

# IVL

## INSTITUTET FÖR VATTEN- OCH LUFTVÅRDSFORSKNING

HÅLSINGEGATAN 43  
STEN STUREGATAN 42

BOX 21060  
BOX 5207

100 31 STOCKHOLM  
402 24 GÖTEBORG

TEL. 08-24 96 80  
TEL. 031-81 02 80

FRAMTAGNING AV EN ENKEL VIRTUELL IMPAKTOR  
FÖR FLÖDET 20 m<sup>3</sup>/DYGN OCH FÖR PROVTAGNING  
AV STÖFT I TVÅ FRAKTIONER

Bo Johansson  
Bengt Steen

INSTITUTET FÖR VATTEN-  
OCH LUFTVÅRDSFORSKNING  
Biblioteket

77-06-13

B-370  
Göteborg  
Maj  
1977

1 Utförande institution/Rapportutgivare

Inst. för Vatten- och Luftvårds-  
Box 5207 forskn. (IVL)  
402 24 Göteborg

PROJEKTBEKRIVNING  
 TITELBLAD-RAPPORTER

2 Accessionsnr

PR

3 Datum

1977-05-13

4 Ärendebeteckning (Diariennr)

Läs anvisningarna innan blanketten fylls i!  
Denna sida får kopieras!

5	6	7 MI projektnr
8 Projekt		9 MI rapportnr
<input type="checkbox"/> 1 Uppläggnig	<input type="checkbox"/> 2 Komplettering	<input type="checkbox"/> 3 Avslutat
10	11 Kontraktnr	12 Startår
		13 Slutår
14 MI projektnr (i förekl fall)		

15 Finansierande organ

Nordiska Ministerrådets expertgrupp för luftföroreningar

16 Projektbeskrivning/Rapportens titel och undertitel

Framtagning av en enkel virtuell impaktor för flödet  $20 \text{ m}^3/\text{dygn}$   
och för provtagning av stoft i två fraktioner.

17 Projektledare/Författare

Bo Johansson  
Bengt Steen

18 Sammandrag (ange gärna målsättning, metod, teknik, resultat m m)

Avsikten har varit att ta fram en enkel och billig provtagare för stoft i utomhusluft. Provtagaren skulle kunna separera stoftet i två fraktioner och proven analyseras m.a.p. de vanligaste vattenlösliga kat- och anjonerna. Rapporten beskriver utseendet hos en sådan provtagare. Provtagaren består av en Millipore filterhållare med en insats sådan att en virtuell impaktor erhålles. Partiklar med mer än  $3.6 \mu\text{m}$  aerodynamisk diameter provtages företrädesvis i mitten på filtret medan de mindre avskiljes på de avgränsade yttre delarna. Reproducerbarheten vid mätning i utomhusluft har bestämts för olika joner.

19 Sammandraget skrivet av

B.Steen

20 Förslag till nyckelord

Impaktor, virtuell impaktor, stoft, partiklar, kornstorlek, finfraktion.

21 Klassifikationssystem och klass

22 Indexterm (ange källa)

23 Övriga bibliografiska uppgifter

IVL-rapport B-370

24 ISSN

25 ISBN

26 Hemligt

I paragraf

27 Språk

28 Antal sidor

29 Pris

 Nej Ja jämlikt

§ sekretesslagen

Sv

30 Projektbeskrivning/Rapporten beställs hos

Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning (IVL)

Box 21060

100 31 STOCKHOLM

Tel. 08/249680

Blanketten beställs hos

MILJÖDATANÄMNDEN

Postadress  
Jordbruksdepartementet  
Fack  
103 20 STOCKHOLM

Telefon

08 - 763 10 00

Försöksversion MDN 5 1975-02 15 000

# FRAMTAGNING AV EN ENKEL VIRTUELL IMPAKTOR FÖR FLÖDET 20 m<sup>3</sup>/dygn OCH FÖR PROVTA GNING AV STOFT I TVÅ FRAKTIONER

---

## Bakgrund

Detta arbete har finansierats av Nordiska Ministerrådets Expertgrupp för luftföroreningar. Gruppen är upprättad för att koordinera och förbereda de nordiska ländernas deltagande i ett europeiskt monitoringprogram för studier av långdistans-transporterade luftföroreningar.

Avsikten med detta arbete har varit att ta fram en enkel och billig provtagare för stoft i utomhusluft. Provtagaren skulle kunna separera stoftet i två fraktioner och proven analyseras med avseende på de viktigaste vattenlösliga kat- och anjonerna ( $H^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $Cl^-$ ). Den ena partikelfractionen skulle omfatta partiklar  $\leq 2 \mu m$  aerodynamisk diameter, den andra partiklar  $\geq 2 \mu m$ . De mindre representerar enl. Whitby (1) m fl oftast kondensations-aerosoler, som är relativt stabila i suspension och kan transporteras över långa sträckor. De större utgöres av mera lokalt förekommande partiklar, som dispergerats från en fast fas, t ex något mineral i jord eller berggrund.

## Dimensionering

Flera önskemål har varit vägledande vid dimensioneringen av impaktorn, varför frihetsgraderna varit små:

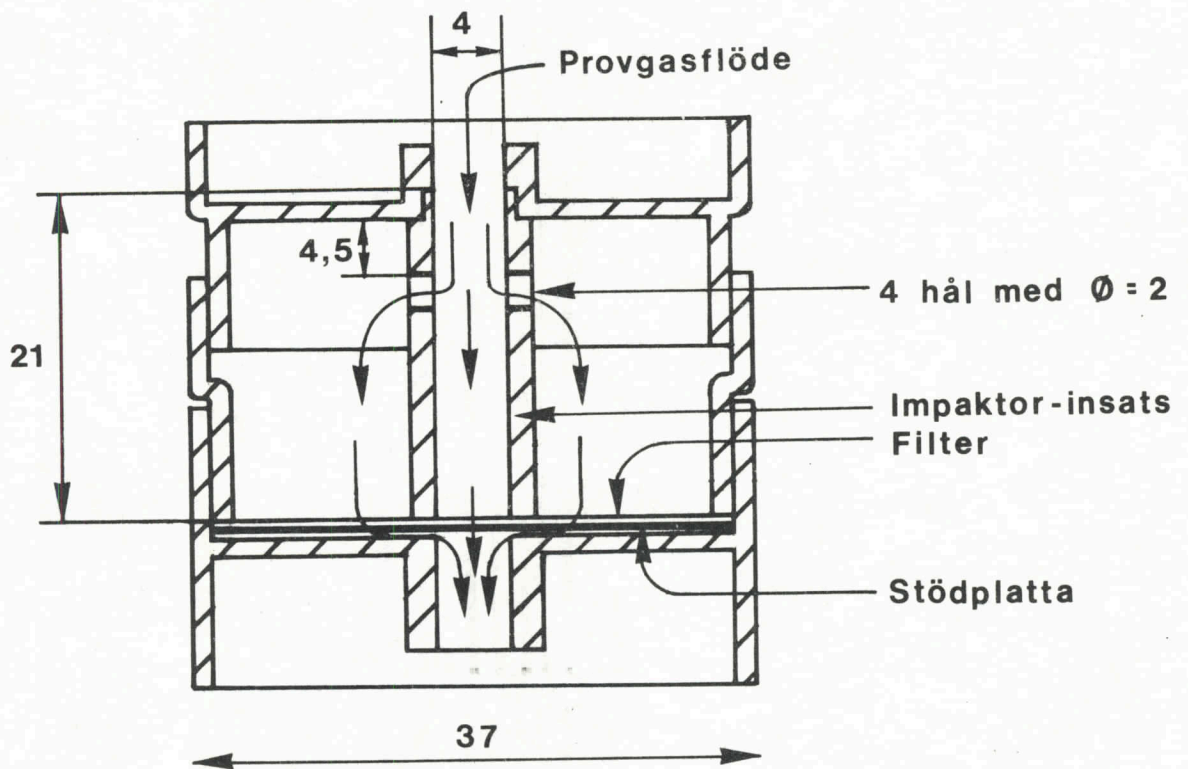
1. För att få en så billig provtagare som möjligt, ville vi helst utgå från en befintlig, kommersiellt tillgänglig filterhållare.
2. För att behålla största möjliga valfrihet vad gäller analysen av proverna skulle de flesta filtertyper kunna användas. Möjligheten att använda röntgenfluorescens vid analysen måste beaktas.

3. Tryckfallet över provtagaren fick inte ställa extraordinära krav på pumpen.
4. Provtagaren skulle lämpa sig för drift i ett nät av provtagningsstationer belägna utanför tätbebyggda områden. Den borde därför gå att använda i en sequential sampler.

Ovanstående önskemål tycktes kunna uppfyllas genom modifiering av en Millipore-filterhållare (modellbeteckning MOO 037 AO). Denna är en av de oftast använda filterhållarna idag. Hos oss har den bl a använts för provtagning av partiklar på membranfilter för efterföljande analys med våglängdsdispersiv röntgenfluorescens (2).

Vi har tidigare observerat den vid sådana mätningar negativa egenskapen hos filterhållaren att inte kunna ge en jämn fördelning av partiklarna över filterytan. Filterhållarens "luftintag" ger en luftstråle mot centrum av filtret, så att de största partiklarna avskiljes där genom impaktion. Till en början trodde vi att det var tillräckligt att stansa ur mittdelen av filtret för att separera partiklarna i två storleksfraktioner. Det visade sig emellertid att stora partiklar även hade en benägenhet att sätta sig i en ring längst ut i kanten på filtret. Sannolikt hörde detta samman med studs-effekter ("bounce-off") och elektrostatiska fenomen.

Vi beslöt därför att skärma av centrum på filtret med en insats i filterhållaren (fig.1). Genom denna konstruktion kan provtagaren betraktas som en virtuell impaktor. Eftersom teorin för hur dessa fungerar inte är speciellt väl utredd och eftersom flödet genom filtrets centrum inte kunde förutses mer än approximativt, baserades dimensioneringen av insatsen på likheter med en vid IVL tidigare utvecklad och kalibrerad impaktor (3) (fig.2). Denna arbetar med 12 parallella luftstrålar med diametern 3,8 mm och ett sammanlagt flöde av  $13 \text{ m}^3/\text{h}$ . Detta ger ungefär  $26 \text{ m}^3/\text{dygn}$  och luftstråle. 50%'s avskiljningsgrad erhålles vid något mindre än  $2 \mu\text{m}$  optisk diameter.



Skala 2 : 1

Mått i mm

FIGUR 1 FILTERHÅLLARE MED IMPAKTOR-INSATS

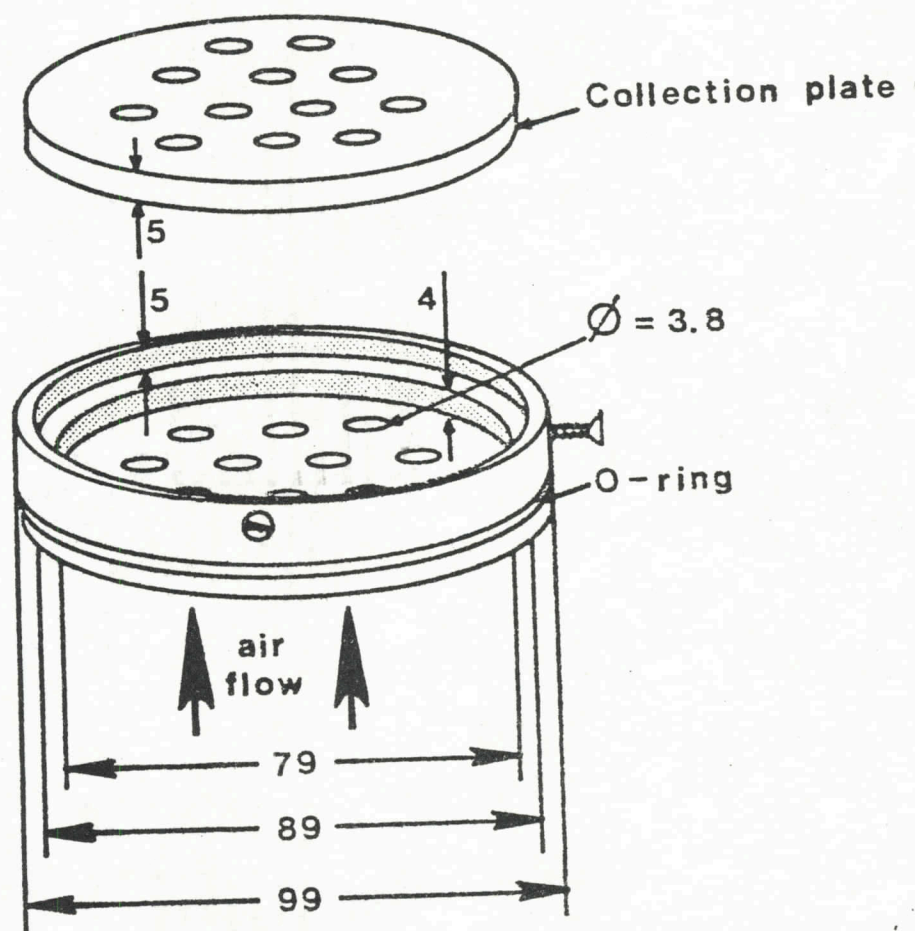


FIGURE 2 ACCESSORY IMPACTOR FOR THE LIB SAMPLER

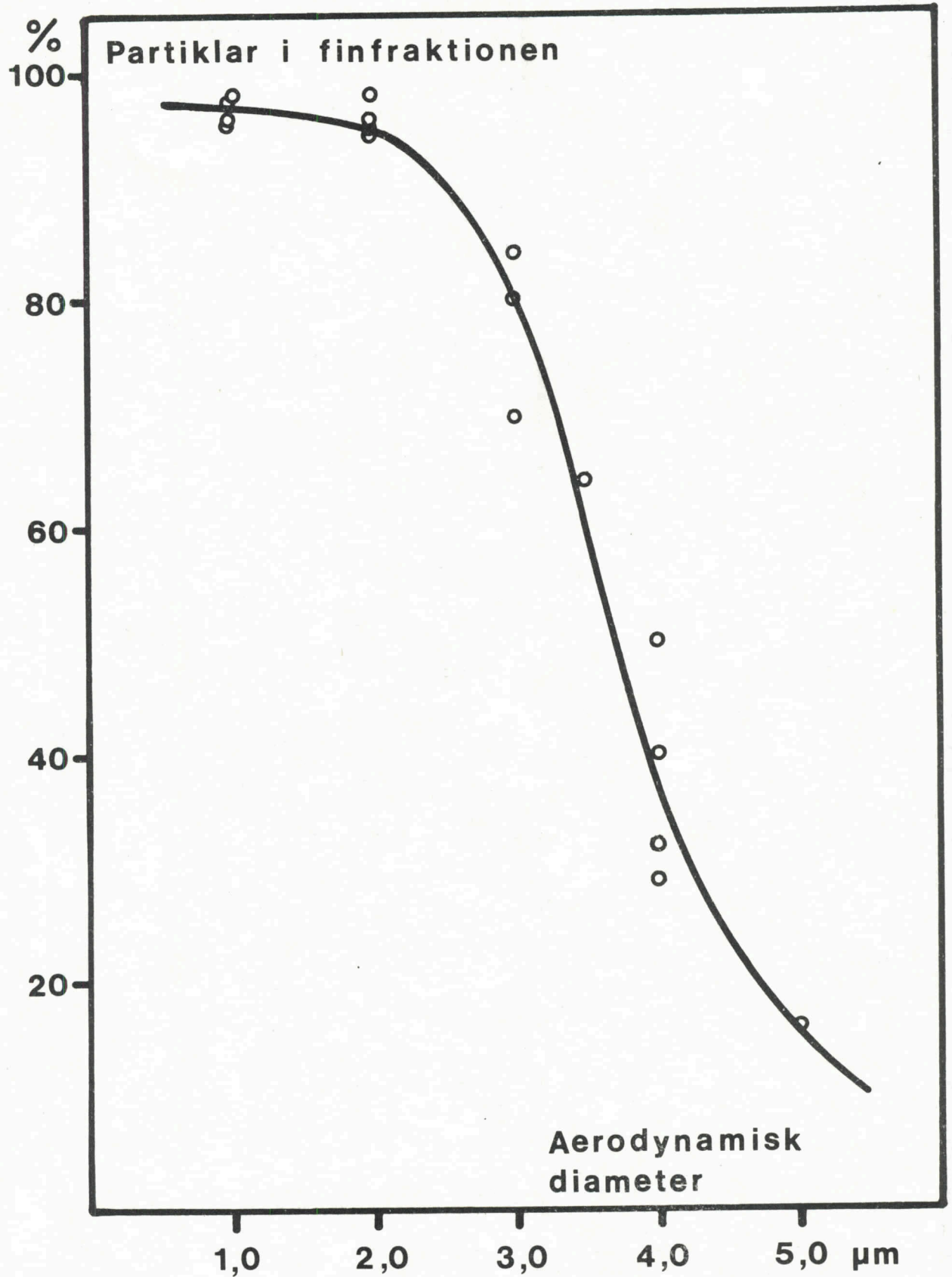
Vi valde den ingående luftstrålens diameter till 4 mm i den nya impaktorn. De ur insatsen utgående luftstrålarnas antal sattes till 4 och deras diametrar till 2 mm. Deras sammanlagda area blev därmed densamma som den ingående luftstrålens och strömningsbilden ungefär densamma som för en luftstråle hos den större impaktorn.

### Kalibrering

En polydispers aerosol av sfäriska metylen-blå partiklar genererades med en "May-top-spinning-disc" aerosol-generator. Antalet partiklar i olika partikelfraktioner i filtrets mittfält resp. yttre fält bestämdes med hjälp av mikroskopering. Fyra filter exponerades och analyserades separat. Resultatet, som framgår av figur 3, visar att större partiklar provtogs i finfraktionen än vad som från början avsågs. 50% avskiljning åstadkommes vid en aerodynamisk partikeldiameter av  $3.6 \mu\text{m}$  i stället för  $2 \mu\text{m}$ . Detta ansågs vid tillfället vara en acceptabel discrepans, bl a därför att gränsen mellan kondensations- och dispersionsaerosolerna varierar en del. Det bedömdes också möjligt att senare öka avskiljningsgraden i impaktorn genom att minska diametern på luftstrålarna och öka flödet något. Det ansågs dock vid detta tillfälle viktigare att testa impaktorn i praktisk drift än att finslipa avskiljningskarakteristiken.

### Fältprovning

Två impaktorer placerades parallellt på taket av IVL's fältstation i Rörvik på Onsalahalvön utanför Göteborg. Provluftintaget var vänt nedåt och filterhållaren var förbunden med en tratt (också den med mynningen vänd nedåt) via en PVC-slang. Slangens längd var 2 m och trattens diameter 5 cm.



FIGUR 3 IMPAKTORNS AVSKILJNINGSKARAKTERISTIKA



Som filter användes Millipore FALP-filter (teflonmembran). Filtren insattes först i filterhållarens nedre del på en stödplatta på normalt sätt. Därefter trycktes insatsens övre del in i den övre delen på filterhållaren varefter de båda filterhalvorna pressades ihop. Läget fixerades med en bit eltejp. (Detta är oftast inte nödvändigt, men rekommenderas speciellt om en filterhållare användes flera gånger).

Efter provtagningen torkades hela provtagaren vid rumstemperatur över natten före isärtagandet. Detta är nödvändigt om dimma eller dis förekommit under provtagningen. Det kan då hända att vatten anhopas på filtrets mittdel. Om man direkt lyfter på insatsen från filtret sugas detta vatten snabbt in mellan insatsen och filtret och den distinkta gränsen mellan de två fraktionerna suddas ut. (Det kan naturligtvis hävdas att proven är av litet värde då filtren blivit våta och att de därför borde kasseras. I detta fall har de emellertid endast kasserats i den mån de blivit så våta att de var tydligt flammiga).

Efter det att filterhållarna torkats, avlägsnades insatsen och filtren förvarades på sedvanligt sätt till dess de kunde analyseras. Före analysen skars mittdelen ut med hjälp av en skalpell.

De båda filterdelarna lakades var för sig i 5 ml  $6 \times 10^{-5} \text{ M}$   $\text{HClO}_4$ . Koncentrationen  $\text{H}^+$  bestämdes efter Gran-titrering med 0.01 M NaOH(4). Lösningen späddes därefter till 20 ml. 5 ml av detta prov uttogs för spektrofotometrisk bestämning av  $\text{Cl}^-$  med  $\text{Hg}(\text{SCN})_2$  och  $\text{Fe}^{3+}$  som reagens och ytterligare 5 ml för spektrofotometrisk bestämning av  $\text{NO}_3^-$  med hjälp av Griess' reaktion efter reduktion till  $\text{NO}_2^-$ . Till de återstående 10 ml tillsattes 0.01 ml 10 M NaOH varefter  $\text{NH}_4^+$ -halten bestämdes med jonspecifik elektrod. På samma lösning mättes sedan  $\text{SO}_4^{2-}$ -halten enl. Thorinmetoden

Som framgår av tabell 1 ligger halterna av  $\text{NO}_3^-$  och  $\text{Cl}^-$  i de flesta fall under detekteringsgränsen. Vid en episod i början av februari erhöles emellertid en kraftig förhöjning av  $\text{NO}_3^-$ -halten varvid detekterbara halter erhöles.

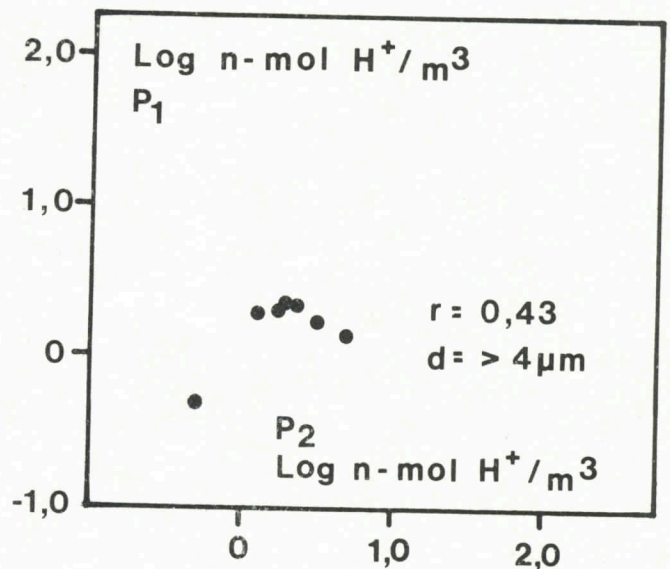
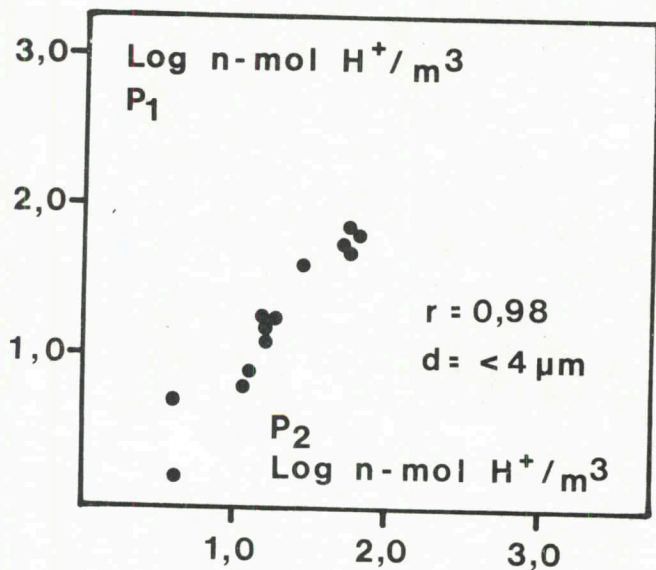
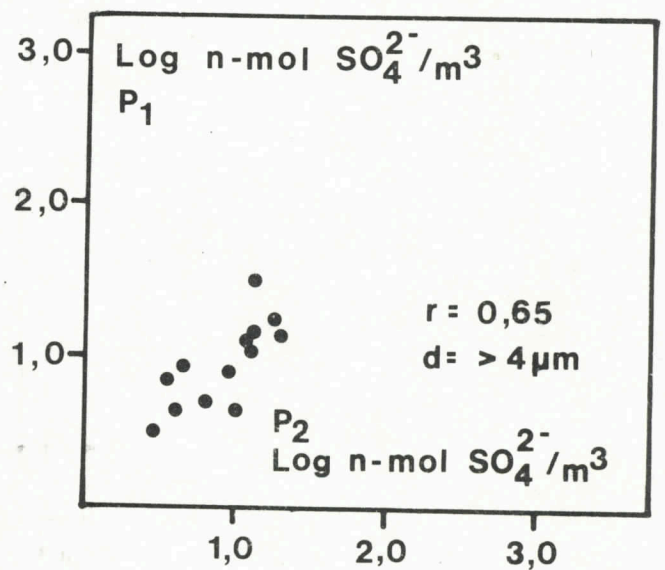
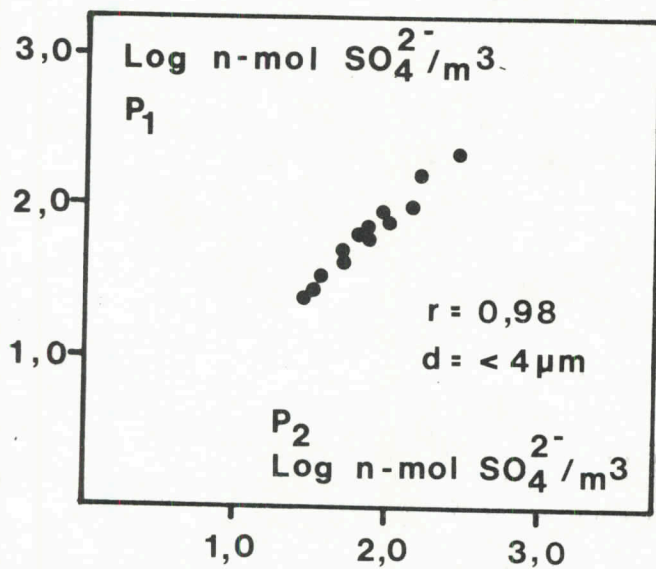
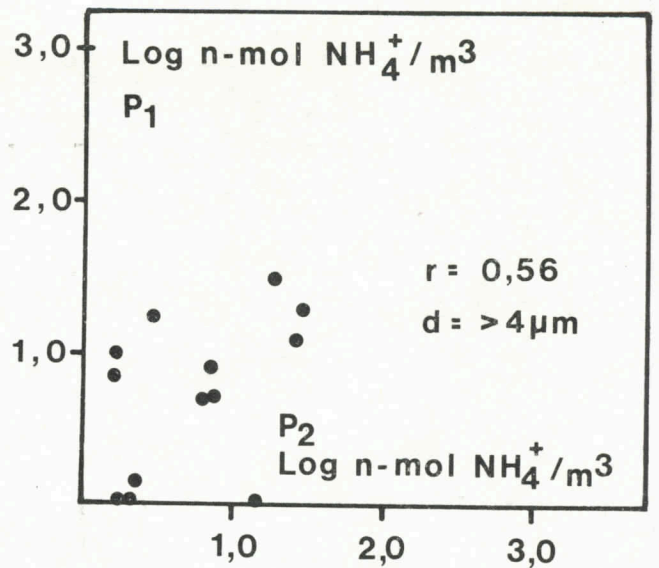
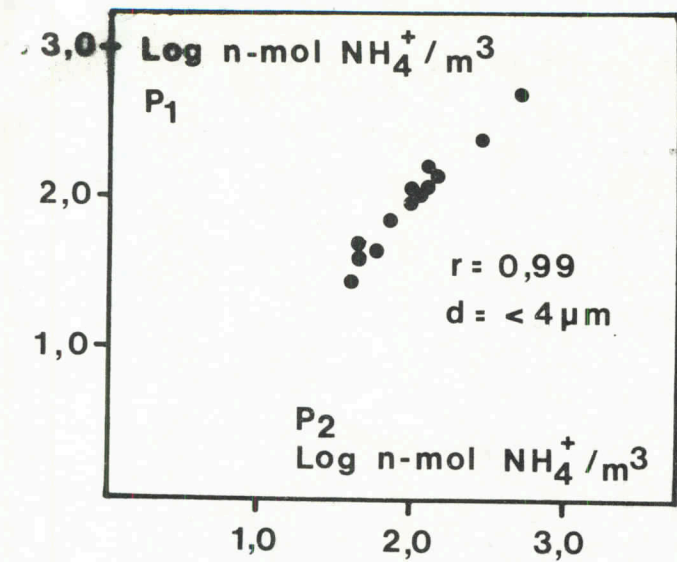
TABELL 1.

Datum	n-mol/m <sup>3</sup>									
	< 4 μm					> 4 μm				
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
6.12	120.0	10.7	71.8	<2	9.3	7.1	0	3.4	<2	16.8
	155.0	6.3	74.5	3.6	<7	8.0	0	7.0	2.3	<7
11.12	46.4	16.1	28.5	<2	<7	17.5	0.2	2.7	<2	8.5
	38.1	16.1	23.8	<2	<7	31.5	0	3.0	<2	21.8
16.12	68.0	28.0	51.3	<2	11.7	13.9	0.2	4.1	<2	<7
	72.6	37.7	52.5	<2	<7	1	0	4.4	<2	<7
17.12	120.0	53.3	90.9	<2	<7	6.3	0.2	9.2	<2	<7
	133.0	48.1	89.1	<2	<7	5.1	0.9	7.6	<2	17.5
20.12	140.0	17.9	67.4	<2	<7	25.1	0.5	6.2	<2	<7
	134.0	18.2	70.0	<2	<7	12.3	0.5	5.1	<2	<7
22.12	43.6	15.2	27.6	<2	<7	26.7	0	10.0	<2	<7
	51.0	12.6	31.0	<2	24.8	20.8	0	4.4	<2	<7
22.1	102.0	55.5	143.0	<2	24.9	1.6	1.2	13.1	<2	<7
	107.0	69.4	102.0	<2	<7	10.0	1.9	11.0	<2	<7
25.1	98.9	64.6	101.0	<2	<7	2.2	5.2	12.1	<2	<7
	94.4	64.6	78.3	<2	11.1	1.4	1.4	13.9	<2	<7
29.1	39.2	4.2	35.2	<2	<7	2.0	2.3	12.0	<2	<7
	27.5	5.1	36.3	<2	<7	1	2.2	13.8	<2	<7
2.2	273.0	15.9	150.0	<2	<7	2.7	1.9	17.2	<2	<7
	249.0	17.1	159.0	<2	8.5	17.3	2.3	17.3	<2	9.4
3.2	482.0	48.8	273.0	62.9	15.2	6.4	3.2	-	<2	<7
	484.0	54.1	222.0	61.5	<7	5.3	1.8	-	<2	17.5
4.2	56.9	4.2	51.2	14.3	20.2	1.8	1.7	19.0	<2	<7
	42.6	1.6	42.6	11.2	14.1	1.0	1.9	13.5	<2	<7
5.2	102.0	12.4	73.7	19.8	<7	1.5	0.2	13.3	<2	<7
	102.0	7.6	65.0	19.1	<7	6.7	0	31.0	<2	<7

En översiktlig sammanställning av resultaten har gjorts i figur 4. Den sämre överensstämmelse, som erhållits för partiklar  $>4 \mu\text{m}$  tycks nästan helt bero på analytiska svårigheter. Skillnaderna ökar markant då halterna närmar sig detekteringsgränsen. Vid högre halter får reproducerbarheten betraktas som tillfredställande.

#### REFERENSER

- (1) K.T.Whitby, R.B.Husar and B.Y.H.Liu, "Aerosols and Atmospheric Chemistry", edited by G.M.Hidy, Academic Press, New York, 1972, pp.237-264
- (2) P.Grennfelt, Å.Åkerström and C.Brosset, Atmospheric Environment, 5(1971) pp.1-6
- (3) B.Steen and B.Johansson, "An Impactor to be Used in Connection with the LIB Procedure for the Determination of Particle Concentrations in Ambient Air", IVL-rapport B-231, Mars 1975
- (4) C.Brosset and M.Ferm, "Antropogen luftburen syra och dess bestämning", IVL-rapport B-341, Dec.1976



FIGUR 4 RESULTAT FRÅN JÄMFÖRANDE PROVTAGNING MED 2 IMPAKTORER