



# LUND UNIVERSITY

## Aerosolfysik vid institutionen för Kärnfysik i Lund

Hansson, Hans-Christen; Malmqvist, Klas; Johansson, Gerd; Lannefors, Hans

1979

[Link to publication](#)

### *Citation for published version (APA):*

Hansson, H.-C., Malmqvist, K., Johansson, G., & Lannefors, H. (1979). *Aerosolfysik vid institutionen för Kärnfysik i Lund*. Artikel presenterad vid Symposiet "Aerosolforskning i Sverige", Stockholm, Sverige.

*Total number of authors:*

4

### **General rights**

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

# AEROSOLFYSIK VID INSTITUTIONEN FÖR KÄRNFYSIK I LUND

Sammanfattning av föredrag vid symposium  
Aerosolforskning i Sverige  
Stockholm , 15 okt 1979

Föredrag framförda för PIXE-gruppen i Lund av följande personer:  
Hans-Christen Hansson, Klas Malmqvist, Gerd Johansson och Hans Lannefors  
Institutionen för kärnfysik , Lunds Tekniska Högskola,  
Sölvegatan 14 , 223 62 LUND

## Använda aerosolinsamlare. Egenskaper och funktioner.

Kaskadimpaktorer är mycket använda vid aerosolmätningar i olika miljöer. Kanske de mest använda för en aerosol i olika partikelstorleksklasser efter aerodynamisk diameter. Vi utnyttjar en 6-stegs kaskadimpaktor (Batelle, single-orifice) med efterföljande totalfilter. Cut-off diametrar är 8,4,2,1,0.5,0.25  $\mu\text{m}$ .

Vid brukandet av en sådan insamlare är det viktigt att veta vilka parametrar som påverkar dess insamlingseffektivitet. Denna är inte enbart en funktion av Stokes tal. Även t.ex. förhållanden mellan geometriska storheter inom impaktorn och Reynolds tal för luftströmmen i impaktorn påverkar effektiviteten (1).

S.k. väggförluster är en annan parameter som i hög grad är beroende av impaktorns geometriska utförande.

Beläggningar på impaktionsytan brukar oftast vara av något "kladdigt" material för att öka vidhäftningsförmågan och därmed förhindra s.k. "bounce-off". Beläggningar kommer därmed endast i kontakt med första lagret av impakterande partiklar. Sedan kommer vidhäftning att bero på adhesionskrafterna mellan partiklarna (2).

Sammanfattningsvis kan sägas att impaktorn är ett känsligt instrument, som inte går att konstruera med exakta cut-off diametrar. Varje typ av impaktor måste därför kalibreras.

Största delen av aerosolinsamling i olika miljöer sker på filter av skilda slag. De två mest vanliga filtertyperna vi använder är Millipore och Nuclepore filter. Dessa båda är membranfilter, men av olika typer. Millipore är relativt tjockt, ganska sprött men högeffektivt. Nucleporefiltret är ett tunt, mycket tåligt filter, men väldigt beroende av sughastighet och pordiameter (3). Detta kan dock utnyttjas om två filter kopplas i serie. Första filtret med grov pordiameter samlar grovfraktionen, medan finfraktionen hamnar på efterföljande finporiga filter (4).

Nucleporefiltrets tålighet medger att man flyttar ett sugmunstycke längs ett filter. Därmed kan man samla in flera prov på ett och samma filter.

Slutligen måste påpekas att bästa möjliga effektivitet uppnås endast om lämpliga insamlingsparametrar noga kontrolleras. Detta gäller även vid förhållandevis enkla filtermetoder.

## Tester, kalibreringar och utveckling av aerosolinsamlare

Då nya insamlare skall tas i bruk eller då äldre på något sätt modifieras är det nödvändigt att testa och kalibrera dem för att övertyga sig om funktionen.

För Battelleimpaktorn, som beskrivits ovan, är åtminstone en kalibrering utförd (ref 5). Vi har modifierat den samt provat olika beläggningar på insamlingsplattorna. Ett försök till kalibrering av impaktorn har därför påbörjats tillsammans med Klas Philipsson: Monodispersa aerosoler produceras med en spinning-disc. En storlek i taget får passera impaktorn var-efter varje steg i impaktorn fotograferas i mikroskop. Partiklarna räknas därefter manuellt.

Vi har vid olika tillämpningar haft problem med överbelastning av impaktorsteg i Battelleimpaktorn. Det ger upphov till bounce-off, väggförluster samt felaktiga storleksfördelningar. Ett alltför tjockt prov stör dessutom PIXE-analysen (se nedan).

Steg 4 och 5 (cut-off diam 0.5 resp. 0.25  $\mu\text{m}$ ) har modifierats i en Battelleimpaktor så att insamlingsplattan snurrar excentriskt. Provet samlas då upp som en ring och sprids alltså på en mycket större area. Vid parallellkörning av en vanlig och en modifierad impaktor har förluster på omkring 65% uppmätts på den vanliga impaktorns steg 5.

Vid studier av t.ex. svetsrök är man intresserad av att fraktionera även partiklar under 0.25  $\mu\text{m}$  vilket inte är möjligt med Battelleimpaktorn. Genom att använda impaktorer som arbetar vid sänkt tryck är emellertid detta möjligt. Förra året (1978) publicerades en kalibrering av en lågtrycksimpaktor utvecklad från en Battelleimpaktor (ref 6, 7). En sådan har satts samman i vårt laboratorium enl. specifikationerna. Parallellkörning mot en vanlig Battelleimpaktor har gjorts. Resultaten antyder att det sker stora förluster av de små partiklarna i lågtrycksimpaktorn.

Med stöd från ASF har vi just påbörjat ett projekt som syftar till att utveckla en bärbar , kontinuerlig tvåfraktionsinsamlare för aerosoler,främst i arbetsmiljön.

Aerosolen får passera ett impaktorsteg, där de större partiklarna avskiljs på ett plastfolium. Resten av aerosolen går vidare och samlas upp på ett nucleporefilter. En insamling på detta sätt sker under t.ex. 15 min (takgränsvärden i arbetsmiljön definieras under 15 min), varefter en stegmotor flyttar foliet/filtret ett litet stycke och én ny insamling påbörjas. Analys sker med PIXE-metoden av folium och filter.

Kalibrering av filtersteget är nödvändig då vi avser använda nucleporefilter,vars effektivitet är svårberäknad.. En elektrisk mobilitetsanalysator (Electrical Classifier,TSI) skall användas för kalibrering.

## Kombinationen insamlare - PIXE-analys i arbetsmiljö.

### PIXE-analys:

För grundämnesanalys av aerosolprov används huvudsakligen PIXE-metoden ( PIXE - Particle Induced X-ray Emission ). Denna bygger på principen att när laddade partiklar, i vårt fall protoner, får träffa provet är sannolikheten stor att röntgenstrålning emitteras. Röntgenstrålningens energi beror av från vilket grundämne det härrör. Genom att bestämma antalet röntgenkvanta och dess energi kan absolutmängden av olika grundämnen beräknas.

Metoden är en multielementmetod ( kvantitativ för alla grundämnen tyngre än fosfor ). Denna egenskap tillsammans med de korta analystiderna (1 - 5 minuter) gör den dessutom billig i jämförelse med andra metoder. Detektionsgränserna ligger i storleksordningen ng för en rutinanalys. Metoden klarar att analysera små provmängder. Detta gör det möjligt att använda små, bärbara provinsamlare med god tidsupplösning. Ett typiskt bra prov för PIXE-analys är 10 µg fördelat på några mm<sup>2</sup>.

Samtidigt med PIXE-analys kan kärnfysikaliska reaktioner användas för att analysera lättare ämnen i provet. Vi bestämmer t.ex. mängden fluor i våra prov genom att detektera γ-strålning.

### Arbetsmiljöprojekt:

Vid vår institution pågår för närvarande med stöd av ASF två aerosolprojekt med anknytning till arbetsmiljö. Det ena undersöker svetsrök från olika svetsmetoder alstrad under laboratoriemässiga förhållanden. I det andra projektet bestäms sammansättningen av aerosol som bildas vid termisk sprutning.

För undersökning av svetsrök har en speciell provtagnings-

kammare konstruerats. Svetsningen i denna sker antingen manuellt eller automatiskt. All rök samlas med hjälp av en fläkt upp på ett stort glasfiberfilter (diameter 30 cm). Detta vägs för att bestämma totalmängden rök. Prov på röken tas även med milliporefilter och med modifierad Battelleimpaktor (se ovan). Milliporefiltren analyseras efter vägning med PIXE-metoden och fluor-analys. På vissa filter bestäms även mängden lösligt respektive olösligt Cr(VI) med hjälp av kombinationen ESCA-, PIXE-, TEM- och DPC-analys.

Från impaktorn erhålls information om de olika grundämnenas partikelstorleksfördelning. Analysen utförs även i detta fall med PIXE-analys. För varje svetsmetod varierar parametrar som ström, spänning och elektroddiameter.

Undersökningen av röken från termisk sprutning har utförts på en mindre industri. Mätningar har utförts för sprutmetoder vars rök bl.a. innehåller krom och nickel. För att bestämma storleksfördelningen, elementsammansättningen och mängden Cr(VI) har vi tillämpat samma analysmetodik som i svetsröksprojektet. Insamlingen av röken har skett med modifierad Battelleimpaktor, milliporefilter och casella-cykloner. Som exempel på resultat kan nämnas att större delen av aerosolmassan för de undersökta metoderna finns på partiklar med diameter mindre än 0.5  $\mu\text{m}$ .

I en andra del av projektet undersöks mängden krom och nickel i urinprov från arbetare sysselsatta med termisk sprutning. Expositionen för dessa metaller mätes samtidigt med hjälp av bärbar insamlingsapparat.



## Kombination insamlare - PIXE-analys i den yttre miljön

PIXE-analystekniken har avsevärt ökat potentialen för studier av metaller på luftburna partiklar i den yttre miljön. Detta beroende på förbättrad tids- och storleksupplösning samt möjligheten att bedriva större projekt till en rimlig kostnad. Analysteknikens multielementkaraktär gör denna även lämpad för luftkvalitesövervakning.

PIXE-tekniken kan kombineras med olika typer av provtagare lämpade för studier i den yttre miljön. Lägsta detekterbara mängd (LDM) beror förutom av analysteknikens detektionsgränser även av tjocklek och renhet av det substrat som provet ligger på (filter eller impaktionsyta). LDM ligger för de ämnen vi analyserar (tyngre än fosfor) mellan 0,1 och 10  $\mu\text{g}$  absolut. Vanligtvis förmår vi kvantifiera 10-15 grundämnen t.ex. S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br och Pb i ett aerosolprov i den yttre miljön. I urban miljö kan vi ibland kvantifiera ytterligare något ämne t.ex. As och Sn medan i rural miljö ofta några antropogent emitterade ämnen faller under LDM.

Totalfilter (Millipore eller Nuclepore) är den i kombination med PIXE-analys klart vanligaste provinsamlingsmetoden. Använda provtagningstider varierar från fåtal timmar till något dygn i den yttre miljön. En ofta vald strategi bland hälsovårdsnämnder och liknande instanser är 24 timmars provtagning.

Förbättrad tidsupplösning i kombination med förenklad provtagning erhålles då en s.k. streaker (kontinuerlig filterprovtagare) användes. En tidsupplösning om 2-3 timmar (under en veckas automatisk provtagning) kan uppnås i den yttre miljön. Dock erhålles information om färre ämnen än de ovan nämnda, speciellt i rural miljö.

Kombinationen streaker - PIXE-analys har använts vid en studie i Sandhammaren på Skånes sydkust. Vi kan här följa koncentrationsförändringar då fronter följda av nya luftmassor passerar provtagningsplatsen. T.ex. höjs kraftigt S-koncentrationen (ibland även Ca, Fe, Zn och Pb-koncentrationerna) precis då en front åtföljd av luftmassor söderifrån passerat för att sedan (samma luftmassa) sjunka något till en fortfarande hög nivå.

Ökad information om grundämenas partikelstorleksfördelning erhålles vid användning av en s.k. kaskadimpaktor. Lämplig provtagningstid i den yttre miljön är 6-24 timmar. Information erhålles då om ett tiotal ämnen på vardera steg.

Provtagning vart tredje dygn under ett år har utförts i ett projekt stött av SNV. Klassificering av proven efter luftmassans historia visar att submyfraktionen av några kända antropogent emitterade ämnen är kraftigt beroende av luftmassans historia. Svavel, koppar, zink och blyhalten är t.ex. 5-10 gånger högre i luftmassor från söder än från norr.

I ett samarbetsprojekt med Lennart Granat, MISU, styrs bl.a. kaskadimpaktorn av en integrerande nephelometer, vilken startar och stoppar provtagningen då partikelkoncentrationen över- eller understiger förinställda värden. Den kemiska sammansättningen av extremet förorenade respektive rean luftmassor erhålles därvid. Då nephelometern är integrerande avslutas provtagningen när lämplig provmängd insamlats, vilket förhindrar överbelastning av kaskadimpaktorn. Projektet stödes av SNV.

## Referenser

1. V.A.Marple  
"A fundamental study of inertial impactors".  
Thesis
2. W.John, G.P.Reischl and J.J.Wesolowski  
"Size-selective monitoring techniques for particulate matter in California air".  
Final report, Interagency Agreement (ARB No A5-00487)
3. K.R.Spurny, J.P.Lodge, E.R.Frank and D.C.Sheesly  
"Aerosol Filtration by Means of Nuclepore Filters  
Structural and Filtration Properties".  
Env. Sci. Tec. 3:5:453, 1969
4. R.D.Parker, G.H.Buzzard, T.G.Dzubay and J.P.Bell  
"A Two Stage Respirable Aerosol Sampler Using Nuclepore  
Filters in Series".  
Atm. Env. vol 11, 617-621, 1977
5. D.B.Swartz, M,B.Denton and J.L.Moyers  
"On Calibrating of Cascade Impactors"  
American Industrial Hygiene Association Journal okt 1973
6. S.V.Hering, R.C.Flagan and S.K.Friedlander  
"Design and Evaluation of a New Low-Pressure Impactor, I".  
Env. Sci. Tec. 12:6, 1978
7. S.V.Hering, S.K.Friedlander, J.J.Collins and L.W.Richards  
"Design and Evaluation of a New Low-Pressure Impactor, II".  
Env. Sci. Tec. 13:2, 1979