



LUND UNIVERSITY

Kontinuerliga tvåfraktionsinsamlare för övervakning av partikulära luftföroreningar i arbetsmiljö

Bohgard, Mats; Malmqvist, Klas; Karlsson, Erik; Nilsson, Lars-Berne; Jensen, Preben; Hansson, Hans-Christen; Johansson, Gerd; Akselsson, Roland

1981

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Bohgard, M., Malmqvist, K., Karlsson, E., Nilsson, L.-B., Jensen, P., Hansson, H.-C., Johansson, G., & Akselsson, R. (1981). *Kontinuerliga tvåfraktionsinsamlare för övervakning av partikulära luftföroreningar i arbetsmiljö*. Programmet för teknisk hygien, Institutionen för kärnfysik, Lunds Tekniska Högskola.

Total number of authors:

8

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

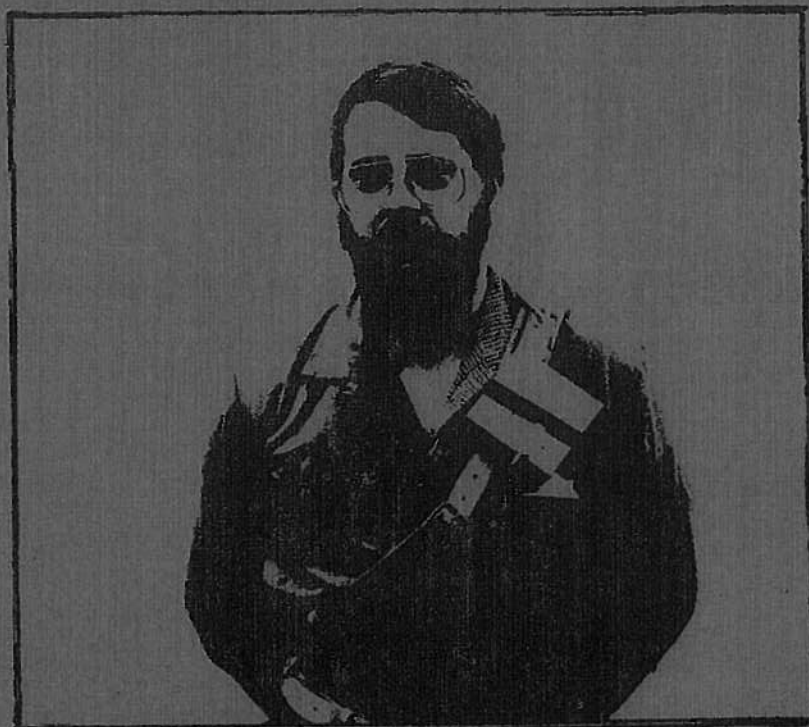
Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

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



KONTINUERLIGA TVÄRFRAKTIONSINSAMLARE FÖR ÖVERVAKNING AV
PARTIKULÄRA LUFTFÖRORENINGAR I ARBETSMILJÖ

Slutrapport för anslag Dnr 79/193, Arbetarskyddsfonden

Mats Bohgard, Klas Malmqvist, Erik Karlsson,
Lars-Berne Nilsson, Preben Jensen,
Hans-Christen Hansson, Gerd Johansson
och
Roland Akselsson

Dokumentutgivare
Inst: för kärnfysik, Lunds
Handläggare Tekniska Högskola
Mats Bohgard
Författare

Dokumentnamn
Rapport
Utgivningsdatum
1981-11-05

Dokumentbeteckning
LUTFD2/(TFKF-3031)/
Ärendebeteckning (1-23)/(1981
ASF Dnr 79/193

Mats Bohgard, Klas Malmqvist, Erik Karlsson,
Lars-Berne Nilsson, Preben Jensen,
Hans-Christen Hansson, Gerd Johansson
och Roland Akselsson

Arbeterskyddsfonden

Dokumenttitel och undertitel

Kontinuerliga tvåfraktionsinsamlare för övervakning av partikulära luftföroreningar
i arbetsmiljö

Referat (sammandrag)

Rapporten beskriver prototyper av kontinuerliga tvåfraktionsinsamlare för övervakning av partikulära luftföroreningar i arbetsmiljö som har konstruerats. En prototyp är personburen och ger möjligheter till insamling av två partikelstorleksfraktioner i 18 diskreta intervall.

PIXE-metoden (analys med partikelinducerad röntgenstrålning) används för multi-elementanalys av de erhållna proven. Även med mycket korta insamlingstider, ner till 5 minuter, blir detektionsgränserna för de flesta element av yrkeshygieniskt intresse väsentligt lägre än sina respektive hygieniska gränsvärden.

Rapporten inkluderar resultat från en enkel fältmätning som utgör ett exempel på de möjligheter den personburna provtagaren ger för yrkeshygieniska mätningar och undersökningar.

Referat skrivet av

Författarna
Förslag till ytterligare nyckelord

Arbetsmiljö, Aerosoler, Personburen provtagning, PIXE

Klassifikationssystem och -klass(er)

Indextermer (ange källa)

Omfång
23 sidor
Språk

Ovriga bibliografiska uppgifter

Sekretessuppgifter

ISSN

ISSN

Dokumentet kan erhållas från
Programmet för teknisk hygien,
Institutionen för kärnfysik,
Sölvegatan 14, 223 62 LUND

Mottagarens uppgifter

Pris

Blankett LU 11:25 1976-07

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

- 1 SAMMANFATTNING
- 2 INLEDNING
- 3 PROVTAGARNAS KONSTRUKTION
- 4 FILTRERINGSSTEGET
- 5 MULTIELEMENTANALYS
- 6 RESULTAT FRÅN EN FÄLTMÄTNING
- 7 VIDAREUTVECKLING AV PROVTAGARE OCH ANALYSSYSTEM
- 8 REFERENSER

1 SAMMANFATTNING

Två prototyper av kontinuerliga tvåfraktionssamlare för övervakning av partikulära luftföroreningar i arbetsmiljö har konstruerats. Den ena prototypen är personburen och ger möjligheter till insamling av två partikelstorleksfraktioner i 18 diskreta tidsintervall före provbyte. Den andra prototypen är avsedd för stationär provtagning och medger insamling av två partikelstorleksfraktioner i upp till 200 provtagningsintervall.

PIXE-metoden (analys med partikelinducerad röntgenstrålning) används för multielementanalys av de erhållna proven. Även med mycket korta insamlingstider (ner till 5 min.) blir detektionsgränserna, för de flesta element av yrkeshygieniskt intresse, väsentligt lägre än sina respektive hygieniska gränsvärden. Kort bestrålningstid vid PIXE-analysen (~ 10 s) skapar förutsättningar för att de erhållna proverna ska kunna analyseras med hög kapacitet och till låga kostnader.

Provtagarna avskiljer aerosolens grovfraktion genom impaktion mot folier och finfraktionen genom filtrering med aerosolfilter. Filtreringsstegets utformning har optimerats med avseende på provtagarens mekaniska konstruktion, luftflödet genom provtagaren och avskiljningsgraden av finfraktionen.

Rapporten inkluderar resultat från en enkel fältmätning som utgör ett exempel på de möjligheter de utvecklade provtagarna ger för yrkeshygieniska provtagningar och undersökningar.

Ett projekt (ASF dnr 81-0159) har påbörjats och avser vidareutveckling av provtagarna. Det fortsatta utvecklingsarbetet är inriktat på att göra den personburna provtagaren mindre, lättare och enklare att använda samt att utveckla ett effektivt analysystem för de prover som erhålls. Omfattande tester av insamlarnas egenskaper ska göras med hjälp av såväl laboratorie- som fältmätningar.

2 INLEDNING

Avsikten med projektet var att konstruera två prototyper av aerosolprovtagare med tids- och partikelstorleksfraktionering, avsedda för mätningar i arbetsmiljö. En personburen och en stationär version skulle konstrueras.

Partikelstorleken har betydelse för i vilket område i andningsvägarna inandade partiklar deponeras och därmed för arten och graden av förväntad hälsoeffekt. Den vanligaste metodiken, för provtagning med personburen utrustning med hänsyn tagen till partikelstorlek, är insamling på membranfilter efter avskiljning av stora partiklar ($\geq 5 \mu\text{m}$) med en s.k. cyklon. Denna insamlingsmetodik möjliggör analys av en fraktion med små partiklar ("respirabel fraktion"). De provtagare som har utvecklats inom ramen för detta projekt medger elementanalys av två partikelstorleksfraktioner. Avskiljningsgränsen är preliminärt satt till $5 \mu\text{m}$, men den kan enkelt ändras så att andra kriterier för storleksfraktionering uppfylls.

För närvarande finns inga kommersiellt tillgängliga personburna aerosolprovtagare som ger prover från korta tidsintervall för elementanalys. De speciella egenskaperna hos analysmetoden PIXE (analys med partikelinducerad röntgenstrålning, (ref. 1) har gjort det meningsfullt att konstruera en personburen provtagare som medger insamling i två fraktioner i ett antal tidsintervall med insamlingstider ner till ca 5 minuter i varje intervall. Insamling med den stationära provtagaren kan göras i ca 200 tidsintervall före provbyte och intervallens längd ska kunna förprogrammeras från några minuter och uppåt.

I projektprogrammet för föreliggande projekt angavs riktlinjer för vidareutveckling av provtagarna. Detta sker inom projektet "Vidareutveckling av kontinuerliga tvåfraktionsinsamlare för övervakning av partikulära luftföroreningar i arbetsmiljö" (ASF dnr 81-0159).

3 PROVTAGARNAS KONSTRUKTION

Den personburna provtagaren

Mekanisk konstruktion

Provtagarens utseende framgår ur figurerna 1-3. Den är i huvudsak tillverkad av aluminium och består väsentligen av två cirkulära skivor med diametern 84 mm. Skivorna är försedda med 18 st hål med diametern 8 mm. Dessa hål täckes av folie resp. filter då apparaten användes. Den ena skivan har dessutom 18 st mindre hål (1.8 mm). Dessa hål kontrollerar läsgaffelns utsignaler. De två skivorna är, tillsammans med ett snäckhjul, monterade på en gemensam axel som är kullagrade i stommen. Stommen utgör också apparatlåda, som även innehåller motor med snäckskruv, munstycke och läsgaffel. Skivorna stegas fram med hjälp av motorn och snäckväxeln.

Provtagarens tekniska data:

Provtagarens vikt: 520 gram

Provtagarens mått: 108 x 96 x 40 mm

Snäckhjulets kuggantal: 100

Snäckskruvens ingångar: 1

Snäckväxelns utväxling: 100:1

Motorns data:

Drivspänning: 9 V DC

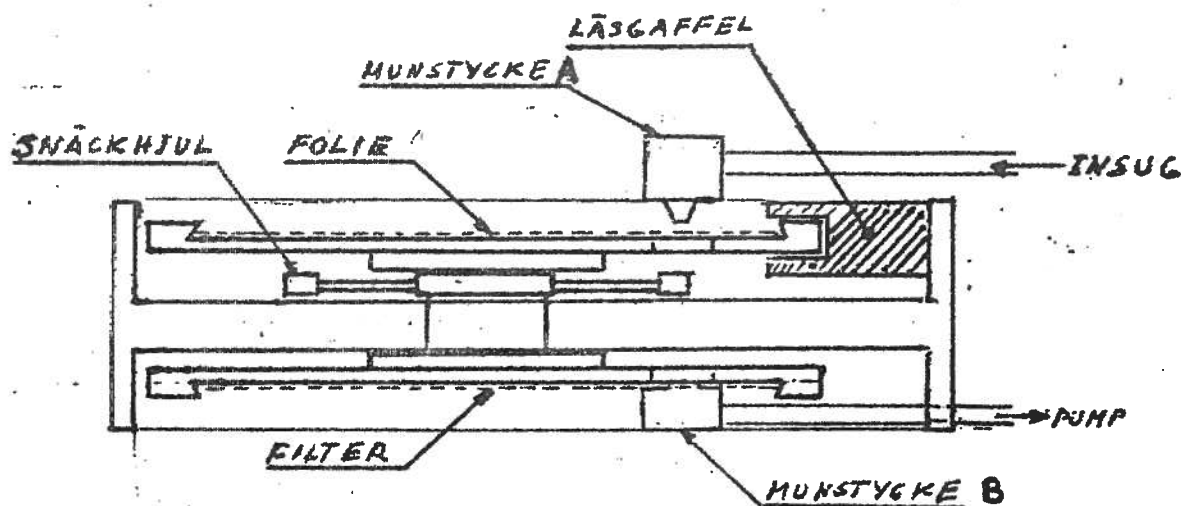
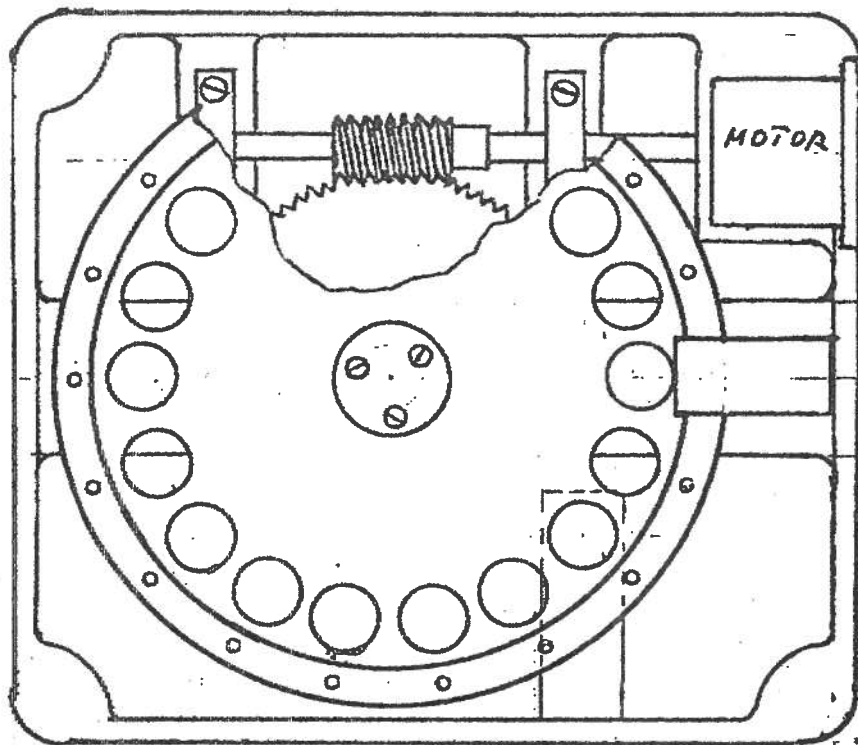
Varvtal: ca 6000 r/min

Vridmoment: 0.3 mNm

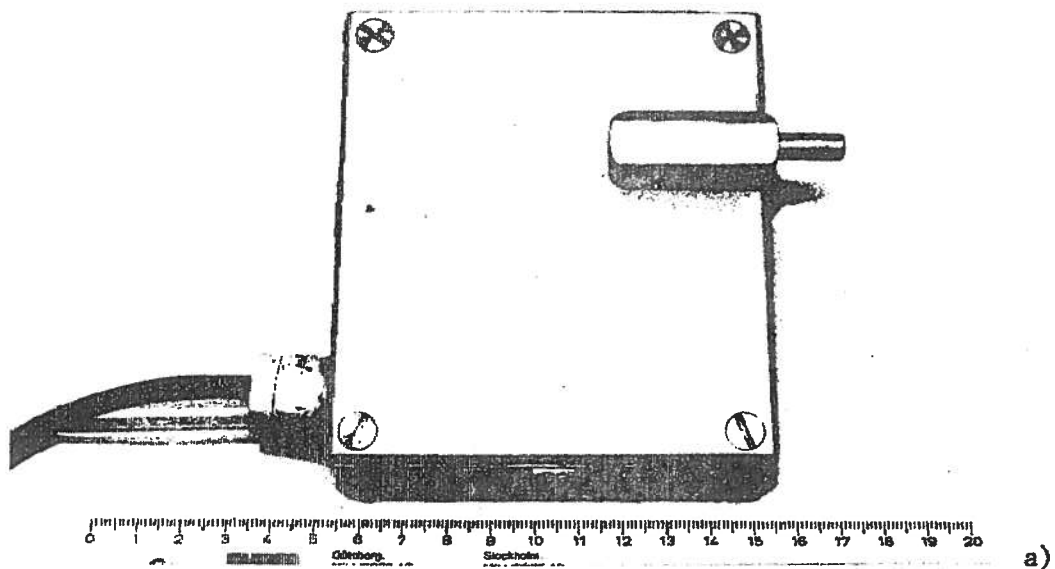
Strömförbrukning: ca 40 mA

Mått: $\phi 19$ x 15 mm.

Luftströmmen passerar genom det övre munstycket (se fig. 1) som är placerat på ett justerbart avstånd från ett folie. På detta folie fastnar de större partiklarna. De små partiklarna följer luftströmmen runt skivans kant och vidare mot filtret där de avskiljs.

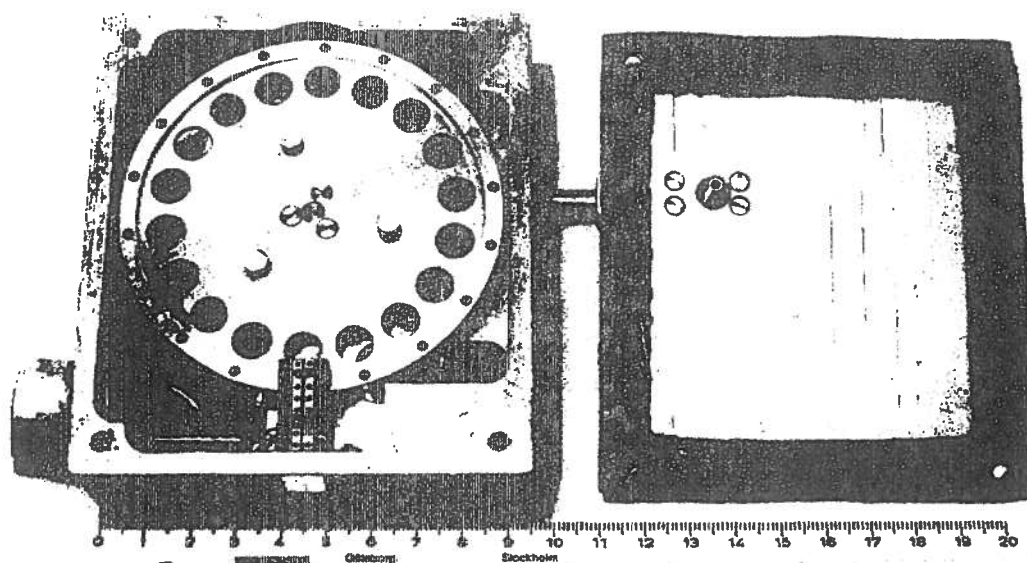


Figur 1: Skiss av den personburna prototypen. Luft sugas in genom insuget och passerar in i provtagaren genom munstycket A. Då luftströmmen avböjs mot foliet deponeras de grövre partiklarna på detta, medan de små partiklarna följer luftströmmen och avskiljs i filtret då luften sugas in i munstycke B. Detta munstycke sluter tätt mot filtret. Efter ett provtagningsintervall aktiveras motorn och vrider de båda provskivorna en bestämd vinkel så att provtagning i nästa intervall sker på nya oexponerade folie- resp. filterareor.

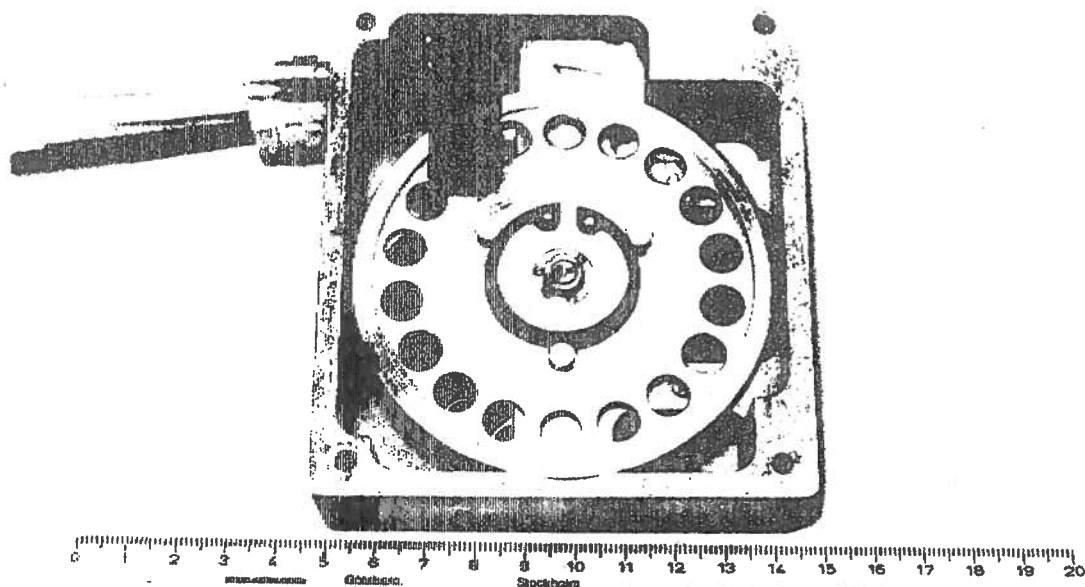


Figur 2 a) Den personburna prototypens yttre utformning.

b) Ett exempel på hur provtagaren kan bäras. Pump och styr-
elektronik fästs i kopplets midjerem.



a)



b)

Figur 3 Den personburna provtagaren med avtagna lock.

- a) Provskivan för insamling av grovfraktion är vänd uppåt. Impaktionsmunstycket är fastsatt i locket.
- b) Provskivan för insamling av finfraktionen är vänd uppåt. Filtreringsmunstycket syns i övre vänstra hörnet.

Provväxling

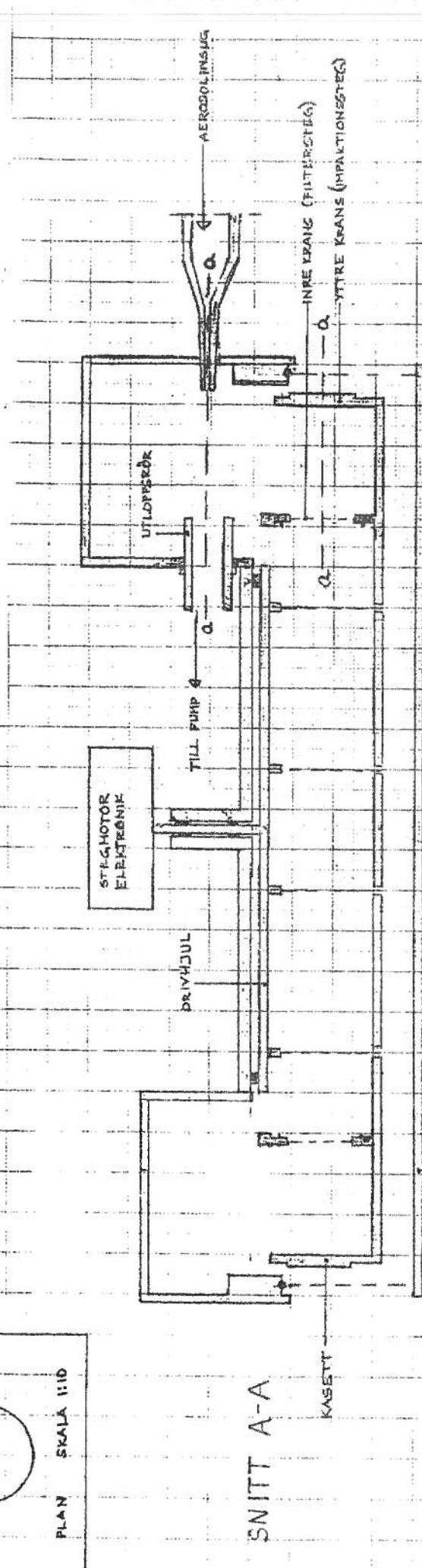
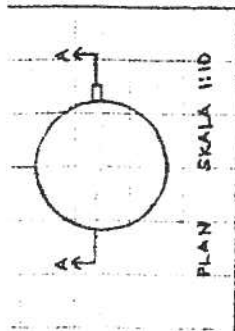
Provväxlingen kontrolleras av ett enkelt elektroniskt system, bestående av läsgaffel med förstärkare (T1) (se figur 4), en IC-krets (μA 2240), en s.k. DIP-omkopplare och ett drivsteg för motorn (T2 och T3). En väsentlig del av kontrollsystemet utgöres av IC-kretsen μA 2240. Denna krets kan generera en negativ puls med en varaktighet som bestämmes av RC-kretsen. Kretsen kan vidare, med hjälp av DIP-omkopplaren programmeras i 8 binära steg, så att varaktigheten av primärpulsens kan förlängas upp till 255 gånger i intervall motsvarande primärpulsens längd. I föreliggande fall är primärpulsens längd 10 s. Följdaktligen kan denna puls förlängas upp till 2550 sek i intervall om 10 sekunder. Om så skulle önskas, kan man förlänga eller förkorta primärpulsens genom ändring av RC, eller också utöka systemet med ytterligare en μA 2240.

Funktion

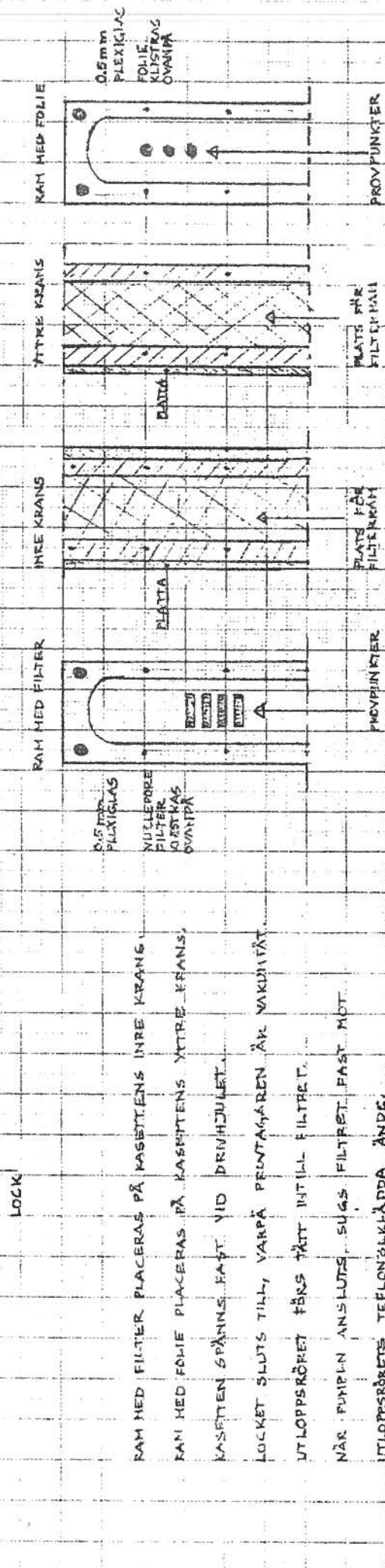
Då spänningen påkopplas startar provtagarens motor. Vridningen pågår tills ett av de små hålen befinner sig mitt i läsgaffeln. Läsgaffeln genererar då en triggpuls till IC-kretsen som åstadkommer en stoppuls till motorn. Motorn står stilla den tid som den är inställd på DIP-omkopplaren. Därefter sker vridning till nästa prov etc.

Den stationära provtagaren

Den stationära prototypens utformning framgår av figur 5. Principerna för tids- och partikelstorleksfraktionering är desamma som för den personburna prototypen. Provtagningsareorna är dock placerade längs mantelytorna av två koncentriska cylindrar, en cylinder för varje partikelstorleksfraktion. Den stationära provtagarens stora krökningsradie medger en sådan konstruktion, vilken innebär ett bättre utnyttjande av filtermaterialet och möjligheter till en enkel och smidig konstruktion av provväxlingsautomatik till analysystemet.



SNITT A-A



SKALA 1:2

Figur 5. Skiss av den stationära prototypen. Luft sugas in genom aerosolinslaget och de grövre partiklarna deponeras på ett folie fäst på yttre kransens mantel yta. Finfraktionen följer luftströmmen och avskiljs på ett filter som löper längs mantelytan av den inre kransen.

4 FILTRERINGSSTEGET

Valet av filter för avskiljning av finfraktionen var avgörande för provtagarnas konstruktion och hur väl de önskvärda egenskaperna hos dem kunde uppfyllas. Provtagarna skulle ges ett mekaniskt tillförlitligt utförande och möjliggöra provtagning i mycket korta tidsintervall (5-15 min.). Efterföljande multielementanalyser skulle kunna ske till låga kostnader med detektionsgränser som var låga i relation till gällande hygieniska gränsvärden för partikulära luftföroreningar. Samtidigt skulle den personburna versionen göras så liten och lätt som möjligt och kunna användas tillsammans med en personburen pump.

Följande faktorer påverkar och påverkas av filtervalet: mekanisk konstruktion, luftflöde genom provtagaren vid de tryckfall som kan erhållas med personburna pumpar, PIXE-analysens detektionsgränser vid bestrålning av filtret med de deponerade partiklarna samt insamlingseffektiviteten för små partiklar.

Mekanisk konstruktion

Från konstruktionssynpunkt är det en fördel om filtret sugas fast mot ett munstycke som är anslutet till en vakuumpump och om undertrycket i munstycket bibehålles vid byte av provtagningspunkt. En sådan lösning kräver ett elastiskt filter med hög mekanisk hållfasthet och jämn yta.

Luftflödet genom provtagarna

För att insamlingsareorna ska kunna vara små och så stor mängd aerosol som möjligt samlas in, måste luftflödet per ytenhet av filtret vara högt vid ett givet tryckfall. Filter med hög porositet och stor pordiameter uppfyller detta krav.

Detektionsgränser vid PIXE-analys

Vid PIXE-analysen bestrålas filtret med de insamlade partiklarna med protoner, varvid den karakteristiska röntgenstrålningen detekteras (ref 1). För att uppnå låga detektionsgränser bör intensiteten av den strålning, som

filtermattisen ger upphov till vara låg, så att låg intensitet av karakteristisk strålning från provets atomer ej döljs. Den störande strålningen från filtermattisen kan vara av tre slag:

- 1 Röntgenstrålning som uppkommer vid nedbromsning av protonerna och de sekundärelektroner som bildas vid protonernas nedbromsning. Denna s.k. bromsstrålning ger ett bakgrundskontinuum i det energispektrum som erhålls vid analysen.
- 2 Karakteristisk strålning från sådana element i filtermattisen (beståndsdelar och föroreningar) som man önskar analysera i provet.
- 3 Om filtret innehåller element med hög sannolikhet för protoninducerade kärnreaktioner som innebär emission av γ -strålning, kan denna strålning växelverka i röntgendetektorn med förhöjd bakgrundsnivå och distorsion av energispektrum som följd.

För att få så låg bakgrundsstrålning som möjligt bör filtret ha följande egenskaper:

- 1 Det bör vara tillverkat av element med låga atomnummer och ha så låga föroreningskoncentrationer av element med höga atomnummer som möjligt.
- 2 Det bör vara tunt för att bromsstrålningens intensitet ska bli låg.
- 3 Det får ej bestå av element som ger hög γ -strålningsemission på grund av protoninducerade kärnreaktioner. Fluor är ett sådant element varför filter tillverkade av teflon, trots andra fördelar, ej är lämpliga.

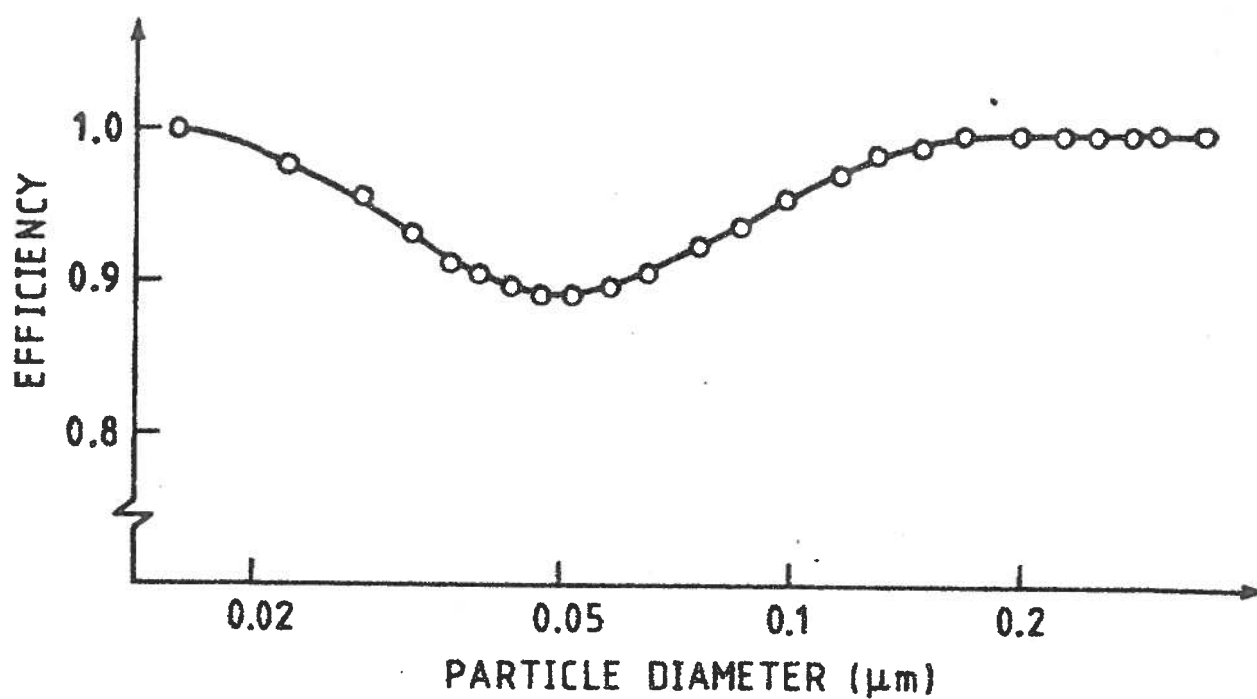
Val av filtertyp

Den typ av filter som bäst uppfyller kraven för mekanisk tillförlitlig konstruktion av provtagaren och låga detektionsgränser vid PIXE-analys är de polykarbonatfilter som tillverkas av Nuclepore Corp. (ref. 2). Dessa filter har hög mekanisk hållfasthet, är tunna ($10\text{ }\mu\text{m}$), består endast av elementen kol och väte och kan erhållas i en "analysversion" med låga föroreningshalter. Filter med pordiameter mellan $0.015\text{ }\mu\text{m}$ och $12\text{ }\mu\text{m}$ saluförs. Filtren med de

minsta pordiametrarna har hög insamlingseffektivitet för aerosoler, men lågt luftflöde per ytenhet för realistiska tryckfall över filtret. Stor pordiameter ger högt luftflöde, men effektiviteten för vissa partikelstorlekar blir låg. För ett optimalt utformat filtersteg krävs att ett så högt luftflöde per ytenhet som möjligt erhålls med bibehållen hög insamlingseffektivitet. Det är av stor betydelse att effektiviteten studeras som funktion av partiklarnas storlek eftersom finfraktionen av aerosoler i arbetsmiljöer kan bestå av partiklar i smala partikelstorleksintervall (ref. 3 och 4). Teoretiska beräkningar enligt modeller för filtreringsmekanismen hos Nucleporefilter (ref. 5) visar att endast filter med pordiameter av 0.1, 0.2 och 0.4 μm kan komma i fråga. Eftersom de teoretiska modellerna har visat sig underskatta filtreringseffektiviteten har det varit nödvändigt att utföra experimentella effektivitetsbestämningar för att uppnå optimalt utformade insamlare.

Experimentell bestämning av filtereffektiviteten

Experimentell bestämning av filtereffektiviteten har gjorts enligt teknik utarbetad av B.Y.H. Liu m.fl. (ref. 6). Submikrona partiklar har tillverkats med en aerosolgenerator (Collision Atomizer, TSI 3075) från CuSO_4 -lösningar av olika koncentrationer. Vi har valt ett metallsalt för att möjliggöra bestämning av massan av insamlade partiklar med PIXE. En monodispers aerosol har erhållits genom elektrostatisk klassificering (ref. 7) (Electrostatic classifier, TSI 3071) av den genererade aerosolen. Partiklarna har neutraliserats med avseende på elektrisk nettoladdning, genom att de har passerat ett β -strålande radioaktivt preparat (^{85}Kr). Partiklarna har detekterats genom att med en elektrometer mäta den laddning partiklarna bär efter det att de laddats unipolärt (Electrical Aerosol Analyzer, TSI 3030), (ref. 8). Figur 6 visar effektivitetens partikelstorleksberoende för Nucleporefilter med 0.4 μm pordiameter, med atmosfärstryck på ena sidan filtret och 150 mm Hg undertryck på andra sidan. Ett minimum (89%) erhålls vid 0.05 μm partikeldiameter. Den uppmätta effektiviteten gäller för oexponerat eller lågt belastat filter. Vid ökad beläggning ökar effektiviteten. Insamlingseffektiviteten är tillräcklig för mätningar med yrkeshygienisk signifikans.



Figur 6. Filtreringseffektiviteten för 0.4 μm Nucleporefilter som funktion av partikelstorleken vid 150 mm Hg tryckfall över filtret.

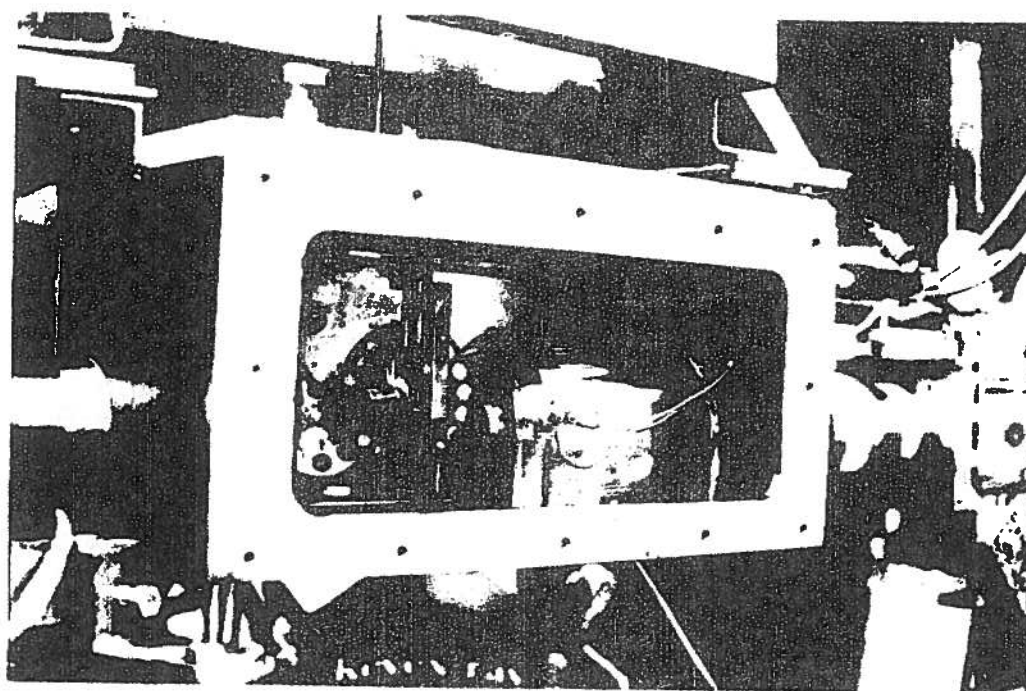
5 MULTIELEMENTANALYS

PIXE-analys av tids- och partikelstorleksfraktionerade aerosolprov från de provtagare som har utvecklats i projektet, innebär en samtidig bestämning av ett stort antal element med låga detektionsgränser jämfört med gällande hygieniska gränsvärden. För den stationära provtagaren finns en speciell analyskammare för automatiserad analys av konsekutiva provtagningsareor. För den personburna provtagaren har en manuell provväxlingsanordning konstruerats för att användas vid de tester som görs vid utvecklingen av provtagaren (fig. 7).

För att skapa möjligheter till en så enkel datorutvärdering som möjligt av de röntgenspektra som erhålls vid protonbestrålningen, har analysparametrarna fixerats så att en enhetlig analysrutin, för prover från varierande miljöer erhålls. Proverna bestrålas med protoner med energin 2.55 MeV. Protonernas strömtäthet har valts till 200 nA/cm som är den högsta protonintensiteten som kan användas utan att man riskerar att proverna skadas vid bestrålningen. Protonstrålens tvärsnittsdiаметer har valts till 4 mm så att den exponerade provarean helt omsluts av strålen. En röntgenabsorbator bestående av ett Mylarfolie med tjockleken 340 µm och med ett hål, som släpper igenom 1.7% av strålningen utan absorption, placeras mellan provet och analyskammarens detektor så att strålningsintensiteten, som når detektorn för kraftigt belastade prover, inte blir högre än vad detektorsystemets kapacitet tillåter. Bestrålningstiden per analyserad provarea har valts till 10 s. I speciella fall då man är intresserad av att analysera låga koncentrationer av element med relativt höga detektionsgränser, måste bestrålningstiden förlängas.

Tabell 1 visar detektionsgränser, som kan uppnås med ovan angivna analysparametrar, för ett antal element. I tabellen anges även motsvarande elementkoncentration i luft vid insamling med den personburna provtagaren (provtagningsflöde: 0.35 l/min, provtagnings-tid: 15 min) och för de element, för vilka det finns hygieniska gränsvärden har dessa angivits. Detektionsgränserna gäller för lågt belastade filter. Vid stor förekomst av ett grundämne i provet kan detektionsgränserna bli högre för andra element, vars karakteristiska strålning har komponenter med energi i närheten av detta grundämnets karakteristiska strålning.

Tillgång till effektiva datorprogram för utvärdering av röntgenspektra är av mycket stor betydelse för det totala analysystemets kapacitet och



Figur 7. Provskena monterad i den vakuumkammare i vilken protonbestrålningen sker vid PIXE-analys. Byte av bestrålad provarea kan göras från utsidan av kammaren.

Element	Detektionsgräns filter (ng)	Motsvarande luftkonc. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 15 min. provtag.	Hygieniskt gränsvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
svavel	68	13	
klor	56	11	
kalium	32	6	
kalcium	18	3	
titan	7	1	
vanadin	5	1	50
krom	8	2	20
mangan	3	0.5	2500
järn	2	0.3	3500
kobolt	2	0.3	50
nickel	2	0.4	500
koppar	3	0.5	200
zink	3	0.6	5000
gallium	4	0.7	
arsenik	6	1	50
brom	10	2	
rubidium	18	3	
strontium	22	4	
zirkonium	34	6	
niob	42	8	
molybden	55	10	
kadmium	230	44	20
antimon	495	94	500
bly	19	4	100

Tabell 1. Detektionsgränser för ett antal element vid rutinmässig PIXE-analys av lågbelastade Nucleporefilter med 10 s bestrålnings-tid. Motsvarande koncentrationer i luft är också angivna för insamling med den personburna insamlaren och hygieniska gränsvärden (enligt Arbetarskyddstyrelsens anvisningar nr 100 från 1978) för tillämpliga element.

analysresultatens kvalitet. Vid rutinmässiga PIXE-analyser i Lund, används ett datorprogram HEX (ref. 9 och 10), som ger resultat med noggrannhet och precision bättre än 5% för elementinnehåll i prov som analyseras i bestrålningskammaren för rutinanalyser. Detta program kan användas för ett stort antal kombinationer av analysparametrar och provtyper. För närvarande görs insamling av primärdata med en speciell insamlingsdator (Nuclear Data 6600) varefter de upptagna röntgenspektra läses in på magnetband. Sedan föres dessa spektra över till en större beräkningsdator (NORD-50/100) varvid programmet HEX anpassar en funktion, som beskriver såväl bakgrundsstrålning som röntgentoppar, till varje spektrum. Från röntgentopparnas storlekar kan massan av de i provet ingående grundämnena beräknas. Bearbetningen med HEX tar inklusive överföringstid till NORD-datorn, relativt lång tid (minuter) jämfört med de korta bestrålningstider som kan användas för proverna från provtagarna, varför den totala analyskapaciteten är begränsad. Det är önskvärt att kunna använda insamlingsdatorn vid utvärdering av spektrum. Detta är emellertid endast möjligt om mindre och snabbare program utvecklas.

Om proverna endast innehåller ett fåtal element, dvs få interfererande toppar, kan ett mycket förenklat analysprogram i insamlingsdatorn användas för snabba spektrumevalueringar. Analysresultaten kan då erhållas direkt efter bestrålningen av varje provarea.

Eftersom analysparametrarna (t.ex. använd absorbator och kollimator) har fixerats för analyserna av proverna från provtagarna och ett enhetligt provtagningssubstrat används vid aerosolinsamlingen, är det möjligt att betydligt förenkla analysprogrammet HEX genom att anpassa det till de aktuella parametrarna. Datoranalyserna kan då bli snabbare och programmet mindre, men ändå skulle mera komplicerade spektra kunna utvärderas. En sådan modifiering avses att göras inom projektet "Vidareutveckling av kontinuerliga tvåfraktionsinsamlare för övervakning av partikulära luftföroreningar i arnetsmiljö". Det är vårt mål att den modifierade versionen ska kunna bli så liten och snabb att den ska kunna rymmas i datainsamlingsdatorn, så att analysresultat kan erhållas i takt med bestrålningen av respektive provarea.

6 RESULTAT FRÅN EN FÄLTMÄTNING

En enkel fältmätning har utförts. Den personburna provtagaren användes för aerosolinsamling i en svetsares andningszon. Provtagningstiden per provarea

sattes till 320 s. Provtagningen pågick i 75 min och omfattade 14 tidsintervall. Rostfri svetsning och svetsning på låglegerad plåt utfördes omväxlande. De belagda elektroderna OK 48.00 och 832 SKR (rostfri elektrod) användes. Punktutsug användes endast under en del av provtagningstiden. I figur 8 redovisas resultaten för några element i den insamlade finfraktionen och tidpunkterna för svetsning med respektive elektrod.

Försöket visar hur halterna av olika element kan följas under arbetstiden med god tidsupplösning och hur emission av röken kan studeras i samband med pågående arbetsprocesser även om de är kortvariga. Karakterisering av svetsrök med avseende på elementinnehåll (ref 3) har visat att svetsning med OK 48.00 medför emission av stora mängder av järn och mangan, medan rostfri svetsning även medför emission av krom och nickel. Detta stämmer väl med resultaten enligt figur 8.

7 VIDAREUTVECKLING AV PROVTAGARE OCH ANALYSSYSTEM

Ytterligare utvecklingsarbete krävs för att provtagarna rutinemässigt ska kunna användas för yrkeshygieniska mätningar.

Den personburna provtagaren kan göras mindre och lättare. Den befintliga prototypen har ej givits minsta möjliga dimensioner för att underlätta utvecklingsarbetet och studiet av dess aerosolinsamlingssegenskaper. Filtersteget har optimerats med avseende på filtermaterial, luftflöde och filtreringseffektivitet, medan impaktionssteget har utformats med hjälp av teoretiska beräkningar. Experimentell bestämning av impaktionsstegets effektivitet och studier av insamlingsförluster återstår.

I föreliggande projekt har endast en enkel funktionstest i arbetsmiljö gjorts. För att uppnå hög tillförlitlighet hos provtagarna krävs omfattande tester i olika realistiska provtagningssituationer.

Proverna från den personburna provtagaren analyseras nu med hjälp av en manuell provväxlingsanordning och röntgenspektra utvärderas med ett onödigt stort och flexibelt datorprogram. Provväxlingsanordningen måste automatiseras och datorprogrammet behöver modifieras för att uppnå hög kapacitet hos analyssystemet.

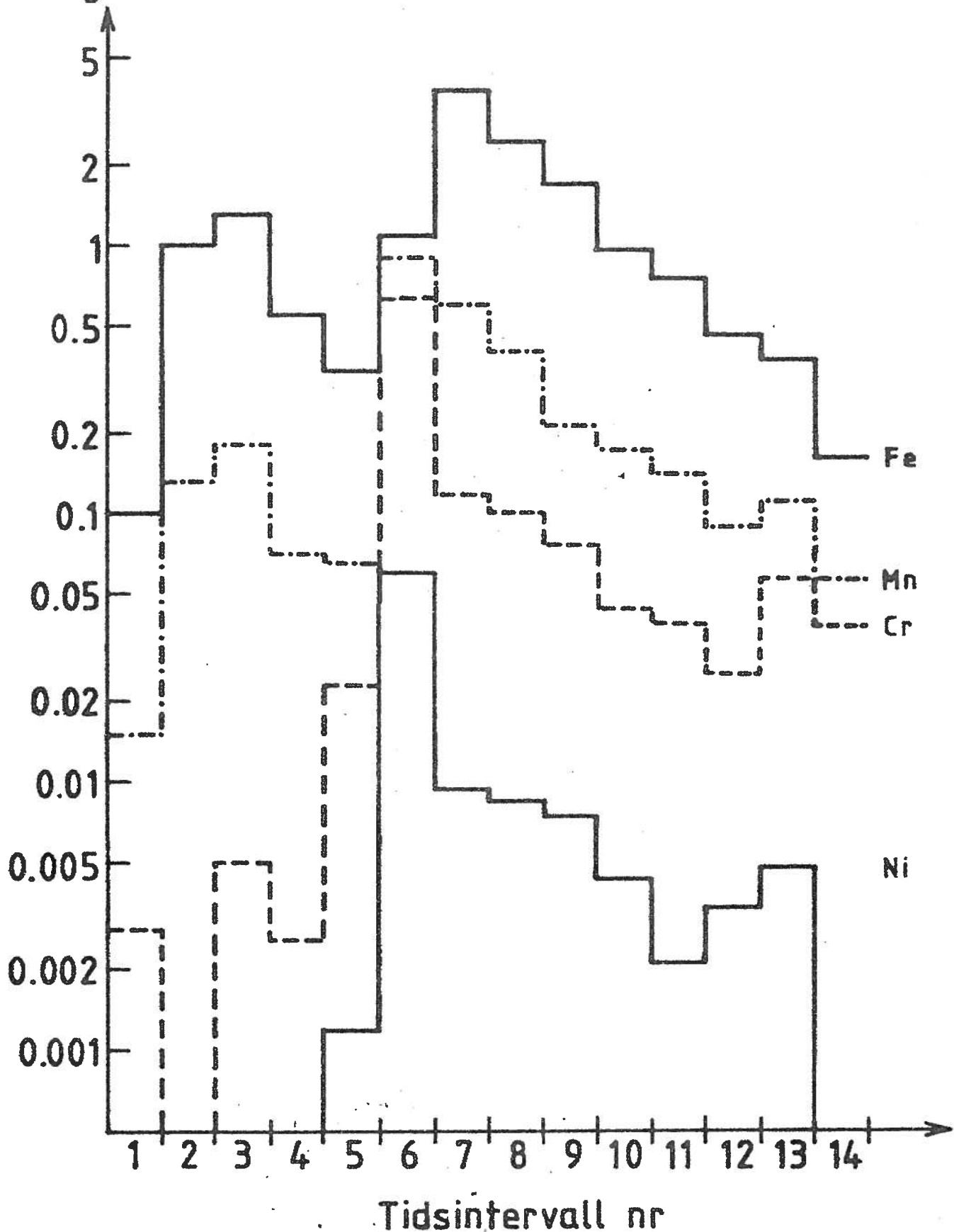
Vidare bör analysparametrarna ytterligare kunna optimeras. Kadmium är ett

svetsning med OK 48.00

svetsning med 832 SKR

Elementkonc.
mg/m³

punktutsug



Figur 8. Resultat från en mätning med den personburna provtagaren vid svetsningsarbete. Tidpunkter för svetsning med resp. elektrod och användning av punktutsug anges överst i figuren. Varje provtagningsintervall = 320 s. Resultaten gäller för finfraktionen.

hygieniskt viktigt element som ej kan analyseras, vid 10 s bestrålning, med detektionsgräns motsvarande det hygieniska gränsvärdet efter insamling med den personburna provtagaren i 15 minuter. Genom förlängning av bestrålningstiden eller ökning av protonenergin kan detektionsgränsen för kadmium sänkas.

Vidareutveckling enligt ovanstående riktlinjer sker inom ASF-projektet "Vidareutveckling av kontinuerliga tvåfraktionsinsamlare för övervakning av partikulära luftföroreningar i arbetsmiljö".

7. REFERENSER

1. PIXE-metoden för analys av arbetsmiljöaerosoler
G Johansson och K Malmqvist samt M Bohgard, L-E Carlsson och R Akselsson
Del 1 av slutrapport för ASF-projekt Dnr 74/109 Luftföroreningar vid svetsning, LUTFD2/(TFKF-3022)/(1-37)/(1980)
2. Filtration, Nuclepore Filtration Products for the Laboratory, Catalog
Lab 50, Nuclepore Corp., 7035 Commerce Circle, Pleasanton, California
94566
3. Karakterisering av svetsrök
K Malmqvist och G Johansson samt M Bohgard och R Akselsson
Del 2 av slutrapport för ASF-projekt Dnr 74/109 Luftföroreningar vid svetsning, LUTFD2/(TFKF-3025)/(1-113)/(1980)
4. Krom- och nickelemission vid termisk sprutning
Mats Bohgard, H Welinder och R Akselsson
Slutrapport för ASF-projekt Dnr 78/138, LUTFD2/(TFKF-3024)/(1-30)/(1980)
5. Aerosol Filtration by Means of Nuclepore Filters
K R Spurny, J P Lodge Jr, E R Frank and D C Sheesley
Environ. Sci. Technol. 3,453 (1969)
6. Efficiency of Membrane and Nuclepore Filters for Submicrometer Aerosols
B Y H Liu and K W Lee
Environ. Sci. Technol. 10,345 (1980)
7. Aerosol Classification by Electrical Mobility Apparatus, Theory and Application
E O Knutson and K T Whitby
J. Aerosol Science 6,443 (1975)
8. On the Performance of the Electrical Aerosol Analyzer
B Y H Liu and D Y H Pui
J. Aerosol Science 6,249 (1975)

9. REX - a Computer Programme for PIXE Analysis

H C Kaufmann, K R Akselsson and W J Courtney

Nucl. Instr. and Meth. 142, 251 (1977)

10. Modification of the HEX Program for Fast Automatic Resolution of
PIXE-spectra

G Johansson

LUTFD2/(TFKF-3028)/(1981)