

REGISTRERING AV FEILKILDER  
VED VEIING AV FILTRE

RØNNAUG BRUUN  
LIV MIDTHJELL  
HD 839/80820

AVDELING: TEKNISK AVDELING  
ANSVARSHAVENDE: O. ING. BJARNE KARTH JOHNSEN  
STIKKORD: FILTER, VEIEFEIL

YRKESHYGIENISK INSTITUTT  
1980

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. SAMMENDRAG	1
2. INNLEDNING	2
2.1 Vektens stabilitet	3
2.2 Kondisjonering av filtre	3
2.3 Veing ved forskjellige laboratorier	3
2.4 Veing utført av forskjellige personer	4
2.5 Elektrostatisk opplading av filteret	4
3. PRAKTISK GJENNOMFØRING	4
4. RESULTATER	5
4.1 Vektens stabilitet	5
4.2 Kondisjonering av filtre	5
4.3 Veing ved forskjellige laboratorier	6
4.4 Veing utført av forskjellige personer	7
4.5 Elektrostatisk oppladning av filter	7
5. 9 TABELLER	
6. 3 FIGURER	

## REGISTRERING AV FEILKILDER VED VEIING AV FILTRE

### 1. SAMMENDRAG

Den foreliggende undersøkelsen er ment som en praktisk veiledning for laboratorier hvor det foretas gravimetrisk veiing av filtre i forbindelse med måling av partikulære luftforurensinger. En har søkt å kartlegge feilkilder som oppstår under veiing og finne frem til en veieprosedyre som i størst mulig grad sikrer en akseptabel nøyaktighet.

Ved gravimetrisk måling av partikulære luftforurensinger ved hjelp av filtermetoden må 2 veiinger foretaes:

- veiing av rent filter
- veiing av støvbelagt filter

Da det vanligvis dreier seg om små støvmengder vil selv relativt små veiefeil kunne føre til betydelige feil ved beregning av støvkonsentrasjonen. Hensikten med denne undersøkelsen er å registrere og kvantifisere mulige feilkilder som følge av:

- vektens stabilitet (elektronisk drift)
- differense i relativ fuktighet ved kondisjonering av filter
- veiing ved forskjellige laboratorier
- veiing utført av forskjellige personer
- statisk elektrisitet

Resultatene av undersøkelsen er som følger:

1. Ved 0-innstilling av vekten (Mettler HL 52) foreligger en elektronisk drift på  $\pm 0.02$  mg som må ansees å være akseptabel.
2. Det ble påvist en betydelig differense av filtervekten ved kondisjonering ved lav henholdsvis høy relativ

fuktighet. Såfremt kondisjonert veierom ikke står til disposisjon, bør den relative fuktigheten ikke overstige 20%.

3. Veining av støvbelagte filtre ved forskjellige laboratorier gir differenser som ikke kan tolereres.
4. Differensen i filtervekt med samme vekt, men med veining utført av forskjellige personer er akseptabel.
5. Eliminering av statisk elektrisitet er påkrevet.

En må kunne konkludere med at såfremt de påviste feilkilder elimineres vil en kunne oppnå en veienøyaktighet på  $\pm 0,05$  mg.

## 2. INNLEDNING

Gravimetrisk bestemmelse av partikulære luftforurensinger med filtermetoden foregår ved å bestemme filterets vekt før og etter filtrering av en bestemt mengde luft. Vektdifferensen blir dividert med filtrert luftmengde og resultatet angitt i mg støv/m<sup>3</sup> luft.

Da det spesielt ved måling med personbårne pumper dreier seg om relativt små mengder filtrert luft, vil mengden av støv oppsamlet på filteret vanligvis ligge under 10 mg, ved enkelte målinger også under 1 mg. Små unøyaktigheter ved veieprosedyren kan derfor føre til store feil ved beregning av støvkonsentrasjonen.

Teknisk avdeling disponerer en elektronisk mikrovækt med typebetegnelsen Mettler HL 52, veieområde 0...160,1 g, lesbarhet 0,01 mg og angitt presisjon  $\pm 0.02$  mg. Veierommet er ikke klimatisert. Veieprosedyren er som følger:

- 1) Nytt filter (millipore type AAWP 03700, 0,8  $\mu$ m pore-åpning) oppbevares i originalemballasje plassert minst ett døgn i eksikator. Ved hjelp av pinsett føres filteret frem og tilbake under gitteret plassert foran det radioaktive preparatet i en avstand på 13-19 mm for å fjerne

statisk elektrisitet i filteret. Typebetegnelsen til det radioaktive preparatet er Po 210, 500  $\mu\text{C}$ . Filtret plasseres deretter på vektskålen.

2) Filterholder med støvbelagt filter oppbevares minst ett døgn i eksikator med øverste lokk på filterholderen vippet opp. Støv som eventuell er deponert på innsiden av filterholderen børstes omhyggelig ned på filteret. Med en stift presses pappskiven med filteret forsiktig opp av holderen. Som ovenfor beskrevet fjernes statisk elektrisitet og filteret plasseres på vektskålen.

Ved den beskrevne veieprosedyren foreligger det en rekke mulige feilkilder som kan medføre betydelige veiefeil.

### 2.1 Vektens stabilitet

Før hver veiing blir det foretatt 0-innstilling av vekten. På grunn av ustabilitet (elektronisk drift) foreligger mulighet for veiefeil. Feilkilden kan ikke korrigeres.

### 2.2 Kondisjonering av filter

Filtermaterialet er celluloseacetat med relativ høy hygroskopisitet. Også visse støvtyper kan være hygroskopiske. Måleresultatene er basert på to vektbestemmelser. Såfremt differensen i relativ fuktighet i veierommet er tilstrekkelig stor vil forskjell i fuktighet til filter/støv kunne representere en feilkilde.

### 2.3 Veiing ved forskjellige laboratorier

Veiing av nytt og støvbelagt filter i to forskjellige laboratorier forutsetter samme type vekt henholdsvis vekter med samme presisjon. Potensielle feil som kan opptre er forskjeller i veieprosedyre, forskjell i relativ fuktighet eller forskjeller i veiepersonalets individuelle behandling av vekten.

#### 2.4 Veiging utført av forskjellige personer

Det foreligger ingen instruks om at samme person skal foreta vektbestemmelse av nytt og støvbelagt filter.

Individuelle forskjeller i veieprosedyren kan derfor representere en feilkilde.

#### 2.5 Elektrostatisk opplading av filteret

Ved manuell behandling av filteret vil det kunne inntre en elektrostatisk opplading av filteret. Hvis denne ikke fjernes fullstendig før veiging, vil påvist vekt være større enn reell vekt. Det foreligger instruks for fjerning av statisk elektrisitet med radioaktiv kilde. Feil i vekt som følge av utelatelse av slik behandling er imidlertid ikke kvantifisert.

### 3. PRAKTISK GJENNOMFØRING

Som allerede nevnt er veierommet som benyttes av teknisk avdeling ikke klimatisert. Ved de innledende forsøk ble den relative fuktigheten heller ikke registrert. Da undersøkelsen ble gjennomført over et relativt kort tidsrom under en kuldeperiode har den relative fuktigheten vært lav og stabil. På et senere tidspunkt ble den relative fuktigheten registrert med hygrogaf.

Til regulering av den relative fuktigheten i veierommet ble det benyttet en luftbefukter (fordamper).

For å registrere mulige feil ved veiging i forskjellige laboratorier ble det tatt kontakt med Arbeidstilsynets landsdelslaboratorium i Kristiansand. Laboratoriet disponerer samme type vekt som Yrkeshygienisk institutt. Veierommet er ikke klimatisert.

Parallellmålinger med samme vekt, men utført av forskjellige personer, ble foretatt av ansatte som rutinemessig foretar slike målinger ved teknisk avdeling.

Ved vektbestemmelse av støvbelagte filtre ble det benyttet prøver av filtrert sveiserøyk (ulegert) og prøver av feltspat.

#### 4. RESULTATER

##### 4.1 Vektens stabilitet

Ved 0-innstilling av vekten (Mettler HL 52) som foretas før hver veiing ble det påvist en elektronisk drift på  $\pm 0.02$  mg. Dette er i overensstemmelse med vektens presisjon som angitt av produsenten.

##### 4.2 Kondisjonering av filter

Ved den nåværende veieprosedyre blir rene og støvbelagte filtre oppbevart minst 24 timer i eksikator. Veiingen foregår umiddelbart etter at filteret er tatt opp av eksikatorens. Det var derfor av interesse å fastslå hvorvidt det er noen differanse mellom umiddelbar veiing og veiing av filteret etter kondisjonering ved lav relativ fuktighet.

Tabell 1 viser veierresultatene for 10 rene filtre. Etter den umiddelbare veiingen ble filterene plassert i petriskåler og kondisjonert i 2 timer ved 14 % relativ fuktighet og deretter igjen veid. Det ble ikke påvist noen forskjell i den midlere vekten ( $\Delta\bar{X} = 0$  mg).

Et lignende forsøk ble utført med 10 støvbelagte filtre (sveiserøyk). Etter den umiddelbare veiingen ble filteret igjen plassert i filterholderen og kondisjonert i 2 timer ved en relativ fuktighet på 22%, hvorefter det påny ble veid. Resultatene er angitt på tabell 2. Det ble påvist en økning av den midlere vekten på  $\Delta\bar{X} = 0.06$  mg.

Før å kvantifisere en eventuell vektøkning ved kondisjonering ved økende relativ fuktighet ble 10 filtre veid umiddelbar etter oppbevaring i eksikator samt etter kondisjonering ved 14%, 34%, 44% og 52% relativ fuktighet. Resultatene fremgår av tabell 3. Den midlere vektøkning etter heholds-

vis umiddelbar veiing og veiing etter kondisjonering ved 52% relativ fuktighet var  $\Delta\bar{X} = 0,64$  mg. Resultatene er fremstilt grafisk i figur 1.

Samme veieforsøk ble også utført med 10 støvbelagte filtre (sveiserøyk). Kondisjoneringen ble foretatt ved 39%, 56%, 58%, 60% og 67% relativ fuktighet. Resultatene fremgår av tabell 4. Det ble påvist en økning av den midlere filtervekten på  $\Delta\bar{X} = 0,84$  mg. Resultatene er fremstilt grafisk i figur 2 og 3.

#### 4.3. Veiing ved forskjellige laboratorier

I forsøkene deltok Landsdelslaboratoriet i Kristiansand. Laboratoriet benytter samme type vekt som Yrkeshygienisk institutt. Etter foreskrevne oppbevaring av 10 rene filter i eksikator ble disse umiddelbart veid, montert i filterholdere og sendt det andre laboratoriet, hvor de ble oppbevart 24 timer i eksikator. Deretter ble filtrene veid umiddelbart. Resultatene er angitt på tabell 5. Ved den siste veiingen ble det påvist en midlere vektøkning på  $\Delta\bar{X} = 0,02$  mg. Den relative fuktigheten i veierommene ble ikke registrert, men må antas å ha vært lav.

Et lignende forsøk ble utført med 10 støvbelagte filtre (feltspat). Forsøket har sansynligvis ingen praktisk betydning da det neppe blir aktuelt å foreta veiing av identiske støvbelagte filtre ved 2 laboratorier. Ved en tilsvarende prosedyre som for rene filtre ble det ved 2.gangs veiing funnet en midlere reduksjon i vekten på  $\Delta\bar{X} = 1,79$  mg. Forsøket ble videreført ved at filtrene ble returnert til laboratoriet som foretok den første veiingen. Forskjellen i den midlere vekten mellom laboratoriene var redusert til  $\Delta\bar{X} = 0,02$  mg. Resultatene fremgår av tabell 6. Den relative fuktighet i veierommene ble ikke registrert, men må antas å ha vært lav.

En må kunne anta at den betydelige differensen (1,79 mg) mellom 1. og 2. gangs veiing skyldes støv som ikke er fiksert på filteret og som går tapt under demontering og montering av filteret samt tap som følge av transport.



#### 4.4. Veiging utført av forskjellige personer

10 rene filtre ble etter oppbevaring i eksikator veid umiddelbart av person nr. 1. Filtrene ble igjen plassert i eksikator og etter 24 timer påny veid av person nr. 1. Differensen i midlere vektøkning var  $\Delta\bar{X} = 0.01$  mg. Umiddelbart etter denne veiingen foretok person nr. 2 veiging av de samme filtre. Det ble påvist en midlere økning i vekten på  $\Delta\bar{X} = 0,04$  mg. Resultatene er angitt i tabell 7. Den relative fuktigheten ble ikke registrert, men må antas å ha vært lav.

Et lignende forsøk ble utført med 10 støvbelagte filtre (sveiserøyk). Etter foreskrevne oppbevaring i eksikator ble filtrene umiddelbart veid av person nr. 1. Umiddelbart etter denne veiing foretok person nr. 2 veiging av de samme filtre. Det ble påvist en differanse i den midlere vekten på  $\Delta\bar{X} = 0,03$  mg. Den relative fuktigheten ble ikke registrert, men må antas å ha vært lav.

#### 4.5. Elektrostatisk opplading av filter

I emballasjen er hvert filter adskilt fra de øvrige med et innleggspapir. Ved oppbevaring og uttak av filter for veiging foreligger mulighet for elektrostatisk opplading som vil kunne få innflytelse på veieresultatet.

Etter 24 timers oppbevaring i eksikator ble 10 rene filtre veid umiddelbart, deretter behandlet med radioaktiv kilde og påny veid. Av filtrene ble 5 stk. tatt rett opp av emballasjen for å unngå friksjon med innleggspapiret, mens de øvrige 5 filtre ble "dratt" horisontalt ut av emballasjen for å oppnå størst mulig friksjon mellom filter og innleggspapir. Resultatene er angitt i tabell 9.

Ytterligere 4 filtre ble plassert i 4 filterholdere som ble oppbevart foreskrevne tid i eksikator. Filterholderne ble deretter demontert på foreskrevne måte og filtrene veid umiddelbart, først uten behandling med radioaktiv kilde, deretter etter behandling. Resultatene er angitt i tabell 9.

## VEIING AV RENE FILTRE VED LAV RELATIV FUKTIGHET

Filter nr.	Rett fra eksikator mg	Etter 2 timer rel.fukt.= 14% mg
1	61,46	61,42
2	60,27	60,27
3	60,39	60,55
4	60,93	61,01
5	59,64	59,62
6	59,16	59,06
7	59,74	59,75
8	63,04	62,95
9	50,43	50,44
10	51,78	51,76
- X	58,68	58,68
- $\Delta$ X		0

## VEIING AV STØVBELAGTE FILTRE VED LAV RELATIV FUKTIGHET

Filter nr.	Rett fra eksikator mg	Totalstøv mg	Etter 2 timer rel.fukt.= 22% mg
1	54,30	6,34	54,35
2	53,09	4,74	53,12
3	55,91	7,26	55,95
4	57,68	6,58	57,75
5	55,23	6,63	55,30
6	54,21	7,27	54,26
7	55,55	7,67	55,59
8	52,79	6,50	52,89
9	49,84	3,13	49,90
10	52,62	5,69	52,67
- X	54,12		54,18
- Δ X		+0,06	

VEIING AV RENE FILTRE VED FORSKJELLIGE RELATIVE FUKTIGHETER

Filter nr.	Rett fra eksikator mg	Kondisj. ved 14 % r.f. mg	Kondisj. ved 34 % r.f. mg	Kondisj. ved 44 % r.f. mg	Kondisj. ved 52 % r.f. mg	Tot. vektøk. mg
1	61,46	61,42	61,74	61,80	62,10	0,66
2	60,27	60,27	60,60	60,71	60,96	0,69
3	60,39	60,55	60,68	60,84	61,10	0,63
4	60,93	61,01	61,30	61,46	61,66	0,69
5	59,64	59,62	59,99	60,14	60,31	0,68
6	59,16	59,06	59,39	59,58	59,72	0,61
7	59,74	59,75	60,12	60,29	60,44	0,69
8	63,04	62,95	63,28	63,51	63,60	0,60
9	50,43	50,44	50,66	50,90	50,94	0,50
10	51,78	51,76	52,08	52,38	52,38	0,60
$\bar{X}$	58,68	58,68	58,98	59,16	59,32	
$\Delta X$	0	0,30	0,18	0,16	0,64	

VEIING AV STØVBELAGTE FILTRE VED FORSKJELLIGE RELATIVE FUKTIGHETER

Filter nr.	Rett fra eksikator mg	Tot.støv mg	Kondisj.ved 39 % r.f. mg	Kondisj.ved 56 % r.f. mg	Kondisj.ved 58 % r.f. mg	Kondisj.ved 60 % r.f. mg	Kondisj.ved 67 % r.f. mg	Tot. Vektøk. n. mg
1	54,78	6,34	54,71	54,92	54,91	55,02	55,24	0,46
2	53,24	4,74	53,33	53,62	53,61	53,73	54,00	0,76
3	56,24	7,26	56,33	56,71	56,70	56,88	57,09	0,85
4	57,99	6,58	58,00	58,36	58,38	58,48	58,79	0,80
5	55,22	6,63	55,50	55,89	55,90	56,00	56,24	1,02
6	54,26	7,27	54,50	54,94	54,94	55,11	55,27	1,01
7	55,40	7,68	55,74	56,12	56,14	56,35	56,52	1,12
8	52,85	6,50	53,03	53,46	53,51	53,58	53,80	0,95
9	49,88	3,13	50,08	50,43	50,44	50,55	50,70	0,82
10	52,89	5,69	53,16	53,26	53,29	53,40	53,56	0,67
$\bar{x}$	54,28		54,44	54,77	54,78	54,91	55,12	
$\Delta \bar{x}$		0,16						
			0,33	0,01	0,13	0,21		0,84

## VEIING AV RENE FILTRE VED FORSKJELLIGE LABORATORIER

Filter nr.	1.Laboratorium mg	2. Laboratorium mg
1	59,33	59,29
2	55,39	55,39
3	57,90	57,94
4	49,05	49,14
5	48,98	48,92
6	50,54	50,59
7	48,54	48,59
8	54,20	54,19
9	56,05	56,00
10	47,97	48,15
- X	52,80	52,82
- A X		0,02

1.Laboratorium = Landsdelslaboratoriet Kristiansand.

2.Laboratorium = Yrkeshygienisk institutt.

VEIING AV STØVBELAGTE FILTRE VED FORSKJELLIGE LABORATORIER

Filter nr.	Tot.støv mg	2.Laboratorium 1.veing mg	1.Laboratorium mg	2.Laboratorium 2.veing mg
1	8,61	64,30	62,33	62,80
2	11,42	64,81	61,49	61,81
3	10,09	64,13	63,70	63,71
4	13,47	67,11	65,36	65,24
5	13,01	59,20	56,34	55,98
6	8,99	57,31	54,15	54,38
7	10,14	66,20	64,32	64,23
8	8,60	65,00	63,45	63,58
9	5,50	50,34	50,19	50,07
10	7,09	50,94	50,06	49,93
- X		60,93	59,14	59,17
- Δ X			1,79	0,03

1.Laboratorium = Landsdelslaboratoriet Kristiansand.

2.Laboratorium = Yrkeshygienisk institutt.

## VEIING AV RENE FILTRE UTFØRT AV FORSKJELLIGE PERSONER

Filter nr.	Person nr.1 1.dag mg	Person nr.1 2.dag mg	Person nr.2 2.dag mg
1	51,80	51,82	51,93
2	53,83	53,99	53,92
3	54,12	54,10	54,33
4	51,28	51,25	51,27
5	50,24	50,20	50,17
6	50,11	50,10	50,12
7	50,06	50,09	50,10
8	50,38	50,35	50,41
9	51,96	51,88	51,88
10	52,67	52,60	52,64
- X	51,65	51,64	51,68
- $\Delta X$		0,01	0,04



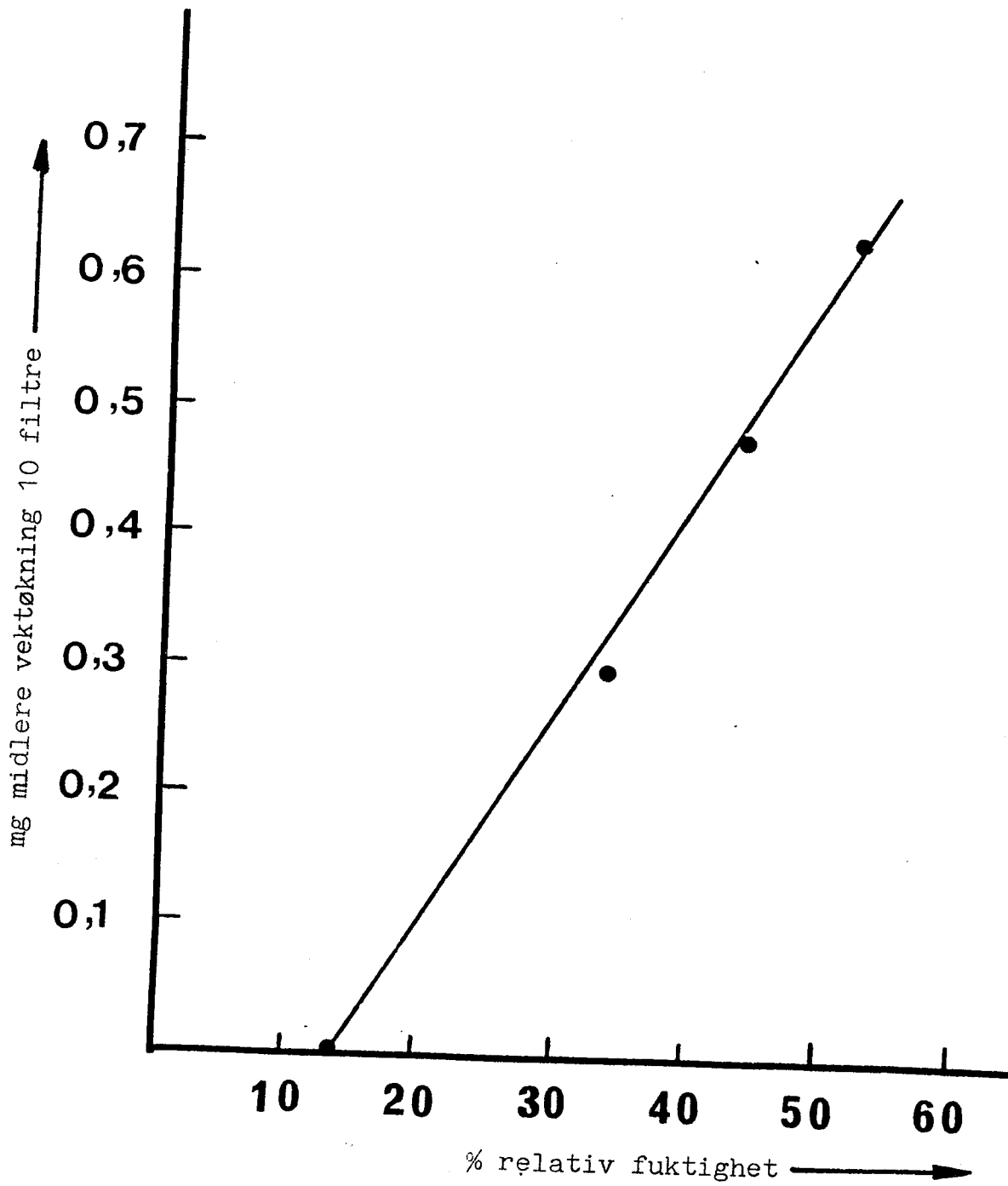
## VEIING AV STØVBELAGTE FILTRE UTFØRT AV FORSKJELLIGE PERSONER

Filter nr.	Tot.støv mg	Person nr.1 mg	Person nr.2 mg
1	5,82	54,26	54,23
2	4,47	52,97	53,00
3	6,88	55,86	55,90
4	6,14	57,55	57,60
5	6,52	55,11	55,17
6	7,15	54,14	54,18
7	7,68	55,41	55,44
8	6,28	52,63	52,74
9	2,95	49,70	49,76
10	5,32	52,52	52,52
- X		54,02	54,05
- Δ X			0,03

FJERNING AV ELEKTROSTATISK OPPLADING - RENE FILTRE

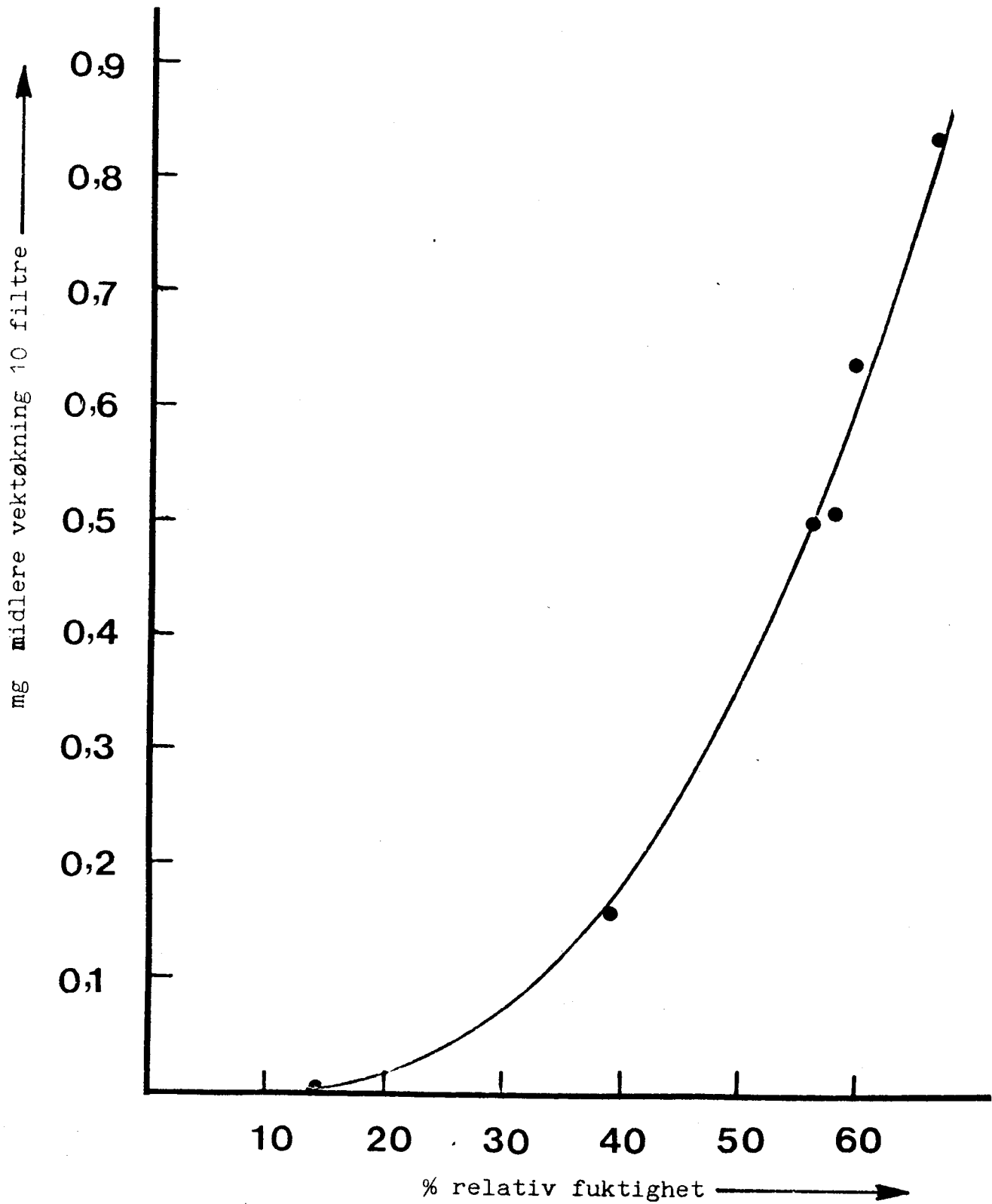
Fra emballasje Filter nr.	Ikke fjernet mg	Fjernet mg	$\Delta$ mg
1	48,32	48,27	-0,05
2 Rett	48,67	48,68	+0,01
3 opp	47,63	47,66	+0,03
4	49,40	49,34	-0,06
5	47,72	47,73	+0,01
6	48,91	48,96	+0,05
7 langs-	49,17	49,09	-0,08
8 etter	50,18	49,95	-0,23
9	59,49	50,37	-0,12
10	50,76	50,97	+0,01
- X	49,15	49,10	
- $\Delta$ X		0,05	
Fra holder Filter nr.	Ikke fjernet mg	Fjernet mg	$\Delta$ mg
1	51,44	49,80	-1,64
2	52,24	50,37	-1,86
3	50,35	49,33	-1,02
4	50,12	49,35	-0,77
- X	51,04	49,71	
- $\Delta$ X		1,33	

Figur 1. Vekt rene filtre ved varierende  
% relativ fuktighet



Figur 2

Figur 2. Vekt støvbelagte filtre ved  
varierende % relativ fuktighet.



Figur 3. mg totalstøv på filter ved 14 % og 67 % r.f.

