta metodik och utveckla en experimentuppställning för detaljerade studier av hur insamlingseffektiviteten för personbu-

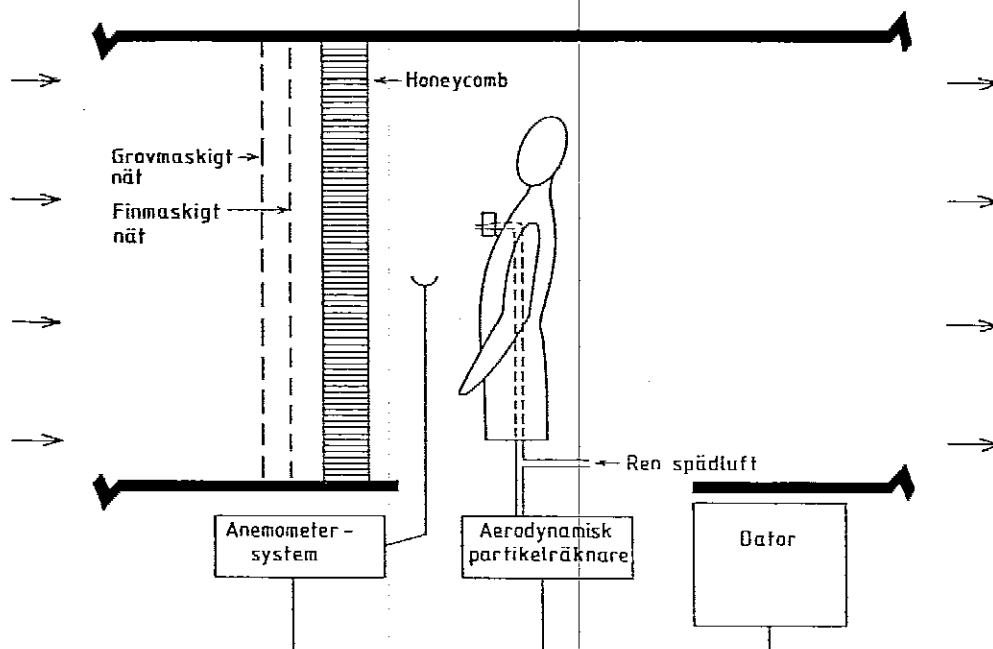
ren provtagning av partikelformiga luftföreningar beror av olika parametrar. De parametrar som skall kunna studeras är partiklarnas aerodynamiska diameter, luftströmningens medelhastighet och turbulensgrad, provtagarens orientering relativt luftströmmens riktning samt provtagarens placering och utformning vad gäller insugsmunstycke och luftflöde.

Experimentuppställning och metodik

Experimentuppställningen består av vindtunnel, partikelgenereringssystem, provdocka samt instrument för registrering av partiklar och mätning av lufthastighet, se figur 1. I vindtunnels testsektion där experimenten utförs är tvärsnittsarean 11 m^2 och lufthastigheter från $0,2 \text{ m/s}$ till $2,8 \text{ m/s}$ kan erhållas. För att få en jämn hastighetsprofil över tvärsnittet har metallnät och en skiva, perforerad med kanaler med bikastruktur, en sk honeycomb, placerats framför testsektionen.

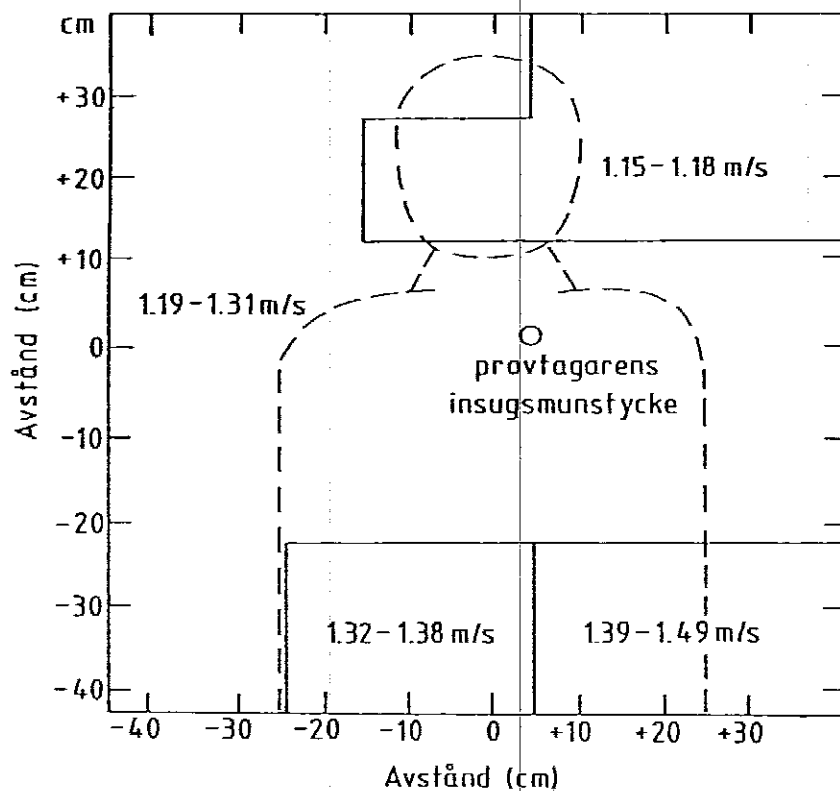
En aerosol innehållande partiklar i ett brett storleksintervall genereras. Partikelkoncentrationen för partiklar med en aerodynamisk diameter från $0,5 \mu\text{m}$ till $30 \mu\text{m}$ registreras med ett storleksuppdelande och direktvisande instrument, vilket i fortsättningen benämns APS-instrumentet (APS = Aerodynamic Particle Sizer). Luftströmningen studeras med ett anemometersystem som mäter luftströmningens medelhastighet och turbulensgrad. Turbulensgraden är ett mått på variationen i lufthastigheten kring dess medelvärde.

Insamlingseffektiviteten för personburen provtagning bestäms genom att jämföra den uppmätta partikelstorleksfördelningen från insamling av personburen provtagare monterad på en provdocka exponerad i vindtunneln med partikelstorleksfördelningen från isokinetisk insamling med tunnväggig prob. Vid isokinetisk provtagning insamlas aerosol med minimal avvikelse från aerosolen utanför den tunnväggiga proben avseende koncentrationen för varje partikelstorlek. För att erhålla isokinetisk insamling skall



Figur 1. Skiss över testsektionen med provdocka och mätutrustning. De insamlade partiklarna transporteras i ett kopparrör ner genom provdockan till APS-instrumentet där de registreras. Genom att ändra andelen spädluft kan provtagningsflödet varieras. Med anemometersystemet mäts luftström-

ningens medelhastighet och turbulensgrad. Mätvärdesinsamlingen med APS-instrumentet och anemometersystemet och tillhörande lagring och databearbetning görs med persondator. Metallnäten och "honeycomben" påverkar lufthastighetsprofilen och turbulensgraden i testsektionen.



Figur 2. Lufthastighetsprofilen för vindtunnelns testsektion. Den streckade linjen visar

var provdockan är placerad när experiment med personburen provtagning görs.

luftströmmen påverkas så lite som möjligt. Påverkan minimeras då insamlingsprobens öppning 1) är tunnväggig, 2) hålls parallell med luftriktningen och 3) då lufthastigheten i öppningen är lika stor som i den ostörda omgivande luftmassan.

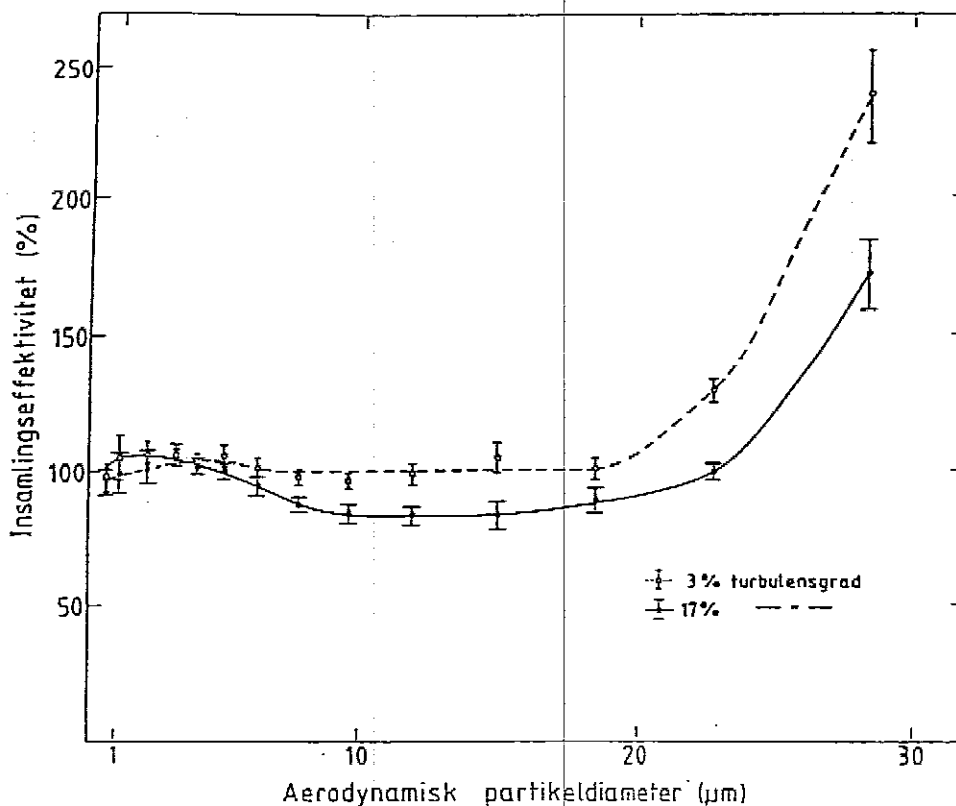
Resultat

Genom att en aerosol innehållande partiklar med ett brett storleksintervall genereras, den insamlade aerosolens partikelstorleksfördelning mäts med ett partikelstorleksuppdelande och direktvisande instrument och all insamling och databearbetning är datorbaserad, kan snabba mätningar av insamlingseffektiviteten som funktion av de olika parametrarna göras. Mättiden för varje partikelstorleksfördelning är ungefär 5 minuter. De parametrar som kan studeras är partiklarnas aerodynamiska diameter, luftströmningens medelhastighet och turbulensgrad, provdockans/provtagarens orientering relativt luftströmmens riktning samt provtagarens placering

och utformning vad gäller insugsmunstycke och luftflöde.

Vindtunnelns testsektion har karakteriserats med avseende på luftströmningen och partikelkoncentrationen. Lufthastighetsprofilen har mätts för ett tvärsnitt i testsektionen utan provdocka, se figur 2. Vid medellufthastigheten 1,25 m/s har största delen av tvärsnittet en lufthastighet som ligger inom intervallet 1,19–1,31 m/s ($\pm 5\%$).

Partikelkoncentrationen har mätts i 27 mätpunkter för övre halvan av tvärsnittet i testsektionen. Partikelkoncentrationen har mätts för partiklar med en aerodynamisk diameter mellan $0,5 \mu\text{m}$ och $30 \mu\text{m}$ och partiklarna har insamlats under isokinetiska förhållanden med tunnväggig prob. För partiklar med en aerodynamisk diameter mindre än $11 \mu\text{m}$ har största delen av tvärsnittet en partikelkoncentration inom $\pm 10\%$. För partiklar större än $11 \mu\text{m}$ är partikelkoncentrationen ojämnt fördelad över tvärsnittet. Partikelkoncentrationen mitt för provdockan är cirka 100% högre



Figur 3. Insamlingseffektiviteten som funktion av den aerodynamiska partikeldiametern när provdockan är vänd rakt mot luftströmmen. Luftströmmens medelhastighet är 1,25 m/s.

— medelvärdet för insamlingseffektiviteten

och fördelningens standardavvikelse vid 3% turbulensgrad

— medelvärdet för insamlingseffektiviteten och fördelningens standardavvikelse vid 17% turbulensgrad

än partikelkoncentrationen längre ut mot vindtunnelväggarna.

Exempel på mätningar i vindtunneln

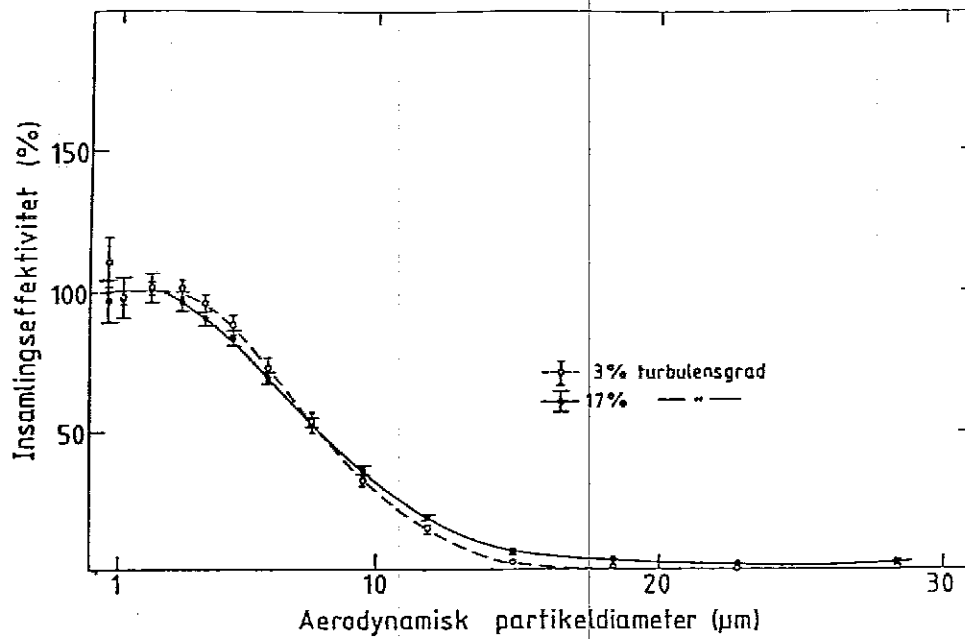
Insamlingseffektiviteten för en personburen provtagare har mätts. Provtagningsflödet har varit 2,5 l/min. Försöken har gjorts med en medellufthastighet på 1,25 m/s och vid 3% respektive 17% turbulensgrad. Vid isokinetisk insamling har en tunnväggig insamlingsprob med öppningsdiameter 6,5 mm använts.

När provdockan är vänd rakt mot luftströmmen ökar insamlingseffektiviteten med partikelstorleken för partiklar större än 20 µm, se figur 3. Då vinkeln är 90° mellan provdockan och luftströmmens riktning minskar insamlingseffektiviteten

snabbt för partiklar större än 5 µm, se figur 4. Vid provtagning med den personburna provtagaren vänd rakt mot luftströmmen är insamlingseffektiviteten mindre för partiklar större än 8 µm vid en luftströmning med 17% turbulensgrad än vid 3% turbulensgrad. När vinkeln mellan provdockan och luftströmmens riktning är 90° och turbulensgradens storlek ändras från 3% till 17% kan ingen skillnad i insamlingseffektiviteten observeras.

Rapporten

Metodik för karakterisering i vindtunnel av aerosolprovtagning med personburen utrustning (26 sidor) kan beställas från Lunds tekniska högskola, avd för Arbetsmiljöteknik, Box 118, 221 00 Lund, tel 046-10 80 18.



Figur 4. Insamlingseffektiviteten som funktion av den aerodynamiska partikeldiametern när vinkeln mellan provdockan och luftströmmens riktning är 90°. Luftströmmens medelhastighet är 1,25 m/s.
 —+— medelvärdet för insamlingseffektiviteten

och fördelningens standardavvikelse vid 3% turbulensgrad
 —+— medelvärdet för insamlingseffektiviteten och fördelningens standardavvikelse vid 17% turbulensgrad

Arbetsmiljööfonden

Box 1122, 111 81 Stockholm
Tel 08-796 47 00 (vx)