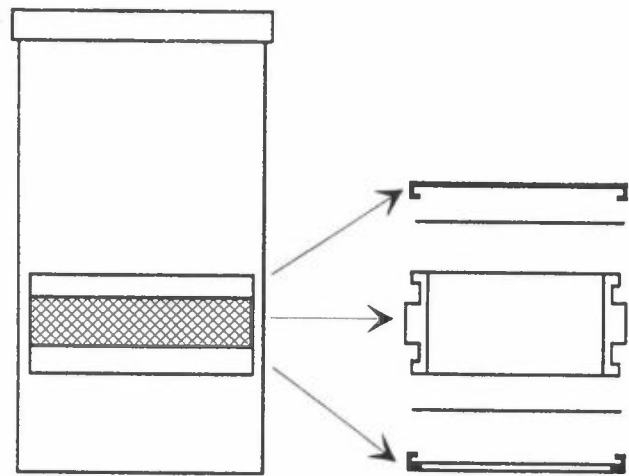


56/7 4/93

NILU : TR 6/93
REFERANSE : E-92051
DATO : OKTOBER 1993
ISBN : 82-425-0502-0

Utprøving av passive prøvetakere

Odd Anda



NILU

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
Norwegian Institute for Air Research
POSTBOKS 64 — N-2001 LILLESTRØM — NORWAY

Innhold

Side

Sammendrag og konklusjoner.....	3
1. Innledning.....	5
2. Passiv prøvetaker for SO₂	6
2.1. Feltforsøk	6
2.2. En sammenfatning av SO ₂ -målingene i Sarpsborg	10
2.3. SO ₂ -data fra Finnmark.....	14
2.4. SO ₂ -data fra Søgne-området	17
2.5. Sammenfatning av SO ₂ -målingene på Viksjøfjell og i Søgne	20
2.6. Klimaskapsforsøk	20
2.7. Sammenfatning av forsøkene i klimaskap	29
3. Passiv prøvetaker for NO₂	30
3.1. Feltforsøk	30
3.1.1. Sammenfatning av NO ₂ -målingene i Oslo og Sarpsborg	35
3.2. NO ₂ -data fra målinger i Søgne.....	36
3.3. Klimaskapsforsøk	36
3.3.1. Videre arbeid.....	38
4. Passiv prøvetaker for ammoniakk.....	38
4.1. Målinger fra Søgne-området	39
4.2. Målinger fra Skredådalen.....	39
4.3. Målinger i Svanvik i Finnmark	42
4.4. Sammenlikning av NH ₃ -målingene i Søgne, Skredådalen og Svanvik.....	43
5. Ozon	45
5.1. Diverse metoder.....	46
6. Hydrogenfluorid	46
7. Diverse komponenter.....	46
8. Referanser	47
Vedlegg A: SO₂-målinger.....	49
Vedlegg B: NO₂-målinger	57
Vedlegg C: NH₃-målinger	71
Vedlegg D: Filterholdere for passive prøvetakere	79

Sammendrag og konklusjoner

Det er ca. 20 år siden passive prøvetakere (PP) ble tatt i bruk. De er blitt stadig mer anvendt i ulike sammenhenger, og har etter hvert blitt kommersielt lettere tilgjengelige. Det er grunn til å tro at denne utviklingen vil fortsette inn i fremtiden. Årsaken er de fortrinn PP har fremfor aktive prøvetakere. PP krever ingen energitilførsel, og er støyfrie, enkle og meget billige i innkjøp og bruk. Men de står ennå noe tilbake når det gjelder nøyaktighet og presisjon i forhold til mer tradisjonelle aktive metoder.

NILU har brukt PP noen få år nå, men vi har ikke hatt noen gjennomgang av prøvetakermetodens kvalitet. Aktiviteten i dette arbeidet har derfor dels vært rettet mot sammenlikninger mellom PP og aktiv prøvetaker for flere typer gasser, dels klimaskapstester for å undersøke muligheten for en-faktor-forsøk (effektstudier av én og én parameter), og dels presentasjon av data for NILUs anvendelser av PP i forbindelse med skogskadeundersøkelser i ulike deler av landet, og hvor en parallelt har kjørt aktive prøvetakere.

En metodeorientert feltstudie er gjennomført for gassene SO₂ og NO₂ i Sarpsborg og Oslo. For NH₃ er bruk av PP vurdert ut fra målinger og sammenlikninger med paralleltgående aktive prøvetakere i andre deler av landet.

Hovedkonklusjonen er at PP er et meget nyttig redskap for konsentrasjonsmålinger for alle disse tre gassene. Det er imidlertid viktig å ha klart for seg de begrensninger slike prøvetakere har, og som spesielt er knyttet til lavere følsomhet enn aktive prøvetakingsmetoder. Ved bakgrunnskonsentrasjoner krever de derfor forholdsvis lange eksponeringstider. PP er følgelig spesielt godt egnet for målinger av middelkonsentrasjoner over lengre tid (uker, måneder). Generelt kan vi si at kunnskapene om klimaets (fuktighet, temperatur) innvirkning på målingene er noe mangelfulle. På laboratoriet er det mulig å optimalisere behandlingsprosedyren slik at vi bl.a. får bedre kontroll med blindverdier. Vi kan således regne med at PP stadig vil bli bedre og sikrere i bruk.

For de enkelte gassene kan anføres følgende:

SO₂ (i hovedsak med NaOH brukt som impregneringsmiddel)

- PP gav ca. 15% høyere SO₂-verdier enn aktiv prøvetaker. For å få mer samsvarende verdier kan konstanten i utregningsformel for SO₂-konsentrasjonen endres fra 32,7 til 27,8 (se pkt. 1).
- PP bør eksponeres minst 14 dager ved bakgrunnskonsentrasjoner (ca. 5 µg/m³). (Forsøk: BO-93.3-SO₂ nr. 1).
- Presisjonen på målingene lå mellom 1 og 20% (pkt. 2.2).
- Det var en tendens til at impregneringsmidlet NaOH gav litt lavere verdier (ca. 4% i våre forsøk) enn bruk av KOH (pkt. 2.2), men dette er neppe statistisk signifikant.
- Målingene med PP på Viksjøfjell (Finnmark) har gitt bra samvariasjoner med aktiv prøvetaker og samsvarer godt med målingene fra f.eks. Borregaard

(Østfold). Det samme kan en si om tilsvarende målinger i Søgne-området (Vest-Agder), selv om samvariasjonen var noe dårligere, men konsentrasjonene var her meget lave, gjerne $<1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{SO}_2\text{-S}$).

- En rekke forsøk har vist at det var vanskelig å evaluere resultatene fra målingene med PP i NILUs klimaskap (type Weiss). Dette skyldes hovedsakelig at skapets vegger adsorberer SO_2 , og virker som et konkurrerende "sluk" til PP. Dessuten synes også gassens blandingsforløp å virke inn. En vil således måle forskjellig med PP alt etter hvor en befinner seg i forhold til skapets vegger og inntak. Ved inntaket måltes mye høyere verdier enn midlet for skapet, mens en andre steder i skapet fikk langt lavere verdier (forsøk 7.10). Ved å "mette" skapets vegger med SO_2 fikk en atskillig mer kontrollerbare forhold.

Konklusjoner fra klimaskapstestene er ført opp under pkt. 2.7.

NO_2 (impregneringsmidler: NaI og KI)

- Impregneringsmidlet NaI gav størst presisjon og best samvariasjon med aktiv prøvetaker. Forholdene mellom aktiv prøvetaker og PP med henholdsvis impregneringsmidlene NaI og KI var 1,54 og 1,29. Dette vil si at for optimal tilnærming til aktiv prøvetaker må konstanten i utregningsformelen for konsentrasjonen endres fra 28 til henholdsvis 43,1 og 36,1 (se pkt. 1).
- Eksponeringstiden kan gå ned til 1 døgn dersom middelkonsentrasjonen av NO_2 er minst $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tabell B.5).
- Som i klimaskapet gav KI-filtrene høyere verdier i felt enn NaI-filtrene. Men samvariasjonen med aktiv prøvetaker var best for NaI-filtrene (forsøk: Oslo-93.3- NO_2 nr. 1).
- Nypreparerte filtre gav mest pålitelige resultater (forsøk Oslo-93.3- NO_2 nr. 1), men selv 3 mnd. gamle filtre må karakteriseres som brukbare.
- Trietanolamin (TEA) som impregneringsmiddel gav mye lavere verdier enn KI og NaI ved forsøk i Oslo over 12 døgn, og en oppnådde under halvparten av de verdiene en fikk med aktiv prøvetaker. Det er sannsynlig at metoden med TEA ikke gir tilfredsstillende stabilitet ved så lang eksponeringstid.

NH_3

Evalueringen er gjort på grunnlag av målinger utført i forbindelse med skogskadeundersøkelser i Søgne (Vest-Agder), Skredådalen (Vest-Agder) og Svanvik (Finnmark). Impregneringsmidlet var oksalsyre.

- Det har stort sett vært bakgrunnsverdier under måleperiodene på stasjonene. Dette sammen med en relativt høy blindverdi har ført til at samvariasjonen mellom PP og aktiv prøvetaker ikke alltid har vært like god.
- Selv med bakgrunnsverdier ($0,5\text{-}5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) har likevel PP gitt nyttig informasjon om konsentrasjonsnivået ved eksponeringstider på 14 døgn. Ved fremtidige målinger i bakgrunnsområder bør det legges vekt på kontroll med blindverdiene.

Utprøving av passive prøvetakere

1. Innledning

En passiv prøvetaker (PP) slik den omtales her, består av en sylinder av noen få centimeters lengde. Sylindere er tettet i ene enden, hvor det på innsiden er plassert et filter som inneholder et passende absorpsjonsmedium for den aktuelle gassen. Filteret virker som et "sluk" for den gassen en vil måle, og konsentrasjonen kan her settes lik null. Konsentrasjonsforskjellen (uteluft - bunnfilter) er da den drivende kraft. Diffusjonshastigheten i sylindere forutsettes å være konstant. For å dempe forstyrrende turbulens benyttes et forfilter på toppen av prøvetakeren.

Diffusjonen følger Fick's lov

$$F_1 = -D_{1,2} \frac{dc_1}{dz}$$

hvor F_1 er mengden gass i mol $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

$D_{1,2}$ er diffusjonskoeffisienten av gass₁ i gass₂, uttrykt i cm^2s^{-1}

c_1 er konsentrasjonen av gass₁ i gass₂ (mol cm^{-3})

z er diffusjonslengden i cm.

På grunn av motstand i grenselaget nær forfilter og sylinderveggen, og videre prøvetakerens dimensjon og form, vil en ikke oppnå ideelle diffusjonsforhold. Dette gjør det vanskelig å bruke en tilfredsstillende likning. Likningens konstant inneholder følgelig en empirisk del der den aktuelle gassens diffusjonskoeffisient er inkludert.

For utregning av konsentrasjonen i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (C) benytter en likningen:

$$C = K \cdot \frac{x}{d},$$

hvor K er den ovenfor omtalte konstanten, x er μg gass totalt på filteret og d er eksponeringens varighet i døgn (Anda, 1991). Vi har foretatt utprøvingene med Ferm's PP hvor en har brukt K -verdiene 28, 32,7 og 17 for henholdsvis NO_2 , SO_2 og NH_3 (Ferm, 1991). For Ferm's PP anvendt som konsentrasjonsmåler (basert på diffusjon) brukes på NILU betegnelsen PD-IVL, som ikke er gjentatt siden i teksten. Impregneringsmidlet er angitt med ulike bokstavkoder etter denne betegnelsen.

Formål med denne undersøkelsen:

1. Sammenlikne PP med aktiv prøvetaker (NILUs standardtype), både i felt og i klimaskap.

2. Hensikten med utprøving i klimaskap var å studere énfaktor-forsøk. Slike forsøk går ut på å studere effekten på målingene når en varierer én og én faktor, eksempelvis fuktighet, temperatur eller turbulens. Dette vil igjen danne grunnlag for å bestemme prøvetakerens anvendelsesområde.
3. Vi ville videre foreta en del sammenlikninger mellom aktive prøvetakere og PP for en rekke andre gasser i den grad vi fikk kapasitet til det. Det gjaldt NH_3 , O_3 , HF, organiske syrer m.m.
4. I forbindelse med bl.a. skogskadestudier i felt er det tidligere benyttet PP flere steder i landet. I de tilfeller en har kjørt disse parallelt med aktive prøvetakere, er en sammenstilling tatt med i denne rapporten for å øke data-materialet. Dette gjelder lokalitetene Svanvik og Viksjøfjell i Finnmark, Skredådalen i Rogaland og Søgne i Vest-Agder.

Ved tilberedning av de impregnerte filtrene til PP, og ved kjemisk analyse har en fulgt NILUs prosedyrer.

2. Passiv prøvetaker for SO_2

2.1. Feltforsøk

Forsøkene har stort sett foregått på NILUs korrosjonsstasjon på Borregaard i Sarpsborg, da en her har et større konsentrasjonsspekter å operere i. Ett forsøk er imidlertid også utført i Oslo (korrosjonsstasjonen i Hausmannsgt.).

Forsøk: OSLO-92.7-SO₂ nr. 1

Formål:

1. Sammenlikne passiv og aktiv prøvetaker.
2. Sammenlikne standard forfilter (1 μm) med et 10 μm filter.

Premisser:

Forsøket utført på NILUs stasjon i Hausmannsgt. i ukene 28 og 29. Passive prøvetakere av typen A1 (NaOH) ble brukt og eksponert i 14 dager. To paralleller ble eksponert for hvert av de to forfiltertypene. Aktiv prøvetaker var av type FK (såkalt fylkeskasse med bobleflasker inneholdende H_2O_2).

Resultater:

Parallellene viste det samme innenfor hver filtertype, dvs. 3,7 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ for normalfilter (1 μm) og 3,05 for 10 μm filter. Aktiv prøvetaker viste 3,0 (og 4,3 dersom en ekstremverdi ble inkludert).

Resultatevaluering:

1. Rimelig god overensstemmelse mellom aktiv og passiv prøvetaker. Det knyttet seg dog en viss usikkerhet til den aktive prøvetaker denne gang.

2. Forfilter på 10 μm gav noe lavere verdier enn forfilter på 1 μm . Se for øvrig klimaskapstestene nr. 6, 8 og 9.

Forsøk: BO-92.7-SO₂ nr. 1

Formål:

Sammenlikne passiv og aktiv prøvetaker.

Premisser:

Forsøket ble utført på NILUs stasjon på Borregaard i Sarpsborg. Som impregneringsmiddel ble brukt NaOH (A1). Det ble kjørt 4 ukeprøver + 1 månedsprøve for samme periode, og det ble brukt 2 paralleller. Som aktiv prøvetaker ble anvendt FK. Her brukes bobleflasker hvor gjennomboblet luft måles (luft-hastighet) før og etter prøvetaking.

Resultater:

Tabell 1: Resultater fra målinger av SO₂ på Borregaard med passiv og aktiv prøvetaker ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

DATO: Fra-til (1992)	PASSIV PRØVETAKER		AKTIV PRØVETAKER ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	middelverdier	
03.-07.07.	39,2	39,9	27,8
03.-07.07.	40,6		
07.-14.07.	58,7	66,7	49,2
07.-14.07.	74,7		
14.-21.07.	46,0	41,9	31,1
14.-21.07.	37,8		
21.-28.07.	35,9	38,7	31,2
21.-28.07.	41,5		
03.-28.07.	50,5	54,7	34,8
03.-28.07.	58,8		

* midlede døgnverdier.

Resultatevaluering:

PP gav høyere verdier enn aktiv prøvetaker. Resultatene er viderebehandlet i pkt. 2.2.

Forsøk: BO-92.10-SO₂ nr. 2

Formål:

Sammenlikne PP og aktiv prøvetaker (FK) hvor PP eksponeres ca. 1 mnd.

Premisser:

Samme som i forsøk nevnt ovenfor. Det ble her brukt 3 parallelle PP (type A1).

Resultater:

De tre PP viste et månedsmiddel på 17,9 (med enkeltverdiene 17,8, 18,0 og 18,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Den aktive prøvetakeren viste et månedsmiddel på 16,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tabell A.1 i vedlegg A).

Resultatevaluering:

Bra samsvar mellom aktiv prøvetaker og PP. Som i forrige forsøk viste PP noe høyere verdi, men avviket var mindre her. Også disse resultatene er behandlet i pkt. 2.2.

Forsøk: BO-92.11-SO₂ nr. 3**Formål:**

Undersøke betydningen av ulike luftstrømninger i kontakt med PP.

Premisser:

Tre passive prøvetakere ble plassert inne i hver sin trakt hvor luft ble suget inn til FK. Videre ble to prøvetakere fritt eksponert på vanlig måte. Impregneringsmiddel var A1. Eksponeringstid: 7 døgn.

Resultater:

Den midlere konsentrasjonen målt med aktiv prøvetaker viste 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. PP viste i trakten hhv. 50, 52 og 51 (middel 51), og de som var fritt eksponert viste 49 og 52 (middel 50,5), alle verdier i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Resultatevaluering:

De to ulike plasseringene gav ingen forskjell i de målte verdiene.

Forsøk: BO-92.12-SO₂ nr. 4

Samme formål og premisser som nr. 1. En periode på 6 døgn ble kjørt med impregneringsmiddel KOH (A). Fire ukesprøver og en månedsprøve á 2 og 3 paralleller gav resultater som vist i tabell 2.

Resultater:

Tabell 2: Resultater fra målinger av SO₂ fra Borregaard. Sammenlikning passiv og aktiv prøvetaker. I tillegg er tatt med verdiene fra målingene på St. Olavs Vold nær forsøksområdet.

DATO: Fra-til (12/1992)	Antall dager	µg/ml	µg/m ³	µg/m ³ (Middel)	Aktiv (Korr.)	Aktiv (St. O.V.)	Diverse Norm. imp. m/A1
02.-08.12.	6	1,21	52,8				
02.-08.12.	6	1,33	58,0				
02.-08.12.	6	1,14	49,8	53,5	39,8	38	Imp.middel A
08.-15.12.	7	1,38	51,7				
08.-15.12.	7	1,47	55,1				
08.-15.12.	7	1,40	52,5	53,1	58,4	61	
15.-22.12.	7	1,27	47,5				
15.-22.12.	7	1,20	44,9	46,2	29,7	50	
22.-29.12.	7	0,90	33,7				
22.-29.12.	7	0,75	28,4	31,0	32,7	23	
02.-29.12.	27	4,42	42,9				
02.-29.12.	27	4,56	44,2	43,6	40,2	43	

Resultatevaluering:

Månedsprøvene var godt i samsvar med aktiv prøvetaker. For ukesprøvene var overensstemmelsene mindre tilfredsstillende. Resultatene er viderebehandlet i pkt. 2.2.

Forsøk: BO-93.3-SO₂ nr. 1**Formål:**

Øke datamengden slik at en fikk sikrere tall for middelveier og standardavvik. Dette er behandlet under neste punkt. Det var også et formål å finne en deteksjongrense for den metode (Ferm) vi i dag bruker for måling av SO₂.

Premisser:

Utprøvingen foregikk i siste halvdel av mars 1993. Eksponeringstidene var fra 1 til 7 døgn med 4 paralleller. I et par av eksponeringsperiodene ble også impregneringsmiddel A brukt.

Resultater:

Resultat-tabell følger i vedlegg A (tabell A.2).

Resultatevaluering:

Når mengden SO₂ blir mindre enn ca. 0,6 µg (dvs. <0,15 µg/ml etter utlaking), blir analyseverdiene upålitelige. Det kan se ut som en bør ha nær 30 µg/m³ i middel i luften for å få tilfredsstillende målinger ved eksponeringstid på 2 døgn (se vedlegg A, tabell A.2, 17.-19.3.93), og sannsynligvis minst 60 µg SO₂/m³ for å anvende den i 1 døgn. Ved bakgrunnsmålinger, dvs. rundt 5 µg/m³, bør de passive prøvetakere helst ikke eksponeres mindre enn 14 dager. Se for øvrig pkt. 2.2.

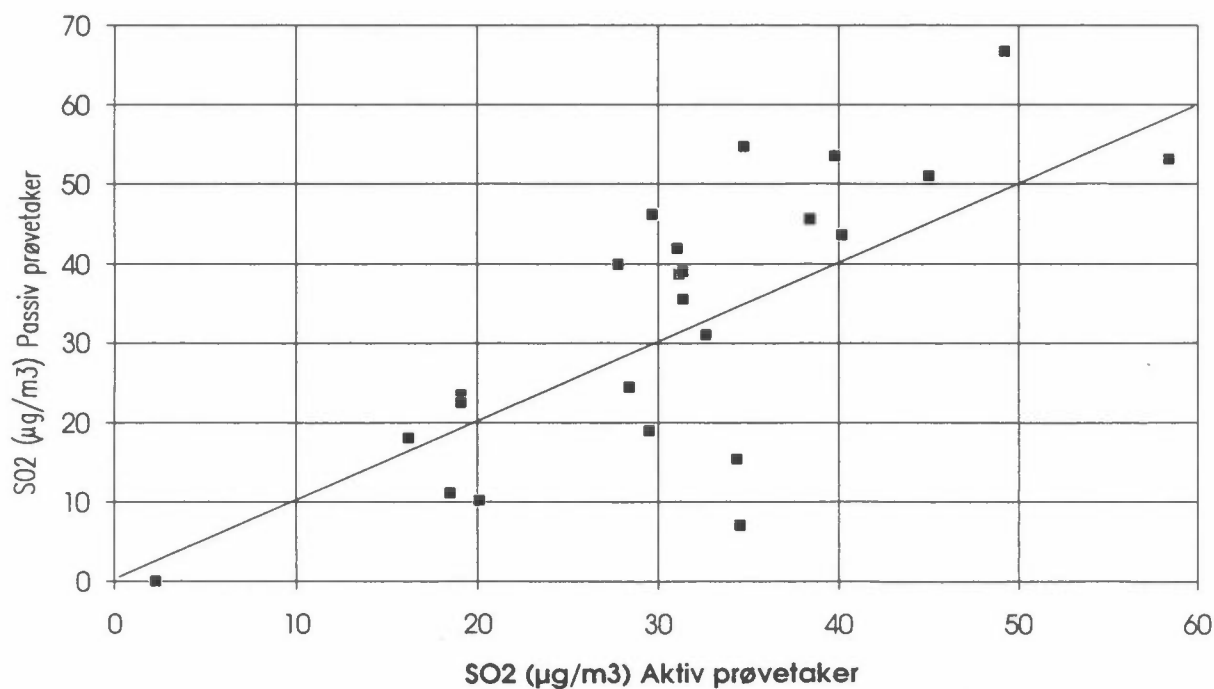
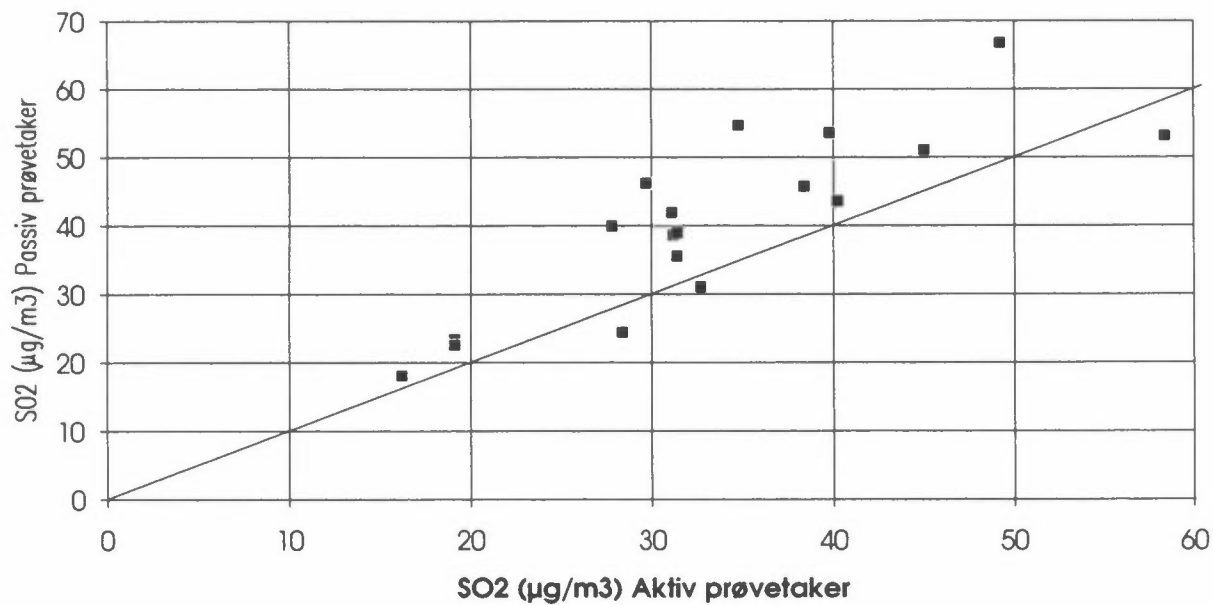
2.2. En sammenfatning av SO₂-målingene i Sarpsborg

I tabell A.2 er vist samtlige analysetall for måling av SO₂ i felt.

I tabell 3 er alle middelveidier av paralleller (PP) vist sammen med tilsvarende verdier for aktiv prøvetaker. De 6 nederste verdiene i tabellen representerer verdier hvor SO₂-mengden absorbert i PP har vært så lav ($\leq 0,60 \mu\text{g}$) at analyseresultatene har liten pålitelighet (nedre kurve i figur 1).

Tabell 3: *Middelkonsentrasjon av SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) på Borregaard av parallellprøver av PP sammenliknet med aktiv prøvetaker (FK). Tidsperiode juli 1992-mars 1993.*

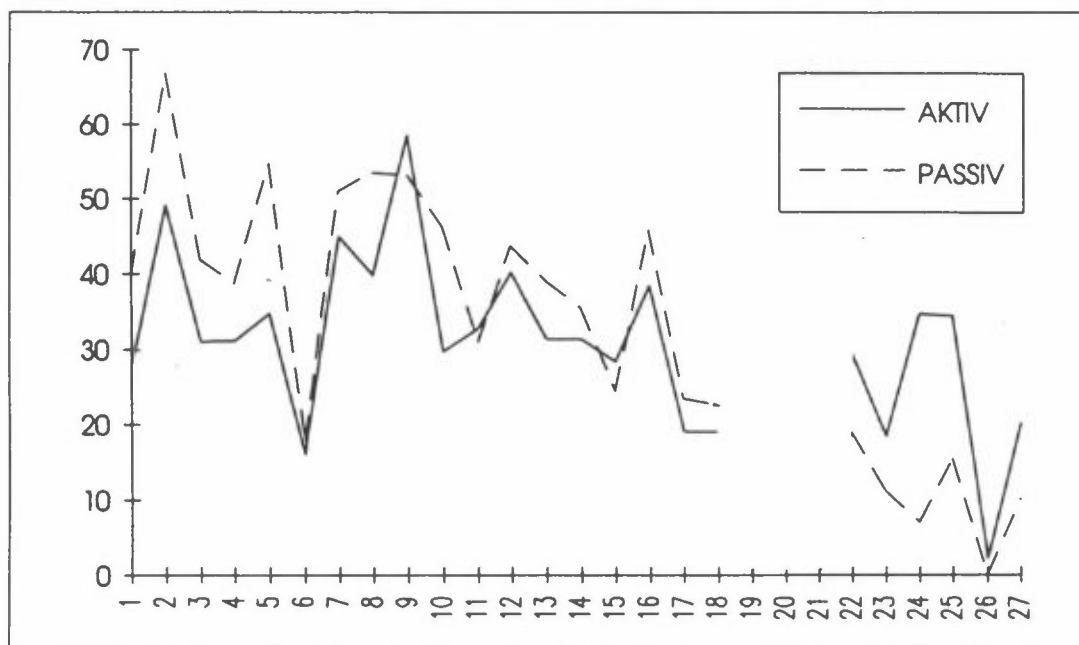
AKTIV	PASSIV	AKT/PAS	PAS-AKT	PAS % >AKT	ABS.DIFF.
27,8	39,9	0,70	12,1	30,3	12,1
49,2	66,7	0,74	17,5	26,2	17,5
31,1	41,9	0,74	10,8	25,7	10,8
31,2	38,7	0,81	7,5	19,3	7,5
34,8	54,7	0,64	19,9	36,3	19,9
16,2	18,0	0,90	1,8	10,0	1,8
45,0	51,0	0,88	6,0	11,7	6,0
39,8	53,5	0,74	13,7	25,6	13,7
58,4	53,1	1,10	-5,3	-9,9	5,3
29,7	46,2	0,64	16,5	35,7	16,5
32,7	31,0	1,05	-1,7	-5,4	1,7
40,2	43,6	0,92	3,4	7,8	3,4
31,4	39,0	0,81	7,6	19,4	7,6
31,4	35,5	0,88	4,1	11,5	4,1
28,4	24,4	1,16	-4,0	-16,3	4,0
38,4	45,7	0,84	7,3	15,9	7,3
19,1	23,4	0,82	4,3	18,3	4,3
19,1	22,5	0,85	3,4	15,1	3,4
29,5	18,9	1,56	-10,6	-56,0	10,6
18,5	11,1	1,67	-7,4	-66,6	7,4
34,6	7,0	4,94	-27,6	-394,2	27,6
34,4	15,4	2,23	-19,0	-123,3	19,0
2,3	0,0		-2,3		2,3
20,1	10,1	1,99	-10,0	-99,0	10,0
Middelverdi (totalt)		1,20	2,00		9,33
Middelverdi (over tykk strek)		0,85	6,94		8,16
Std.avvik (totalt)		0,93	11,49		
Std.avvik (over tykk strek)		0,15	7,16		



Figur 1: Sammenlikning aktiv og passiv prøvetaker (SO_2). Tallmaterialet er fra tabell 3. I den øverste figuren har en ikke tatt med verdier $<0,6 \mu\text{g}$ pr. prøvetaker.

Figurene viser middelværdier for fra to til fire paralleller av passive prøvetakere. I øvre kurve har en bare tatt med prøver hvor konsentrasjonen i filteruttrekket har vært $>0,15 \mu\text{g/ml}$.

I figur 2 er første og annen kolonne fra tabell 8 fremstilt grafisk. F.o.m. prøve mrk. 22 i figuren har mengden SO_2 absorbert på PP vært $\bar{<0,6}$ g.

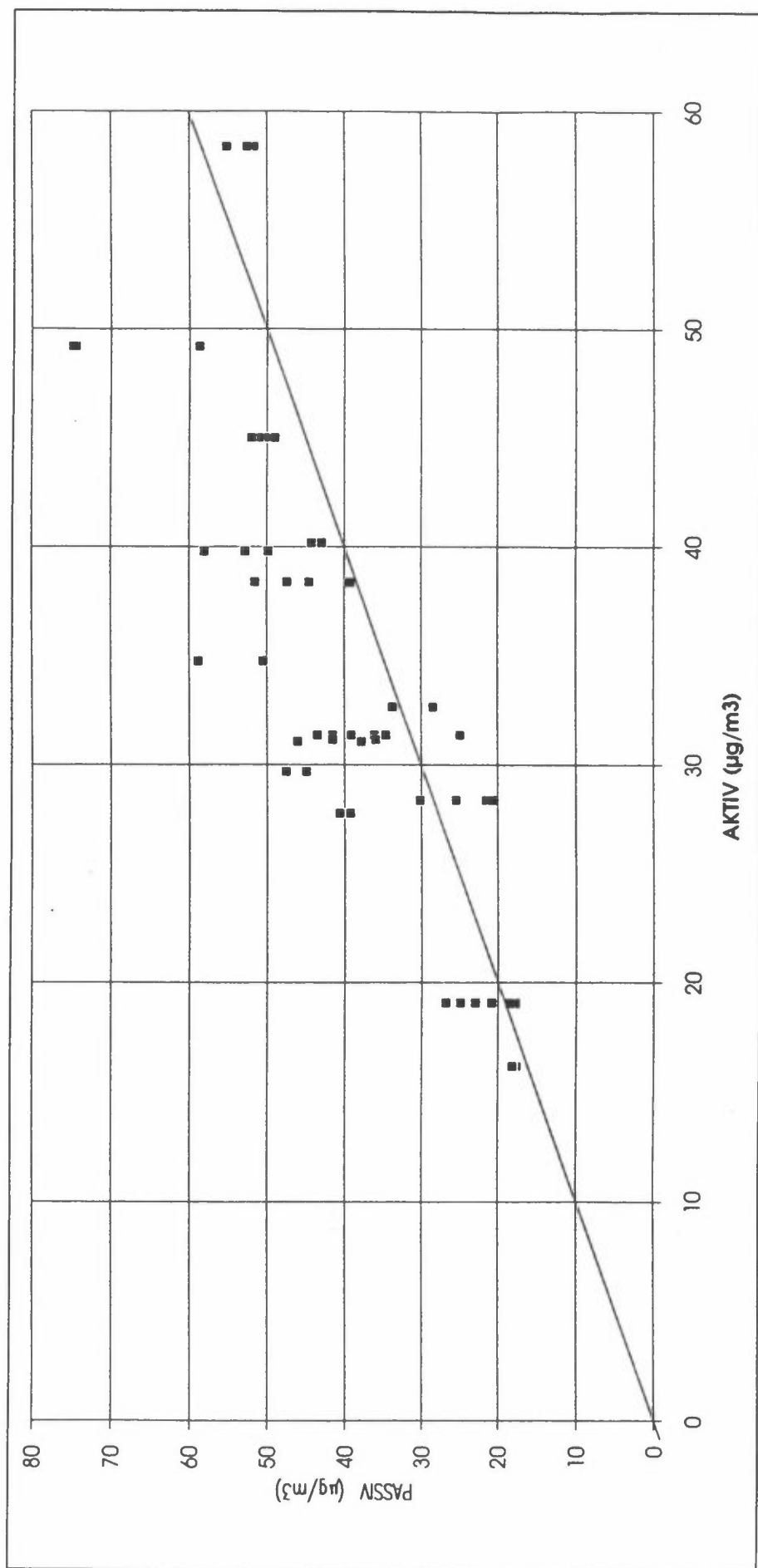


Figur 2: SO_2 -sammenlikning aktiv og passiv prøvetaker (f.o.m. nr. 22 kons. $<0,15 \mu\text{g/ml}$, dvs. $<0,6 \mu\text{g}$ pr. prøvetaker). SO_2 -kons. er angitt i $\mu\text{g/m}^3$ (ordinat).

Det går frem av tredje tallkolonne i tabell 3 at PP i middel gav ca. 15% høyere verdier enn de aktive prøvetakerne. Ved derfor å multiplisere K-verdien i utregningsformelen (side 5) med 0,85, fås mer samsvarende konsentrasjonstall for våre passive og aktive prøvetakere. K-verdien endres da fra 32,7 til 27,8.

I figur 3 har en tatt med alle enkeltverdier (paralleller) for PP. Prøvetakere med total SO_2 -absorpsjon på $<0,6 \mu\text{g}$ er dog ikke tatt med. Tabellverket for figuren finner en i vedlegg A, tabell A.3.

Dersom en med utgangspunkt i tabell A.3 regner ut presisjonen i målingene og anvender bare målingene med minst 3 paralleller, fås en presisjon som varierer mellom 1 og 20%. (Prosent presisjon = $\text{St.avvik} \times 100/\text{middelverdi}$.)



Figur 3: Sammenlikning av aktiv og passiv prøvetaker, Borregaard. Alle paralleller hvor mengden SO_2 pr. prøvetaker var $>0,6 \mu g$, er tatt med.

Noen få serier er kjørt med impregneringsmiddel A (m/KOH), og der en har hatt sammenliknbare verdier med impregneringsmiddel A1 (m/NaOH), har A1 oftest vist litt lavere verdier enn A, ca. 4% lavere basert på tallene i tabell 4.

Tabell 4: Sammenlikninger av impregneringsmidlene A og A1. I kolonnen til venstre er vist hvor dataene er hentet fra. Tallene er angitt i $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$.

Forsøk nr.*	Impregneringsmiddel				A1/A
	A (KOH)		A1 (NaOH)		
	Parallell	Middel	Parallell	Middel	
3K	54,0		47,8		0,82
	61,0		48,0		
	64,6	59,9	51,8	49,2	
8K	147,5		144,2		0,95
	154,9	151,1	143,4	143,8	
	134,1	134,1	127,7	127,7	
11K	23,8		33,0		1,23
	29,0	26,4	31,8	32,4	
	56,4		56,2		
	59,9	58,2	49,7	53,0	
	58,9		60,4		
1F	51,4	55,2	59,3	59,9	1,08
	41,5		39,1		
	39,2		43,5		
	39,2		24,9		
	36,1	39,0	34,6	35,5	
	22,9		26,7		
	25,0		17,8		
	20,8		26,8		
24,9	23,4	18,5	22,5	0,96	

*) K = Klimaskapsforsøk, IF = Feltforsøk BO-93.3-nr. 1.

2.3. SO₂-data fra Finnmark

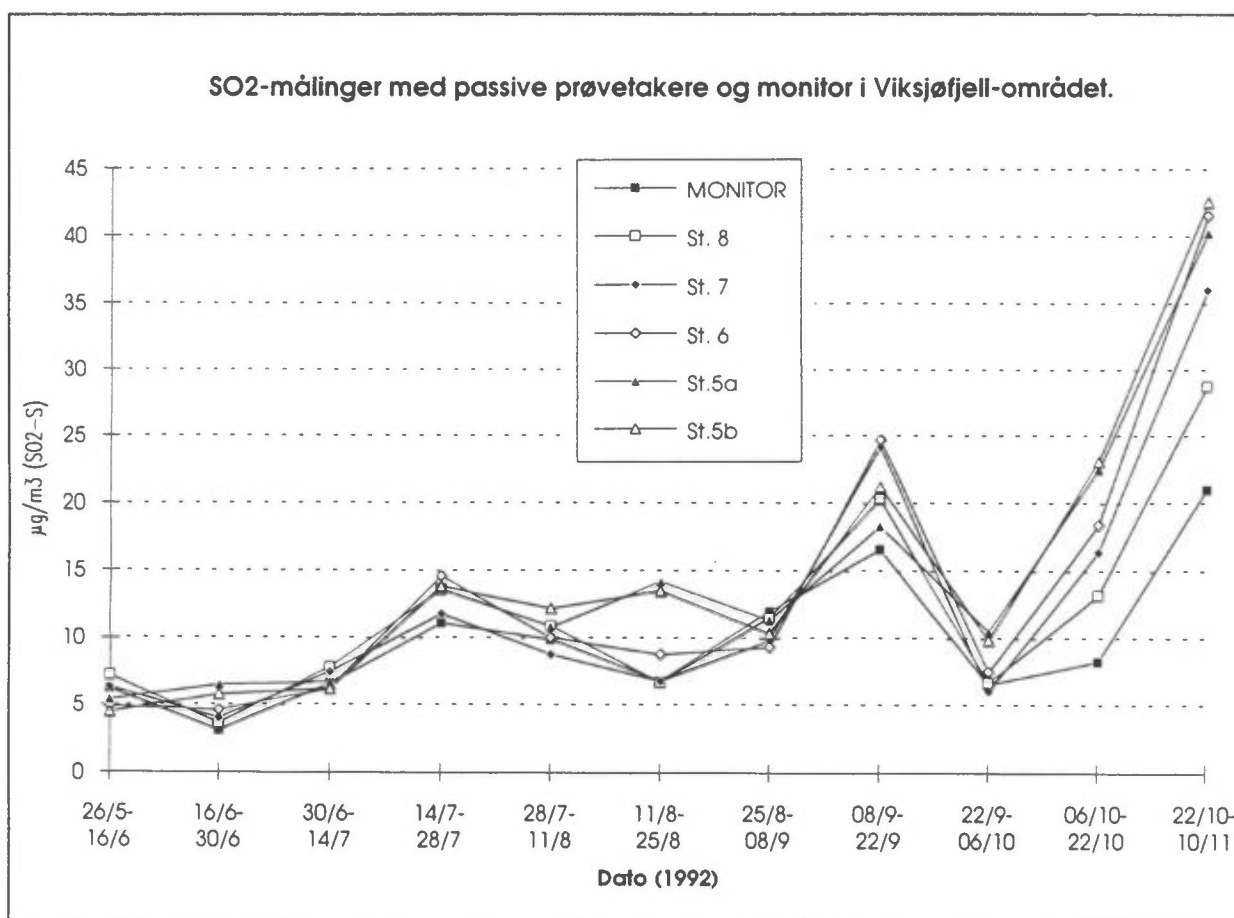
I et prosjekt vedrørende studier av skogskader ble det i tiden 25.5.92 til 10.11.92 utført målinger med PP i Finnmark i Viksjøfjell-området. Den aktive prøvetaker (monitor) var plassert på Viksjøhøgdas topp (391 m.o.h.). De passive prøvetakerne var plassert henholdsvis 2 km (nr. 8, ca. 250 m.o.h.), 4,5 km (nr. 7, ca. 250 m.o.h.), ca. 6,5 km (nr. 6, ca. 250 m.o.h.), og vel 8 km (nr. 5, ca. 210 m.o.h.) sør for denne toppen. St.nr. 5 hadde 2 PP, de andre én hver. Se for øvrig figur 4 (kartskisse).

Selv om PP ikke er direkte sammenliknbar med den aktive prøvetaker pga. avstandene, kan det være veiledende og nyttig å se på samvariasjoner mellom dem.

Figur 5 viser god samvariasjon mellom alle PP og monitor, og det er også mulig å se en tendens til økning av SO₂-verdiene sørover mot gasskildene i Russland (fabrikkene i Nikel og Zapoljarny).

Også parallellene på St. 5 har vært godt samstemt gjennom hele måleperioden.

Fra forsøk på Borregaard (BO-93.3-SO₂ nr. 1) gikk det fram at PP med impregneringsmiddel A1 (NaOH) viste ca. 15% høyere verdier enn aktiv prøvetaker (FK), og det har også vært en tendens til ytterligere ca. 5% høyere verdier ved bruk av impregneringsmiddel A (KOH). Reduserer vi tallene for stasjonene nr. 6, 7 og 8 med 20%, kommer vi svært nær verdiene for Viksjøfjellets monitor, bortsett fra de to siste periodene (i oktober), da PP viste atskillig høyere verdier.

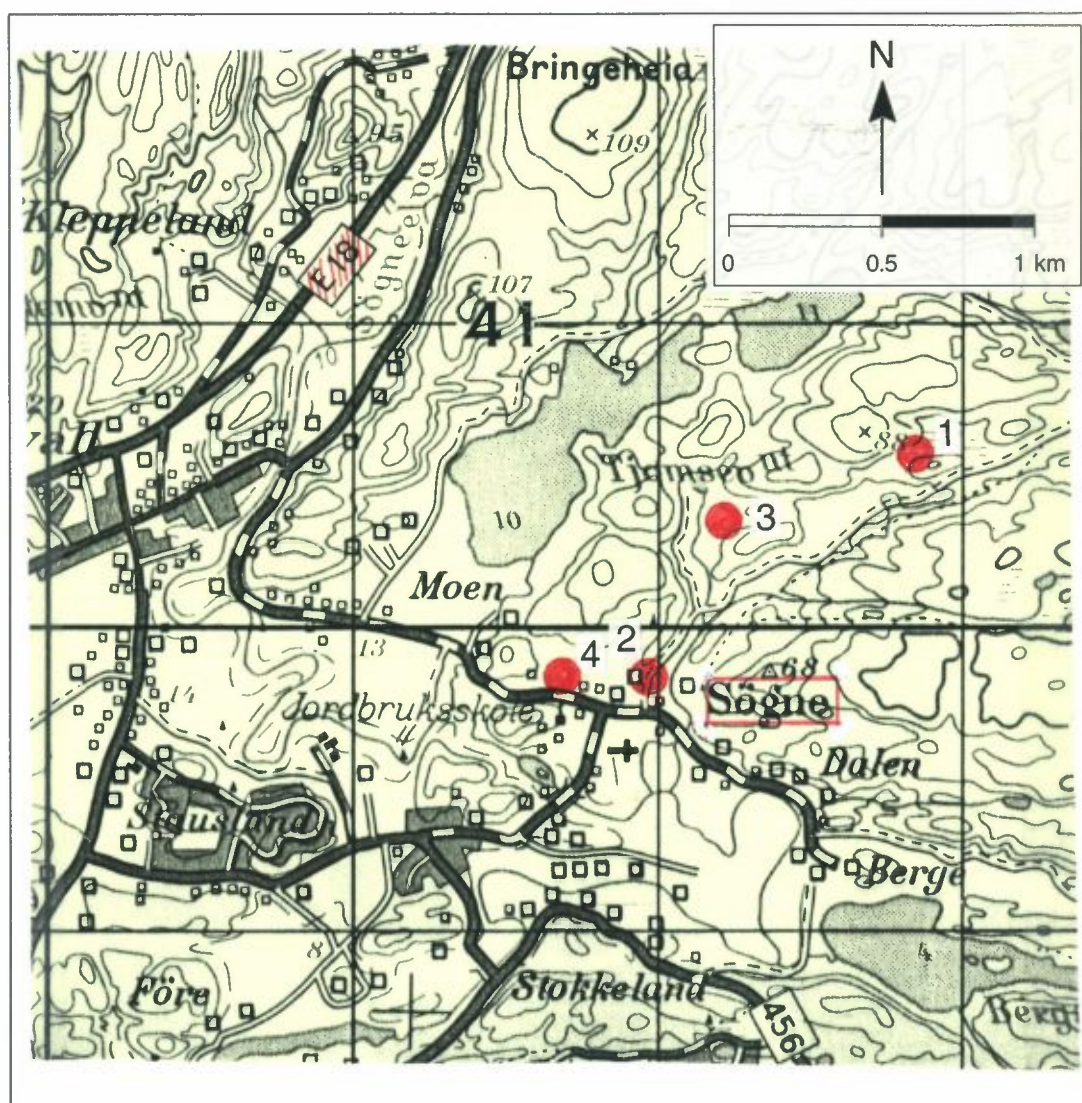


Figur 5: Sammenlikning av måleverdier fra stasjonene 5 til 8 med PP og monitor som var plassert på Viksjøfjell (fra tabell A.4).

2.4. SO₂-data fra Søgne-området

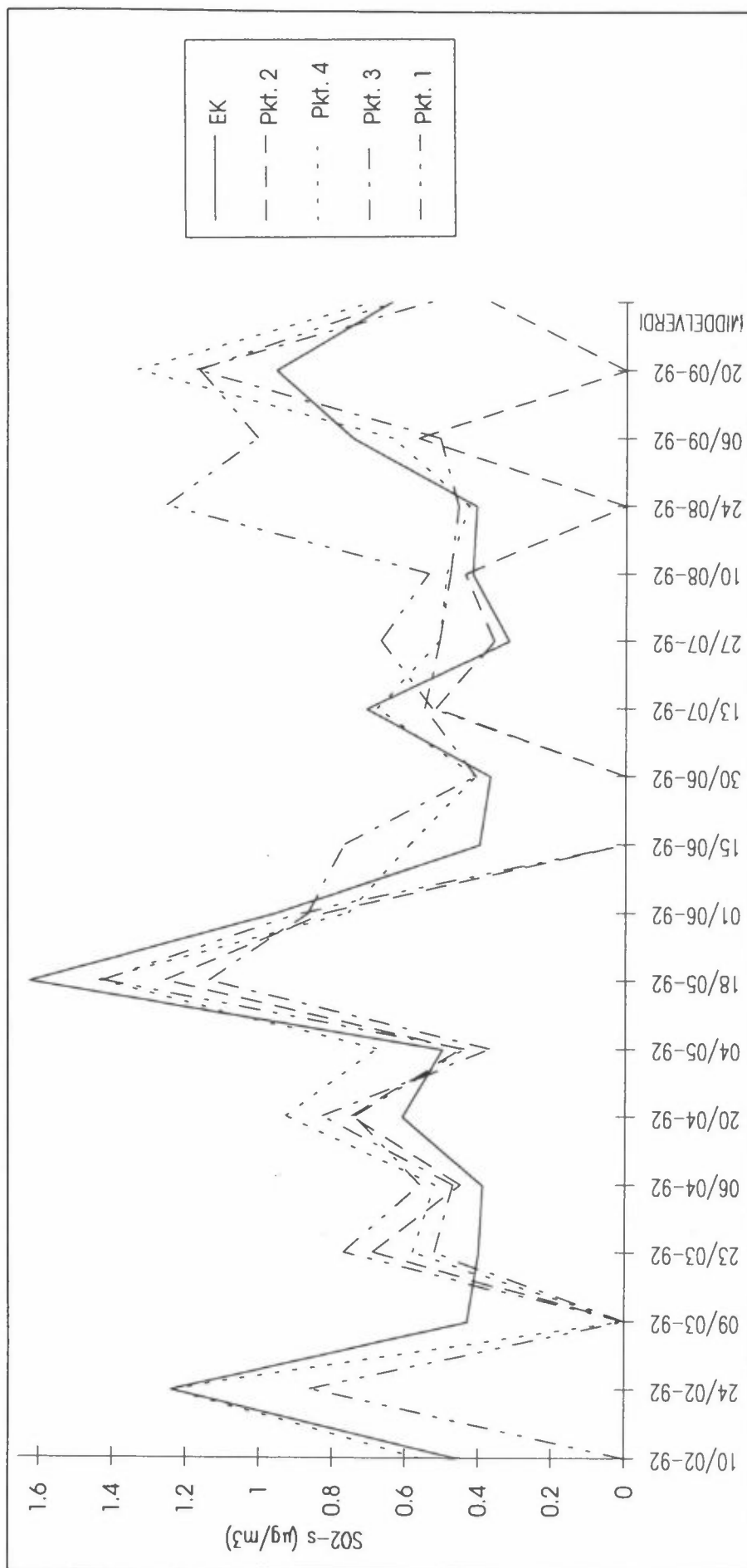
I tilknytning til studier av skogskader har det også vært utført målinger i Søgne-området, bl.a. SO₂-målinger ved bruk av PP. Fire målesteder er plassert i området fra jordbruksskolen og i nordøstlig retning ca. 1,5 km. Målepunktene nr. 2 og 4 er nær vei, hvorav pkt. 2 også er utstyrt med en aktiv måler (EK), hvor definert mengde luft suges gjennom et impregnert filter. Punktene 1 og 3 er plassert i skogsområde øst for Tjomsevann. Punktene ligger tilnærmet i samme nivå over havet, mellom 5 og 20 m.o.h.

Terrenget rundt kan noen steder komme over 100 m.o.h. Et høydedrag på ca. 100 m skjærer mot E-18 i en avstand av ca. 1,5 km vest for måleområdet. Bebyggelsen ligger hovedsakelig sør og sørvest for målepunktene (se for øvrig kartutsnitt i figur 6).



Figur 6: Målestedenes plassering i Søgne (1 rute = 1 km²).

Som en ser av figur 7, er det god samvariasjon mellom målepunktene, selv om pkt. 2 samsvarer dårlig med de øvrige punktene i siste halvdel av måleperioden. Pkt. 4 korrelerer best med den aktive prøvetakeren (EK), som for øvrig står nær denne. EK var plassert i pkt. 2, og en burde derfor ha ventet bedre samsvar mellom PP og EK her. Målepunktet har vært gjenstand for uregelmessigheter, og har hatt måleverdier flere ganger ned i null. Verdiene fra dette punktet er derfor usikre.



Figur 7: Sammenlikning av måleverdier fra målepunktene 1 til 4 med PP og aktiv prøvetaker (EK), som var plassert i pkt. 2. I teksten i figuren er målestasjonene satt opp i økende avstand fra EK (fra tabell A.5).

2.5. Sammenfatning av SO₂-målingene på Viksjøfjell og i Søgne

Målingene med PP på Viksjøfjell (Finnmark) har gitt bra samvariasjoner med aktiv prøvetaker og samsvarer godt med målingene fra f.eks. Borregaard (Østfold). Det samme kan en si om tilsvarende målinger i Søgne-området (Vest-Agder), selv om samvariasjonen var noe dårligere, men konsentrasjonene var her meget lave, gjerne <1 µg/m³ (SO₂-S).

2.6. Klimaskapsforsøk

Permeasjonsrør ble brukt som kilde for SO₂-dosering i klimaskapet. Som aktiv referansemetode er brukt monitor (Model 4108 fluorescence SO₂ analyzer).

NILUs doble filterholder (Anda, 1991) ble før prosjektet startet prøvd som passive avsetningsprøvetaker på NILUs tak. Dette gav meget lovende resultater. Det var derfor naturlig da dette prosjektet startet våren 1992 å begynne med å sammenlikne NILUs doble filterholder med Firms holder, som det allerede forelå positive undersøkelser av. De to filterholderne er vist i vedlegg D (figurene D1 og D2).

I første forsøk er prøvetakerne kjørt som avsetningsprøvetakere. Forfilteret er da byttet ut med et impregnert filter. En får da ingen diffusjon i sylindren. Avsetningen blir regnet ut som µg/m².

I de øvrige forsøk dreier det seg om diffusjon, og vi beregner konsentrasjonen som tidligere nevnt. De fleste klimaskapsforsøk er kjørt ca. 1 døgn.

Forsøk 1

Formål:

Sammenlikne NILUs doble filterholder og Firms holder anvendt som passiv avsetningsprøvetaker.

Premisser:

Da forsøket kun dreide seg om sammenlikninger, ble hverken SO₂-konsentrasjon, temperatur eller fuktighet definert. Tre prøver av hver ble satt i klimaskapet og eksponert i 11 døgn. KOH ble brukt som impregneringsmiddel.

Resultater (µg SO₂ cm⁻² døgn⁻¹):

Firm-holder:	52,1, 51,7 og 44,3	Gj.sn. 49,4
NILU-holder:	37,2, 36,5 og 32,8	Gj.sn. 35,5

Resultatevaluering:

1. Begge holderne gav godt samsvar mellom parallellene, men Firm-holderen viste seg å gi ca. 40% høyere verdier enn NILU-holderen.

Forsøk 2

Glassfiberfilter og papirfilter ble sammenliknet som substrat for impregneringsmidlene KOH (såkalt A-løsning) og TEA (trietanolamin). Vi fant at glassfiber gav langt lavere verdier enn papirfiber.

Alle senere forsøk er gjort med Ferm-holder og papirfilter.

Forsøk 3**Formål:**

1. Sammenlikne NaOH og KOH som impregneringsmiddel.
2. Sammenlikne konsentrasjonene målt med passive prøvetakere og monitor (aktiv prøvetaker).
3. Turbulensens betydning for måling med PP.

Premisser:

Romtemperatur. RH 90%. Måleuttak til monitor midt i skapet. Eksponeringstid 24 timer. Konsentrasjon iflg. monitor ca. 50 ppb \approx 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Plasseringen av passive prøvetakere var nær vifte (= pos. 1) og på gulv (= pos. 2), begge plasseringene var omtrent midt i skapet.

Resultater ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):

A1 (m/NaOH)	Pos. 1	43,2 - 55,2 - 56,6	Gj.sn. 51,7
A1 (m/NaOH)	Pos. 2	47,8 - 48,0 - 51,8	Gj.sn. 49,2
A (m/KOH)	Pos. 2	54,0 - 61,0 - 64,6	Gj.sn. 59,9

Den laminære lufthastighet ble i posisjon 1 målt til mellom 1 og 2 ms^{-1} , og i posisjon 2 opptil 0,2 ms^{-1} .

Resultatevaluering:

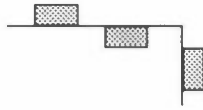
1. Bruk av KOH som impregneringsmiddel gav i middel ca. 20% høyere verdier enn ved bruk av NaOH.
2. PP registrerte under halvparten av den konsentrasjonen monitoren viste (se også forsøkene 4, 5 og 8).
3. Det var ingen forskjell å registrere i målt konsentrasjon ved ulike lufthastigheter (0,2 - 2 ms^{-1}).

Forsøk 4**Formål:**

Prøvetakerens orientering: Vending opp, ned og vertikalt. Hvilken betydning har dette?

Premisser:

Romtemperatur. RH 90%. SO₂-konsentrasjon ca. 135 µg/m³ iflg. monitor. Prøvetakerne ble montert midt i skapet inntil ene veggen. Tre paralleller av hver orientering som kan anskueliggjøres slik:



PP var av type A1 (NaOH).

Resultater (µg/m³):

Orientering:

Eksponert flate vendt opp:	34,5 - 23,6 - 21,0	Gj.sn. 26,4
Eksponert flate vendt ned:	21,4 - 21,0 - 20,4	Gj.sn. 20,9
Eksponert flate plassert vertikalt:	27,8 - 23,6 - 19,0	Gj.sn. 23,5

Resultatevaluering:

- Orientering med eksponert flate vendt ned gav lavest middelverdi. Vi ser av resultatene at det er bare i maks.-verdiene en finner særlig avvik. For å finne en eventuell mer nøyaktig forskjell i målingene som funksjon av orienteringen, kreves et atskillig mer omfattende forsøksopplegg.
- Igjen ser vi uoverensstemmelsen mellom målingene med monitor og PP (se også resultatevaluering forsøk 3). Monitorens SO₂-verdi virker her av ukjent årsak urimelig høy.

Forsøk 5**Formål:**

Ville en merke en utelatelse av glyserol til impregneringsmiddel ved lav RH (50%)?

Premisser:

Romtemperatur. RH = 50%. SO₂-konsentrasjon 205 µg/m³. Det er kjørt tre paralleller av hver, A1 (NaOH m/glyserol) og A2 (NaOH u/glyserol). Her ble også anvendt blindprøver. Prøvetakerne er plassert på gulvet i klimaskapet i 5 cm høyde.

Resultater (µg/m³):

A1 (m/glyserol)	224 - 224 - 206	Gj.sn. 218
A2 (u/glyserol)	216 - 198 - 196	Gj.sn. 203

Resultatevaluering:

- Glyseroltilsetning synes å gi noe høyere verdier ved RH 50%. Med tanke på enda lavere RH vil det være mest betryggende å beholde glyseroltilsetningen.

2. Denne gangen var det godt samsvar mellom monitor og PP. Vi kan derfor med rimelighet anta at de lavere verdiene en fikk med PP ved RH 90% henger sammen med gassopptak i fuktige overflater i skapet (se forsøk 3).

Forsøk 6

Formål:

Hvilken betydning har forfilter med henholdsvis porer på 1 og 10 μm for målingen? 1 μm -forfilter har ca. 75% porevolum og tykkelse 175 μm , mens 10 μm -forfilter har porevolum 68% og tykkelse 125 μm . Filterstrukturen er helt forskjellig for de to filterne.

Premisser:

Romtemperatur. RH = 90%. En brukte her KOH som impregneringsmiddel. Monitor viste ca. 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Resultater ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Med 1 μm forfilter	91,3 - 78,5 - 58,5	Gj.sn. 76,1
Med 10 μm forfilter	87,0 - 87,0 - 82,8 - 77,1	Gj.sn. 83,5

Resultatevaluering:

Spredningen var stor ved bruk av 1 μm -forfilter (se for øvrig forsøk nr. 8 samt feltforsøk OSLO-92.7 nr. 1). Flere forsøk er nødvendig for å avklare eventuelle forskjeller ved bruk av disse filterne.

Forsøk 7a) og b)

Formål:

Det ville være stor fordel om en kunne bruke klimaskapet i én-faktor studier av PP. Derfor var det viktig å vite mer om prøvetakernes respons i ulike deler av eksponeringskammeret. To forsøk ble kjørt, ett med fuktig luft (a) og ett med tørr luft (b).

Premisser:

Dette omfattet to forsøk hvor romtemperatur anvendes i begge tilfeller. Forsøk (a): RH = 90%. SO_2 -monitor viste da ca. 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Forsøk (b): RH = 25% og SO_2 -konsentrasjon ca. 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iflg. monitor. I begge forsøkene hadde vi plassert PP (type A) i trakt (gassstilførselskanal til skapet etter grovblanding), metallsidevegg, plastvegg (dør) og midt i skapet. På veggene er ikke kjørt paralleller. Eksponeringstid: 1 døgn.

Resultater:

Tabell 5: Resultatene fra forsøket i september 1992.

DATO		POSISJON	SO ₂ -S	SO ₂	POSISJON	SO ₂ -KONS. (monitor) µg/m ³	% RH
FRA	TIL		µg/ml*	µg/m ³			
92/09/02	92/09/03	01	0,22	57,8	Trakt	35	90
92/09/02	92/09/03	02	0,22	56,7	Trakt		
92/09/02	92/09/03	03	0,03	8,7	Metallvegg		
92/09/02	92/09/03	04	0,03	7,9	Plastvegg		
92/09/02	92/09/03	05	0,05	12,4	Midt i skapet		
92/09/02	92/09/03	06	0,05	13,3	Midt i skapet		
92/09/03	92/09/04	07	0,31	82,3	Trakt	44	25
92/09/03	92/09/04	08	0,31	81,9	Trakt		
92/09/03	92/09/04	09	0,14	36,0	Metallvegg		
92/09/03	92/09/04	10	0,13	33,2	Plastvegg		
92/09/03	92/09/04	11	0,15	40,4	Midt i skapet		
92/09/03	92/09/04	12	0,15	38,1	Midt i skapet		
92/09/03	92/09/04	13	-0,02	-5,2	Blind		

* Kolonnen angir analyseverdien i 4 ml filterekstrakt.

Resultatevaluering:

Dersom en her antar at monitormålingen har gitt fasitsvaret, får vi:

1. I trakten i klimaskapet ble det målt altfor høye SO₂-verdier, vel 60% høyere ved 90% RH og vel 85% høyere ved 25% RH enn det vi målte med monitor.
2. Med PP målte vi altfor lave verdier ved veggene ved 90% RH. Dette kan sannsynligvis endre seg når veggene "mettes". Men dette gjør bruk av PP vanskelig nær store flater i et klimaskap av NILUs type (Weiss). En må forsikre seg om at alle flater er SO₂-mettet før en starter et forsøk, dersom vi vil ha kontroll over gasskonsentrasjonen.

Under tørre forhold syntes problemene å bli noe mindre. I vårt tilfelle med RH = 25% skulle vi iflg. monitoren hatt ca. 25% høyere verdier.

3. Måleverdien i skapet refereres normalt til den midtre del, men selv der er samsvaret mellom PP og monitor ikke helt tilfredsstillende ved 25% RH, og ved 90% RH blir tallene altfor lave for PP. "Nabo-flater" til PP synes å virke som konkurrerende "sluk" til PP.

Forsøk 8**Formål:**

Forrige forsøk viste at ved høy fuktighet vil mye av tilført gass (SO₂) absorberes på skapets flater og målingene med PP blir vanskelige å tolke. Skapets overflater ble derfor mettet med SO₂ i håp om å oppnå mer ensartede og lettere tolkbare analyseresultater.

Dessuten ville en:

1. Sammenlikne 1 og 10 μm forfilter igjen.
2. Måle uten forfilter.
3. Sammenlikne NaOH (AI) og KOH (A) som impregneringsmiddel.

Premisser:

RH = 90%. Temperatur 5°C. Monitor viste middel på ca. 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, men har vært noe ustabil under forsøket. Prøvetakerne er plassert i midten av skapet. Resultattabellen viser antallet paralleller av de ulike prøvetakerne samt forfilterbetingelsene.

Resultater:

Tabell 6: Resultatene fra forsøket i klimaskap i oktober 1992.

DATO		POS.	PRØVETYPE	ANT DAG døgn	SO ₄ -S $\mu\text{g}/\text{ml}$	SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MIDDEL- VERDIER	FORFILTER (= F)
FRA	TIL							
92/10/09	92/10/12	07	PD-IVLAI	3	4,85	423,0		u/F
92/10/09	92/10/12	08	PD-IVLAI	3	1,64	143,4		
92/10/09	92/10/12	09	PD-IVLAI	3	1,65	144,2	143,8	1 μm
92/10/09	92/10/12	10	PD-IVLAI	3	1,46	127,7		10 μm
92/10/09	92/10/12	07	PD-IVLA	3	4,90	427,1		u/F
92/10/09	92/10/12	08	PD-IVLA	3	1,69	147,5		
92/10/09	92/10/12	09	PD-IVLA	3	1,78	154,9	151,1	1 μm
92/10/09	92/10/12	10	PD-IVLA	3	1,54	134,1		10 μm

Resultatevaluering:

1. Forskjellen mellom det monitor og PP målte var her mindre enn før. Dette skyldtes sannsynligvis at overflatene nå var mer mettet med SO₂. Men fremdeles var forskjellene relativt store.
2. Forfilter med 10 μm porer viste i begge disse tilfellene noe lavere verdi enn forfilter med 1 μm porer (jamfør forsøk 6 og feltforsøk Oslo-92.7 nr. 1).
3. Forholdet mellom måling uten og med forfilter ved 90% RH og 5°C var ca. 3 når monitor viste en SO₂-konsentrasjon i skapet på ca. 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
4. Igjen gav bruk av KOH som impregneringsmiddel høyere verdier enn bruk av NaOH. Her dreide det seg om 10,5% (jamfør forsøk 3).

Forsøk 9 (a og b)

Formål:

Betydningen av RH ble testet.

Premisser:

Romtemperatur (ca. 25°C). RH ble først satt til 40% (a) og deretter 90% (b). En prøvetaker ble plassert over trakt, og de øvrige som omfatter 3 stk. med forfilter

1 μm og 1 stk. med forfilter 10 μm . Prøvetakerne har vært av type A1 (NaOH). SO_2 -konsentrasjonen ifølge monitor var ca. 110 μg . Eksponeringstid: 1 døgn.

Resultater:

Tabell 7: Resultatene fra forsøket i klimaskap 15. og 19. oktober 1992.

DATO		POS	SO ₄ -S $\mu\text{g}/\text{ml}$	SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	POSISJON	FOR-FILTER	MIDDEL SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	FORSØK % RH
FRA	TIL							
92/10/15	92/10/16	01	0,62	163,0	Over trakt	1 μm	163	40
92/10/15	92/10/16	02	0,45	116,7	I sentrum			
92/10/15	92/10/16	03	0,40	105,4	I sentrum			
92/10/15	92/10/16	04	0,57	149,9	I sentrum			
92/10/15	92/10/16	05	0,46	119,8	I sentrum	10 μm	120	
92/10/19	92/10/20	06	0,90	234,9	Over trakt	1 μm	235	90
92/10/19	92/10/20	07	0,45	117,2	I sentrum			
92/10/19	92/10/20	08	0,42	109,6	I sentrum			
92/10/19	92/10/20	09	0,35	92,3	I sentrum			
92/10/19	92/10/20	10	0,43	113,0	I sentrum	10 μm	113	

Resultatevaluering:

1. God overensstemmelse mellom monitor og PP plassert i skapets sentrum. Sannsynligvis var flatene i skapet nå tilnærmet i SO_2 -balanse med omgivelsene.
2. Det så ikke ut som om PP reagerte nevneverdig forskjellig på fuktighetene 40% RH og 90% RH.
3. Bruk av forfilter 1 μm eller 10 μm syntes ikke her å ha spilt noen rolle. (Se for øvrig forsøk 6 og 8 samt feltforsøk i Oslo-92.7 nr.1.)
4. Målt konsentrasjon med PP i trakt viser som tidligere atskillig høyere verdi enn i sentrum av skapet.

Forsøk 10

Formål:

1. Variere underlagsforholdene for de PP, dvs. det medium prøvetakeren var festet til. En forsøkte med forskjeller i arealstørrelse og SO_2 -mettningsgrad.
2. Sammenlikne bruk av NaOH (AI) og KOH (A) som impregneringsmiddel.
3. Sammenlikne monitor med aktiv prøvetaking basert på bobleflaske.

Premisser:

Romtemperatur (ca. 25°C). RH ca. 90%. SO_2 -konsentrasjonen iflg. monitor ca. 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Forsøket utført i tiden 4.-5.11.1992. Prøvene ble alle plassert i sentrumsdelene av skapet.

Resultater:

Tabell 8: Resultater fra klimaskapsforsøk 4.-5.11.1992.

IMPREGNERINGSMIDDEL	NR	POSISJON	SO ₂ (µg/m ³)	MIDDEL SO ₂
KOH	1	i TRAKT	193,5	179,4
NaOH	1		165,3	
KOH	2	Festet på stativ stang (med min. underlag)	79,5	~82,5
KOH	3		85,2	
NaOH	2		82,8	~85,0
NaOH	3		87,5	
KOH	4		77,8	
KOH	5	Festet på plate, (SO ₂ -mettet plast)	87,2	~82,5
NaOH	4		88,6	~87,5
NaOH	5		86,4	
KOH	6		Festet på plate, ikke SO ₂ kondisjonert	79,1
KOH	7	80,7		
NaOH	6	79,9		~82,0
NaOH	7	84,0		

Måling av SO₂ konsentrasjonen vha. bobleflaske gav 80,8 µg/m³ midlet over den perioden forsøket varte.

Resultatevaluering:

1. Det var bare uvesentlige forskjeller av SO₂-verdiene fra prøvetakere festet på ulike underlag. Hvorvidt festeplaten var mettet med SO₂, syntes å være av underordnet betydning. Dette kan tyde på at det er først og fremst veggene i skapet som virker inn. (Se forsøk 11.)
2. Forskjellen mellom bruk av NaOH og KOH som impregneringsmiddel har her vist seg å være uvesentlig, selv om NaOH her har hatt en tendens til å gi de høyeste verdiene. I tidligere forsøk har dette stort sett vært motsatt.
3. En fikk her samsvarende verdier mellom PP og bobleflaske. Det er derfor grunn til å tro at monitoren kan ha vist for høye SO₂-verdier, i alle fall i en del av tilfellene.
4. I trakt har en målt i overkant av det doble av hva en målte i sentrum av skapet. Dårlig gassblanding i inngangen til skapet, kan gi disse høye verdiene. (Se forsøk 11.)

Forsøk 11**Formål:**

Blandingseffektiviteten gass/luft over og under trakten sammenliknet med målingene andre steder i skapet.

Premisser:

Romtemperatur (ca. 25°C). RH = 90%. Skapets indre flater er antatt tilnærmet mettet med SO₂. Plasseringen av PP er angitt i resultattabellen. Dato 16.-17.11.92.

Resultater:

Tabell 9: Resultatene fra forsøk i klimaskap i november 1992.

IMP.M.	NR	POSISJON	SO ₂ i µg/m ³		
NaOH	14	Øverst i trakt	162,2		
NaOH	12	Nederst ved trakt	33,0		29,4
NaOH	13	Nederst ved trakt	31,8	32,4	
KOH	12	Nederst ved trakt	23,8		
KOH	13	Nederst ved trakt	29,0	26,4	
NaOH	8	Sentrum	56,2		55,6
NaOH	9	Sentrum	49,7	53,0	
KOH	8	Sentrum	56,4		
KOH	9	Sentrum	59,9	58,2	
NaOH	10	Vegg	60,4		57,5
NaOH	11	Vegg	59,3	59,9	
KOH	10	Vegg	58,9		
KOH	11	Vegg	51,4	55,2	

Monitor gav en midlere SO₂-konsentrasjon på ca. 105 µg. Konsentrasjonen ble også målt ved analyse av bobleflaske. Den viste ca. 77 µg/m³.

Resultatevaluering:

1. En målte ca. halve den midlere konsentrasjonen for skapet i nederste del av inntakstrakten.
2. Forskjellen mellom konsentrasjonene i sentrum og ved veggen var ubetydelig. Dette tyder på at overflatene i skapet var SO₂-mettet.
3. Bruk av NaOH eller KOH som impregneringsmiddel gav her ingen tydelig forskjell.
4. Det var igjen stor forskjell mellom absoluttverdiene for PP og aktiv prøvetaker og også mellom de to aktive prøvetaker-typene, her representert av bobleflaske og monitor.

Forsøk 12**Formål:**

Det hender at forfiltrene på de passive prøvetakerne er mer eller mindre deformerte i overflaten. Om dette er viktig for prøvetakingen ble undersøkt.

Premisser:

To prøver med god strekk på forfilter og to prøver med dårlig (noe inntrykket) strekk ble eksponert samtidig i klimaskapet. Prøvene ble kjørt 1 døgn fra 25.11.92. Impregneringsmiddel var type A1. Resultatene er angitt som analyseverdier.

Resultater:

Prøve 1	God strekk	0,187 $\mu\text{g SO}_4\text{-S/ml}$
Prøve 2	God strekk	0,158 $\mu\text{g SO}_4\text{-S/ml}$
Prøve 3	Dårlig strekk	0,156 $\mu\text{g SO}_4\text{-S/ml}$
Prøve 4	Dårlig strekk	0,160 $\mu\text{g SO}_4\text{-S/ml}$

Evaluerings:

Resultatene gir ikke grunn til å tro at god strekk på forfilter er vesentlig for analyseresultatet.

2.7. Sammenfatning av forsøkene i klimaskap

En rekke forsøk har vist at det var vanskelig å evaluere resultatene fra målingene med PP i NILUs klimaskap (type Weiss). Dette skyldes hovedsakelig at skapets vegger adsorberer SO_2 , og virker som et konkurrerende "sluk" til PP. Dessuten synes også gassens blandingsforløp å virke inn. En vil således måle forskjellig med PP alt etter hvor en befinner seg i forhold til skapets vegger og inntak. Ved inntaket måltes mye høyere verdier enn midlet for skapet, mens en andre steder i skapet fikk langt lavere verdier (forsøk 7,10). Ved å "mette" skapets vegger med SO_2 fikk en atskillig mer kontrollerbare forhold. Det ble gjort forsøk ved fuktigheter fra 40 til 90% (RH) (forsøk 8, 9 og 11).

Det var problematisk å oppnå god overensstemmelse mellom aktive og passive prøvetakere. Noe av forklaringen på dette kan være at selve prøvetakingsprinsippene i seg selv kan påvirke det miljøet som måles. Klimaskapstestene har likevel antydnet at:

- Det ble relativt avsatt mer SO_2 på et lite areal (som Ferm-holderen) enn på et større areal (som NILUs doble filterholder). Diametrene for disse arealene er henholdsvis 20 og 40 mm (forsøk 1).
- Papirfiberfilter gav mye høyere adsorpsjon enn glassfiberfilter ved anvendelse av KOH og TEA som impregneringsmidler (forsøk 2).
- Bruk av KOH og NaOH som impregneringsmidler kan anses som tilnærmet likeverdige. Selv om forsøk nr. 2 og 8 ikke tyder på dette, har senere forsøk underbygget konklusjonen (forsøk 3, 10 og 11).
- Det var ingen forskjell i målt konsentrasjon ved lufthastigheten mellom 0,2 og 2 ms^{-1} (forsøk 3).

- Orienteringen av PP gav ikke store utslag. En fikk imidlertid litt lavere verdier ved standard orientering, dvs. med eksponert flate vendende nedover (forsøk 4).
- Forsøk 5 tyder på at en oppnådde noe bedre SO₂-absorpsjon ved tilsetning av glyserol til impregneringsmidlet NaOH (ved RH 50%).
- Forsøk med å øke porestørrelser i forfilteret har ikke gitt noe vesentlig utslag (forsøk 6, 8 og 9), og det er ikke av viktighet om forfilteret hadde dårlig strekk (forsøk 12).
- Aktiv prøvetaker (monitor) gav høyere verdier enn PP i klimaskap. Det motsatte var tilfelle i felt.

3. Passiv prøvetaker for NO₂

3.1. Felteforsøk

Forsøkene har foregått på NILUs korrosjonsstasjon i Oslo (Hausmannsgate) og i noen grad i Sarpsborg (Borregaard). I tabell B.1 i vedlegg B finner en alle resultatene samlet.

Forsøk: OSLO-92.9-NO₂ nr. 1

Formål:

Sammenlikne PP med aktiv prøvetaker. Impregneringsmiddel: KI.

Premisser:

Måleperioden varte i 9 døgn. Tre paralleller impregnert med KI ble satt opp på stasjonen: Oslo sentrum (Hausmannsgate). Aktiv prøvetaker (FK) består her av bobleflasker med bl.a. trietanolamin (TGS-metoden).

Resultater:

Parallellene viste ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): 30,7 - 30,6 - 30,0, gj.sn. 30,4. Midlet for de samme døgnene med FK var 48,8.

Resultatevaluering:

1. Det var samsvar mellom parallellene.
2. PP med KI som impregneringsmiddel viste nesten 38% lavere verdi enn aktiv prøvetaker.

Forsøk: OSLO-92.9-NO₂ nr. 2

Formål:

Sammenlikne impregneringsmidlene KI, NaI og TEA brukt i PP samt aktiv prøvetaker FK.

Premisser:

Måleperioden varte i 12 døgn på stasjonen Oslo sentrum. Tre paralleller ble kjørt med hvert impregneringsmiddel. Ytterligere tre paralleller av hver type ble tilsatt 1 µg NO₂/ml for å se om en kvantitativt fant igjen dette.

Resultater:

Tabell 10: NO₂-målinger i Oslo i perioden 9.-21. september 1992 med PP med ulike impregneringsmidler.

PRØVE TYPE OG NR.	ANALYSERESULTATER				MERKNADER
	NO ₂ *		MIDDEL- VERDIER		
	µg/ml	µg/m ³			
KI 01	2,68	25,0	30,1	30,9	
KI 02	3,42	31,9			
KI 03	3,57	33,3			
KI 11	3,78	33,3	31,7		Tilsatt 1,0 µg/ml NO ₂
KI 12	3,16	29,5			Tilsatt 1,0 µg/ml NO ₂
KI 13	3,25	30,4			Tilsatt 1,0 µg/ml NO ₂
NAI 01	2,92	27,3	28,9	30,5	
NAI 02	3,20	29,9			
NAI 03	3,16	29,5			
NAI 11	3,76	35,1	32,1		Tilsatt 1,0 µg/ml NO ₂
NAI 12	3,92	36,6			Tilsatt 1,0 µg/ml NO ₂
NAI 13	2,64	24,7			Tilsatt 1,0 µg/ml NO ₂
TEA 01	2,39	22,3	22,6	22,1	
TEA 02	2,76	25,7			
TEA 03	2,12	19,8			
TEA 11	2,20	20,6	21,5		Tilsatt 1,0 µg/ml NO ₂
TEA 12	2,27	21,2			Tilsatt 1,0 µg/ml NO ₂
TEA 13	2,44	22,8			Tilsatt 1,0 µg/ml NO ₂

* Den tilsatte NO₂-mengden er her fratrukket.

Aktiv prøvetaker for samme periode viste 55,6 µg/m³.

Resultatevaluering:

1. TEA-prøvetakerne viste klart laveste verdier.
2. Ingen vesentlig forskjell mellom impregneringsmidlene KI og NaI her.
3. Også KI og NaI viste altfor lave verdier sammenliknet med aktiv prøvetaker. PP er her nesten 47% lavere enn AP.
4. Den i laboratoriet tilsatte nitrogenmengde ble funnet igjen på filteret.

Forsøk: OSLO-93.3-NO₂ nr. 1**Formål:**

1. Få et større statistisk materiale å jobbe med i sammenlikningen mellom aktiv og PP.
2. Undersøke betydningen av alder av impregnerte filtere til PP (merket gl.). Lagringstid: 3 mndr.
3. Sammenlikne impregneringsmidlene KI og NaI.

Premisser:

Målingen foregikk på NILUs korrosjonsstasjon i Hausmannsgate i tiden 1.-15.3.93. Eksponeringstidene var dels 1, dels 3 og dels 7 døgn. Den aktive prøvetakeren var av typen FK med bobleflaske og absorpsjonsmiddel TEA (tri-etanolamin). For PP ble det brukt 2 paralleller. Noen av prøvetakerne med KI som impregneringsmiddel ble kjørt med 4 paralleller.

Resultater:

Figurene 8 og 9 viser sammenlikningsresultatene. Tallmaterialet for figurene finnes i tabeller i vedlegg B (tabellene B.2, B.3 og B.4). I tabellene B.2 og B.3 (tilsvarer figur 8 og 9) er det tatt med parallellene, mens i tabell B.4 (tilsvarer figur 10) er tallene middelveidier, da en i denne sammenlikningen ikke hadde like mange paralleller av impregneringsmiddel KI og NaI. Tabellen viser for øvrig i del b) og c) tallene fra forsøk på Borregaard (se neste forsøksbeskrivelse).

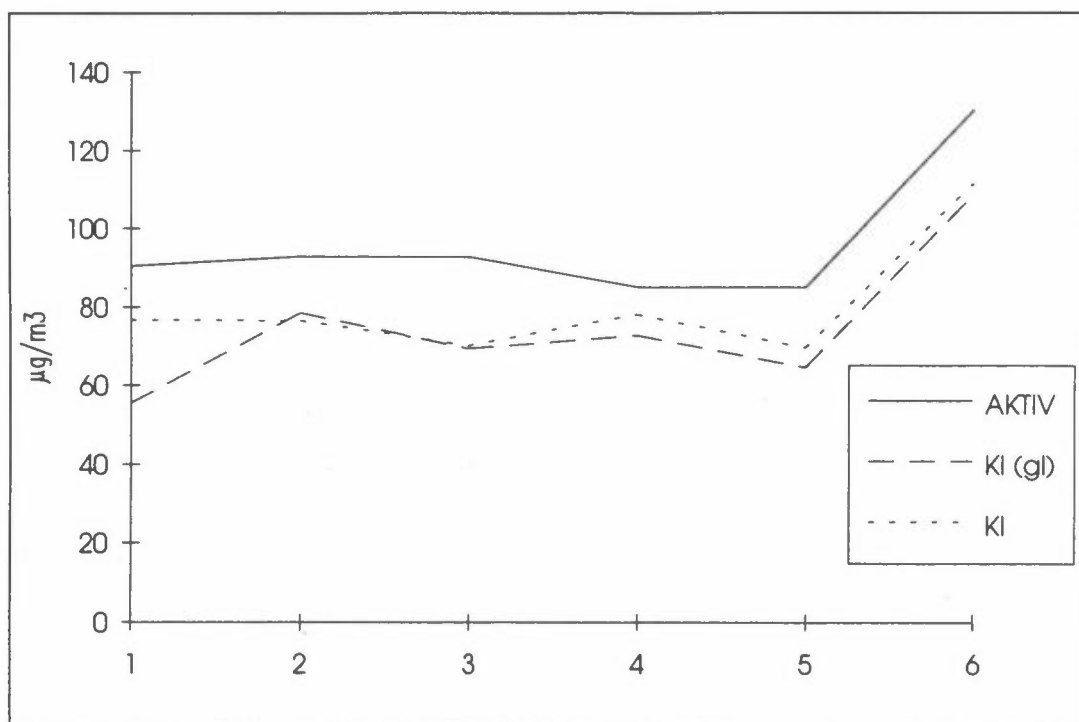
Resultatevaluering:

Impregnerte filtere som har vært lagret i ca. 3 mndr. og filtere som var nypreparerte gav omtrent de samme verdiene (figurene 8 og 9). Men som det fremgår av tabellene B.2 og B.3 i vedlegg B, er middelstandardavviket lavere og middelpresisjonen høyere for nypreparerte filtere. Det synes således ikke tilrådelig å lagre impregnerte filtere over lengre tid før bruk. Det må her skytes inn at en ikke har hatt med i studiet tiden mellom prøvetaking og analysen.

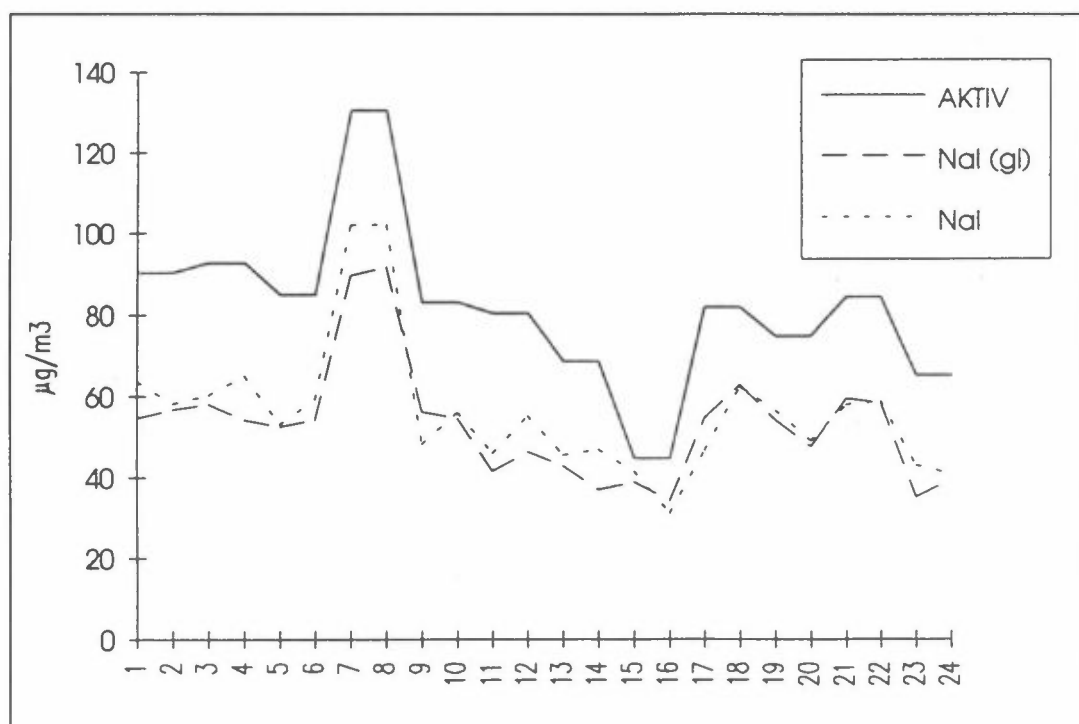
Figur 10 viser sammenlikning mellom aktive og PP med KI og NaI som impregneringsmidler. Figuren er basert på midlere verdier.

Kurven viser at

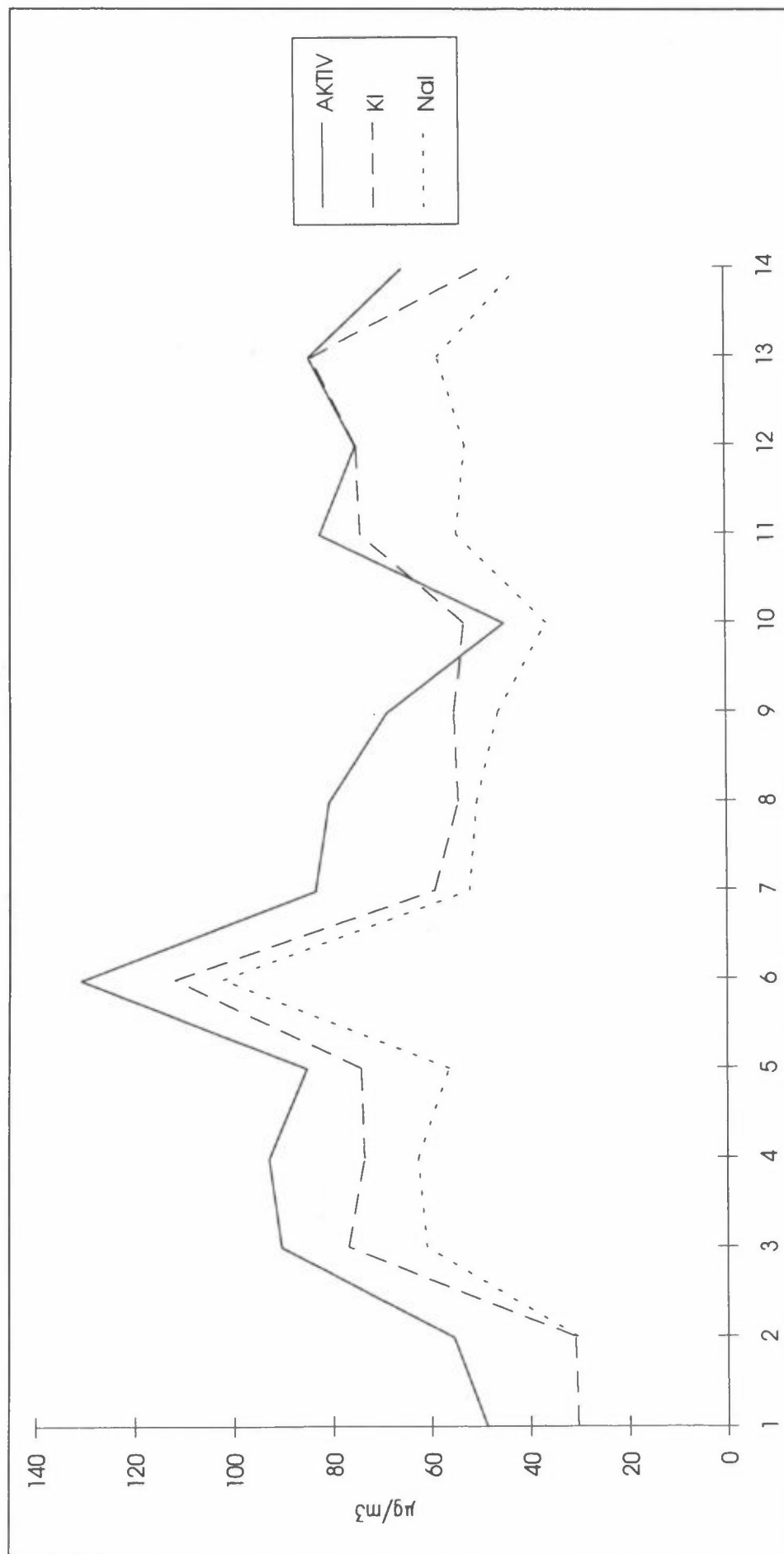
- PP viser for lave verdier i forhold til aktiv prøvetaker. Ifølge tabell B.4 må verdien for KI- og NaI-filtrene økes med faktorer på henholdsvis 1,26 og 1,5 for i middel å nå opp til verdiene for aktiv prøvetaker (se også figur B.1 til B.3 i vedlegg B).
- KI-filtrene gir høyere verdier enn NaI-filtrene, men korrelasjonen med aktiv prøvetaker er dårligere enn for NaI-filtrene som viser god korrelasjon.



Figur 8: Sammenlikning mellom aktiv prøvetaker og PP med henholdsvis lagret (3 mndr.) og nylaget impregneringsmiddel (KI). Ordinaten angir konsentrasjonen av NO₂. På abscissen er prøvene nummerert fortløpende iflg. tabell.



Figur 9: Sammenlikning mellom aktiv prøvetaker og PP med henholdsvis lagret (3 mndr.) og nylaget impregneringsmiddel (NaI). Ordinaten angir konsentrasjonen av NO₂. På abscissen er prøvene nummerert fortløpende iflg. tabell.



Figur 10: NO₂-målinger i Oslo i september 1992 og i mars 1993. Sammenlikning mellom aktiv og passive prøvetakere med ulike impregneringsmidler.

Forsøk: SARPSBORG-92.12-NO₂ nr. 1**Formål:**

Oppnå datamateriale fra et område med industriforurensninger og et atskillig lavere NO₂-nivå.

Premisser:

Forsøkene foregikk på NILUs korrosjonsstasjon på Borregaard i tiden 2.-29.12.92. Eksponeringstiden var fra 6 til 27 døgn. Det ble brukt to paralleller av passive prøvetakere. Den aktive prøvetakeren var en FK som i Oslo.

Resultatevaluering:

Resultatene fremgår av tabellene B.1 og B.3 i vedlegg B. I figur B.3 i vedlegg B har en sammenstilt aktiv og passive prøvetakere. Som det vil fremgå av tabell B.3, var presisjonen noe dårligere i Sarpsborg enn i Oslo. Ellers stemte korrektsjonsfaktoren 1,5 ganske bra også i Sarpsborg.

Forsøk: SARPSBORG-93.03-NO₂ nr. 2**Formål:**

Teste impregnerte filtere som har blitt lagret ca. 3 mndr. før bruk.

Premisser:

Forsøkene foregikk i perioden 17.-29. mars 1993. Eksponeringstidene var 2 og 3 døgn. Det er anvendt tre paralleller. Ellers som i forrige forsøk.

Resultatevaluering:

Resultatene er vist i tabellene B.1 og B.4c i vedlegg B. Denne serien har sammenliknet med aktiv prøvetaker vist bedre resultater enn den foregående i Sarpsborg, hvor vi brukte nylagte impregneringsfiltere. Tabellene B.3 og B.4c viser således forskjell i presisjon.

Faktoren AKT/PASSIV var helt nede i ca. 1,2 mot det vanlige som har vært nær 1,5. Det noe spesielle med disse prøvene var de små ionemengdene. Alle var under 0,5 µg/ml, dvs. total < 2 µg pr. filter. Det er mulig at forklaringen lå her.

3.1.1. Sammenfatning av NO₂-målingene i Oslo og Sarpsborg

Av tabell B.5 i vedlegg B går det frem at impregneringsmidlet NaI gav den største presisjonen. Forholdet mellom analyseresultatene for aktiv og PP var 1,54 for NaI og 1,29 for KI. Samvariasjonen med aktiv prøvetaker var imidlertid bedre for NaI (figur 10).

Det syntes som om analysetallene var mindre pålitelige når konsentrasjonen falt under 2 µg pr. filter (ca. 0,5 µg/ml). Dette tilsvarer prøvetakning i ett døgn hvor luftkonsentrasjonen av NO₂ er ca. 50 µg/m³.

3.2. NO₂-data fra målinger i Søgne

Under samme prosjekt og med de samme målestasjoner som beskrevet under pkt. 2.5, ble det utført NO₂-målinger med PP. Vi benyttet her KI som impregneringsmiddel for PP. Som aktiv prøvetaker ble brukt en FK, som var plassert på stasjon nr. 2 (se figur 6).

Tabell B.6a i vedlegg B viser resultatene, og i figur 11 er disse verdiene fremstilt grafisk. Fra 9. mars til 15. juni ble det ikke målt registrerbare NO₂-verdier med PP. Vi tror dette skyldes at filtrene før impregnering har inneholdt rester fra utvasking med fortennet maursyre. Siden ble filtrene vasket ut i rent vann. Samvariasjonen med aktiv prøvetaker var best for PP på stasjon nr. 4, som ligger nær stasjon nr. 2. Dette var også tilfellet for SO₂ (pkt. 2.5).

Pga. de lave konsentrasjonene vil måleverdiene bli usikre.

3.3. Klimaskapsforsøk

På grunn av flere SO₂-forsøk enn først beregnet og en del apparaturproblemer, har vi ikke kommet så langt som planlagt når det gjelder forsøk med NO₂-dosering. Vi har dessuten hatt feil på trykklufttilførselen i bygget.

På samme måte som for SO₂, kontrollertes gasstilførselen ved hjelp av permeasjonsrør, temperaturregulerbart vannbad og monitor.

Permeasjonsrøret som ble benyttet har vært ustabil, slik at verdien av disse to forsøkene nevnt nedenfor er noe redusert. Eksponeringstiden har vært ett døgn.

Forsøk 1

Formål:

Sammenlikne impregneringsmidlene KI og NaI.

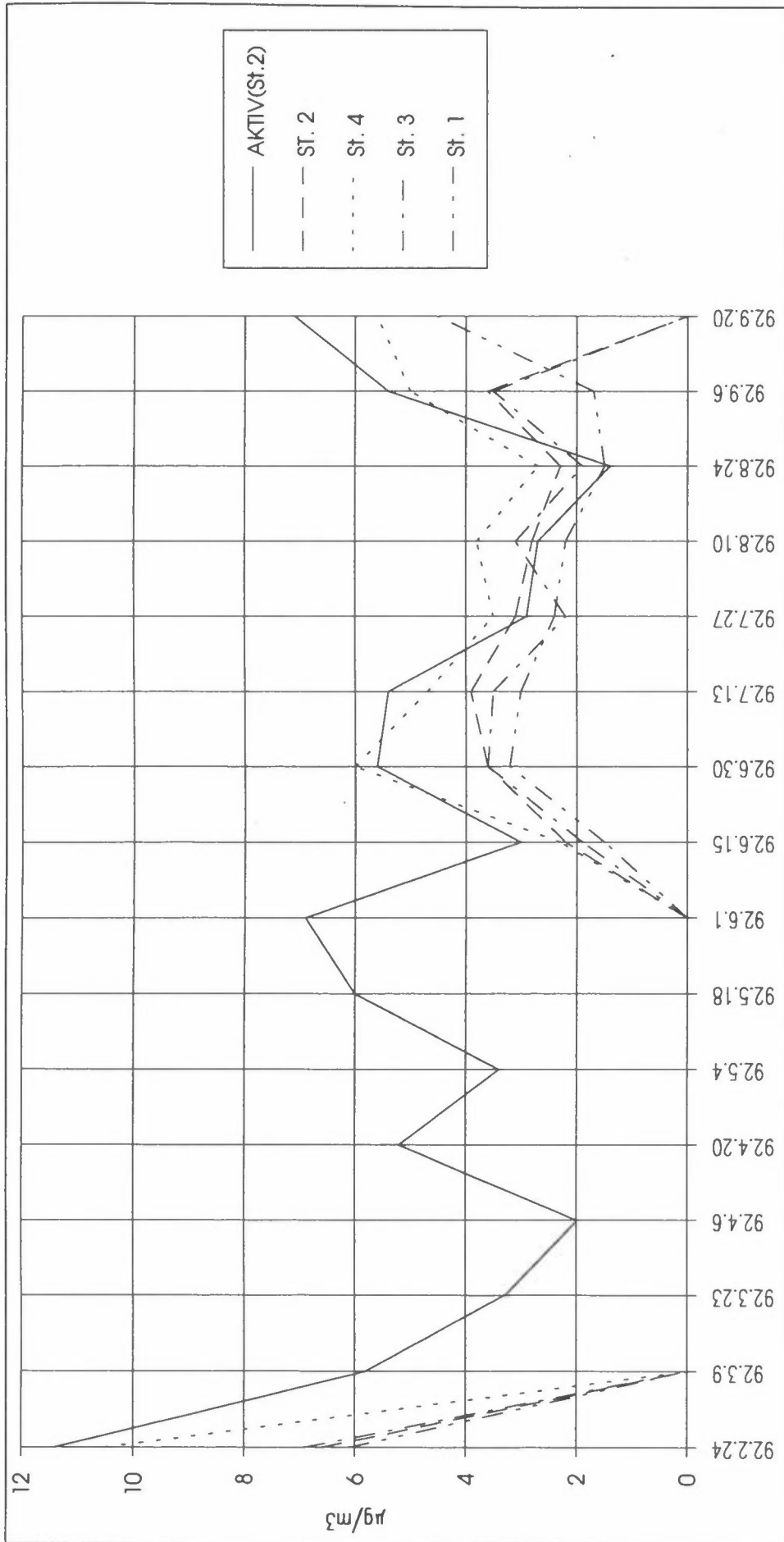
Premisser:

Romtemperatur (25°C). RH = 90%. NO₂ -konsentrasjonen har iflg. monitor ligget i området 37-47 ppb, kanskje med et middel rundt 45 ppb (ca. 85 µg/m³). Monitors verdier var imidlertid noe usikre.

Det ble kjørt tre paralleller hver av type impregneringsmiddel (NaI og "standard" typen med KI). En av hver type hadde forfilter med 10 µm porer, resten hadde 1 µm porer.

Resultater (µg/m³)

KI	100,2 (10 µm forfilter) - 95,4 - 88,3	Gj.sn. 94,6
NaI	90,9 - 85,9 - 77,3 (10 µm forfilter)	Gj.sn. 84,7



Figur 11: NO₂-målinger i Søgne i perioden 24.02.-04.10.1992.

Resultatevaluering:

1. KI gav noe høyere verdier enn NaI, men det er noe usikkert pga. for få prøver.
2. Forsøket gav ingen holdepunkter for å anvende 10 µm forfilter fremfor 1 µm forfilter.
3. Det var godt samsvar mellom PP og monitor, men tallene fra monitor er usikre.

Forsøk 2**Formål:**

Betydningen av å senke RH til 50%.

Premisser:

Romtemperatur (ca. 25°C). RH = 50%. Ved bare å endre på RH fra 90% til 50% sank NO₂-konsentrasjonen i skapet fra ca. 85 µg til ca. 15 µg/m³. Tre paralleller av typen PDIVL NaI ble eksponert.

Resultat:

µg/m³: 11,9, 11,2 og 10,9 Gj.sn. 11,3.
Monitoren viste ca. 15 µg/m³.

Resultatevaluering:

1. Godt samsvar mellom parallellene.
2. PP gir for lave verdier i forhold til monitor, men monitorens verdier er usikre.

3.3.1. Videre arbeid

Skal en foreta énfaktor forsøk med passive prøvetakere i klimaskap, er det en rekke undersøkelser som gjenstår. Noen av de viktigste faktorene er hvordan passive prøvetakere reagerer på ulik RH (relativ fuktighet), og hvilken betydning gassadsorpsjon på skapets vegger har.

4. Passiv prøvetaker for ammoniakk

Undersøkelser beskrevet i litteraturen tyder på at vinsyre (tartaric acid) er å foretrekke som impregneringsmiddel for ammoniakk fremfor oksalsyre, sitronsyre eller fosforsyre, som er blant de mest brukte. Oksalsyre kan gi problemer pga. sublimasjon på innsiden av skjermfilteret (forfilteret). Den oppskriften som anbefales til impregnering av filteret er: 1,2 g vinsyre i 10 ml absolutt alkohol. Vi fortynner så dette med dietyleter til 50 ml.

Det ble gjort et orienterende forsøk i et hønsehus hvor en brukte en PP med oksalsyre (som har vært NILUs standardløsning) og en PP med vinsyre iflg. ovenstående oppskrift. De ble kjørt ett døgn uten referansemetode ved siden av:

PP med vinsyre gav 796 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

PP med oksalsyre gav 823 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Forskjellen er liten og representerer neppe annet enn den spredningen en har innenfor det enkelte system.

Det ville være ønskelig å sammenlikne med aktiv prøvetaker, helst under ulike klimatiske forhold (temperatur og fuktighet).

4.1. Målinger fra Søgne-området

Målingene gjelder samme undersøkelse som nevnt under pkt. 2.5.

Den aktive prøvetakeren har vært av typen EK, og var plassert på stasjon nr. 2 (se figur 6). Tabell C.1 i vedlegg C viser resultatene på de fire stasjonene.

Figur 12 viser at for NH_3 var samvariasjonen med den aktive prøvetaker best for PP plassert på samme sted, dvs. st. 2. Figur C.1 i vedlegg C viser samvariasjonen mellom disse. For SO_2 og NO_2 har vi tidligere sett at samvariasjonen med aktiv prøvetaker var best for PP på stasjon nr. 4.

NH_3 -konsentrasjonene er for det meste meget lave, og er ofte i størrelse nær blindverdien, og blindverdiene har variert mellom null og 0,17 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (etter utvasking i 4 ml vann). Vi har brukt en middelblindverdi på 0,04 $\mu\text{g}/\text{ml}$ som tallene i tabell C.1 er korrigert med. Tallene i tabellen er således noe usikre.

4.2. Målinger fra Skredådalen

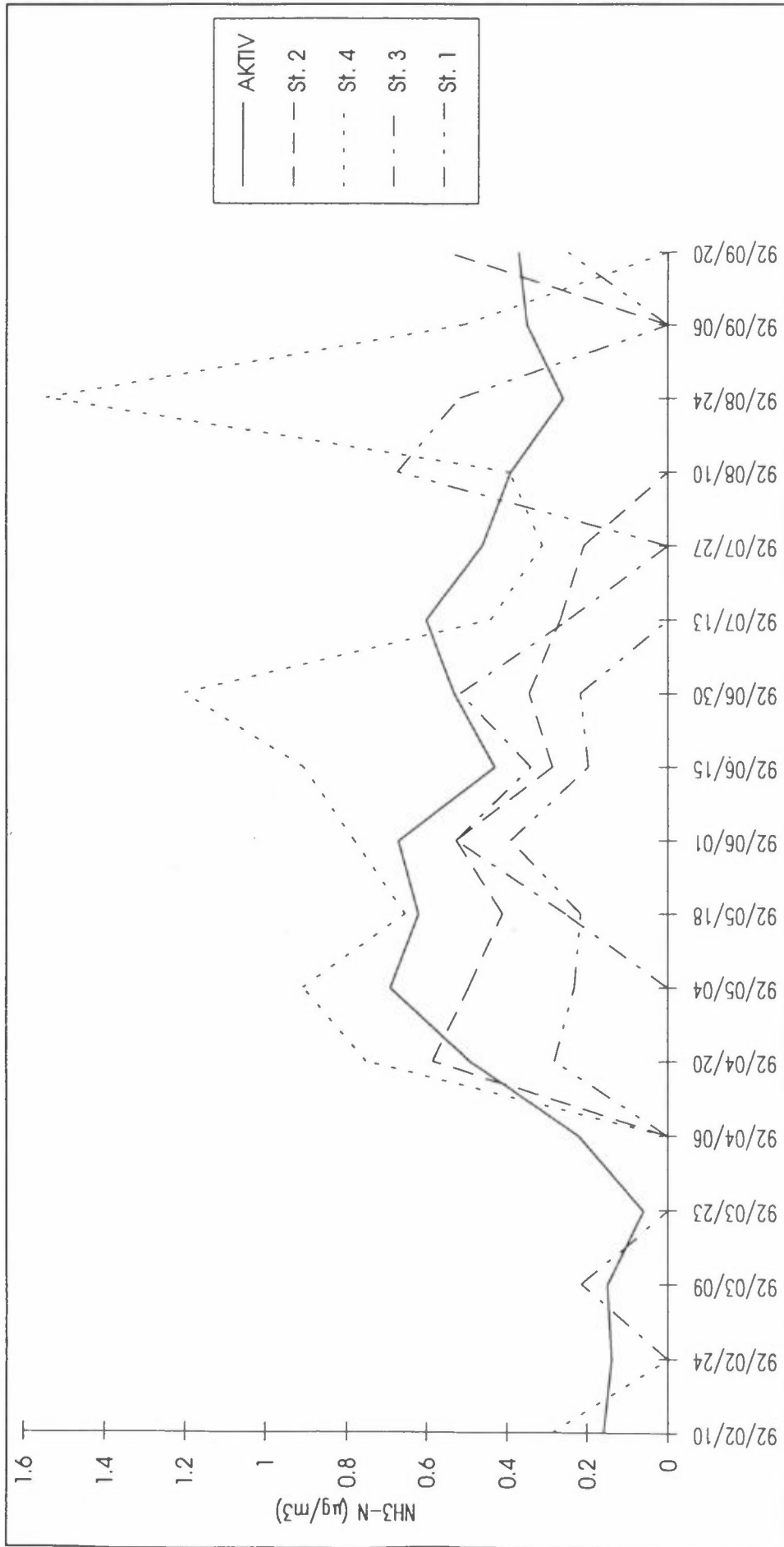
Spredningen av ammoniakk i en dal med gårdsdrift er studert i Skredådalen i Sirdal kommune. Det er brukt PP i 14 punkter.

En aktiv prøvetaker av EK-type var plassert ved punkt 1. Figur 13 gir en oversikt av målepunktene plassering.

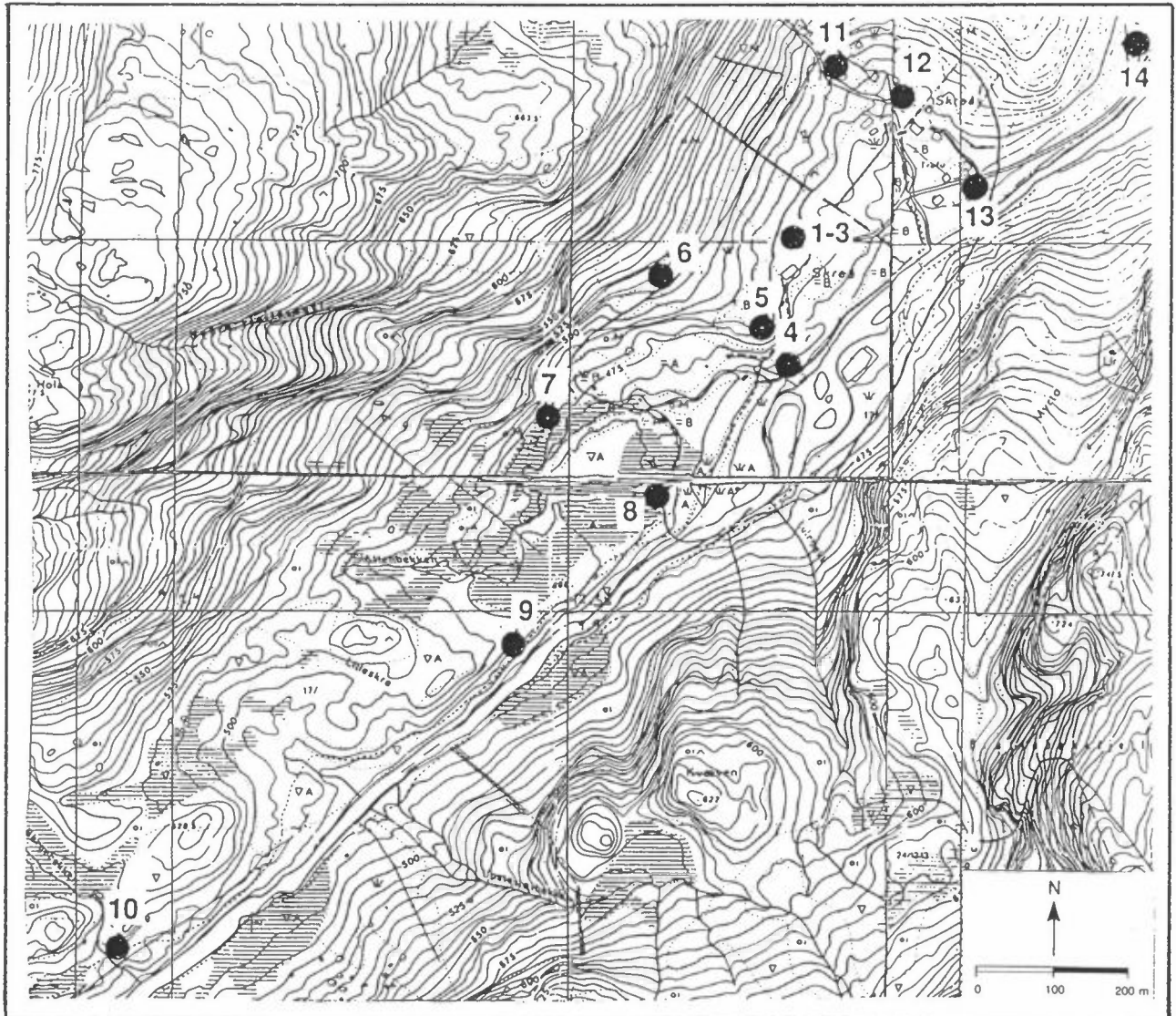
Målingene er foretatt i perioden 5.5.-30.10.1992. Resultatene for alle punktene er vist i tabell C.2 i vedlegg C. Målepunktene 1, 2 og 3 var på samme hus, men på ulike sider. Nr. 1 var plassert like ved den aktive prøvetakeren, og disse viste god korrelasjon (figur 14), og enkeltverdiene lå også nær hverandre.

Som det fremgår av tabell C.2, gav de øvrige punktene frem til punkt 11 lave verdier, oftest under deteksjonsgrensen. For punktene 12, 13 og 14 har en flere verdier. Se for øvrig de grafiske figurene C.2 og C.3 i vedlegg C.

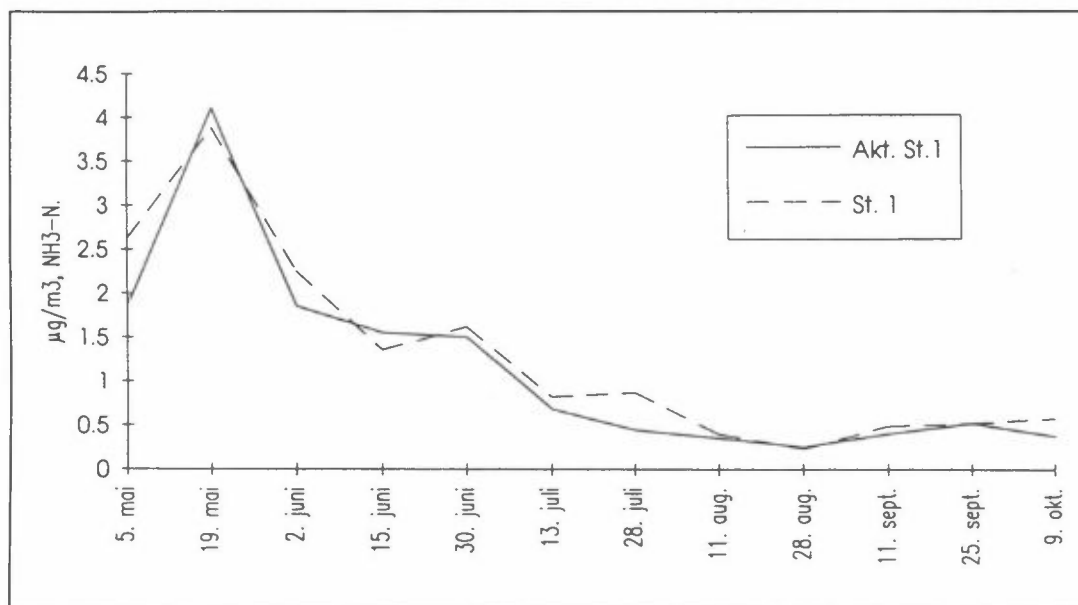
Tabell 11 viser forholdet mellom aktiv og PP. Disse har stått ved siden av hverandre og representerer målepunkt 1. Middelforholdet var 0,87. Sammenliknet med målingen i Søgne var samvariasjonen her meget bedre og konsentrasjonstallene lå nær de en fikk med aktiv prøvetaker. Målingene tyder på at en kan bruke PP over en 14-dagers eksponeringstid ved konsentrasjonsnivåer ned til kanskje omkring 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{NH}_3\text{-N}$). Men flere undersøkelser er nødvendige for å kunne gi sikrere utsagn om dette.



Figur 12: NH₃-målinger i Søgne-området.



Figur 13: Målepunktens plassering i Skredådalen.



Figur 14: NH_3 -målinger i Skredådalen i perioden 05.05.-30.10.1992. Sammenlikning mellom aktiv og passiv prøvetaker på St. 1. Figuren er basert på tabell 11.

Tabell 11: Forholdstall og differanser mellom verdiene av NH_3 -målingene med aktiv og passiv prøvetaker i Skredådalen (øvrige resultater finnes i tabell C.2 i vedlegg C). Vi har her benyttet blindverdi 0,04 $\mu\text{g}/\text{ml}$ og ett std.avvik.

F.dato	Ant. dager	Akt. St. 1	St. 1	Akt./Pass.	Pass.-Akt.
05.05.	14	1,86	2,62	0,71	0,76
19.05.	14	4,11	3,89	1,06	-0,22
02.06.	13	1,86	2,25	0,83	0,39
15.06.	15	1,56	1,36	1,15	-0,20
30.06.	13	1,51	1,62	0,93	0,11
13.07.	15	0,69	0,82	0,85	0,13
28.07.	14	0,45	0,87	0,51	0,42
11.08.	17	0,36	0,40	0,90	0,04
28.08.	14	0,26	0,24	1,07	-0,02
11.09.	14	0,41	0,49	0,84	0,08
25.09.	14	0,53	0,53	0,99	0
09.10.	21	0,38	0,58	0,65	0,20
Middelverdi		1,17	1,31	0,87	
Std. avvik					0,28

4.3. Målinger i Svanvik i Finnmark

NH_3 -målingene i Svanvik gav resultater som vist i tabell 12, og som det er vanskelig å trekke slutninger av.

Som en ser av figur 15, var målepunktene 1 og 2 plassert på samme sted og like ved den aktive prøvetaker. Disse parallellene var stort sett i samsvar med hver-

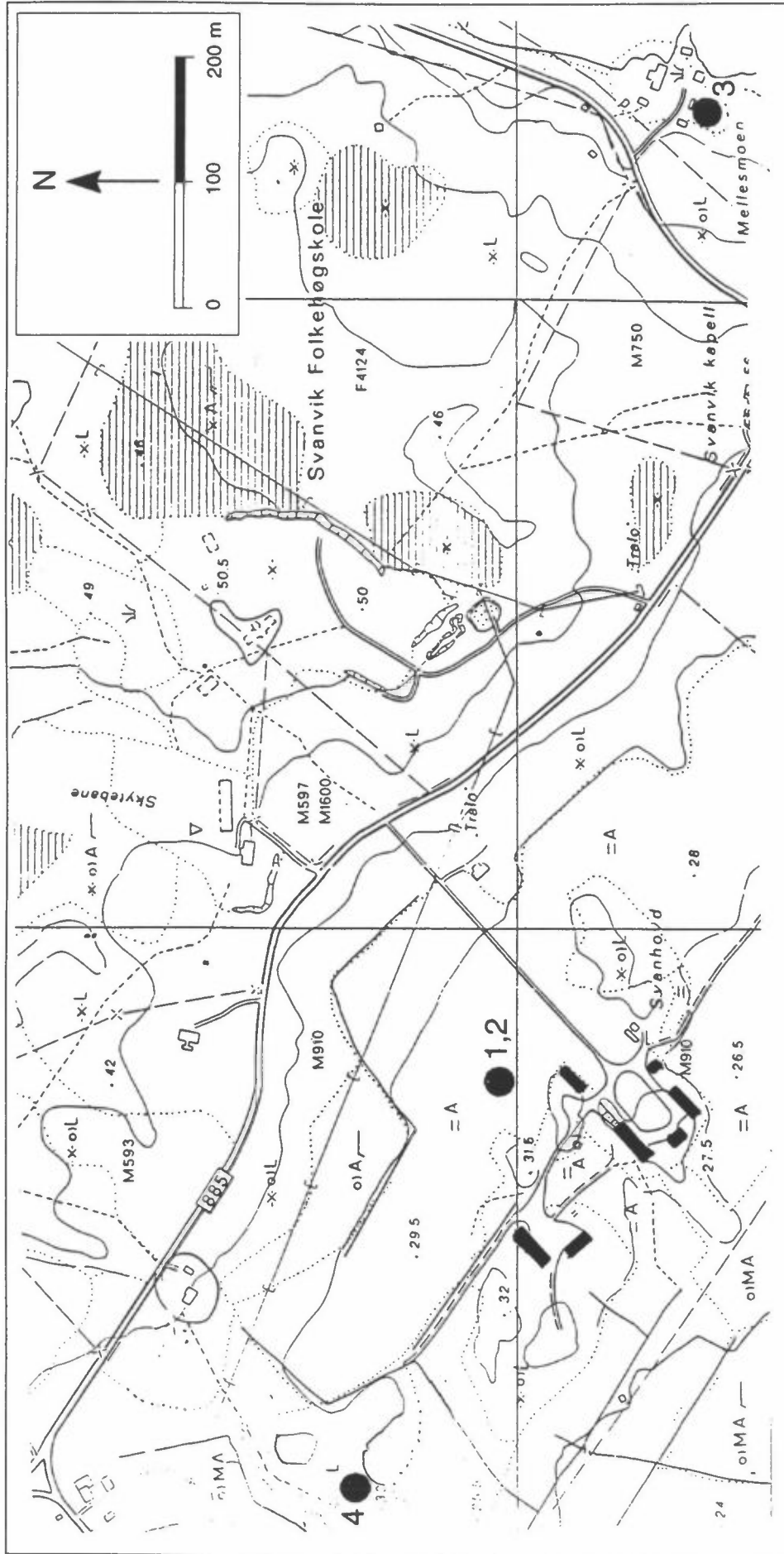
andre, men gav heller dårlig overensstemmelse med den aktive prøvetakeren. Vi har ingen forklaring på dette (figur 16).

Tabell 12: NH_3 -målinger i Svanvik i Finnmark for perioden 27.05.-30.12.1992. Anvendt blindverdi 0,04 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Ett std.avvik. Oppgitt i $\text{NH}_3\text{-N}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

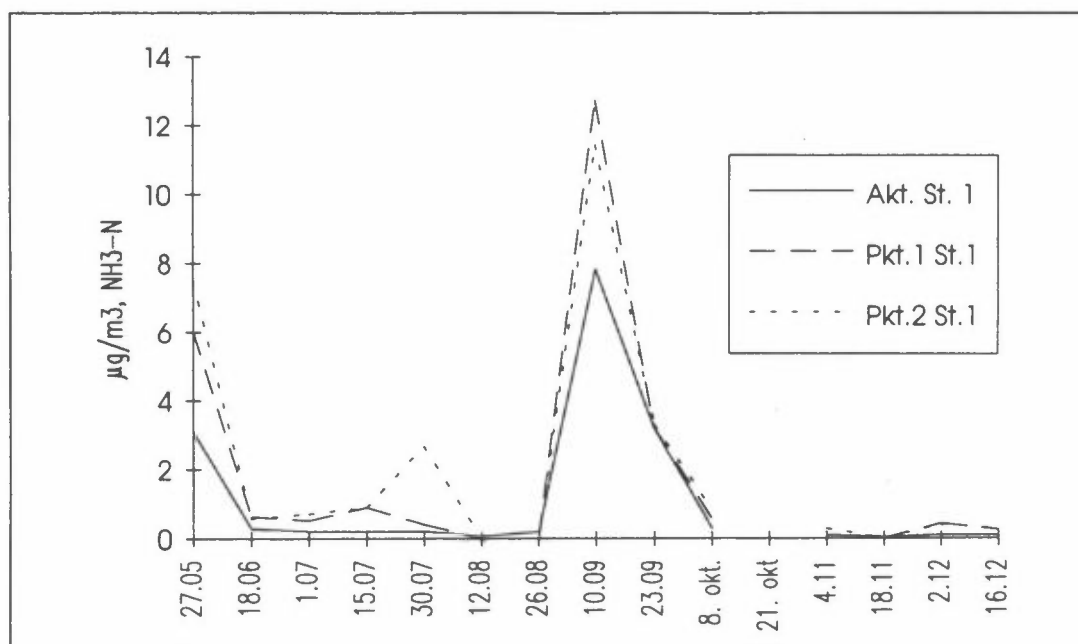
F.dato	Ant. d.	Akt. St. 1	Pkt. 1 St. 1	Pkt. 2 St. 1	Pkt. 3	Pkt. 4
27.05.	22	3,10	6,03	7,50	0,40	0,37
18.06.	13	0,30	0,64	0,58	0,43	0,43
01.07.	14	0,21	0,53	0,72	0	0
15.07.	15	0,22	0,90	0,90	0,54	9,29
30.07.	13	0,22	0,42	2,67	0	0,68
12.08.	14	0,09	0	0	0	0
26.08.	15	0,22	0	0	0	0
10.09.	13	7,80	12,71	11,40	0,37	0
23.09.	14	3,20	3,21	3,30	0	0
08.10.	13	0,30	0,58	0,84	0	0,37
21.10.	14					
04.11.	14	0,10	0	0,29	0	0
18.11.	14	0,05	0	0	0	0
02.12.	14	0,10	0,44	0,39	0	0
16.12.	14	0,10	0,24	0,29	0	0

4.4. Sammenlikning av NH_3 -målingene i Søgne, Skredådalen og Svanvik

- Konsentrasjonene i Søgne var opp til 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{NH}_3\text{-N}$). Samvariasjonen mellom PP og aktiv prøvetaker var ikke god, selv om tallverdiene var i samme størrelsesorden. Dette skyldes sannsynligvis de lave konsentrasjonene som i flere tilfeller lå på samme nivå som blindprøvene.
- Konsentrasjonsnivåene var i Skredådalen noe høyere enn i Søgne. Samvariasjonen mellom PP og aktiv prøvetaker var her god, selv ved konsentrasjoner under 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{NH}_3\text{-N}$). Det kan her nevnes at maksimal blindprøveverdi (0,17 $\mu\text{g}/\text{ml}$) tilsvarer ca. 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- I Svanvik var det dårlig overensstemmelse mellom PP og aktiv prøvetaker. Vi kjenner ikke årsaken til dette.



Figur 15: Plassering av målepunktene i Svanvik. (Målestokk 1:5000.)



Figur 16: NH₃-målinger i Svanvik i Finnmark.

5. Ozon

Ozonkonsentrasjonen kan svinge mye over kort tid. For å fange opp noen av disse svingningene er det viktig å ha følsomme detektorer, slik at midlingstiden ikke blir for lang. Det betyr at en PP for ozon burde kunne brukes med f.eks. 8 timers eksponering. Men også lengre midlingstider kan være aktuelle i fjerntliggende strøk, hvor det mangler strømtilførsel, og muligheten for tilsyn er begrenset.

Bruk av PP er lite ressurskrevende, og er derfor egnet i områder hvor en ønsker å studere eventuelle konsentrasjonsgradienter.

Det finnes en rekke metoder beskrevet i litteraturen, se pkt. 5.1. De er gjerne forbundet med ulike problemer å anvende, og opplysningene er ofte mangelfulle.

Det ble på Nordmoen ved Gardermoen sensommeren 1992 satt ut PP av to typer. Den ene typen var basert på NaI og NaOH som impregneringsmiddel. Den andre typen inneholdt dipyridyletylen, eddiksyre og glyserol. Sistnevnte metode viste seg å være en så lysfølsom kjemisk reaksjon, at analysene ikke ga realistiske resultater. Vi har imidlertid kjøpt inn sort fargestoff (anbefalt av Millipore) for farging av filtrene for å gjøre systemet mindre lysfølsomt ved eventuelle nye forsøk.

Også når det gjelder den førstnevnte metoden oppsto det kjemisk-analytiske problemer vi ikke har hatt kapasitet til å løse ennå. Forsøkene med PP for ozon må således anses som mislykket så langt.

5.1. Diverse metoder

Nedenfor er nevnt en rekke metoder for PP anvendt for ozon hentet fra litteraturen.

- a) Anvendelse av KI + K₂CO₃ som impregneringsmiddel (Alexander et al. 1991).
- b) "Ferm"s metode for NO₂ hvor en anvender NaI + NaOH.
- c) Anvendelse av indigo carmine, glyserol og metanol (Grosjean og Hisham, 1992).
- d) Anvendelse av dipyridyletylen, eddiksyre og glyserol (Monn og Hangartner, 1990).
- e) Anvendelse av p-acetamidophenol (Ikeura, Mizoguchi, 1991).
- f) Natriumnitritt + kalium karbonat som impregneringsmiddel på glassfiberfilter (Mulik, McClenny, (1992), United States Environmental Protection Agency).

De 3 første metodene kan interferere med NO₂ og må brukes fjernt fra slike kilder.

Metode d) er lysfølsom, og våre undersøkelser har vist at lysskjerming er nødvendig.

6. Hydrogenfluorid

Målinger av HF har spesiell interesse pga. gassens virkning på vekster og dyr.

Vi har forsøkt å måle HF i Årdal sommeren 1992 med PP basert på NaOH som impregneringsmiddel, dvs. PD-IVL A1 som anvendes for SO₂. Fire ukeprøver med paralleller ble eksponert. Forsøket ble imidlertid mislykket, da vi ikke greide å få til den kjemiske analysen. Vi forsøkte å ionebytte filterekstraktene uten å lykkes.

7. Diverse komponenter

Andre interessante bruksområder for PP er organiske syrer (eddiksyre og maursyre), aldehyder og ketoner, dessuten dihydrogensulfid og klor. NILU har gjort en del forsøk med PP for organiske syrer ved bruk av en fortynnet A-løsning (KOH) som impregneringsmiddel. En har imidlertid fremdeles ikke fått tilfredsstillende analyseresultater.

NILU har i noen grad brukt en aktiv metode for H₂S med sølvnitrat som impregneringsmiddel. Analysen har foregått med røntgenfluorescens. Denne analysen gir

totalt svovel på filteret. Når det gjelder klor (Cl_2), har vi brukt σ -toluidin impregnert filter for aktiv prøvetaking. Også for klor har vi benyttet røntgenfluorescens. Disse metodene kan også tenkes anvendt i passive versjoner.

Multikomponentprøvetakere er også et interessant utviklingsområde. Her dreier det seg altså om å komme frem til impregneringsmidler som er egnet for absorpsjon av mange komponenter samtidig.

8. Referanser

- Alexander, J., Träm, R., Drücke, M. and Rumpel, K.J. (1991) Ein Verfahren zur flächendeckenden integralen Bestimmung von Ozon mit SAM. *Staub-Reinhalt. Luft*, 51, 5-6.
- Anda, O. (1991) Passive prøvetakere (Sorpsjon av forurensningsgasser i luft). Lillestrøm (NILU TR 10/91).
- Ferm, M. (1991) A sensitive diffusional sampler. Göteborg, Swedish Environmental Research Institute (IVL-rapport L91-172).
- Grosjean, D., Hisham, M.W.M. (1992). A passive sampler for atmospheric ozone. *J. Air Waste Manage. Assoc.*, 42, 169-173.
- Ikeura, T., Mizoguchi, T. (1991) Sensitive passive sampler for ozone. *Nippon Kagaku Kaishi*, 6, 811-815.
- Monn, Ch., Hangartner, M. (1990) Passive sampling for ozone. *J. Air Waste Manage. Assoc.*, 40, 357-358.

Vedlegg A

SO₂-målinger

Tabell A.I: Resultater fra målinger av SO₂ med FK (aktiv prøvetaker) på døgnbasis, Borregaard, oktober 1992.

DATO: Fra-til (10/92)	SO ₂ (FK) µg/m ³	DATO: Fra-til (10/92)	SO ₂ (FK) µg/m ³
02.-03.	23,4	17.-18.	19,0
03.-04.	10,7	18.-19.	82,9
04.-05.	5,9	19.-20.	77,0
05.-06.	1,9	20.-21.	2,8
06.-07.	3,0	21.-22.	-0,8
07.-08.	27,4	22.-23.	-0,7
08.-09.	9,1	23.-24.	10,0
09.-10.	5,9	24.-25.	6,6
10.-11.	17,0	25.-26.	14,9
11.-12.	21,3	26.-27.	43,6
12.-13.	13,6	27.-28.	34,8
13.-14.	10,3	28.-29.	7,8
14.-15.	2,5	29.-30.	1,4
15.-16.	-0,7		
16.-17.	1,3	Månedsmiddel	16,2

Tabell A.2: SO₂-målinger fra Borregaard. Sammenlikning: Passiv og aktiv prøvetaker.

DATO	ANT. D.	µg/ml	µg/m ³	µg/m ³ (middel)	AKTIV (KORR)	AKTIV (St. O. V.)	DIVERSE Norm. imp.m.A1
1992/1993							
03-07/07/92	4	0.6	39.2				
"	4	0.62	40.6	39.9	27.8		
07-14/07/92	7	1.57	58.7				
"	7	2	74.4	66.7	49.2		
14-21/07/92	7	1.23	46				
"	7	1.01	37.8	41.9	31.1		
21-28/07/92	7	0.96	35.9				
"	7	1.11	41.5	38.7	31.2		
03-28/07/92	25	4.83	50.5				
"	25	5.62	58.8	54.7	34.8		
02-30/10/92	28	1.9	17.6				
"	28	1.93	18				
"	28	1.93	18.1	18	16.2		
30-06/11/92	7		50				
"	7		52				
"	7		51				I trakt
"	7		49				
"	7		52	51	45		Utenfor trakt
02-08/12/92	6	1.21	52.8				
"	6	1.33	58				
"	6	1.14	49.8	53.5	39.8	38	Imp. middel A
08-15/12/92	7	1.38	51.7				
"	7	1.47	55.1				
"	7	1.4	52.5	53.1	58.4	61	
15-22/12/92	7	1.27	47.5				
"	7	1.2	44.9	46.2	29.7	50	
22-29/12/92	7	0.9	33.7				
"	7	0.75	28.4	31	32.7	23	
02-29/12/92	27	4.42	42.9				
"	27	4.56	44.2	43.6	40.2	43	
15-22/03/93	7	1.11	41.5				
"	7	1.05	39.2				
"	7	1.05	39.2				
"	7	0.97	36.1	39			Imp. middel A
"	7	1.04	39.1				
"	7	1.16	43.5				
"	7	0.67	24.9				
"	7	0.93	34.6	35.5	31.4	22	
15-16/03/93	1	0.05	14.1				
"	1	0.1	25.6				
"	1	0.09	22.5				
"	1	0.05	13.3	18.9	29.5	24	
16-17/03/93	1	0.04	10.5				
"	1	0.08	19.9				
"	1	-0.02	0				
"	1	-0.02	0	11.1	18.5	14	
17-19/03/93	2	0.23	30.1				
"	2	0.16	21.5				

Tabell A.2, forts.

"	2	0.19	25.4					
"	2	0.16	20.7	24.4	28.4	16.5		
19-22/03/93	3	0.45	39.2					
"	3	0.59	51.5					
"	3	0.51	44.5					
"	3	0.54	47.4	45.7	38.4	27		
22-29/03/93	7	0.61	22.9					
"	7	0.67	25					
"	7	0.56	20.8					
"	7	0.67	24.9	23.4				Imp. middel A
"	7	0.71	26.7					
"	7	0.48	17.8					
"	7	0.72	26.8					
"	7	0.5	18.5	22.5	19.1	16		
22-23/03/93	1	-0.02	0					
"	1	0.04	9.7					
"	1	0.07	18.1					
"	1	-0.02	0	7	34.6	30		
23-24/03/93	1	0.08	19.6					
"	1	0.05	14.1					
"	1	0.02	6					
"	1	0.08	22	15.4	34.4	20		
24-26/03/93	2	-0.02	0					
"	2	-0.02	0					
"	2	-0.02	0					
"	2	-0.02	0	0	2.3	5		
26-29/03/93	3	0.08	7.1					
"	3	0.15	12.6					
"	3	0.12	10.4					
"	3	0.12	10.4	10.1	20.1	18		

Tabell A.3: Sammenstilling av resultatene fra aktiv og passive prøvetakere, hvor alle verdier av $SO_2 > 0,6 \mu g$ totalt er tatt med for de passive prøvetakerne. Konsentrasjonene er angitt i $\mu g/m^3$. For øvrig vises forholdet og differansen mellom verdiene for de to prøvetakertypene.

SO2-BORREGAARD. ALLE PARALLELLER (passive prøvetakere) ER TATT MED.							
AKTIV	PASSIV	AKT/PAS	PAS-AKT	AKTIV	PASSIV	AKT/PAS	PAS-AKT
45	50	0.90	5	34.8	50.5	0.69	15.7
45	52	0.87	7	34.8	58.8	0.59	24
45	51	0.88	6	16.2	17.8	0.91	1.6
45	49	0.92	4	16.2	18	0.90	1.8
45	52	0.87	7	16.2	18.1	0.90	1.9
39.8	52.8	0.75	13	MIDDELVERDI		0.87	5.96
39.8	58	0.69	18.2	STANDARD AVVIK		0.17	7.42
39.8	49.8	0.80	10				
58.4	51.7	1.13	-6.7				
58.4	55.1	1.06	-3.3				
58.4	52.5	1.11	-5.9				
29.7	47.5	0.63	17.8				
29.7	44.9	0.66	15.2				
32.7	33.7	0.97	1				
32.7	28.4	1.15	-4.3				
40.2	42.9	0.94	2.7				
40.2	44.2	0.91	4				
31.4	41.5	0.76	10.1				
31.4	39.2	0.80	7.8				
31.4	39.2	0.80	7.8				
31.4	36.1	0.87	4.7				
31.4	39.1	0.80	7.7				
31.4	43.5	0.72	12.1				
31.4	24.9	1.26	-6.5				
31.4	34.6	0.91	3.2				
28.4	30.1	0.94	1.7				
28.4	21.5	1.32	-6.9				
28.4	25.4	1.12	-3				
28.4	20.7	1.37	-7.7				
38.4	39.2	0.98	0.8				
38.4	51.5	0.75	13.1				
38.4	44.5	0.86	6.1				
38.4	47.4	0.81	9				
19.1	22.9	0.83	3.8				
19.1	25	0.76	5.9				
19.1	20.8	0.92	1.7				
19.1	24.9	0.77	5.8				
19.1	26.7	0.72	7.6				
19.1	17.8	1.07	-1.3				
19.1	26.8	0.71	7.7				
19.1	18.5	1.03	-0.6				
27.8	39.2	0.71	11.4				
27.8	40.6	0.68	12.8				
49.2	58.7	0.84	9.5				
49.2	74.7	0.66	25.5				
31.1	46	0.68	14.9				
31.1	37.8	0.82	6.7				
31.2	35.9	0.87	4.7				
31.2	41.5	0.75	10.3				

Tabell A.4: SO₂-målinger fra Viksjøfjellet i perioden 26.05.-10.11.1992 (SO₂-S i µg/m³.)

			St. 8	St. 7	St. 6	St. 5	St. 5
DATO	ANT.D.	MONITOR	Instr. 10	Instr. 9	Instr. 8	Instr. 6	Instr. 7
26/5-16/6	21	6.2	7.2	6.3	4.9	5.4	4.5
16/6-30/6	14	3.1	3.6	4	4.6	6.5	5.8
30/6-14/7	14	6.6	7.8	7.4	6.2	6.7	6.2
14/7-28/7	14	11.1	13.6	11.8	14.6		13.8
28/7-11/8	14	9.9	10.9	8.8	10	10.8	12.2
11/8-25/8	14	6.8	6.7	6.8	8.8	14.2	13.5
25/8-08/9	14	12	11.5	9.8	9.3	11.3	10.3
08/9-22/9	14	16.6	20.3	24.2	24.7	18.3	21.2
22/9-06/10	14	6.6	6.7	6.1	7.5	10.5	9.9
06/10-22/10	16	8.3	13.2 *	16.4	18.4	22.5	23.1
22/10-10/11	19	21	28.8 *	36	41.6	40.3	42.6

* Eksposeringstider på henholdsvis 14 døgn (06/10-20/10) og 21 døgn (20/10-10/11).

Tabell A.5: SO₂-målinger fra Søgne-området i perioden 10.02.-04.09.1992 (SO₂-S i µg/m³.)

Fra DATO	ANT. D.	EK	Pkt. 2	Pkt. 4	Pkt. 3	Pkt. 1
10/02-92	14	0.45	0	0.56	0	0
24/02-92	14	1.24	0	1.24	0	0.86
09/03-92	14	0.43	0	0	0	0
23/03-92	14	0.4	0.69	0.58	0.52	0.77
06/04-92	14	0.39	0.45	0.52	0.47	0.56
20/04-92	14	0.61	0.75	0.93	0.83	0.74
04/05-92	14	0.5	0.45	0.68	0.37	0.44
18/05-92	14	1.63	1.26	1.44	1.14	1.43
01/06-92	14	0.96	0.82	0.76	0.87	0.89
15/06-92	15	0.4	0	0.59	0.77	0
30/06-92	13	0.37	0	0.41	0.41	0
13/07-92	14	0.71	0.52	0.68	0.55	0.53
27/07-92	14	0.32	0.36	0.51	0.51	0.67
10/08-92	14	0.42	0.44	0.49	0.48	0.54
24/08-92	13	0.41	0	0.43	0.46	1.26
06/09-92	14	0.75	0.57	0.64	0.51	1.01
20/09-92	14	0.96	0	1.34	1.18	1.17
MIDDELVERDI		0.64	0.37	0.69	0.53	0.64

Tabell A.6: SO₂-målinger fra Søgne-området i perioden 10.02.-04.09.1992 (SO₂-S i µg/m³.)

Fra DATO	ANT. D.	EK	Pkt. 2	Pkt. 4	Pkt. 3	Pkt. 1	EK-Pkt.2	EK-Pkt.4	EK-Pkt.3	EK-Pkt.1
10/02-92	14	0.45	0	0.56	0	0	0.45	-0.11	0.45	0.45
24/02-92	14	1.24	0	1.24	0	0.86	1.24	0	1.24	0.38
09/03-92	14	0.43	0	0	0	0	0.43	0.43	0.43	0.43
23/03-92	14	0.4	0.69	0.58	0.52	0.77	-0.29	-0.18	-0.12	-0.37
06/04-92	14	0.39	0.45	0.52	0.47	0.56	-0.06	-0.13	-0.08	-0.17
20/04-92	14	0.61	0.75	0.93	0.83	0.74	-0.14	-0.32	-0.22	-0.13
04/05-92	14	0.5	0.45	0.68	0.37	0.44	0.05	-0.18	0.13	0.06
18/05-92	14	1.63	1.26	1.44	1.14	1.43	0.37	0.19	0.49	0.2
01/06-92	14	0.96	0.82	0.76	0.87	0.89	0.14	0.2	0.09	0.07
15/06-92	15	0.4	0	0.59	0.77	0	0.4	-0.19	-0.37	0.4
30/06-92	13	0.37	0	0.41	0.41	0	0.37	-0.04	-0.04	0.37
13/07-92	14	0.71	0.52	0.68	0.55	0.53	0.19	0.03	0.16	0.18
27/07-92	14	0.32	0.36	0.51	0.51	0.67	-0.04	-0.19	-0.19	-0.35
10/08-92	14	0.42	0.44	0.49	0.48	0.54	-0.02	-0.07	-0.06	-0.12
24/08-92	13	0.41	0	0.43	0.46	1.26	0.41	-0.02	-0.05	-0.85
06/09-92	14	0.75	0.57	0.64	0.51	1.01	0.18	0.11	0.24	-0.26
20/09-92	14	0.96	0	1.34	1.18	1.17	0.96	-0.38	-0.22	-0.21
MIDDELVERDI		0.64	0.37	0.69	0.53	0.64				
STD. AVVIK							0.39	0.20	0.38	0.36

Vedlegg B

NO₂-målinger

Tabell B.1: NO₂-målinger fra Oslo og Borregaard. Sammenlikning: Aktiv og passive prøvetakere.

DATO	ANT. D.	IMP. M.	µg/ml (< 0.5)	µg/m ³	µg/m ³ (middel)	AKTIV (KORR)	DIVERSE
OSLO							
Sept.1992	9	KI		30.7			
Sept.1992	9	KI		30.6			
Sept.1992	9	KI		30	30.4	48.8	
09-21.09.92	12	KI		25			
09-21.09.92	12	KI		31.9			
09-21.09.92	12	KI		33.3	30.1		
09-21.09.92	12	KI		33.3			
09-21.09.92	12	KI		29.5			
09-21.09.92	12	KI		30.4	31.7		+NO ₂
09-21.09.92	12	Nal		27.3			
09-21.09.92	12	Nal		29.9			
09-21.09.92	12	Nal		29.5	28.9		
09-21.09.92	12	Nal		35.1			
09-21.09.92	12	Nal		36.6			
09-21.09.92	12	Nal		24.7	32.1		+NO ₂
09-21.09.92	12	TEA		22.3			
09-21.09.92	12	TEA		25.7			
09-21.09.92	12	TEA		19.8	22.6		
09-21.09.92	12	TEA		20.6			
09-21.09.92	12	TEA		21.2			
09-21.09.92	12	TEA		22.8	21.5	55.6	+NO ₂
01-08/03.93	7	Nal (gl)		54.6			
01-08/03.93	7	Nal (gl)		56.7	55.7		
01-08/03.93	7	Nal		63.5			
01-08/03.93	7	Nal		58.1	60.8		
01-08/03.93	7	KI (gl)		55.5			
01-08/03.93	7	KI (gl)		9.3	55.5		
01-08/03.93	7	KI		73.9			
01-08/03.93	7	KI		79.4	76.7	90.4	
01-02/03.93	1	Nal (gl)		57.9			
01-02/03.93	1	Nal (gl)	0.48	54.2	56.1		
01-02/03.93	1	Nal		60.2			
01-02/03.93	1	Nal		65	62.6		
01-02/03.93	1	KI (gl)		78.4			
01-02/03.93	1	KI (gl)		69.3	73.9		
01-02/03.93	1	KI		76.5			
01-02/03.93	1	KI		70.2	73.4	92.8	
02-03/03.93	1	Nal (gl)	0.47	52.4			
02-03/03.93	1	Nal (gl)	0.49	54.2	53.4		
02-03/03.93	1	Nal	0.47	53.1			
02-03/03.93	1	Nal		59.3	56.2		
02-03/03.93	1	KI (gl)		72.8			
02-03/03.93	1	KI (gl)		64.6	68.7		
02-03/03.93	1	KI		78.2			
02-03/03.93	1	KI		69.7	74	85.1	
03-04/03.93	1	Nal (gl)		89.5			
03-04/03.93	1	Nal (gl)		91.6	90.6		

Tabell B.1, forts.

03-04/03.93	1	Nal		101.9			
03-04/03.93	1	Nal		101.9	101.9		
03-04/03.93	1	KI (gl)		108.6	108.6		
03-04/03.93	1	KI		108.6			
03-04/03.93	1	KI		108.6			
03-04/03.93	1	KI		117.6	111.6	130.5	
04-05/03.93	1	Nal (gl)	0.5	56			
04-05/03.93	1	Nal (gl)	0.49	54.4	55.2		
04-05/03.93	1	Nal	0.43	48			
04-05/03.93	1	Nal	0.5	55.8	51.9		
04-05/03.93	1	KI		56.7			
04-05/03.93	1	KI		61.8			
04-05/03.93	1	KI		64.4			
04-05/03.93	1	KI	0.47	53	59	83.2	
05-08/03.93	3	Nal (gl)		41.4			
05-08/03.93	3	Nal (gl)		46.2	43.8		
05-08/03.93	3	Nal		45.8			
05-08/03.93	3	Nal		54.9	50.4		
05-08/03.93	3	KI		53.1			
05-08/03.93	3	KI		63.6			
05-08/03.93	3	KI		50.3			
05-08/03.93	3	KI		49.7	54.2	80.4	
08-15/03.93	7	Nal (gl)		42.6			
08-15/03.93	7	Nal (gl)		36.8	39.7		
08-15/03.93	7	Nal		45.4			
08-15/03.93	7	Nal		46.6	46		
08-15/03.93	7	KI		59.6			
08-15/03.93	7	KI		60.8			
08-15/03.93	7	KI		48.8			
08-15/03.93	7	KI		50.4	54.9	68.6	
08-09/03.93	1	Nal (gl)	0.35	38.7			
08-09/03.93	1	Nal (gl)	0.3	34.1	36.4		
08-09/03.93	1	Nal	0.37	41.2			
08-09/03.93	1	Nal	0.28	31.1	36.2		
08-09/03.93	1	KI	0.49	54.6			
08-09/03.93	1	KI	0.42	46.6			
08-09/03.93	1	KI	0.48	54.2			
08-09/03.93	1	KI	0.5	55.8	52.8	44.8	
09-10/03.93	1	Nal (gl)	0.49	54.4			
09-10/03.93	1	Nal (gl)		62.5	58.5		
09-10/03.93	1	Nal	0.42	46.5			
09-10/03.93	1	Nal		62.1	54.3		
09-10/03.93	1	KI		77.3			
09-10/03.93	1	KI		82.3			
09-10/03.93	1	KI		82.4			
09-10/03.93	1	KI	0.47	52.2	73.6	81.9	
10-11/03.93	1	Nal (gl)	0.48	53.8			
10-11/03.93	1	Nal (gl)	0.42	47.3	50.6		
10-11/03.93	1	Nal	0.5	56.2			
10-11/03.93	1	Nal	0.43	48.7	52.5		
10-11/03.93	1	KI		76			
10-11/03.93	1	KI		74.4			

Tabell B.2: NO₂-sammenlikning. KI (gl) og KI/aktiv prøvetaker. Presisjon og nøyaktighet.

AKTIV	KI (gl)	KI	AKTIV/KI(gl)	AKTIV/KI	KI(gl)-AKT.	KI-AKTIV	
90.4	55.5	76.7	1.63	1.18	-34.9	-13.7	
92.8	78.4	76.5	1.18	1.21	-14.4	-16.3	
92.8	69.3	70.2	1.34	1.32	-23.5	-22.6	
85.1	72.8	78.2	1.17	1.09	-12.3	-6.9	
85.1	64.6	69.7	1.32	1.22	-20.5	-15.4	
130.5	108.6	111.6	1.20	1.17	-21.9	-18.9	
96.12	74.87	80.48	1.31	1.20			MIDDELVERDI
					7.99	5.29	ST. AVVIK
					10.68	6.57	% PRESISJON

Tabell B.3: NO₂-målinger i Oslo (øvre del av tabellen) og Borregaard (nedre del av tabell). Sammenlikning aktiv og passive (Nal (gl) og Nal) prøvetakere. Presisjon og nøyaktighet.

AKTIV	Nal (gl)	Nal	Nal(gl)-AKT.	Nal-AKTIV	AKTIV/Nal(gl)	AKTIV/Nal	Nal*1.5
90.4	54.6	63.5	-35.8	-26.9	1.66	1.42	95
90.4	56.7	58.1	-33.7	-32.3	1.59	1.56	87
92.8	57.9	60.2	-34.9	-32.6	1.60	1.54	90
92.8	54.2	65	-38.6	-27.8	1.71	1.43	98
85.1	52.4	53.1	-32.7	-32	1.62	1.60	80
85.1	54.2	59.3	-30.9	-25.8	1.57	1.44	89
130.5	89.5	101.9	-41	-28.6	1.46	1.28	153
130.5	91.6	101.9	-38.9	-28.6	1.42	1.28	153
83.2	56	48	-27.2	-35.2	1.49	1.73	72
83.2	54.4	55.8	-28.8	-27.4	1.53	1.49	84
80.4	41.4	45.8	-39	-34.6	1.94	1.76	69
80.4	46.2	54.9	-34.2	-25.5	1.74	1.46	82
68.6	42.6	45.4	-26	-23.2	1.61	1.51	68
68.6	36.8	46.6	-31.8	-22	1.86	1.47	70
44.8	38.7	41.2	-6.1	-3.6	1.16	1.09	62
44.8	34.1	31.1	-10.7	-13.7	1.31	1.44	47
81.9	54.4	46.5	-27.5	-35.4	1.51	1.76	70
81.9	62.5	62.1	-19.4	-19.8	1.31	1.32	93
74.7	53.8	56.2	-20.9	-18.5	1.39	1.33	84
74.7	47.3	48.7	-27.4	-26	1.58	1.53	73
84.2	59.1	57.6	-25.1	-26.6	1.42	1.46	86
84.2	58.1	58.5	-26.1	-25.7	1.45	1.44	88
65.2	34.8	42.6	-30.4	-22.6	1.87	1.53	64
65.2	39.2	40.6	-26	-24.6	1.66	1.61	61
81.82	60.04	56.03			1.56	1.48	MIDDELVERDI
			8.49	7.13			ST. AVVIK
			14.14	12.73			% PREISJON
28.3		18.6		-9.7			28
28.3		17		-11.3			26
28.5		17.6		-10.9			26
28.5		19.4		-9.1			29
25.5		19.3		-6.2			29
25.5		21.6		-3.9			32
26.6		16.8		-9.8			25
26.6		14.3		-12.3			21
27.2		16.9		-10.3			25
27.2		18.3		-8.9			27
STD: AVVIK				2.49			
% PREISJON				13.85			

Tabell B.4: a) NO_2 -målinger i Oslo og Sarpsborg (Borregaard). Middelerverdier ($\mu g/m^3$) for ulike versjoner av impregnerte filtere i passive prøvetakere sammenliknet med aktiv prøvetaker. Under streken er vist tallene fra Borregaard.

b) NO_2 -målinger på Borregaard. Impregneringsmiddel: NaI og NaI (gl), sistnevnte under streken i tabellen. Standardavvik i forhold til aktiv prøvetaker.

c) NO_2 -målinger på Borregaard i mars 1993 med impregnerte filtere som har vært lagret ca. 3 mndr. Standard avvik og presisjon i forhold til aktiv prøvetaker.

a)

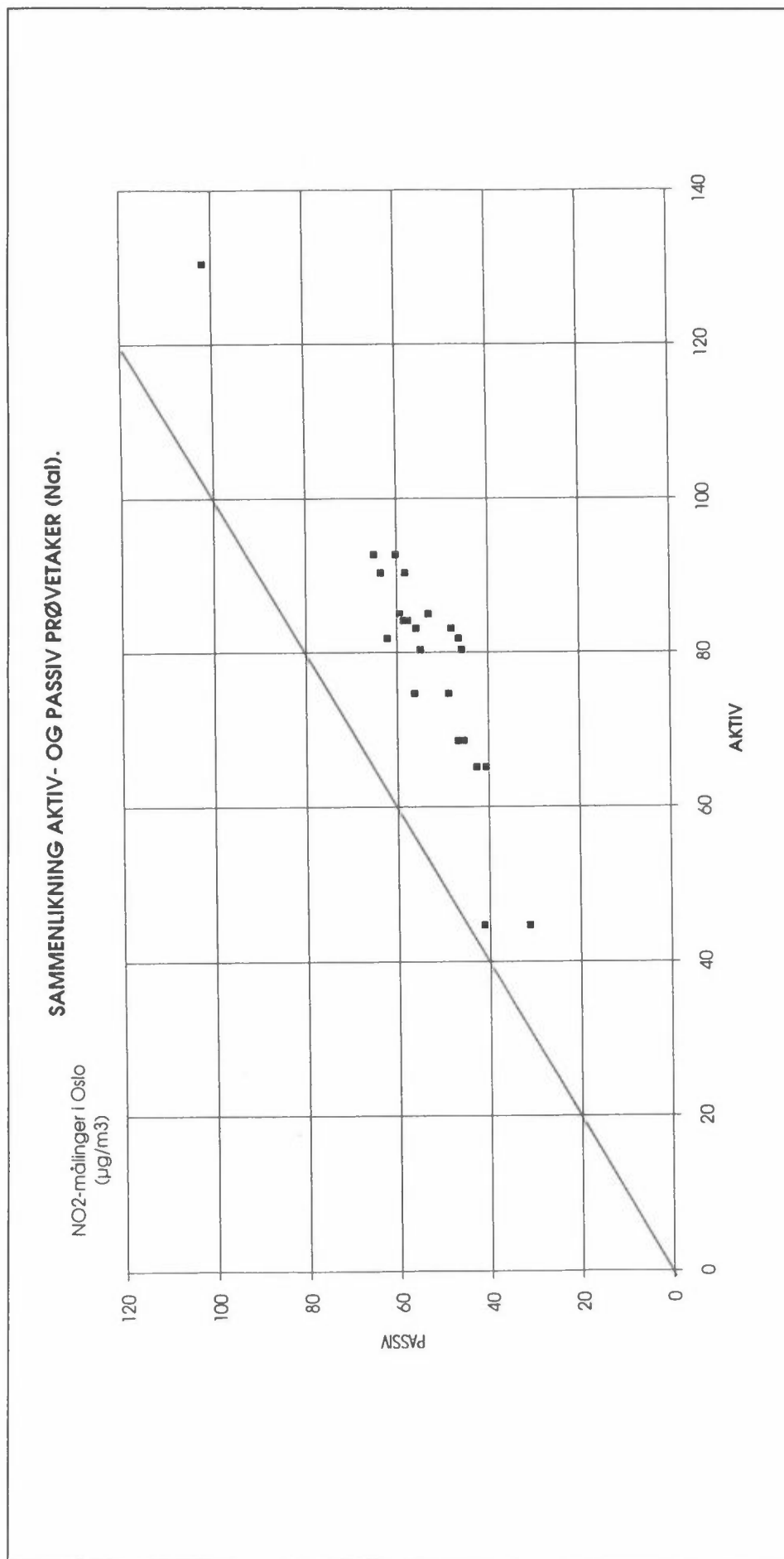
AKTIV	KI (gl)	KI	AKT/KI	KI-AKT	NaI (gl)	NaI	AKT/NaI	NaI-AKTIV
48.8		30.4	1.61	-18.4				
55.6		30.9	1.80	-24.7		30.5	1.82	-25.1
90.4	55.5	76.7	1.18	-13.7	55.7	60.8	1.49	-29.6
92.8	73.9	73.4	1.26	-19.4	56.1	62.6	1.48	-30.2
85.1	68.7	74	1.15	-11.1	53.4	56.2	1.51	-28.9
130.5	108.6	111.6	1.17	-18.9	90.6	101.9	1.28	-28.6
83.2		59	1.41	-24.2	55.2	51.9	1.60	-31.3
80.4		54.2	1.48	-26.2	43.8	50.4	1.60	-30
68.6		54.9	1.25	-13.7	39.7	46	1.49	-22.6
44.8		52.8	0.85	8	36.4	36.2	1.24	-8.6
81.9		73.6	1.11	-8.3	58.5	54.3	1.51	-27.6
74.7		74.6	1.00	-0.1	50.6	52.5	1.42	-22.2
84.2		83.7	1.01	-0.5	58.6	58.1	1.45	-26.1
65.2		49.2	1.33	-16	37	41.6	1.57	-23.6
28.3						17.8	1.59	-10.5
28.5						18.5	1.54	-10
25.5						20.5	1.24	-5
26.6						15.6	1.71	-11
27.2						17.6	1.55	-9.6
14.7					13.4			
13.8					12.3			
17.4					13			
15.9					12.2			
MIDDELVERDIER			1.26				1.50	
STD. AVVIK				10.15				5.96
MID. V. INK. Borregaard							1.50	
STD. AVVIK INK. Borregaard								9.18

b)

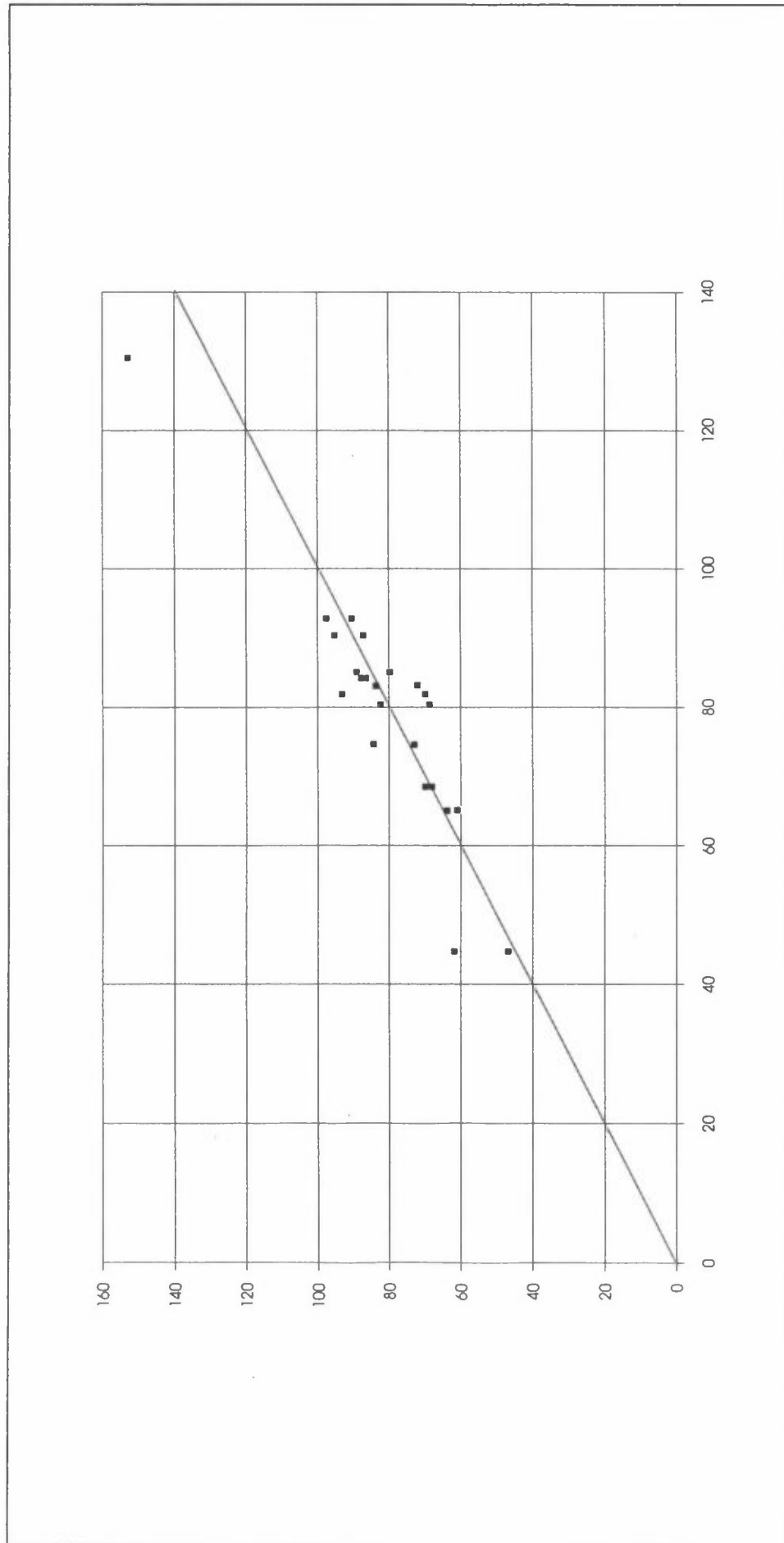
Nal + (gl)	AKT/PASS	PAS.-AKT		PAS.-AKT
17.8	1.59	-10.5		-10.5
18.5	1.54	-10		-10
20.5	1.24	-5		-5
15.6	1.71	-11		-11
17.6 18	1.55	-9.6		-9.6
13.4	1.10	-1.3		
12.3	1.12	-1.5		
13	1.34	-4.4		
12.2	1.30	-3.7		
Middel	1.39			
Std. avvik		3.94		2.42

c)

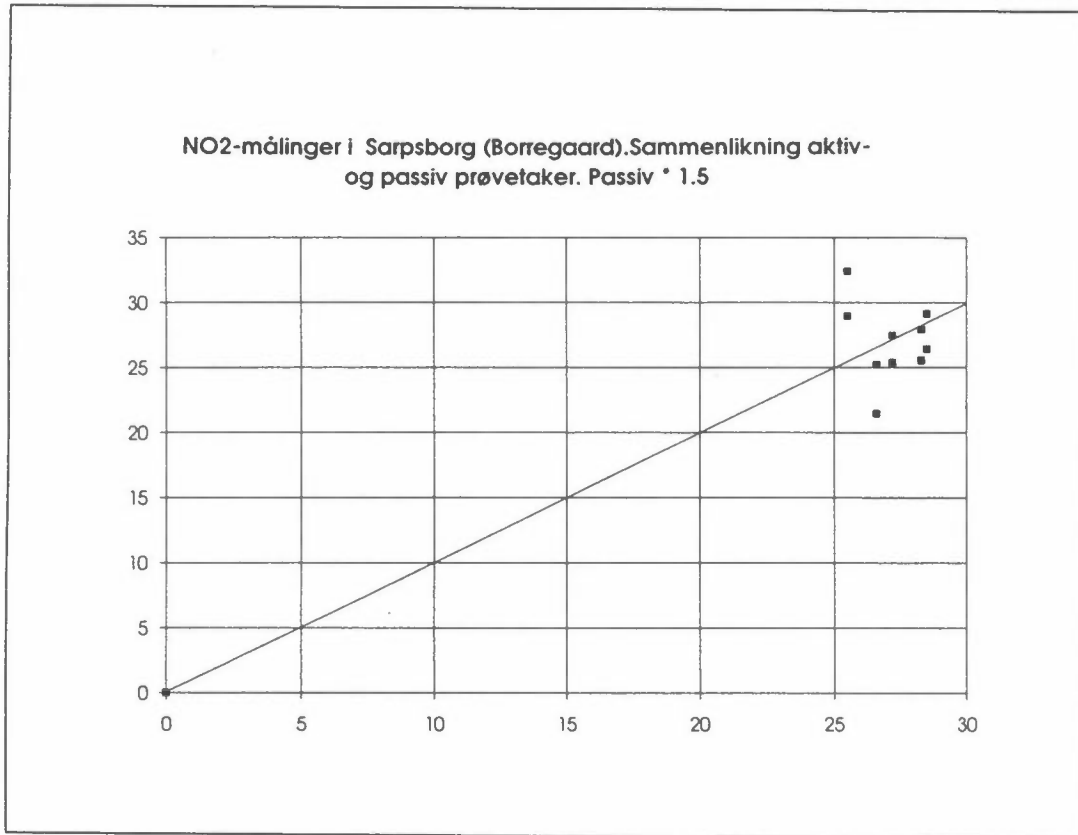
AKTIV	Nal(gl)	AKTIV/PAS	PAS-AKT	
14.7	13.9	1.06	-0.8	
14.7	12.7	1.16	-2	
14.7	13.6	1.08	-1.1	
13.8	12.3	1.12	-1.5	
13.8	12.5	1.10	-1.3	
13.8	12	1.15	-1.8	
17.4	13.6	1.28	-3.8	
17.4	12.8	1.36	-4.6	
17.4	12.7	1.37	-4.7	
15.9	12.2	1.30	-3.7	
15.9	11.7	1.36	-4.2	
15.9	12.8	1.24	-3.1	
15.5	12.70	1.22		MIDDELVERDI
			1.45	STD. AVVIK*
			11.42	% PREVISJON*
*Middelverdier				



Figur B.1: NO₂-målinger i Oslo (µg/m³). Sammenlikning aktiv og passiv prøvetaker (NaI).



Figur B.2: Samme som figur B.1, men NO_2 -verdiene er multiplisert med faktor 1,5.



*Figur B.3: NO₂-målinger i Sarpsborg (Borregaard). Sammenlikning aktiv og passiv prøvetaker. Passiv * 1,5.*

Tabell B.5: Alle NO₂-målingene utført i Oslo og Sarpsborg med passive prøvetakere med ulike impregneringsmidler. Venstre del av tabellen viser resultatene fra Oslo (med KI). Høyre side av tabellen viser resultatene fra både Oslo og Sarpsborg (med NaI). Konsentrasjonene er gitt i µg/m³. Presisjonen er angitt i prosent (std. avvik x 100/middel konsentrasjon).

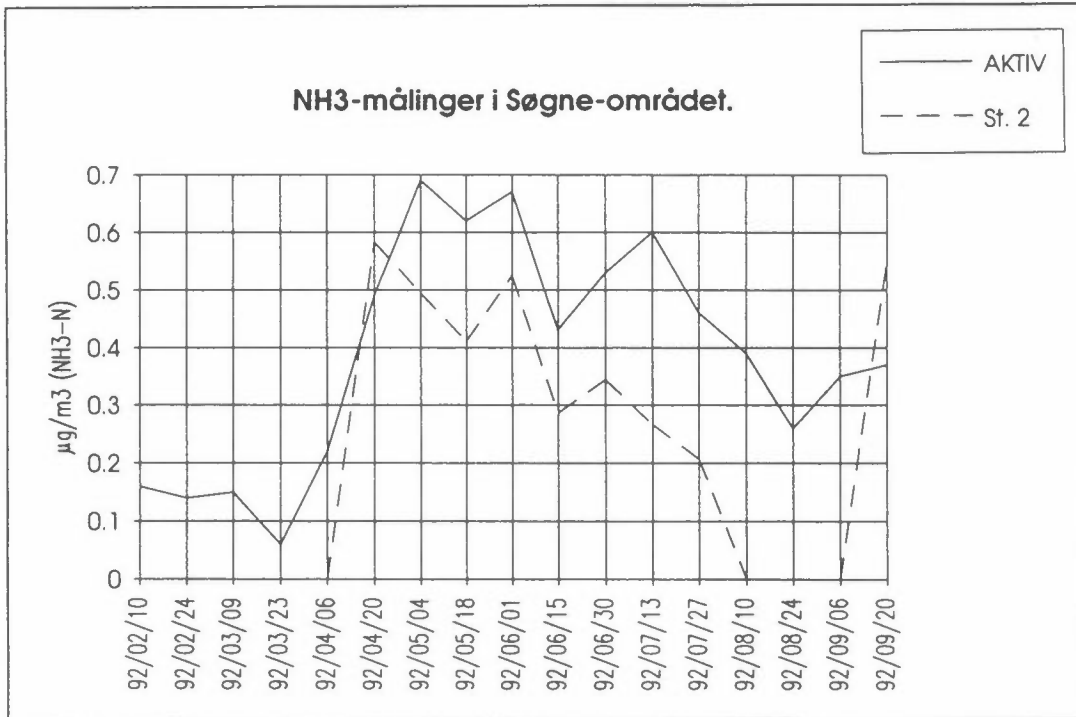
AKTIV	PASSIV	KI-AKTIV	AKT./PASS.	PREISJ.		AKTIV	AKT./PASS.	PASSIV	NaI-AKTIV	PREISJ.
48.8	30.7	-18.1	1.59							
48.8	30.6	-18.2	1.59							
48.8	30	-18.8	1.63	1.25						
55.6	25	-30.6	2.22							
55.6	31.9	-23.7	1.74							
55.6	33.3	-22.3	1.67	14.78						
90.4	73.9	-16.5	1.22							
90.4	79.4	-11	1.14	5.07						
92.8	76.5	-16.3	1.21							
92.8	70.2	-22.6	1.32	6.07						
85.1	78.2	-6.9	1.09			55.6	2.04	27.3	-28.3	
85.1	69.7	-15.4	1.22	8.12		55.6	1.86	29.9	-25.7	
130.5	108.6	-21.9	1.20			55.6	1.88	29.5	-26.1	4.84
130.5	108.6	-21.9	1.20			90.4	1.42	63.5	-26.9	
130.5	111.6	-18.9	1.17	1.58		90.4	1.56	58.1	-32.3	6.28
83.2	56.7	-26.5	1.47			92.8	1.54	60.2	-32.6	
83.2	61.8	-21.4	1.35			92.8	1.43	65	-27.8	5.42
83.2	64.4	-18.8	1.29	6.42		85.1	1.44	59.3	-25.8	
80.4	53.1	-27.3	1.51			130.5	1.28	101.9	-28.6	
80.4	63.6	-16.8	1.26			130.5	1.28	101.9	-28.6	0.00
80.4	50.3	-30.1	1.60			80.4	1.76	45.8	-34.6	
80.4	49.7	-30.7	1.62	11.91		80.4	1.46	54.9	-25.5	12.78
68.4	59.6	-8.8	1.15			68.6	1.51	45.4	-23.2	
68.4	60.8	-7.6	1.13			68.6	1.47	46.6	-22	1.84
68.4	48.8	-19.6	1.40			81.9	1.32	62.1	-19.8	
68.4	50.4	-18	1.36	11.25		84.2	1.46	57.6	-26.6	
81.9	77.3	-4.6	1.06			84.2	1.44	58.5	-25.7	1.10
81.9	82.3	0.4	1.00			65.2	1.53	42.6	-22.6	
81.9	82.4	0.5	0.99	3.61		65.2	1.61	40.6	-24.6	3.40
74.7	76	1.3	0.98			28.3	1.52	18.6	-9.7	
74.7	74.4	-0.3	1.00			28.3	1.66	17	-11.3	6.36
74.7	73.8	-0.9	1.01			28.5	1.62	17.6	-10.9	
74.7	73.9	-0.8	1.01	1.37		28.5	1.47	19.4	-9.1	6.88
84.2	87.1	2.9	0.97			25.5	1.32	19.3	-6.2	
84.2	75.9	-9.3	1.11			25.5	1.18	21.6	-3.9	7.93
84.2	90.8	6.6	0.93			26.6	1.58	16.8	-9.8	
84.2	81.8	-2.4	1.03	8.25		26.6	1.86	14.3	-12.3	11.33
65.2	55.3	-9.9	1.18			27.2	1.61	16.9	-10.3	
65.2	45.2	-20	1.44			27.2	1.49	18.3	-8.9	5.62
65.2	44.9	-20.3	1.45			85.1	1.60	53.1	-32	
65.2	51	-14.2	1.28	10.18		83.2	1.73	48	-35.2	
83.2	53	-30.2	1.57			83.2	1.49	55.8	-27.4	10.63
44.8	54.6	9.8	0.82			44.8	1.09	41.2	-3.6	
44.8	46.6	1.8	0.96			44.8	1.44	31.1	-13.7	19.73
44.8	54.2	9.4	0.83			81.9	1.76	46.5	-35.4	
44.8	55.8	11	0.80	7.93		74.7	1.33	56.2	-18.5	
81.9	52.2	-29.7	1.57			74.7	1.53	48.7	-26	10.11
MID. (o. streken)	64.62		1.29	6.9			1.54	42.43		5.7
MID. (u. streken)	52.73		1.09	7.9			1.50	47.58		13.5
ST.A. (o. streken)		10.12							9.06	
ST. A. (u. streken)		19.86							11.26	

Vedlegg C

NH₃-målinger

Tabell C.1: NH_3 -målinger fra Søgne-området i perioden 10.02.-04.10.1992 (NH_3-N i $\mu g/m^3$).

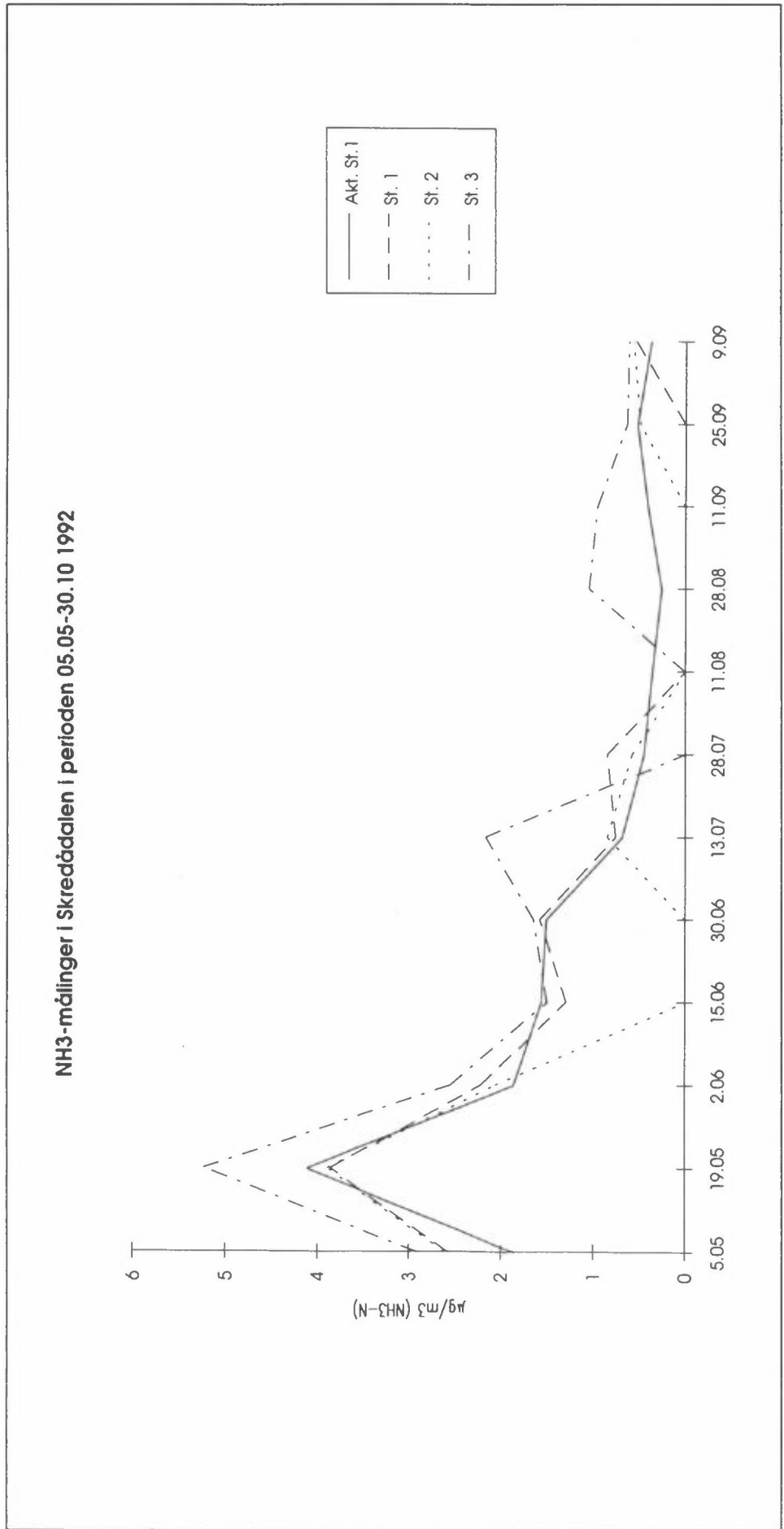
FRADATO	ANT. D.	AKTIV	St. 2	St. 4	St. 3	St. 1	AKT./St. 2	AKT./St. 4	AKT./St. 3	AKT./St. 1	St. 2-AKT.	St. 4-AKT.	St. 3-AKT.	St. 1-AKT.
92/02/10	14	0.16	0.00	0.29	0.00	0.00		0.56			-0.16	0.13	-0.16	-0.16
92/02/24	14	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00					-0.14	-0.14	-0.14	-0.14
92/03/09	14	0.15	0.00	0.00	0.21	0.00			0.70		-0.15	-0.15	0.06	-0.15
92/03/23	14	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00					-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
92/04/06	14	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00					-0.22	-0.22	-0.22	-0.22
92/04/20	14	0.49	0.58	0.75	0.00	0.28	0.84	0.65		1.75	0.09	0.26	-0.49	-0.21
92/05/04	14	0.69	0.49	0.91	0.00	0.23	1.40	0.76		2.99	-0.20	0.22	-0.69	-0.46
92/05/18	14	0.62	0.41	0.65	0.25	0.21	1.51	0.95	2.45	2.89	-0.21	0.03	-0.37	-0.41
92/06/01	14	0.67	0.52	0.78	0.53	0.39	1.28	0.86	1.27	1.71	-0.15	0.11	-0.14	-0.28
92/06/15	15	0.43	0.29	0.91	0.34	0.20	1.50	0.47	1.26	2.19	-0.14	0.48	-0.09	-0.23
92/06/30	13	0.53	0.34	1.20	0.51	0.22	1.54	0.44	1.03	2.45	-0.19	0.67	-0.02	-0.31
92/07/13	14	0.6	0.27	0.44	0.24	0.00	2.25	1.37	2.45		-0.33	-0.16	-0.36	-0.60
92/07/27	14	0.46	0.21	0.31	0.00	0.00	2.22	1.48			-0.25	-0.15	-0.46	-0.46
92/08/10	14	0.39	0.00	0.39	0.00	0.67		0.99		0.58	-0.39	0.00	-0.39	0.28
92/08/24	13	0.26	0.00	1.55	0.00	0.52		0.17		0.50	-0.26	1.29	-0.26	0.26
92/09/06	14	0.35	0.00	0.50	0.00	0.00		0.69			-0.35	0.15	-0.35	-0.35
92/09/20	14	0.37	0.55	0.00	0.00	0.25	0.68			1.50	0.18	-0.37	-0.37	-0.12
MIDDELVERDI							1.47	0.78	1.53	1.84				
ST. AVVIK											0.14	0.40	0.19	0.23



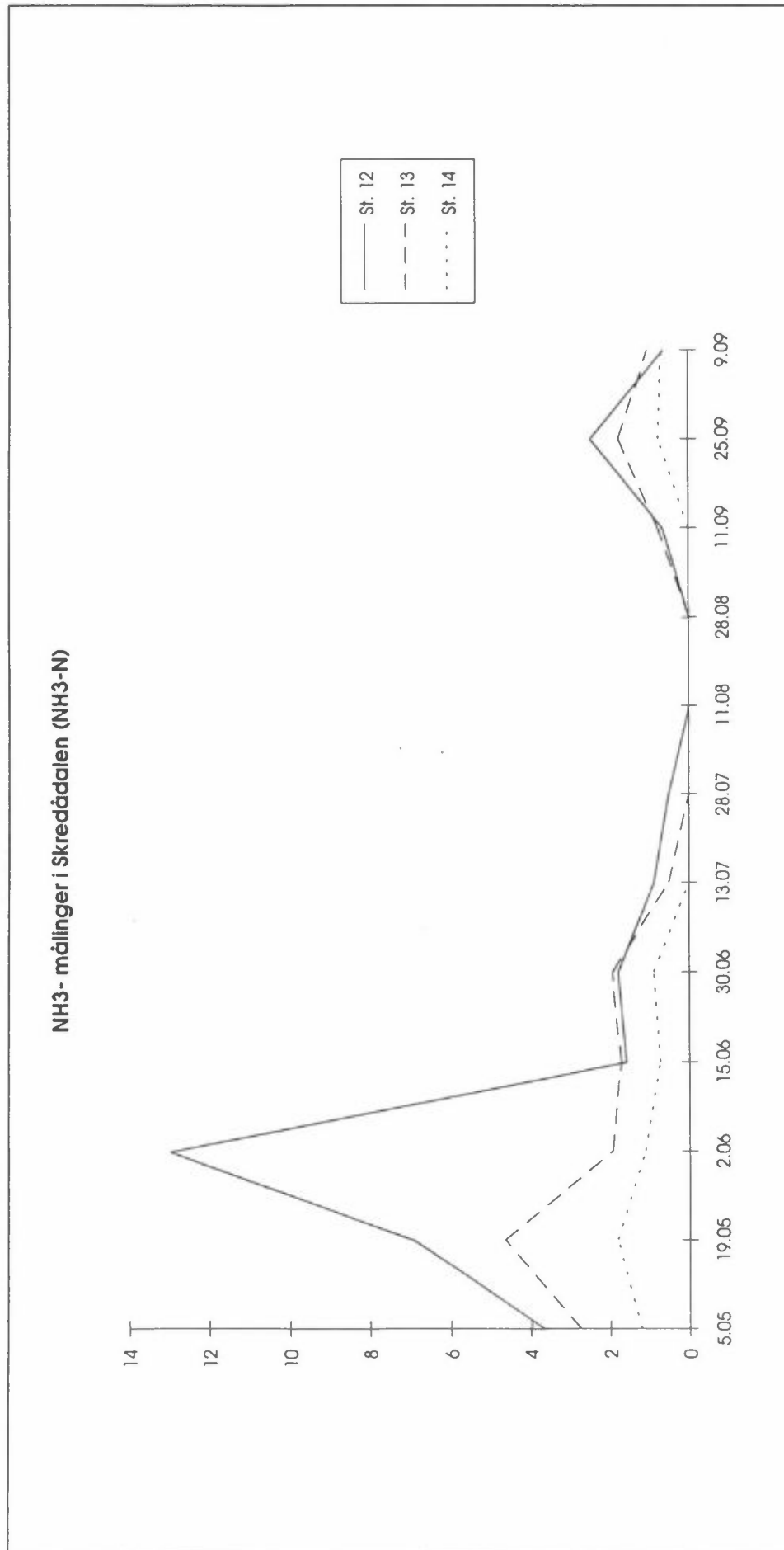
Figur 3.1: NH₃-målinger fra Søgne-området.

Tabell C.2: NH_3 -målinger (NH_3-N i $\mu g/m^3$) i Skreddålen 05.05.-30.10.1992. Sammenlikning mellom aktiv (EK) og passive prøvetakere.

F.DATO	ANT. D.	Akt. St.1	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14
5.05	14	1.86	2.58	2.61	2.91	0.88	0.65	0.49	0.73	0	0	0	1.03	3.65	2.75	1.21
19.05	14	4.11	3.85	3.89	5.23	6.18	4.7	0.8	0.74	0.71	0	0.74	1.34	6.92	4.64	1.81
2.06	13	1.86	2.22	2.06	2.55	3.03	1.71	0.7	0	0.8	0.71	0	1.27	12.99	1.94	1.12
15.06	15	1.56	1.29	0	1.5	0.49	0.49	0	0	0	0	0	0	1.61	1.74	0.74
30.06	13	1.51	1.58	0	1.65	0.59	0	0	0	0	0	0	0.57	1.81	1.96	0.89
13.07	15	0.69	0.76	0.85	2.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0.91	0.51	0
28.07	14	0.45	0.85	0.58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0	0
11.08	17	0.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.08	14	0.26	0	0	1.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.09	14	0.41	0	0	0.96	0	0	0	0	0	0	0.71	0	0.67	0.79	0
25.09	14	0.53	0	0.5	0.64	0	0	0	0	0	0	0	0	2.48	1.76	0.76
9.09	21	0.38	0.54	0.57	0.62	0	0	0	0	0	0	0	6.11	0.65	1.03	0.69
Middelverdi		1.17	1.14	0.92	1.61											
0 angir under deteksjonsgrensen. Det er forøvrig fratrukket en midlere blindverdi på 0.05 $\mu g/ml$ (NH3-N)																



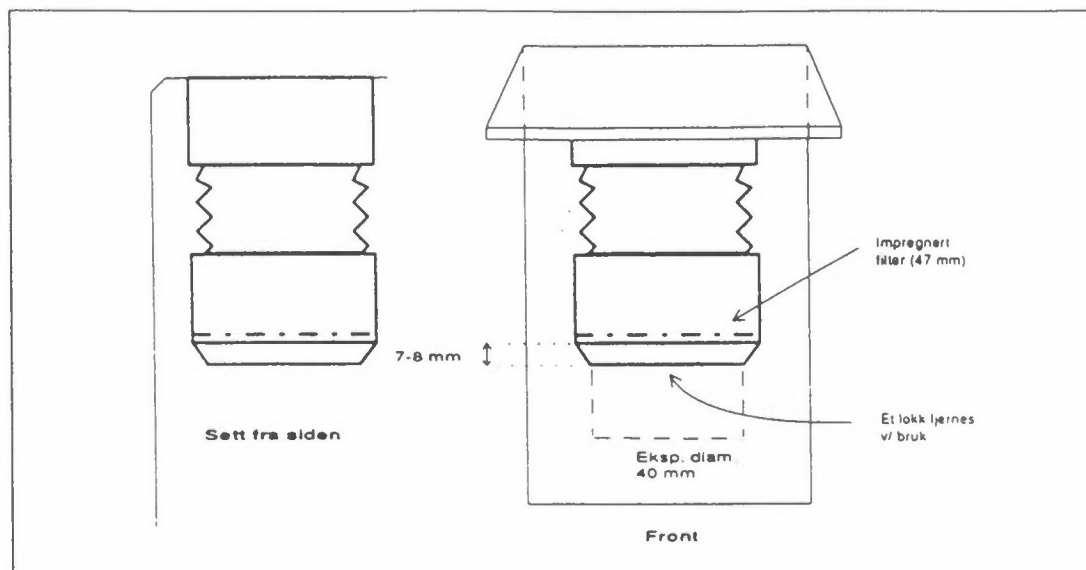
Figur C.2: NH₃-målinger i Skreddåalen i perioden 05.05.-30.10.1992.



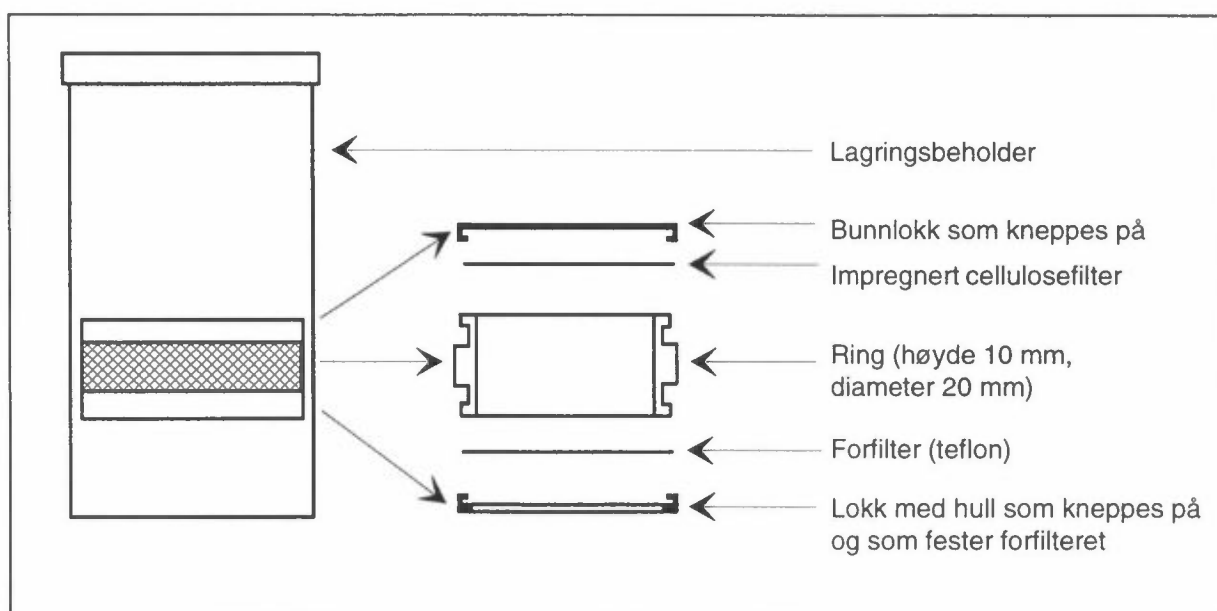
Figur C.3: NH₃-målinger i Skredåddalen (NH₃-N).

Vedlegg D

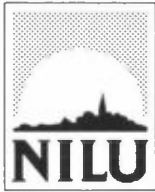
Filterholdere for passive prøvetakere



Figur D.1: NILUs tørravsetningsprøvetaker.



Figur D.2: Firms filterholder.



Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norwegian Institute for Air Research
Postboks 64, N-2001 Lillestrøm

RAPPORTTYPE TEKNISK RAPPORT	RAPPORT NR. TR 6/93	ISBN-82-425-0502-0	
DATO 1. 11. 1993	ANSV. SIGN. <i>Odd Anda</i>	ANT. SIDER 81	PRIS NOK 135,-
TITTEL Utprøving av passive prøvetakere		PROSJEKTLEDER O. Anda	
		NILU PROSJEKT NR. E-92051	
FORFATTER(E) Odd Anda		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER NILU			
STIKKORD Passive prøvetakere	Tørravsetning	Gasser	
REFERAT Passive prøvetakere for SO ₂ , NO ₂ og NH ₃ er testet parallelt med aktive prøvetakere i felt. Hovedsakelig SO ₂ er også testet i klimaskap. Prøvetakere av denne typen er funnet å være et nyttig redskap, særlig for å oppnå midlere konsentrasjoner over lengre tid.			
TITLE Testing of passive samplers			
ABSTRACT SO ₂ , NO ₂ and NH ₃ in air are measured by passive samplers, and these samplers are tested against active samplers. Passive samplers are also tested in climate chamber with air containing SO ₂ . The passive sampler is found to be a useful device, especially to get mean concentrations when exposed for a week or more.			

* Kategorier: A Åpen - kan bestilles fra NILU
B Begrenset distribusjon
C Kan ikke utleveres