

NILU : OR 29/94

NILU : OR 29/94
REFERANSE : O-92081
DATO : JULI 1994
ISBN : 82-425-0578-0

Ammoniakkmålinger med passive prøvetakere på Jæren

Inga Fløisand og Arne Semb

Innhold

	Side
1. Innledning.....	2
2. Metode.....	2
3. Utførelse.....	4
4. Resultater.....	6
5. Diskusjon.....	9
6. Referanser.....	10

Ammoniakkmålinger med passive prøvetakere på Jæren

1. Innledning

På oppdrag fra Luftforurensningsrådet i Rogaland (LUFOR) har NILU utført analyser av prøver av ammoniakk i luft på Jæren.

LUFOR gjorde i 1991 en undersøkelse for å kartlegge luftforurensningssituasjonen i fylket med hensyn til regionale effekter, da i særlig grad forsurening. Resultatene viste at ammoniakktutslippene fra landbruket kunne være av en viss betydning for forurensningssituasjonen i fylket. I jorda oksyderes ammonium til nitrat under dannelse av et hydroniumion, og virker dermed forsurende. Slik forurensning som skyldes høyt konsentrasjonsnivå av ammoniakk i luft, er blant annet påvist i Nederland (Breemen et al., 1982) Også i Norge utgjør nitrogentilførslene fra luft gjennom nedbør og tørravsetninger et ikke ubetydelig bidrag til forurensning av vassdrag (Henriksen og Brakke, 1988). En stor del av disse tilførslene skyldes imidlertid utslipp utenfor landets grenser (SFT, 1989).

Hovedkilden for ammoniakk i luft er urin og husdyrgjødsel. Det er velkjent at en stor del av nitrogeninnholdet i husdyrgjødsel forsvinner som ammoniakk enten under lagring, ved kompostering, og særlig ved spredning av husdyrgjødsel. Asmann og medarbeidere (Buijsmann et al., 1987; Asmann, 1990a,b) har utarbeidet emisjonsfaktorer for ammoniakk basert på dyretall, og har også laget utslippsoversikter for ammoniakk på europeisk skala.

Mindre mengder ammoniakk avgis også til atmosfæren fra dødt plantemateriale (Whitehead og Lockyer, 1989), fra kornplanter i modningsfasen (Schjørring et al., 1993), og fra produksjon og bruk av kunstgjødsel.

I et område som Jæren vil det aller meste av ammoniakken skyldes husdyr og spredning av husdyrgjødsel. Området er relativt homogent, og praktisk talt hele arealet er i bruk som spredeareal for husdyrgjødsel. Målinger av ammoniakk på et mindre antall utvalgte steder vil derfor kunne brukes til å fastlegge representative konsentrasjonsnivåer for ammoniakk i bakkenivå, og hvordan konsentrasjonene varierer over vekstsesongen. Det vil også gjøre det mulig å anslå bidraget til nitrogenavsetningen fra de lokale utslippene.

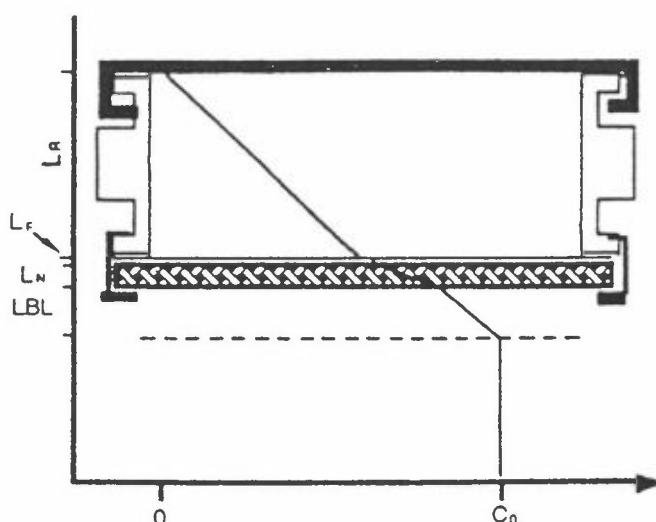
2. Metode

Målingene er gjort ved bruk av passive prøvetakere utviklet på Institutet för Vatten- og Luftvårdsforskning (IVL) i Sverige (Ferm, 1991). Prøvetakeren består av en plastsylinder med diameter 25 mm og lengde 10 mm, se figur 1. Sylinderen er tettet i den ene enden hvor det på innsiden er plassert et filter impregnert med en absorpsjonsløsning. I dette tilfellet har man brukt oksalsyre løst i metanol. Gass transporteres inn til filteret ved molekylær diffusjon og absorberes.

Transport av gass inn mot filteret drives av forskjellen mellom gasskonsentrasjonen i luften utenfor prøvetakeren og ved overflaten av filteret. Gasskonsentrasjonen i luft kan dermed beregnes ved hjelp av diffusjonshastigheten for ammoniakk i luft, sylindrens diameter og lengde, eksponeringstiden, og mengden ammoniakk absorbert i det impregnerte filteret.

$$C = \frac{x \cdot l}{A \cdot t \cdot D}$$

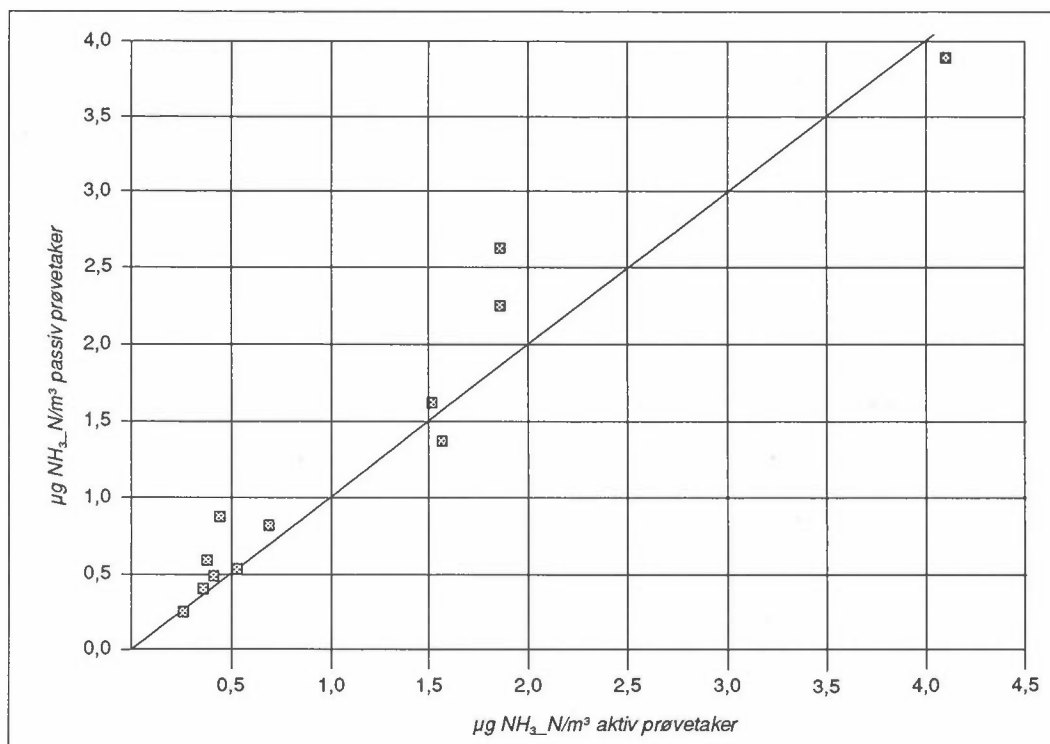
der x er oppsamlet mengde ammoniakk, l er diffusjonsveilengden, A er diffusjonstverrsnittet, t er eksponeringstiden, og D er diffusjonshastigheten for ammoniakk i luft ($D = 2,54 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$). Filteret vaskes ut i ionebyttet vann og ammoniuminnholdet i prøven bestemmes ved at ammonium reagerer med hypokloritt i nærvær av salicylat i svakt alkalisk miljø og gir indofenolblått som måles spektrofotometrisk.



Figur 1: Passiv prøvetaker vist med bunnen øverst. Konsentrasjonsgradienten på utsiden og innsiden av prøvetakeren er angitt. (Hentet fra Ferm, 1991.)

Selv om prøvetakingsmetoden er enkel, har sammenligning med aktiv prøvetaking, der et kjent luftvolum suges gjennom et impregnert filter eller en absorpsjonsløsning, vist at den passive prøvetakingsmetoden fungerer utmerket. En slik sammenligning er også foretatt i Skredådalen (Anda, 1993), der NILU har en målestasjon for overvåking av langtransporterte forurensninger (figur 2). Denne stasjonen er også påvirket av lokale ammoniakkutslipp i sommermånedene.

En svakhet ved metoden er at det kreves relativt lang eksponeringstid for å bestemme lave konsentrasjoner av ammoniakk i luft. Påvisningsgrensen er i hovedsak bestemt av variasjonen i blindprøvene, det vil si mengden ammoniakk i ueksponerte filtere. Ved lagring og ved transport til og fra målestedet er det en viss fare for at prøvene vil kunne ta opp ekstra ammoniakk.



Figur 2: Sammenligning av passiv og aktiv prøvetaker i Skredådalen.

Dette opptaket er kvantifisert ved å sende blindprøver med hver forsendelse og analysere disse med hensyn på ammoniakk. Gjennomsnittet av disse verdiene er fratrukket alle eksponerte prøver.

3. Utførelse

Luftforurensningsrådet i Rogaland v/Ulla Persson har stått for utplassering og innhenting av prøvene fra i alt 8 punkter, se kart, figur 3. Prøvetakerne er plassert fra Stangeland i nord til Varhaug i sør. Det er i tillegg lagt en travers i øst-vest retning, fra Serigstad i Time til Orre. Prøvetakerne er plassert i mest mulig åpent terreng på staur ca. 1,5 meter over bakken. Tabell 1 gir en oversikt over dyrebestanden og andre forhold ved de forskjellige målepunktene. Tabell 2 inneholder opplysninger om gjødslingstidspunkter.

Prøvetakingsperioden har vært 14 dager med enkelte unntak. Klargjorte prøvetakere og eksponerte prøver har blitt sendt fra og til NILU hver 14. dag og i hver forsendelse har det vært to blindprøver. Det har blitt tatt prøver i periodene august-september 1992, medio januar-medio februar 1993 og mars-september 1993.

Gjennomføringen av prøvetakingen har i det alt vesentlige gått bra. Imidlertid har man vært nødt til å forkaste fire prøver fordi disse var falt ned eller skadet på annen måte av fukt eller dyr.



Figur 3: Kart over prøvetakingområdet på Jæren med 8 målepunkter avmerket.

Tabell 1: Antall dyr i nærheten av prøvetakerne.

Posisjon	Dyreaktivitet
1	Ingen dyr
2	Ca. 15 kuer
3	3-4 hester av og til
4	Ingen dyr
5	15 kuer
6	Ca. 20 sauer høst og vår
7	10 stuter
8	Ingen dyr

Tabell 2: Tidspunkt for gjødsling i prøvetakingsperioden.

Periode	Kommentar
15.-29.09.92	Gjødsel spredt ca. 50 m. fra posisjon 7
05.04.93	Omfattende gjødsling på Jæren
01.-14.06.93	Generelt mye gjødsling og slått
12.-13.06.93	Spredt gjødsel like ved posisjon 6
14.-28.06.93	Bløtgjødsel på nyslått eng ved posisjon 8

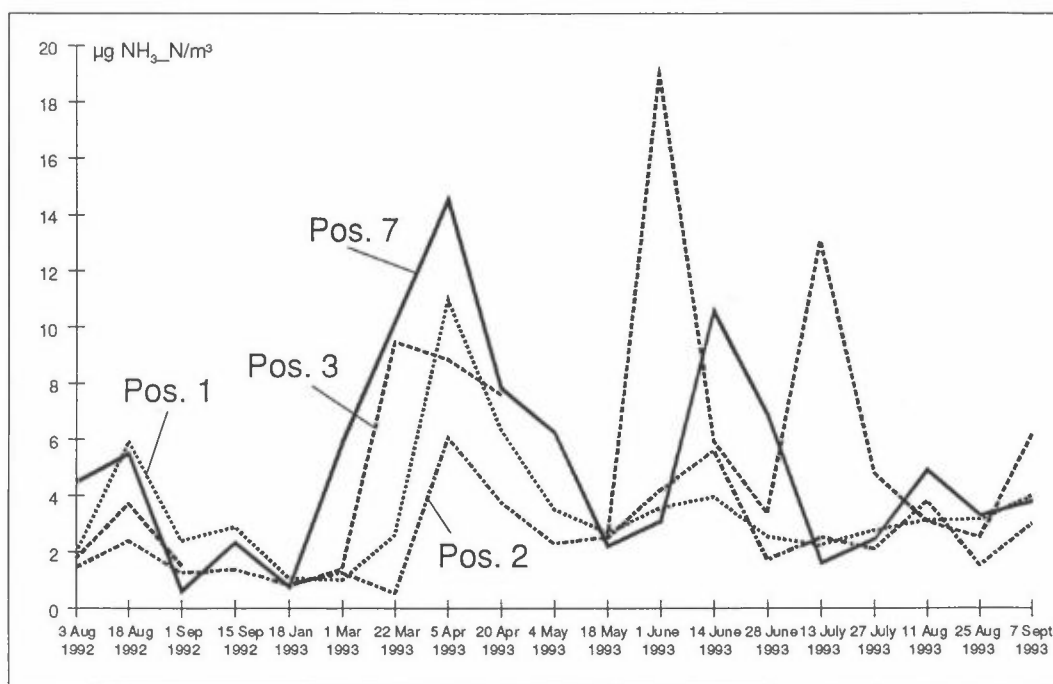
4. Resultater

Resultatene i form av $\mu\text{g NH}_3\text{-N/m}^3$ for hvert målepunkt i måleperioden, eksponeringstid samt gjennomsnittlig verdi for hver periode og hvert målepunkt er angitt i tabell 3. I figur 4 og 5 er måleverdiene fremstilt grafisk. Et forenklet kart over prøvetakingsområdet som angir grensen for dyrket mark, er gitt i figur 6. Gjennomsnittlig verdi i hvert målepunkt for hele prøvetakingsperioden er angitt.

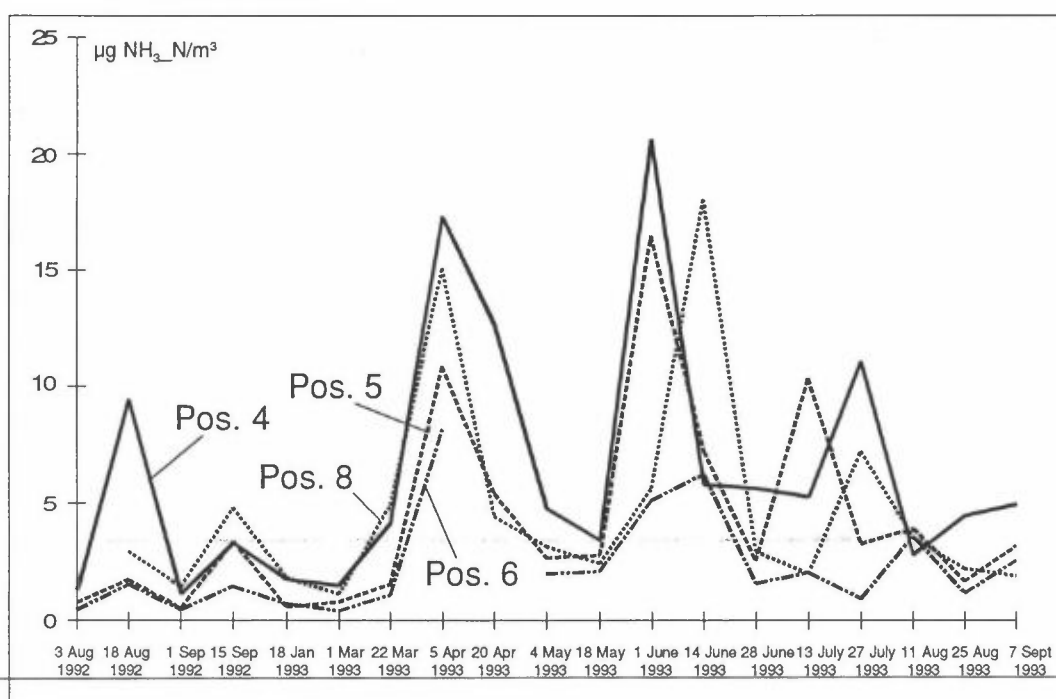
Målingene viser god samvariasjon mellom de forskjellige målepunktene. Høye ammoniakkonsentrasjoner forekommer samtidig på de fleste av stasjonene, antagelig i sammenheng med spredning av husdyrgjødsel i april og i begynnelsen av juni, men ammoniakkonsentrasjonene er målbare hele året. Som en kunne vente, er det den sentrale delen av Jæren som har det høyeste konsentrasjonsnivået av ammoniakk. Konsentrasjonene ved stasjon 2 (Øksnevad) er overraskende lave, ellers er konsentrasjonsnivået meget likt for de ulike målestasjonene.

Tabell 3: Konsentrasjoner ved målepunktene $\mu\text{g NH}_3\text{-N/m}^3$. Blanke felt angir forkastede prøver.

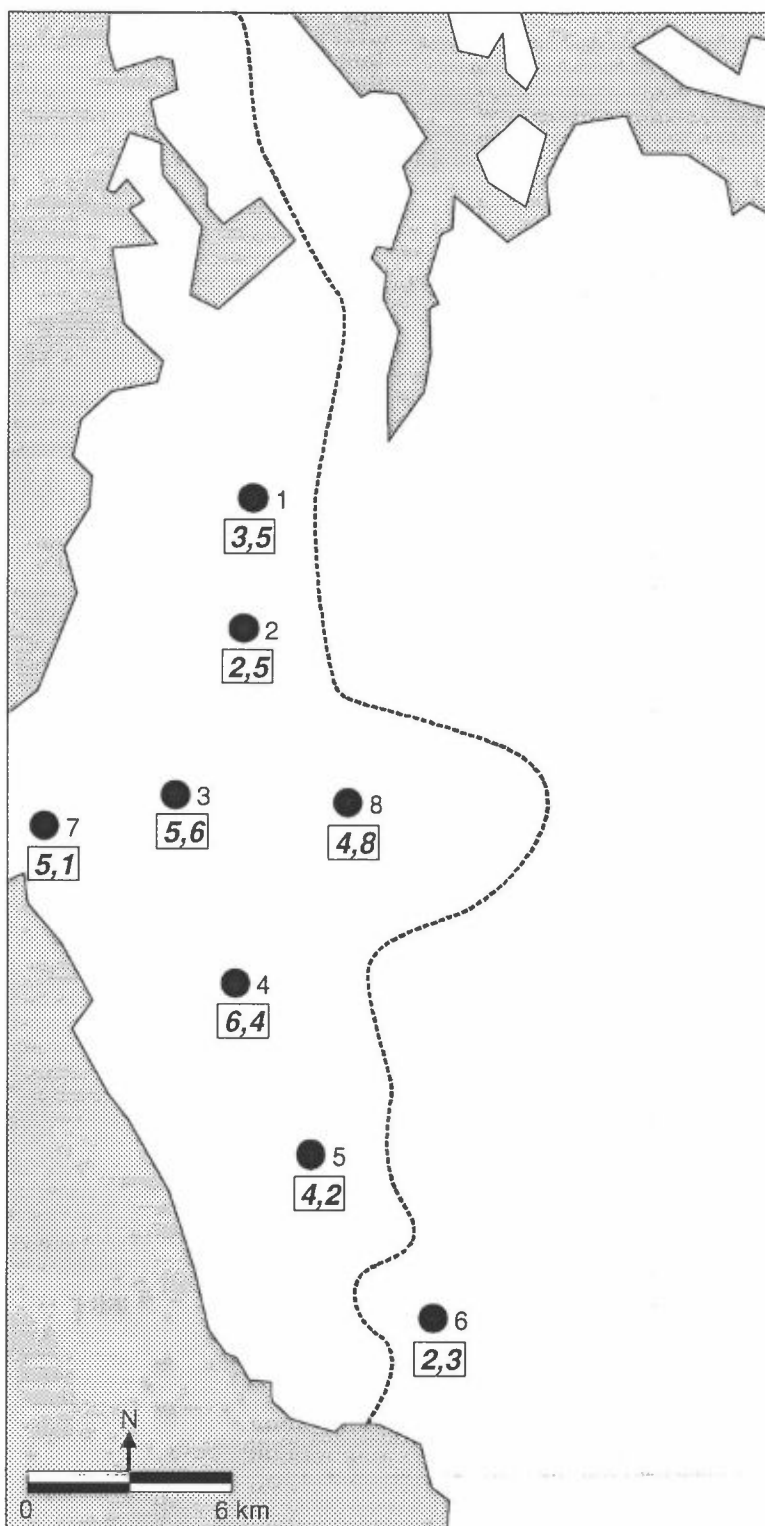
Startdato	døgn	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5	Pos. 6	Pos. 7	Pos. 8	Gjennomsnitt i perioden
92/08/03	15	1,95	1,45	1,77	1,31	0,77	0,45	4,49		1,74
92/08/18	14	5,93	2,38	3,69	9,47	1,75	1,55	5,49	2,96	4,15
92/09/01	14	2,38	1,26	1,51	1,17	0,53	0,49	0,63	1,46	1,18
92/09/15	14	2,87	1,36		3,35	3,40	1,46	2,33	4,81	2,80
93/01/18	28	1,04	0,85	0,78	1,80	0,58	0,73	0,75	1,85	1,05
93/03/01	20	0,99	1,26	1,39	1,53	0,78	0,41	5,88	1,12	1,67
93/03/22	14	2,57	0,53	9,47	4,18	1,55	1,07	10,20	4,95	4,32
93/04/05	15	10,97	6,03	8,84	17,32	10,83	8,16	14,55	15,05	11,47
93/04/20	14	6,31	3,74	7,58	12,68	5,39		7,82	4,42	6,85
93/05/04	14	3,50	2,28		4,81	2,67	1,99	6,27	3,16	3,52
93/05/18	14	2,67	2,53	2,43	3,45	2,77	2,09	2,19	2,43	2,57
93/06/01	13	3,56	4,18	18,99	20,61	16,42	5,13	3,09	5,65	9,70
93/06/14	14	3,93	5,59	5,93	5,83	7,24	6,27	10,59	18,02	7,92
93/06/28	15	2,54	1,72	3,35	5,67	2,54	1,59	6,89	2,95	3,41
93/07/13	14	2,23	2,53	13,07	5,29	10,30	2,04	1,60	1,99	4,88
93/07/27	15	2,77	2,09	4,76	11,06	3,26	0,95	2,45	7,21	4,32
93/08/11	14	3,11	3,79	3,06	2,82	3,93	3,59	4,91	3,55	3,59
93/08/25	13	3,14	1,52	2,51	4,50	1,67	1,15	3,30	2,20	2,50
93/09/07	21	3,98	2,98	6,15	4,99	3,17	2,56	3,79	1,91	3,69
Gjennomsnitt i målepunkt		3,50	2,53	5,60	6,41	4,19	2,31	5,12	4,76	



Figur 4: Ammoniakk-konsentrasjonen målt for posisjonene 1, 2, 3 og 7. Merk at det er pause i prøvetakingen i perioden oktober 1992 til 18. januar 1993 og 18. februar til 1. mars 1993.



Figur 5: Ammoniakk-konsentrasjonen målt for posisjonene 4, 5, 6 og 8. Merk at det er pause i prøvetakingen i perioden oktober 1992 til 18. januar 1993 og 18. februar til 1. mars 1993.



Figur 6: Prøvetakingsområdet med målepunkter. Verdiene angitt i rammer er gjennomsnittsverdi for hele måleperioden for hvert målepunkt gitt i $\mu\text{g NH}_3\text{-N}/\text{m}^3$. Området består stort sett av dyrket mark, og den stiplede linjen angir overgangen til annet bruksområde.

5. Diskusjon

Det er foretatt sparsomme målinger av ammoniakk i jordbruksområder i Norge, og der det er foretatt målinger har konsentrasjonsnivået som oftest vært betydelig lavere enn på Jæren. I 1991 ble det fra slutten av juni til midten av september målt ammoniakk med samme prøvetakingsteknikk på 20 målepunkter i Bøverdalen. Her var middelkonsentrasjonen $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og den høyeste enkeltkonsentrasjonen $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hanssen et al., 1993). I Danmark er det foretatt målinger av ammoniakk på målestasjoner som i det vesentligste er lagt utenfor rene landbruksområder. Konsentrasjonsnivået ved disse stasjonene var $1\text{--}2 \mu\text{g NH}_3\text{-N}/\text{m}^3$ på årsbasis (Hovmand og Grundahl, 1991). I Nederland er det imidlertid målt konsentrasjoner som kan sammenlignes med målingene på Jæren med årsmiddelkonsentrasjoner på $10 \mu\text{g NH}_3\text{-N}/\text{m}^3$ i jordbruksområdet (Vermetten et al., 1985).

Siden målingene ikke er sammenholdt med meteorologiske data, er det ikke grunnlag for å ekstrapolere måleresultatene til utenfor selve Jæren. Imidlertid er utslippskilden på bakken og det er grunn til å anta at konsentrasjonsnivået av ammoniakk i luft avtar raskt med avstand fra utslippet østover og sørover, dels på grunn av vertikalblanding og fortykning, og dels på grunn av opptak i vegetasjonen. Det siste er en relativt effektiv prosess for planter som er i stand til å nyttiggjøre seg dette nitrogentilskuddet, og begrenses i hovedsak av diffusjonshastigheten gjennom plantenes spalteåpninger og av den turbulente stofftransporten i grenselaget (Sutton et al., 1993). Opptaket beskrives ofte ved hjelp av en s.k. tørravsetningshastighet, som for ammoniakk vil ligge i området $0,5\text{--}2 \text{ cm/s}$, noe avhengig av vegetasjonens egenskaper og tidspunkt. Generelt kan man anta at ammoniakk vil avsettes innenfor en avstand av $2\text{--}10 \text{ km}$ fra utslippet. Dette anslaget forutsetter imidlertid noe skogkledd mark og vil være avhengig av tykkelsen på blandingslaget. Opptaket er størst nå vegetasjonen er i aktiv vekst.

Nå viser det seg at opptaket av ammoniakk er redusert for planter som allerede har fått dekket sitt nitrogenbehov. I de intensivt drevne jordbruksområdene må vi derfor anta at plantene er mer eller mindre "mettet" med ammoniakk, mens utmark og skog som grenser inn til jordbruksarealene altså vil få et vesentlig nitrogentilskudd fra ammoniakk. Dette vil bidra til en viss forsuring, og vil også endre konkurranseforholdene mellom planter som har ulike nitrogenkrav, blant annet vil grasarter favoriseres på bekostning av røsslyng og andre mindre nitrogenkrevende vekster (Heil og Diemont, 1983).

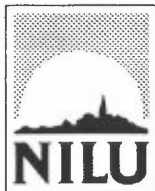
De målte verdiene tilsvarer altså en årlig nitrogenavsetning av størrelsesorden $1\text{--}2 \text{ g}/\text{m}^2$, som kommer i tillegg til det som tilføres av langtransporterte luftforurensninger, hovedsakelig med nedbøren. Dette bidraget representerer også en årlig nitrogentilførsel på mellom 1 og $2 \text{ g}/\text{m}^2$ i Rogaland.

6. Referanser

Anda, O. (1993) Utprøving av passive prøvetakere. Lillestrøm (NILU TR 6/93).

- Asman, W.A.H. (1990a) Ammonia emission in Europe: updated emission and emission variations. Bilthoven, Nederland, National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM Draft report no. 228471008).
- Asman, W.A.H. (1990b). Atmosfærisk ammoniak og ammonium i Danmark. København, Miljøstyrelsen (NPO-forskning for Miljøstyrelsen, Nr. A18).
- Beauchamp, E.G., Kidd, G.E., and Thurtell, G. (1982). Ammonia volatilization from liquid dairy cattle manure in the field. *Can. J. Soil. Sci.*, 62, 11-19.
- Breemen, N. van, Burrough, P.A., Velthorst, E.J., Dobben, H.F. van, Wit, T. de, Ridder, T.B., and Reijnders, H.F.R. (1982) Soil acidification from atmospheric ammonium sulphate in forest canopy throughfall. *Science*, 229, 548-550.
- Buijsman, E., and Erisman, J.W. (1986) Wet deposition of ammonium in Europe. *Atmos. Chem.*, 6, 265-280.
- Buijsman, E., Maas, J.F.M., and Asman, W.A.H. (1987) Anthropogenic ammonia emissions in Europe. *Atmos. Environ.*, 21, 1009-1022.
- De Vries, W. (1992) Empirical data and model results for critical nitrogen loads in The Netherlands. In: *Critical loads for Nitrogen – A workshop report*. Grennfelt, P. and Thörnelöf, E. (eds.). Copenhagen, Nordisk Ministerråd (NORD 1992:41).
- Ferm, M. (1991) A sensitive diffusional sampler. Göteborg, Swedish Environmental Research Institute (IVL rapport L91-172).
- Hanssen, J.E., Henriksen, J.F. og Pedersen, U. (1993) Lokale kilder og fordeling av NH₃ i en norsk dal - Bøverdalen. I: *Tilførsler og virkninger av lufttransporterte forurensninger (TVLF): Forskning og overvåkning*. Sammendrag av foredrag og postere fra møte på Olavsgaard Hotell 2.-3. desember 1991. F. Stordal og I. Fløisand (red.). Lillestrøm (NILU OR 26/93).
- Heil, G.W., and Diemont, W.H. (1983) Raised nutrient levels change heathland into grassland. *Vegetatio*, 53, 113-120.
- Henriksen, A. og Brakke, D.F. (1988) Increasing contribution of nitrogen to the acidity of surface waters in Norway. *Water, Air Soil Poll.*, 42, 183-201.
- Hovmand, M.F. og Grundahl, L. (1991). Atmosfæren. Nedfald av kvælstofforbindelser. Roskilde, Miljøministeriet - Danmarks Miljøundersøgelser (Faglig rapport fra DMU, nr. 36).
- Parton, W.J., Morgan, J.A., Altenhofen, J.M., and Harper, L.A. (1988) Ammonia volatilization from spring wheat plants. *Agron. J.*, 80, 419-425.

- Schjørring, J.K., Kyllingsbæk, A., Mortensen, J.V., and Byskov-Nielsen, S. (1993) Field investigations of ammonia exchange between barley plants and the atmosphere. In: Concentration profiles and flux densities of ammonia. *Plant, Cell Environ.*, 16, 161-167.
- SFT (1989) Tilførsler og virkninger av langtransporterte luftforurensninger. Status og utviklingstendenser. Nitrogen som bidragsyter til forsuring. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 351/89).
- Sutton, M.A., Asmann, W.A.H., and Schjørring, J.K. (1993) Dry deposition of reduced nitrogen. In: *Models and methods for the quantification of atmospheric input to ecosystems*. Lövblad, G., Erisman, J.W., and Fowler, D. (eds.). Copenhagen, Nordic council of Ministers (Nordiske Seminar- og Arbejdsrapporter. 1993:573).
- Sutton, M.A., Moncrieff, J.B., and Fowler, D. (1992) Deposition of atmospheric ammonia to moorlands. *Environ. Poll.* 75, 15-24.
- Vermetten, A.W.M., Asman, W.A.H., Buijsman, E., Mulder, W., Slanina, J., and Waijers-Ijpelaan, A. (1985) Concentrations of NH₃ and NH₄⁺ over The Netherlands. In: *VDI-colloquium: Forest Decline*, Goslar, F.R.G., 1985. Düsseldorf, VDI.
- Whitehead, D.C., and Lockyer, D.R. (1989) Decomposing grass herbage as a source of ammonia in the atmosphere. *Atmos. Environ.*, 23, 1867-1869.



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 29/94	ISBN-82-425-0578-0	
DATO 9.9.94	ANSV. SIGN. <i>Fløisand</i>	ANT. SIDER 12	PRIS NOK 30,-
TITTEL Ammoniakkmålinger med passive prøvetakere på Jæren		PROSJEKTLEDER Inga Fløisand	
		NILU PROSJEKT NR. O-92081	
FORFATTER(E) Inga Fløisand og Arne Semb		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER Luftforurensningsrådet i Rogaland Postboks 59 4001 STAVANGER			
STIKKORD Jordbruksområde	Ammoniakk	Passive prøvetakere	
REFERAT Det er foretatt måling av ammoniakk ved hjelp av passive prøvetakere på 8 målepunkter på Jæren. Målingene er foretatt i august til september 1992, én måned i januar/februar og fra mars til september i 1993. Gjennomsnittlige konsentrasjoner ved målepunktene for hele perioden varierer fra 2,5 til 6,4 $\mu\text{g NH}_3\text{-N/m}^3$. Det er gjort flere enkeltmålinger på ca. 20 $\mu\text{g NH}_3\text{-N/m}^3$.			
TITLE Ammonia sampled with a diffusional sampler at Jæren			
ABSTRACT			

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