

NILU  
Teknisk notat nr 53/73  
Ref:  
Dato: April 1973

MÅLING AV LUFTENS SO<sub>2</sub>-INNHold  
av  
O Anda og R Heggen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 15, 2007 KJELLER  
NORGE

## MÅLING AV LUFTENS SO<sub>2</sub>-INNHALD

Sammenligning av 2 metoder, vaskeflaske og impreg-  
nert filter for absorpsjon av SO<sub>2</sub>.

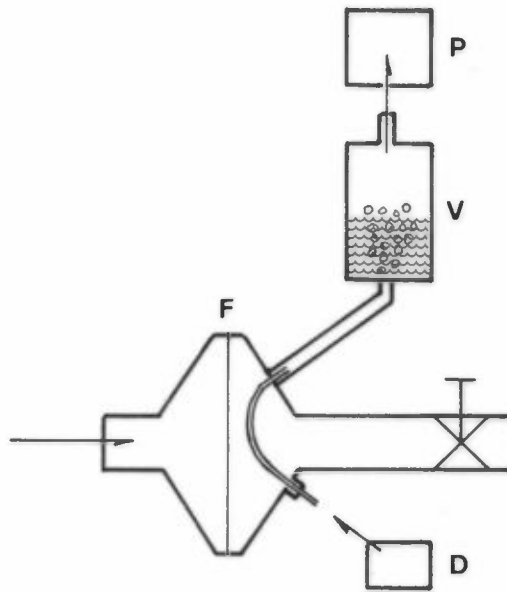
### 1 INNLEDNING

Grunnlaget for forsøkene var å undersøke om impregnerte filtere kunne erstatte bobleflaske som absorpsjonsmedium for SO<sub>2</sub> i luft. Tanken var at dette da eventuelt skulle få anvendelse ved prøvetaking fra fly.

Det flyprøvetakingsutstyr med bobleflaske som anvendes idag ble også testet. Som SO<sub>2</sub>-kilde i laboratoriet ble brukt både "Permeation tube" og Wøsthoff doseringsutstyr.

#### Apparaturer

Figurene 1 og 2 viser skjematisk apparaturen for testing av vaskeflaske, respektive impregnert filter.



Figur 1: Del av nåværende apparatur for flyprøvetaking av  $\text{SO}_2$  i luft testet i laboratoriet.

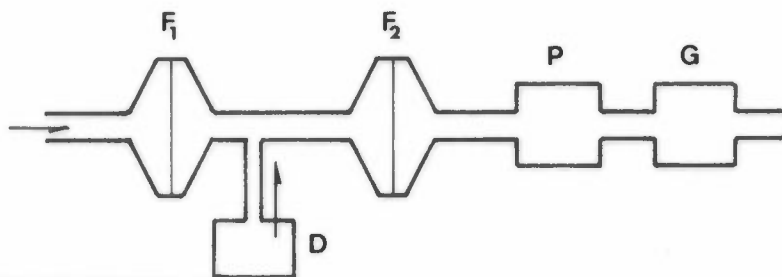
F = Filterholder med impregnert filter for absorpsjon av luftens  $\text{SO}_2$ .

V = Vaskeflaske for absorpsjon av tilført  $\text{SO}_2$ .

P = Luftpumpe

D = Doseringsanlegg for  $\text{SO}_2$ .

Innsugd luftmengde: 170 Nl/min  
Trykkfall etter filter: 14 cm vs.



Figur 2: Oppsett for testing av impregnerte filtere.

$F_1$  = Holder med impregnert filter for absorpsjon av luftens  $\text{SO}_2$ .

$F_2$  = Holder med impregnert filter til testing

P = Luftpumpe

G = Gassur

D = Doseringsanlegg for  $\text{SO}_2$

Doserings- tid, min.	Dosert $\mu\text{g SO}_2$	Funnet direkte $\mu\text{g SO}_2$	Funnet v/inndamping $\mu\text{g SO}_2$	Bakgrunn $\mu\text{g SO}_2$	Doseringsmetode
11	6.0	-	4.1	13.6	"Permeation-tube
10	5.4	-	2.7		"
10	5.4	-	6.7		"
20	10.8	18.3	19.3		"
20	10.8	28.4	25.6		"
47	25.4	22.4	23.8		"
31	16.8	12.3	15.5		"
10	29.2	31.2	32.7		Wøsthoff
10	29.2	33.1	26.6		"
10	29.2	35.0	29.0		"
10	29.2	31.7	51.1		"
10	73.0	74.1	-	10.0	"
10	73.0	75.9	-		"
10	73.0	78.9	-		"
10	73.0	80.9	-		"
10	73.0	83.1	-		"

Tabell 1: Resultater fra dosering av  $\text{SO}_2$  i flyapparaturen  
Temperatur  $20^\circ$ , RH=60%.

### FORSØKENE

1. Dosering gjennom flyapparat i laboratoriet. Her bobles luften gjennom 100 ml vann tilsatt 0.3%  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Resultatene (tabell 1) viser at man stort sett finner igjen de doserte  $\text{SO}_2$ -mengder, og at de inndampede prøvene stemmer godt overens med uinndampede.

Karakteristisk for metoden:

- a) Inndampede blindprøver gir noe høye og ofte varierende bakgrunnsverdier av  $\text{SO}_2$  (5-15  $\mu\text{g SO}_2$ ).
- b) Endel resultater er langt unna den doserte mengde.

De etterfølgende forsøk gjelder alle impregnerte filtere. Hvor intet spesielt er nevnt har man anvendt filtertype Whatman 40. Impregneringsmetoden omtales siden i dette notat.

Endel av forsøksresultatene er kassert, da der tydelig har forekommet feil under doseringen (f eks lekkasjer eller uønskede trykkendringer i doseringsapparatet). Derfor kan en ikke se bort fra at avvikene mellom doserte og funne verdier i noen tilfeller kan skyldes slike apparaturfeil.

En serie absorpsjonsforsøk ved ekstra lav temperatur og fuktighet ble mislykket på grunn av kondensdannelse i apparatet.

2. Varierende temperaturer og høy fuktighet.

Doserings- tid, min.	Dosert	Funnet	RH%	MRK	
15	8.1	7.7	77	} Romtemperatur	
16	8.6	8.0	77		
14	7.6	6.2	77		
14	7.6	8.2	77		
15	8.1	8.0	70		
15	8.1	8.2	70		
15	8.1	8.0	70		
60	32.5	28.4	70		
10	5.4	5.4	81		-8.5°C
10	5.4	5.4	80		-8.5°C
10	5.4	5.4	77	-8.5°C	
10	5.4	5.5	79	-8.5°C	
15.5	8.4	9.7	100	-2.9°C	
10	5.4	5.85	>60	-12.5°C	
10	5.4	5.9	74	-13.6°C	
10	5.4	5.5	70	-13.4°C	
10	5.4	5.7	70	-10.4°C	
13	7.05	8.15	70	-10.0 til -8.5°C	

Tabell 2.

Med disse høye tall for RH er det ikke mulig å finne noe fall i absorpsjonseffektivitet med fallende temperatur, selv med bruk av Whatman 41 som er et adskillig grovere filter.

3. Jamføring: Whatman 40 og 41.

Dosert min.	Dosert $\mu\text{g SO}_2$	Funnet $\mu\text{g SO}_2$	RH%	Filter	
10	5.4	5.75	54	W-40	} Temperatur mellom +5 og +10°C
10	5.4	6.25	54	W-41	
10	5.4	5.25	50	"	
10	5.4	5.50	50	"	

Tabell 3.

Denne tabell sammen med slutten av foranstående tabell viser at det med de betingelser man her har hatt under forsøkene ikke er mulig å finne noen forskjell mellom filterne W-40 og 41 hva absorpsjonseffektivitet angår.

4. Varierende konsentrasjoner og gjennomstrømningshastighet.

Dosert min.	Dosert	Funnet	Konsentrasjon dosert $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$	"Flow-rate" Nl/min.
20	10.8	10	1290	6
20	10.8	12	1290	6
20	10.8	11.25	1290	6
20	10.8	10.5	73	106.5
20	10.8	12.5	73	106.5

Tabell 4.

Man ser at absorpsjonsfiltere synes like effektive ved høye og lave konsentrasjoner og "flow-rates".

Doseringstid minutter	Dosert $\mu\text{g SO}_2$	Funnet $\mu\text{g SO}_2$	RH%
10	5.4	4.0	30
10	5.4	4.5	30
10	5.4	5.8	33
10	5.4	5.0	33
10	5.4	5.5	30
10	5.4	4.8	30
10	5.4	3.5	26
10	5.4	6.0	26
10	5.4	4.5	20
15	8.1	8.5	60
15	8.1	8.7	60
15	8.1	8.2	60
15	8.1	8.7	60
15	0.0	0.0	60
0	0.0	0.5	-
62	33.6	33.5	65
89	48.2	45.5	65
45	24.4	24.5	65
15	8.1	7.3	65
15	8.1	8.5	65
15	8.1	8.7	65
0	0.0	0.5	-
15	8.1	7.7	28
15	8.1	7.9	28
15	8.1	8.0	25
45	24.4	22.3	47
45	24.4	23.5	40
15	8.1	8.6	30
16	8.7	8.0	30
15	8.1	8.0	29
15	8.1	7.0	29

Tabell 5.

5. Varierende relativ fuktighet (RH%).

Tabell 5 viser at man (i alle fall ved temperatur  $> 0^\circ$ ) kan gå ned i RH 30% og fremdelse få effektiv absorpsjon. Det er mulig at en kan få god absorpsjon ved enda lavere RH og temperatur ved ulike tilsetninger til impregneringsmidlet.

6. Sammenligning: Impregnert filter - kommunekassens bobleflaske.

Man anvendte uteluften på Kjeller. Foran det impregnerte filter ble det uimpregnerte filter plassert (som aerosolfilter), og absorpsjonen foregikk utendørs. Bobleflasken, gassurene og pumpene sto i oppvarmet rom. Resultatet viste meget godt samsvar.

Dato	Bobleflaske $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$	Abs. filter $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^2$
6.2-73	10.8	10.6
7.2-73	17.25	18.15
8.2-73	18.7	18.6

Impregnering av filtere

Som impregneringsmiddel er brukt en KOH-løsning. KOH ble valgt fremfor NaOH på grunn av en noe høyere hygroskopitet. Impregneringsmidlet ble påført filteret ved hjelp av dråpeteller. Det ble funnet at ved en påførsel av 6 dråper, som gir passelig dekning på et filter med diameter 5 cm, bør lutkonsentrasjonen være minst 0.25 n for å dekke et stort anvendelsesspekter. Vi har under forsøkene stort sett brukt 6 dråper 0.5n KOH. Filteret har da fått betegnelsen 6-0.5K. Hvis vi her regner at 6 dråper tilsvarer 0.25 ml får vi en KOH-konsentrasjon på filteroverflaten på totalt 7 mg KOH eller ca 0.36 mg pr  $\text{cm}^2$ . KOH har vist seg å inneholde litt svovel. Det er derfor viktig å tilføre like mengder KOH-løsning på filtrene. Den beste måten ved bruk av dråpeteller er å holde denne vertikalt. Da blir også dråpen minst. 7 slike dråper skulle være passende på et filter med diameter 5 cm.



Det viser seg at Whatman 40 filter inneholder varierende mengder svovel, (tilsvarende 0-0.75  $\mu\text{g SO}_2$ ). Dette gjør blindverdien noe usikker. Utvasking av filtrene synes helt å fjerne registrerbart svovel. Utvaskingen foregår i en nutch. Man tar 20-30 filter pr gang og spyler gjennom med 100-200 ml destillert vann. Tørking kan foregå i vakuum. Etter pådrypping av impregneringsmiddel må filtrene tørkes nok en gang i vakuum. Ved tørking i varmeskap vil man få opptak av  $\text{SO}_2$  fra luften, slik at blindverdien blir liggende i området 0.75  $\mu\text{g SO}_2$  totalt, mens man ved vakuumbørking oppnår 0.45  $\mu\text{g SO}_2$ , som da må skyldes bidrag fra KOH. Filtrene må ligge horisontalt under tørkingen.

Nedenfor følger en tabell over måling av blindverdier.

Behandling av filteret	$\mu\text{g SO}_2/\text{ml}$ av 5 ml		Totalt pr filter $\mu\text{g SO}_2$
Impregnerte, uvaskede filter tørket i varmeskap, tilsatt ionebytter og $\text{H}_2\text{O}_2$ .	0.155	} Middell 0.149	0.745
	0.048		
	0.262		
	0.143		
	0.143		
	0.143		
Uimpregnerte, vaskede filter tilsatt ionebytter, $\text{H}_2\text{O}_2$ og impregneringsmiddel under utluftingen.	0.083	} Middell 0.078	0.435
	0.083		
	0.095		
Uimpregnerte, vaskede filter tilsatt ionebytter og $\text{H}_2\text{O}_2$ .	0.00	-	-
	0.00		
	0.00		

### ANALYSEPROSEDYRE

- a) Filteret rulles sammen endel og puttes i en 100 ml E-kolbe, der 5 eller 10 g vann tilsettes.
- b) En meget liten spatelspiss ionebytter (type Dowex 50Wx8) og 2 dråper perhydrol tilsettes.
- c) Etter litt omrysting kan prøven analyseres. Man må huske på at ionebytteren tilsettes i fuktig tilstand og etter at den er gjennomskyllet noe med destillert vann. Ionebytteren skal fjerne  $K^+$ -ionene.

### SLUTTBEMERKNINGER

Man har god grunn til å anta at impregnerte filteres absorpsjonsevne avtar ved ekstra lave temperatur- og fuktighetsforhold. Det bør derfor foretas endel supplerende forsøk for å bringe klarhet i dette. Tilsetning av f. eks trietanolamin på filtrene, (C Huygen, Anal Chim Acta 28 (1963) 349-360) kan muligens bidra til å opprettholde høy absorpsjon også under slike forhold.