

NILU
Oppdragsrapport nr 3/75
Referanse: EO-2-18.72
Dato: Januar 1975

LUFTFORURENSNINGER I NEDRE TELEMAR
Rapport om resultatene av samarbeidet
mellom
Tilsynsutvalget for luftforurensningene
i Nedre Telemark og
Norsk Institutt for Luftforskning
av

K E Grønškei, J Schjoldager, B Sivertsen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 115, 2007 KJELLER
NORGE

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 <u>INNLEDNING</u>	5
2 <u>MÅLINGER AV GASSFORMIGE OG PARTIKULÆRE</u>	
<u>FORURENSNINGER</u>	8
2.1 <u>Korttidsmålinger</u>	8
2.1.1 <u>Måleprogram</u>	8
2.1.2 <u>Resultater og konklusjoner</u>	9
2.2 <u>Døgnmålinger</u>	12
3 <u>STØVFALLSMÅLINGER</u>	13
4 <u>METEOROLOGISKE MÅLINGER</u>	14
4.1 <u>Kort historikk</u>	14
4.2 <u>Dataoversikt</u>	16
4.3 <u>Klimatologiske resultater</u>	17
4.3.1 <u>Hovedvindretninger</u>	17
4.3.2 <u>Luftstabilitet</u>	18
4.4 <u>Land/sjøbris</u>	18
4.5 <u>Meteorologiske målinger - tolkning av</u> <u>forurensningsdata</u>	18
5 <u>STATISTISK BEARBEIDELSE AV EKSISTERENDE DATA - KILDE-</u> <u>ORIENTERTE MODELLBEREGNINGER</u>	19
5.1 <u>Resultater fra en statistisk bearbeidelse ..</u>	19
5.1.1 <u>Sammenheng mellom samtidige målinger av for-</u> <u>skjellige forurensningskomponenter</u>	19
5.1.2 <u>Sammenheng mellom meteorologiske data og</u> <u>forurensningsdata</u>	20
5.2 <u>Resultater fra kildeorienterte modell-</u> <u>beregninger</u>	21
5.2.1 <u>Modelltyper</u>	21
5.2.2 <u>Middelkonsentrasjoner vinteren 1972-73</u>	23

INNHOLDSFORTEGNELSE (forts.)

	Side
6 <u>ORIENTERENDE MÅLINGER - KJEMISKE KOMPONENTER</u>	
<u>I RØYKFANEN</u>	26
6.1 <u>Lukt</u>	28
6.2 <u>Metaller i svevestøv</u>	28
7 <u>UNDERSØKELSE AV ANALYSEMETODER FOR HYDROGENSULFID</u>	
<u>(H₂S)</u>	29
8 <u>UNDERSØKELSE AV NEDBØRENS KJEMISKE SAMMENSETNING</u> ...	30
9 <u>LOKAL INFORMASJONSVIRKSOMHET</u>	33
10 <u>VIRKNINGER AV LUFTFORURENSNINGENE I NEDRE TELEMARK</u> ..	33
10.1 <u>Skade på vegetasjon</u>	33
10.2 <u>Virksomheter på materialer</u>	34
10.3 <u>Virksomheter på helsetilstanden</u>	35
11 <u>PLANLAGTE RAPPORTER</u>	35
12 <u>RETNINGSLINJER FOR OVERVÅKINGSPROGRAM</u>	36
12.1 <u>Generelt om systematiske undersøkelser</u>	36
12.2 <u>Forslag til fortsatt måleprogram</u>	38
12.2.1 <u>Utslipp</u>	38
12.2.2 <u>Meteorologiske målinger</u>	39
12.2.3 <u>Målinger av forurensninger</u>	40
13 <u>OPPSUMMERING OG KONKLUSJON</u>	42
14 <u>REFERANSER</u>	44

LUFTFORURENSNINGER I NEDRE TELEMARK
Rapport om resultatene av samarbeidet mellom
Tilsynsutvalget for luftforurensningene
i Nedre Telemark og
Norsk Institutt for Luftforskning

1 INNLEDNING

Formålet med denne rapporten er:

1. Oppsummere resultatene av samarbeidet mellom Tilsynsutvalget for Luftforurensningene i Nedre Telemark og Norsk Institutt for Luftforskning (NILU).
2. Skissere andre undersøkelser av forurensningsforhold som NILU har utført i Nedre Telemark de siste årene.

Formålet med samarbeidsavtalen av 22.12.1972 (1) var:

- a) Å trekke konklusjoner med hensyn til nåværende forurensningsnivå både kvantitativt og kvalitativt.
- b) Å nytte de resultater en kommer fram til som grunnlag for å forutsi følger av framtidig endring i utslipp, ved utvidelser/endringer i bestående eller etablering av ny industri.

Et forprosjekt som var endel av avtalen ble startet ved årskiftet 1972/73. Rapport over arbeidet i forprosjektet samt en plan for det videre arbeidet ble levert Tilsynsutvalget som avtalt den 30.6.1973 (2). Rapporten ble drøftet med Tilsynsutvalget og deres kommentarer inn-

arbeidet. Hovedprosjektet ble iverksatt 1.7.1973 etter muntlig avtale med Tilsynsutvalget.

Ved utarbeidelsen av planene ble det lagt vekt på følgende momenter:

1. Framskaffe de nødvendige data for kontroll og videreutvikling av de kildeorienterte modellberegningene.
2. Foreta målinger med henblikk på å føre videre det arbeidet som har pågått i området gjennom en årrekke og dermed utnytte eksisterende data maksimalt.
3. Planlegge målinger som belyser spesielle sider av forurensningsproblemet i området (for eksempel røykproblemet).
4. Utnytte de disponible ressurser på best mulig måte ved å ta opp problemer som både har generell og lokal interesse.

Ut fra disse momentene, samt rapporter om arbeid som allerede er utført i området og resultatene av forprosjektet kom en fram til følgende oppdeling av hovedprosjektet:

1. Målinger av gassformige og partikulære luftforurensninger.
 - 1a Korttidsmålinger.
 - 1b Måling av døgnverdier.
2. Støvfallsmålinger.
3. Meteorologiske målinger.

4. Statistisk bearbeidelse av eksisterende data og kildeorienterte modellberegninger.
5. Orienterende målinger av de kjemiske komponentene i røykfanen.
6. H₂S-undersøkelse, metodestudium.
7. Undersøkelse av nedbørens kjemiske sammensetning i Skien-Porsgrunnområdet.
8. Lokal informasjonsvirksomhet.
9. Rapportskriving.
10. Administrasjon.

I denne rapporten vil endel resultater og konklusjoner fra de forskjellige delprosjektene omtales. I tillegg presenteres endel resultater fra andre undersøkelser som belyser forurensningsproblemer i Nedre Telemark.

Presentasjonen av resultatene fra prosjektet er blitt noe forsinket på grunn av omprioritering av NILU's arbeid, som resultat av blant annet utredninger i forbindelse med Rafnes-utbyggingen.

2 MÅLINGER AV GASSFORMIGE OG PARTIKULÆRE FORURENSNINGER

2.1 Korttidsmålinger

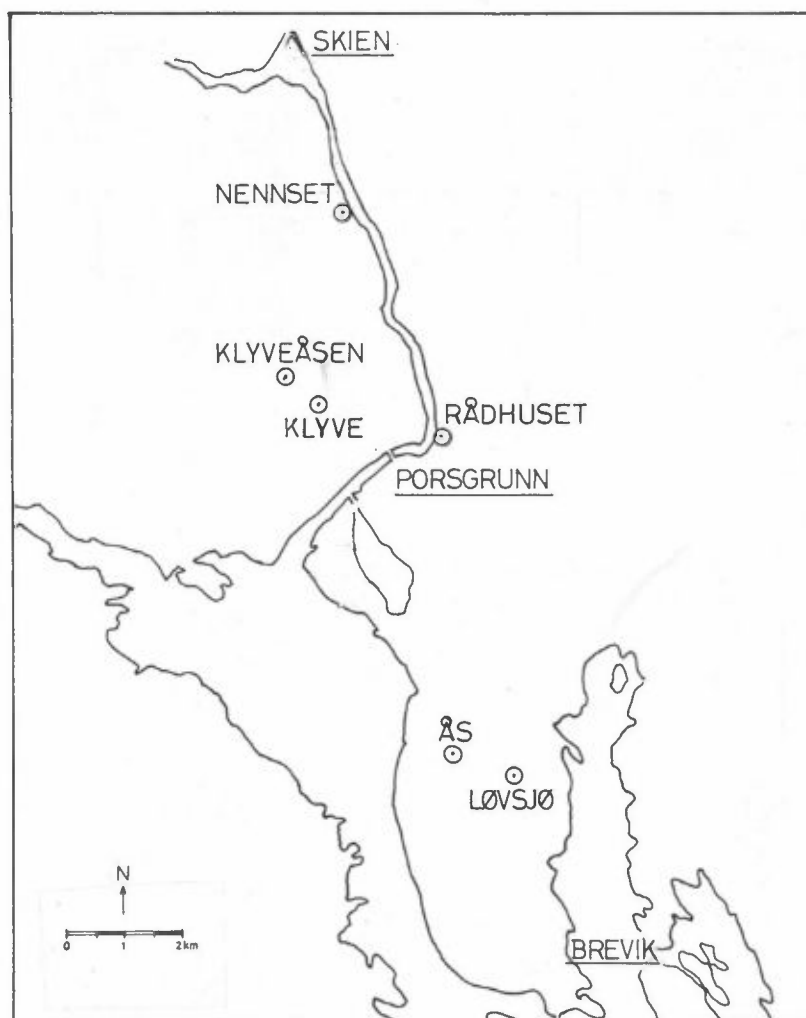
Korttidsmålingene er egnet for utprøving og videreutvikling av kildeorienterte modellberegninger. Målingene kan benyttes i betydelig større grad enn døgnmålingene for å belyse årsakssammenhengen mellom utslipp og bakkekonsentrasjoner. Korttidsmålingene gir også informasjon om maksimalkonsentrasjoner som døgnmålingene ikke kan gi.

2.1.1 Måleprogram

Nitrogenoksyder og oksydanter er målt som halvtimeskonsentrasjoner ved hjelp av en automatisk luftprøvetaker (IMCO-meter). Oversikt over måleperiodene er vist i tabell 1. Stasjonsplasseringen fremgår av figur 1. Registreringene er avlest og punchet ved NILU og tilrettelagt for videre bearbeiding.

Stoff	Sted	Periode
NO _x	Ås	21.8.1973 - 1.3.1974
NO _x	Nennset	28.8.1973 - 12.3.1974
Oksydanter	Klyveåsen	20.8. - 10.12.1973
NO _x	Klyveåsen	11.12.1973 - 11.3.1974

Tabell 1: Oversikt over målinger av halvtimeskonsentrasjoner 1973-74.



Figur 1: Steder for måling av forurensninger.

2.1.2 Resultater og konklusjoner

Både på Ås og Klyveåsen har det vært foretatt parallelle døgn- og halvtimesmålinger av nitrogenoksyder. Disse måleseriene ble sammenliknet ved å lage døgnmiddelverdier av halvtimesmålingene. En fant at døgnmidlene beregnet på grunnlag av halvtimesmålingene lå systematisk 30 - 50% høyere enn døgnmålingene. Dette skal det gjøres nærmere rede for i en senere rapport (26).

En har videre undersøkt målingenes fordeling på ulike vindretninger registrert på Lakollen. Nedenfor følger korte sammendrag av resultatene. Konsentrasjonen av nitrogenoksyder er oppgitt i mikrogram pr m³ (µg/m³) som NO₂ og refererer seg til halvtimesverdier.

Nitrogenoksyder, Ås

En fikk høyest konsentrasjoner ved vindretninger fra nord, nord-nordvest og nordvest. Ved disse vindretningene var middelkonsentrasjonen ca 80 µg/m³. Ved de øvrige vindretningene var middelkonsentrasjonen 20 - 40 µg/m³.

Nitrogenoksyder, Nennset

Dette målestedet hadde gjennomsnittlig høyere konsentrasjoner enn Ås. En fikk høyest konsentrasjoner ved sørlig vind, men ellers var variasjonen med vindretningen relativt liten. Ved vind fra sør var middelkonsentrasjonen 150 - 200 µg/m³, fra vest 120 - 150 µg/m³, fra øst 100 - 120 µg/m³ og fra nord 100 - 150 µg/m³.

Nitrogenoksyder, Klyveåsen

En fikk høyest konsentrasjoner ved sørlig vind, i sektoren øst-sørøst til sørvest. Ved disse vindretningene var middelverdien 70 - 90 µg/m³, ved de øvrige vindretningene 20 - 40 µg/m³.

Oksydanter, Klyveåsen

Konsentrasjonen varierte relativt lite med vindretningen. Middelerdiene (halvtimeskonsentrasjoner) varierte fra 40 til 100 µg/m³, uttrykt som ozon, mest ved vind fra nordøst. Den målemetoden som er brukt registrerer totale oksydanter, altså ikke bare ozon og andre peroxy-forbindelser. En kjenner

til at både klor og nitrogendioksyd interfererer i noen grad, men størrelsen av denne interferensen er ikke kjent. Målemetoden angir luftens totale innhold av oksydasjonsmidler og en kan derfor ikke sammenlikne direkte med normer for f.eks. ozon.

En har også sammenliknet målingene av nitrogenoksyder med utenlandske standarder for luftkvalitet. I USA har en som nasjonal standard bare årsmiddelverdi på $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (som NO_2). En del andre land har normer for kortere midlingstider. I tabell 2 er gjengitt standard fra Canada (Ontario), Vest-Tyskland og forslag til standard for Japan.

Grenseverdi $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (som NO_2) ppm		Midlingstid	Merknader
40	0.02	24 timer	Foreslått standard for Japan (27).
180	0.1	24 timer	Canada (Ontario) (28).
360	0.2	1 time	
1000	0.5	1 time	Vest-Tyskland (28).

Tabell 2: Nitrogenoksyder. Normer for luftkvalitet.

Disse standardene er som en ser svært forskjellige. Den vest-tyske normen tillates overskredet inntil 6% av tiden, for de øvrige kjennes ikke tillatte overskridelser.

Tabell 3 viser antall overskridelser av de ovenfor gitte grenseverdier ved de tre målestedene hvor det er målt nitrogenoksyder.

	Ås	Nennset	Klyveåsen
Prosent av døgnverdier større enn $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	31	89	37
Prosent av døgnverdier større enn $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	3	22	2
Prosent av timesverdier større enn $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	2	8	2
Prosent av døgnverdier større enn $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	<0.1	0.3	0.2

Tabell 3: Overskridelser av grenseverdier for nitrogenoksyder, september 1973 - februar 1974.

2.2 Døgnmålinger

Målingene er i hovedtrekk utført etter planen. Målinger fra 1969 til 1973 er beskrevet av Stige i Kontrollaboratoriets årsrapporter (3). De viser at en de siste årene ikke har hatt overskridelse av normene for døgnkonsentrasjon av svoveldioksyd, ammoniakk og klor. Som nevnt av Stige har en hatt og har fremdeles overskridelse av normer for partikulært sulfat, se også punkt 5.1.1. Forøvrig henvises til Kontrollaboratoriets årsrapporter (3) og til årsmeldingene fra Tilsynsutvalget (29).

3 STØVFALLSMÅLINGER

Støvfallsmålinger er utført ifølge planene. De er omtalt i årsrapporten fra Kontrollaboratoriet (3). Når det gjelder videre bearbeidelse av støvfallsmålingene vises det til et arbeid av sivilingeniør Gramme ved Norsk Hydro (4).

Gramme har undersøkt støvfallsbildet for Skien - Porsgrunn - Brevik ut fra støvfallsdata 1969 - 1971. Han har ved hjelp av multilinear regresjonsanalyse av støvfallsdata (månedsmiddelverdier) og frekvensen av vind i 4 sektorer (rundt nord, øst, sør og vest), estimert bidrag fra forskjellige kilder. Dette er gjort for ulike komponenter i støvfallet.

For sulfat skyldtes ca 50% av nedfallet i Skien og ca 75% av nedfallet på Knardalstrand utslipp av SO₂ fra Porsgrunn Fabrikker.

For kalsium var Norcem den dominerende kilden. Ca 25% av kalsiumnedfallet i Skien skyldtes Porsgrunn Fabrikker og Norcem med sistnevnte som største bidragsyter.

Ca 50% av kalsiumnedfallet på Knardalstrand skyldes Porsgrunn Fabrikker og Norcem og også her var Norcem største bidragsyter.

Ca 20% av totalt støvfall i Porsgrunn-Skien var korrelert med sørlig vind.

4 METEOROLOGISKE MÅLINGER

4.1 Kort historikk

Det er foretatt meteorologiske målinger i området siden 1960 av Norsk Hydro, og disse er bearbeidet etter hvert. De egner seg til å kvantifisere de klimatiske forhold av betydning for spredning av luftforurensninger. Ved siden av Norsk Hydro har Norsk Institutt for Luftforskning utført meteorologiske målinger og foretatt vurderinger for flere oppdragsgivere. En finner det derfor formålstjenelig å gi en oversikt over NILU's samlede aktivitet på dette området.

Våren 1970 og våren 1971 foretok NILU på oppdrag fra Tilsynsutvalget en bearbeidelse av Norsk Hydro's meteorologiske målinger i perioden 1.1.1967 - 30.4.1969 (5) og i perioden 1.5.1969 - 31.12.1970 (6). Sammenhengen mellom Norsk Hydro's meteorologiske målinger i Porsgrunn-området og målingene ved Meteorologisk institutt's værstasjoner i omegnen ble også vurdert (7).

NILU fikk 4.6.1970 i oppdrag av Regionplanrådet for Grenland å skissere spredningsmønsteret ved de "vanligste meteorologiske forhold" for 8 alternative luftforurensningskilder representative for eksisterende og potensielle industriområder. Samtidig ble NILU bedt om å koordinere flere prosjekter som omhandlet luftforurensningssituasjonen i Grenland, hvor blant annet forundersøkelser i forbindelse med kjernekraftlokalisering var inkludert. En bearbeidelse av data fra de koordinerte målingene som startet i desember 1970, er samlet i et teknisk notat (8) som var ment som en bilagsrapport til en større utredning for Regionplanrådet. Utredningen er imidlertid blitt forsinket, blant annet fordi nye prosjekter ble gitt høyere prioritet. Den vil imidlertid foreligge i februar 1975.

I forbindelse med kjernekraftlokalisering i Brunlanes og ved Langangsfjorden foreligger to oppdragsrapporter (9) (10). Disse rapportene har dannet grunnlag for vurderinger av sikkerhetsproblemene i forbindelse med eventuell kjernekraftverkbygging i Nedre Telemark (11) (12).

Høsten 1973 ble NILU bedt om å vurdere risikoen for dannelse av fotokjemisk smog i forbindelse med behandling av konseksjonssøknaden for petrokjemisk industri på Rafnes. To rapporter, som blant annet har anvendt meteorologiske data fra årene 1970 - 1973, ble utarbeidet i 1974 (13) (14).

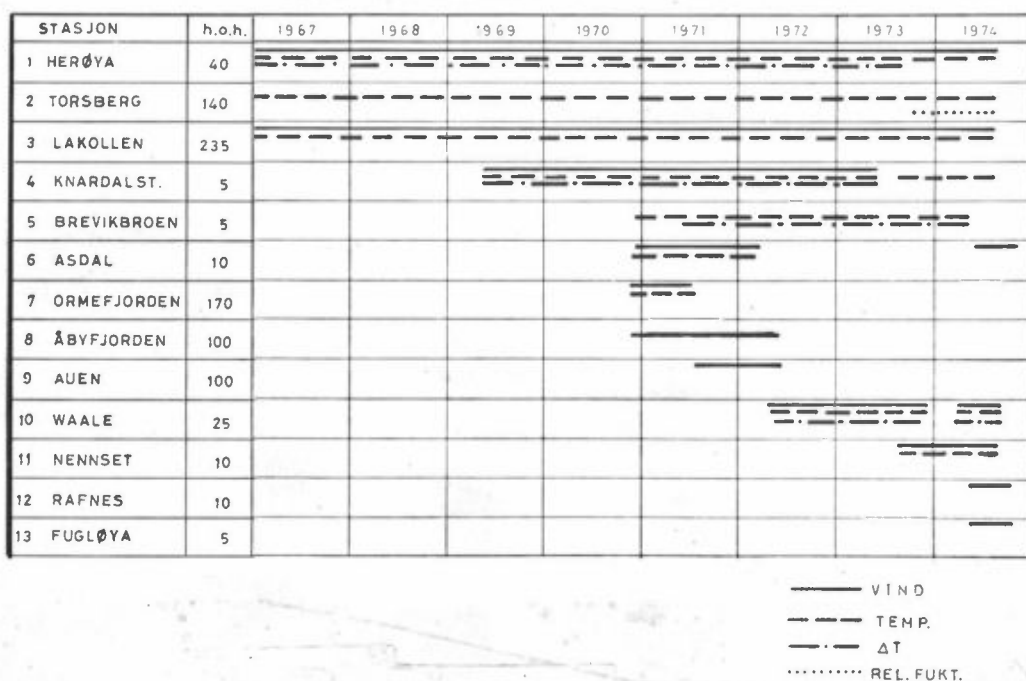
Muligheten for uønskede effekter ved en sammenblanding av utslippene fra Rafnes og fra Herøya, initierte en undersøkelse av land/sjøbrisfenomenet (solgangsvinden) i området rundt Frierfjorden. Planen for dette studiet ble utarbeidet våren 1974 (15), og undersøkelsen kom i gang i mai samme år. De foreliggende situasjonsstudiene danner grunnlaget for:

- en fysisk beskrivelse av land/sjøbrisen i området.
- en kartlegging av spredningsforholdene.
- en undersøkelse av luftkvaliteten i de områdene som belastes av forurensninger i disse periodene.
- beregninger av forurensningskildenes betydning på luftkvaliteten i området.

I forbindelse med industriutbyggingen i Bamble, er det også foretatt en del spesielle bearbeidelser av meteorologiske data fra området. Disse notatene foreligger som bilag til brev til oppdragsgiver (16) (17) (18).

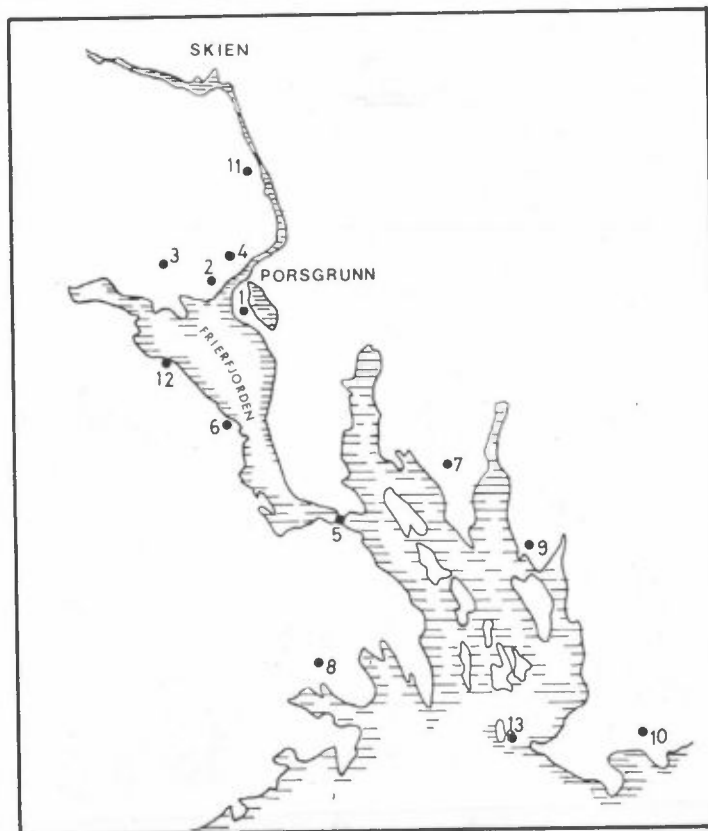
4.2 Dataoversikt

Figur 2 gir en oversikt over de meteorologiske data som foreligger ved NILU for perioden 1967 - 1974.



Figur 2: Oversikt over meteorologiske målinger 1967 - 1974.

Figur 3 viser stasjonenes plassering.



Figur 3: De meteorologiske stasjonenes plassering. Tallene refererer seg til figur 2.

4.3 Klimatologiske resultater

4.3.1 Hovedvindretninger

Hovedvindretningene i området er fra nordvest og sørøst, med vind vesentlig fra nordlig kant i vinterhalvåret. Vindretningene varierer fra en stasjon til en annen, avhengig av den lokale topografien. For eksempel synes de situasjonene som gir vind fra nordvest på Lakollen å resultere i vind fra nord over Herøya, fra vest til vest-nordvest på Rafnes, fra nordvest ved Asdal lengere ute i Frierefjorden, og som vind fra nord ved Åbyfjorden (34).

4.3.2 Luftstabilitet

Frekvensen av stabile atmosfæriske forhold er relativt høy. Disse situasjonene er karakterisert med dårlig vertikal spredning og høy grad av forurensning. De forekommer oftest i vinterhalvåret ved nordvestlige vinder. Frekvensen av stabil atmosfære er også høy ved sørlige og sørøstlige vinder på forsommeren.

4.4 Land/sjøbris

Land/sjøbrisstudiene har vist at disse situasjonene kan resultere i høy forurensningskonsentrasjon rundt Frierfjorden i morgentimene på klare sommerdager. Situasjonene er karakterisert ved en svak trekk av stabil luft fra nord tidlig på morgenen. Denne stopper opp, og setter tidlig på formiddagen inn som sjøbris mellom sør og sørøst. Sjøbrisfronten fører forurensningene inn over områdene nord for Frierfjorden. Det kan da forekomme høye konsentrasjoner av nitrogenoksyder, se kapittel 6.

4.5 Meteorologiske målinger - tolkning av forurensningsdata

Målingene i perioden 1.7.1973 - 30.6.1974 ble utført dels for å fortsette det eksisterende måleprogram for en klimatologisk oversikt, dels for å tolke konsentrasjonsmålingene i perioden.

En automatisk værstasjon ble flyttet fra Knardalsstrand til Nennset mellom Skien og Porsgrunn hvor korttidmålinger av nitrogenoksyder foregikk. Stasjonen ble tatt ned sommeren 1974

Vesentlig av tekniske årsaker er vindmålingene på Nennset vanskelige å bruke. Men sammenholdt med målingene av nitrogenoksyd på Nennset viser de likevel at kortperiodiske forureningsmålinger og samtidige vindmålinger bør utføres mellom Skien og Porsgrunn.

5 STATISTISK BEARBEIDELSE AV EKSISTERENDE DATA - KILDE-ORIENTERTE MODELLBEREGNINGER

Det arbeides med testing og videreutvikling av de statistiske og kildeorienterte modellene. En utførlig rapport om dette arbeidet vil foreligge i februar 1975 (26). Status er som følger.

5.1 Resultater fra en statistisk bearbeidelse

5.1.1 Sammenheng mellom samtidige målinger av forskjellige forureningskomponenter

På et og samme målested viste målingene god sammenheng (korrelasjon) mellom ammonium og sulfat. Det samme var tilfelle for nitrogenoksyder/sulfat og nitrogenoksyder/ammonium. Svoveldioksyd og ammoniakk viste oftest dårlig sammenheng med de andre stoffene og også dårlig sammenheng innbyrdes.

De beste regresjonslikningene kan benyttes til å:

- a) kvantifisere endringer i forureningsbildet fra år til år når det gjelder luftens relative innhold av forskjellige komponenter.
- b) utfylle manglende målinger i tidsrekker av forureningskonsentrasjoner.

Dårlig sammenheng mellom samtidige målinger på nabostasjoner kan bety at:

- a) stasjonene påvirkes av forskjellige kilder.
- b) analysemetoden er ufullstendig.

Når målingene er godt korrelert kan måleprogram forenkles.

Sulfat og ammonium var godt korrelert på nabostasjoner, f.eks. for Ås/Løvsjø og Klyve/Klyveåsen. Svoveldioksyd og særlig ammoniakk var oftest dårligere korrelert på nabostasjoner.

På bakgrunn av beregnet sammenheng mellom sulfat og andre stoffer er sulfatkonsentrasjonen estimert på de dagene målinger mangler. En har deretter beregnet konsentrasjonsfordelingen for sulfat og undersøkt hvor stor prosent av verdiene som var høyere enn $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Denne verdi brukes som standard i statene Missouri og Montana i USA og tillates bare overskredet i 1% av tiden. På de forskjellige målestedene i Nedre Telemark ble $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overskredet i 5 - 40% av tiden i 1972 og 1973.

5.1.2 Sammenheng mellom meteorologiske data og forurensningsdata

En har undersøkt sammenhengen mellom målte forurensningskonsentrasjoner og meteorologiske data (vindstyrke, vindretning, temperatur, luftfuktighet og stabilitet). Hensikten er å utvikle en metode til å kvantifisere endringer i luftkvaliteten fra år til år uten å måtte ta forbehold med hensyn til meteorologiske forhold.

Dersom sammenhengen er god, kan de utviklete likningene brukes til å varsle forurensningskonsentrasjoner når de meteorologiske parametrene er varslet.

Konsentrasjonene øker med avtakende temperatur og vindstyrke og med økende luftfuktighet. Konsentrasjonene øker også oftest med økende stabilitet. Kvantitative uttrykk som viser sammenhengene er beregnet for de ulike stoffene.

Regresjonslikningene kan også antyde hvilke faktorer som påvirker konsentrasjonene. Som eksempel angis likningen for sulfat på Klyveåsen:

$$\begin{aligned} (\text{Sulfat, Klyveåsen}) &= 0.24 \cdot (\text{Relativ fuktighet, Torsberg}) \\ &\quad - 3.1 \cdot (\text{Vindstyrke, Herøya}) - 6.0 \end{aligned}$$

I denne likningen angis sulfat i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som SO_2 , relativ fuktighet i prosent og vindstyrke i m/s.

Korrelasjonskoeffisienten var 0.73. Dette betyr at sammenhengen må betegnes som god. Sulfatkonsentrasjonen på Klyveåsen kan derfor beregnes med rimelig grad av nøyaktighet, dersom de meteorologiske data på høyre side av likhetstegnet er kjent.

Likninger for ammonium, nitrogenoksyder og sulfat viser bedre sammenheng med meteorologiske målinger enn svoveldioksyd og ammoniakk.

5.2 Resultater fra kildeorienterte modellberegninger

5.2.1 Modelltyper

Følgende kildeorienterte modeller er tilpasset Nedre Telemark:

- 1) Gaussisk spredningsmodell hvor bidragene fra enkeltkilder adderes.

Modellen er velegnet for beregning av spredning, dersom en kan anta en konstant vindretning og vindstyrke over hele området. Den egner seg spesielt ved utslipp fra piper med forskjellig høyde. Kjemiske reaksjoner og effekten av romvariable vindforhold lar seg derimot vanskelig innarbeide.

En versjon av modelltypen er utviklet for å benytte statistisk bearbejdede meteorologiske data til å beregne langtidsmiddelverdier (måneder, år) av forurensningskonsentrasjonene. Til dette egner modellen seg godt, idet beregningsarbeidet forenkles betydelig. Resultatene kan for eksempel anvendes ved arealplanlegging.

En annen versjon av denne modelltypen betrakter bidraget fra volumkildene i området etter samme formel som punktkildene. På denne måten blir beregningene for forskjellige kildetyper ensartet.

- 2) Numerisk løsning av massebalanselikningen for hver enkelt forurensningskomponent.

Basert på en utjevning av utslippene til volumkilder og et kjennskap til vind, turbulens og kjemiske reaksjoner, beregnes forurensningskonsentrasjonene og deres endringer med tiden. Modellen er velegnet til å vurdere betydningen av de forskjellige atmosfæriske prosessene og til å inkludere kompliserte vindforhold og kjemiske reaksjoner. Utjevningen av utslippene fører imidlertid til at bidragene fra enkeltkilder og effekten av forskjellige pipehøyder er vanskelig å beregne.

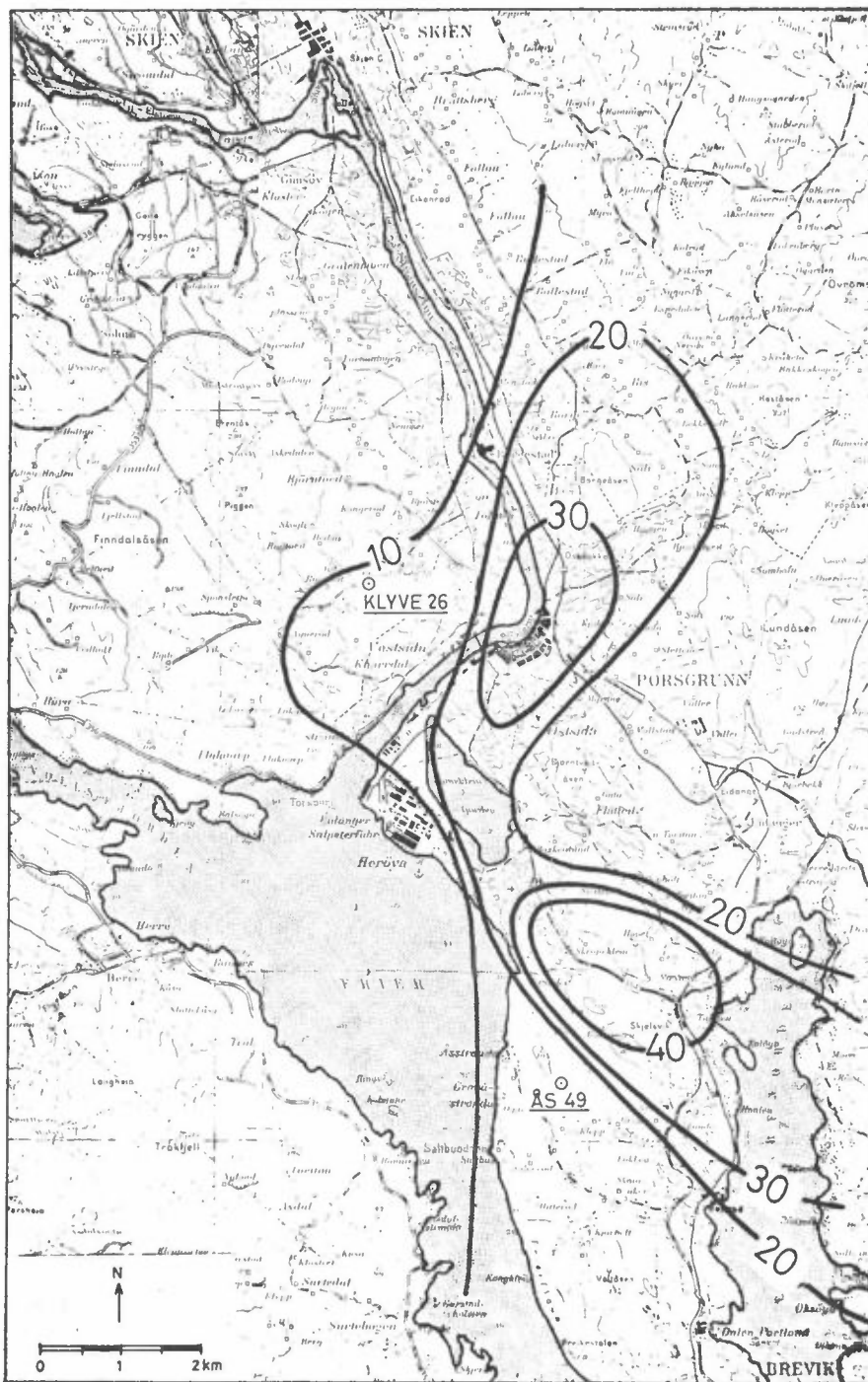
Modellen er benyttet i forprosjektet til å beregne konsentrasjonene av svoveldioksyd og nitrogenoksyder i løpet av en forurensningsepisode.

Spredningsmodellene brukes til å undersøke bidraget til forurensningene fra enkeltkilder og kildegrupper (f.eks. industri) og sammenlikne dette med bidraget fra andre kilder eller kildegrupper (f.eks. husoppvarming og trafikk). Hvor godt modellene stemmer kan en finne ut ved å sammenlikne beregnede resultater med målinger.

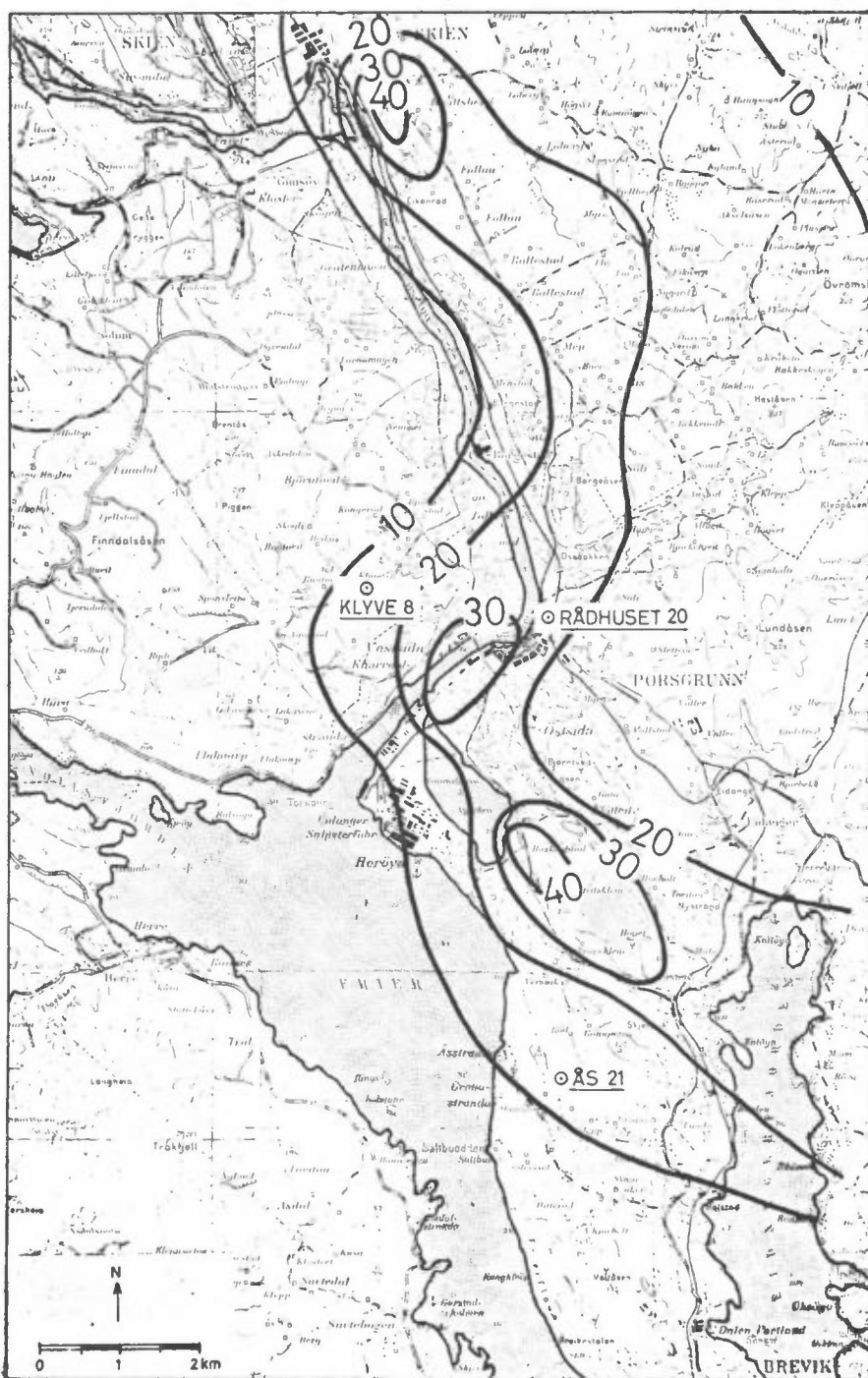
5.2.2 Middelkonsentrasjoner vinteren 1972-73

Som eksempel på anvendelse av den Gaussiske spredningsmodellen viser figur 4 konsentrasjonsfordelingen av nitrogenoksyder vinteren 1972-73. Modellen gir to maksimumsområder, et sør og et nord for Herøya. I denne perioden svarte husoppvarming og trafikk for mindre enn 10% av bakkekonsentrasjonene sør for Herøya og for 10 - 30% i områdene nord for Herøya.

På figuren er det også tegnet inn måleresultater fra Ås og Klyve for den samme perioden. På begge målestedene var de målte verdier høyere enn beregnet. Forskjellen var størst på Ås. Her kan avviket skyldes at vindretningen på Lakollen, som er brukt i beregningene, ikke er helt representativ for forholdene mellom Herøya og Eidangerhalvøya. Ved å sammenlikne vindretningene på Lakollen og Herøya finner en ofte vind fra nordvest på Lakollen når retningen er fra nord på Herøya, se punkt 4.3.1. Ved å ta mer hensyn til vindmålingene på Herøya, ville en få visse modifikasjoner i forurensningsbildet. Maksimumsområdet i sørøst ville for eksempel bli flyttet nærmere Ås, i bedre samsvar med målingene.



Figur 4: Midlere NO_x-konsentrasjon i perioden 1.12.1972 - 28.2.1973. (Enhet: µg NO₂/m³).



Figur 5: Midlere SO_x-konsentrasjon i perioden 1.12.1972 - 28.2.1973. (Enhet: µg SO₂/m³).

Figur 5 viser bakkekonsentrasjoner vinteren 1972-73, beregnet på grunnlag av utslippet av svoveldioksyd. Figuren viser summen av svoveldioksyd og sulfat (målt som SO₂) idet sulfat dannes ved oksydasjon av svoveldioksyd. Figuren viser tre maksimum-områder, et sør for Herøya, et like nord for Herøya og et i Skien. De to første skyldes utslipp fra Porsgrunn Fabrikker, det siste utslipp fra Union. I dette tilfellet var bidragene fra husoppvarming og trafikk ifølge modellen mindre enn tilfellet var for nitrogenoksyder.

Den målte verdi av svoveldioksyd pluss sulfat på Ås var høyere enn den beregnete, på Klyve var målingene lavere, mens samsvaret mellom målinger og beregninger var ganske bra for stasjonen på Rådhuset. Som for nitrogenoksyder kan avviket på Ås skyldes at vinden på Lakollen viser større frekvens av nordvestlig vind enn Herøya.

6 ORIENTERENDE MÅLINGER - KJEMISKE KOMPONENTER I RØYKFANEN

Hensikten med delprosjektet var å utføre målinger i seks situasjonsstudier for å skaffe kvantitativ informasjon om forskjellige sider av forurensningsproblemet i form av røyk, lukt, og kjemiske reaksjoner i området.

De seks situasjonsstudiene var forutsatt å foregå under forskjellige værforhold karakterisert ved: Høy relativ fuktighet, lav relativ fuktighet, sterk sol og solgangsbris.

Konkrete planer for utbygging av petrokjemisk industri i området var ikke kjent da delprosjektet ble foreslått i juni 1973. I løpet av høsten 1973 ble utbyggingsplanene offentliggjort og NILU fikk i oppdrag å utrede muligheten for dannelse av fotokjemisk smog i området. Utredningen ble utført etter oppdrag fra Norsk Hydro og Saga Petrokjemisk og fikk høy prioritet. Resultatene er presentert i to rapporter (13) (14). De

to rapportene var basert på to forskjellige utslippstall for etylen, henholdsvis 320 kg/h og 40 - 70 kg/h. Den første rapporten konkluderte med at muligheten for dannelse av fotokjemisk smog var til stede, mens den andre konkluderte med at muligheten var redusert til nærmest null, dersom de nye utslippstallene var realistiske.

Røykskaderådet's konsesjon fastsatte et samlet utslipp på 100 kg/h etylen og propylen (30). Muligheten for dannelse av fotokjemisk smog er da noe større enn det NILU konkluderte med i sin siste rapport (14).

En av de meteorologiske situasjonene som ble vurdert i forbindelse med dannelse av fotokjemisk smog var land/sjøbris (solgangsbris).

I forbindelse med nærmere undersøkelser av land/sjøbrisen, som ble utført på oppdrag fra Norsk Hydro, har en også undersøkt konsentrasjonen av en del forurensninger i luften. Kontinuerlige registreringer av nitrogenoksyder (NO_2 og NO) og hydrokarboner ble utført fra en mobil stasjon. Samtidig ble det foretatt omfattende studier av vind- og stabilitetsforholdene i området. Ved Ås på Eidangerhalvøya ble det tatt 6-timers prøver av svevestøvinnholdet og størrelsesfordelingen av sulfat, klorid, nitrat og ammonium (SO_4^{--} , Cl^- , NO_3^- og NH_4^+) ble målt. Rapport vil bli utarbeidet høsten 1975.

Kontinuerlige registreringer av nitrogenoksyder ble blant annet foretatt dagene 8. - 9.7.74. Det var da streik på Herøya, og følgelig ikke utslipp av nitrogenoksyder fra nitrosepipa. Om morgenen den 9.7. var det en karakteristiske opphopning av forurensninger og dis over Frierfjorden, typisk for solgangsvindsituasjoner. Litt før kl 09 kom sjøbrisfronten inn fra sør og transporterte røyk, dis og forurensninger inn over Herøya, Knar og Klyve. Selv med den

mobile målestasjonen plassert midt i røykskyen fra fabrikken ble det ikke registrert nitrogenoksyder av betydning i dette tilfellet. I dagene 2. - 3.8.74 inntraff en liknende meteorologisk situasjon, men da med utslipp fra nitrosepipa på Herøya. Idet sjøbrisfronten passerte over Klyve, ble det i denne situasjonen målt opptil 0.5 ppm NO_x (ca 1000 µg NO₂/m³). Omtrent 70% av nitrogenoksydene forelå i dette tilfelle som NO.

6.1 Lukt

Samarbeidsavtalen omfatter ikke direkte luktproblemer, men en utvikling av målemetoder for hydrogensulfid (H₂S) pågår og omtales i neste kapittel. Luktplagene er forøvrig kort berørt i årsrapportene fra Kontrollaboratoriet (3) og Tilsynsutvalget (29), men har aldri vært gjenstand for systematisk behandling.

6.2 Metaller i svevestøv

Analyse av partikler oppsamlet på 31 filtere er gjennomført. Dataene er innhentet under forskjellige forurensningsepisoder høsten 1974 og databearbeidelsen pågår. Analysene foreligger for den rekke elementer som er spesifisert i planen.

En foreløpig vurdering av resultatene viser god sammenheng mellom flere av de målte komponentene. De antas derfor å ha felles eller nærliggende kilder. Dette gjelder f.eks. mangan, jern, aluminium og kalsium. De to siste elementene synes å følge hverandre også de dager de ikke følger jern og mangan, noe som kan tyde på at det finnes to kildeområder for aluminium og kalsium.

Spesielt mangan er godt korrelert med de målte verdier for nitrogenoksyder. Dette viser at mangan også må ha sin kilde nær eller på Herøya. At manganverdiene ikke gikk ned de dager det var streik på Herøya, indikerer at mangan skriver seg fra ferromangan-produksjonen ved Elkem.

Når det gjelder konsentrasjonsnivået for de analyserte elementene, er det bare mangan som skiller seg ut i forhold til målinger gjort i andre byer i Norge og i andre land, men for steder med ferromangan-industri er det antakelig normalt. Målte konsentrasjoner i Sauda og Notodden tyder på det. Russiske og tsjekkiske grenseverdier for mangan på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (35), er imidlertid ikke overskredet.

7 UNDERSØKELSE AV ANALYSEMETODER FOR HYDROGENSULFID (H_2S)

Ved Kontrollaboratoriet er det utført litteraturstudier for å finne fram til analysemetoder for H_2S , og en har funnet at metylenblåmetoden er mest velegnet (31). Det finnes flere varianter av metylenblåmetoden med blant annet forskjellige følsomhetsområder. En forsøksserie, planlagt og gjennomført ved Kontrollaboratoriet, indikerer at metoden kan benyttes i området $1 - 100 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$. Problemer er imidlertid knyttet til ufullstendig absorpsjon og oksydasjon av sulfid i prøvetakingsperioden.

Da reproduserbarheten ikke var tilfredsstillende, måtte nye reagenser bestilles for å komme videre med arbeidet. Reagensene kom i desember 1974, og arbeidet fortsetter nå ved NILU.

8 UNDERSØKELSE AV NEDBØRENS KJEMISKE SAMMENSETNING

Nedbørens kjemiske sammensetning i Nedre Telemark har vært undersøkt under to nedbørssituasjoner i november 1974. Undersøkelsen vil bli utvidet med to eller tre episodestudier vinteren og våren 1975.

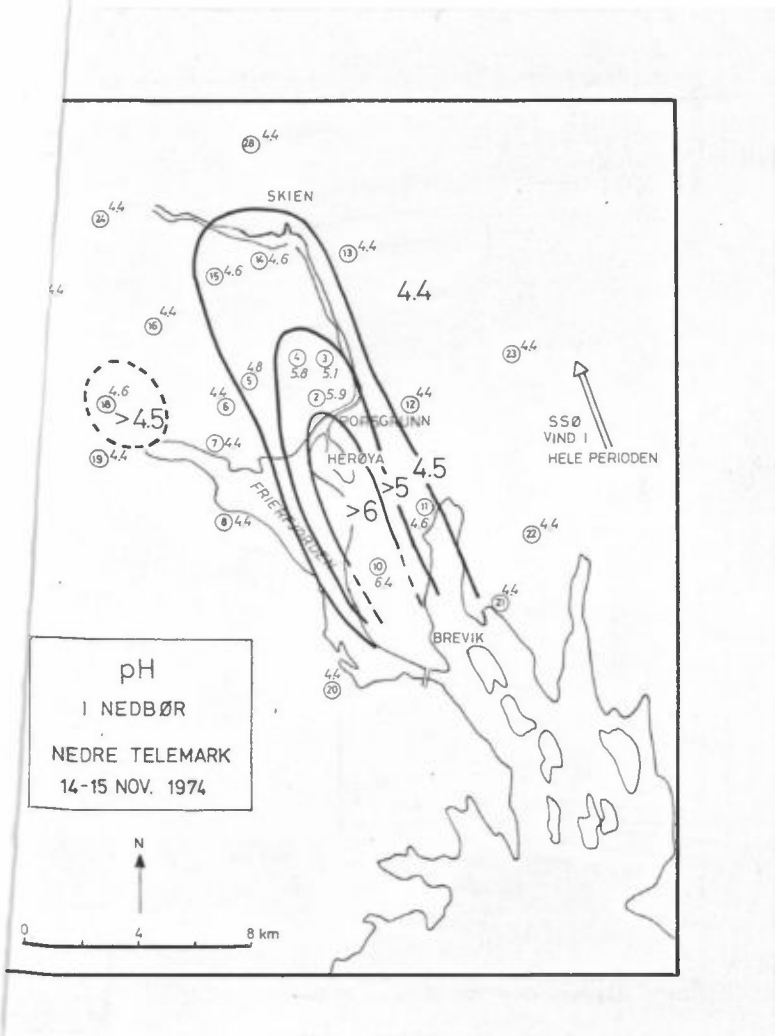
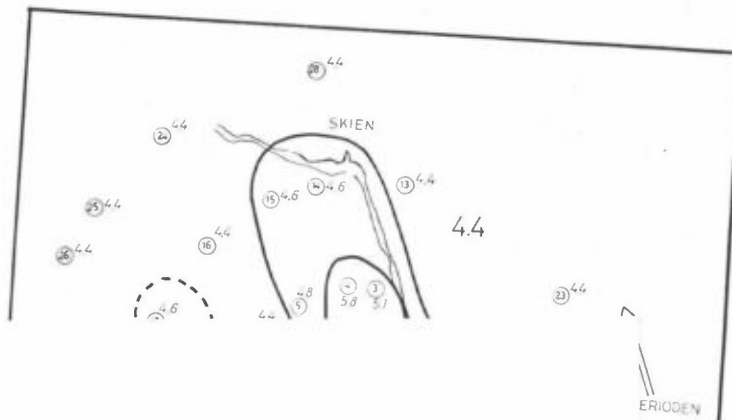
Det var ifølge planen (2) meningen å undersøke 6 situasjoner med og uten bidrag av sur nedbør fra Europa. De to situasjonene som er analysert ga relativt sur nedbør over store deler av Sørlandet. Treungen hadde f.eks. en pH på 4.5, og på Birkenes var pH-verdien 4.4 den 14 - 15.11.74.

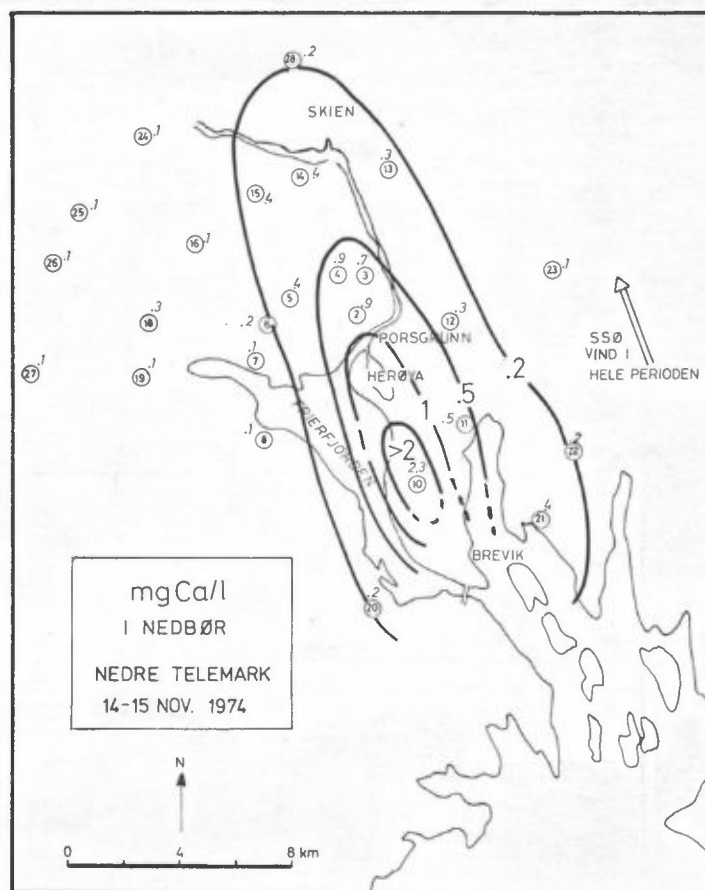
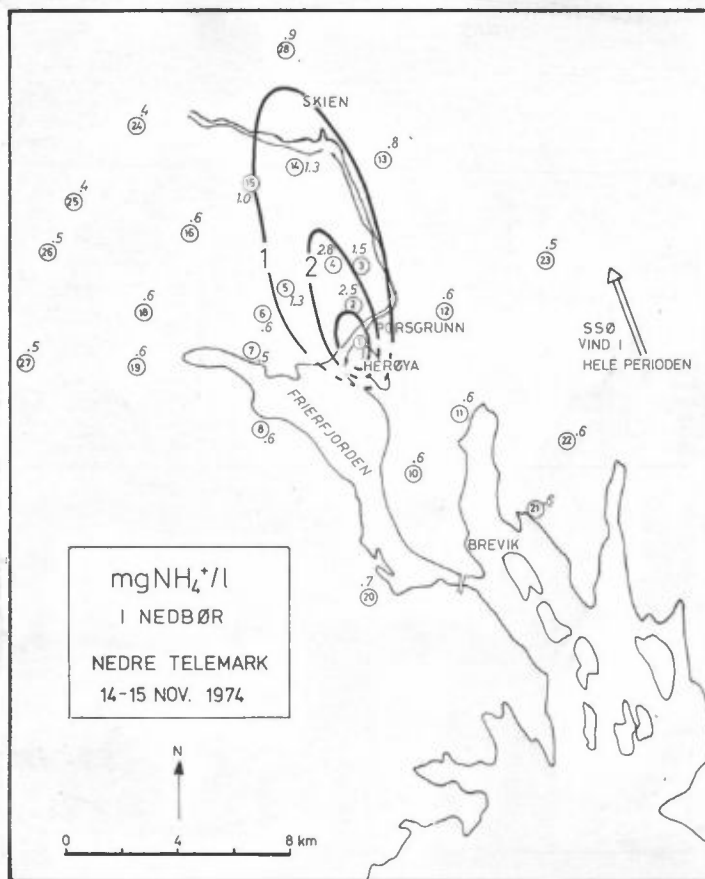
Undersøkelsen er basert på analyser av nedbøren på 28 stasjoner lokalisert på sirkelbuer 4, 8 og 12 km fra Herøya. De fleste av stasjonene finnes i sektoren nord til vest for Herøya. Det ligger også stasjoner 1 og 2 km fra Herøya i samme retning. Nedbørsamlerne blir satt ut idet nedbøren starter, og står ute så lenge nedbøren varer.

Et vesentlig resultat av undersøkelsen er den klare nøytraliserende virkning industriutslippene har på surheten av nedbøren i området. Dette er i overensstemmelse med de konklusjoner som ble trukket på grunnlag av snøprøver fra det samme området samlet i vintrene 1970 og 1971 (20).

Figur 6 viser fordelingen av pH i perioden 14. - 15.11.1974. Vindretningene under nedbørepisoden var vesentlig sørøstlige. I området Brevik - Porsgrunn var pH-verdien over 6, mens den utenfor dette området lå rundt 4.4.

Årsaken til den nøytraliserende virkningen kan finnes i fordelingen av kalsium og ammonium, se figur 7. De høye pH-verdiene på Eidangerhalvøya kan tilskrives utvasking av basiske stoffer i røykskyen fra Norcem, mens forlengelsen av området med høye pH-verdier nord for Herøya kan forklares ved utvasking av de diffuse ammoniakkutslippene fra Herøya.





Figur 7: NH₄⁺ og Ca i nedbør.

9 LOKAL INFORMASJONSVIRKSOMHET

Virksomheten har bestått av foredrag, svar på forespørsler fra kommunale myndigheter, industrirepresentanter og publikum og deltakelse i møter hvor områdets luftkvalitet er blitt diskutert.

Kontrollaboratoriet har benyttet en del mer tid til lokal informasjonsvirksomhet enn forutsatt i planen. Dette kan begrunnes ved den store interesse og diskusjon som er knyttet til fortsatt industriell utbygging i området og virkningen på luftforurensningene. Slik informasjon gitt av et nøytralt kontrollaboratorium er verdsatt høyt lokalt.

10 VIRKNINGER AV LUFTFORURENSNINGENE I NEDRE TELEMAR

Grunnlaget for beslutninger vedrørende forurensningsproblemer består ofte i en avveining mellom fordeler og uønskede virkninger som forurensende aktivitet medfører.

De uønskede virkningene kan inndeles i tre hovedtyper:

- Skade på vegetasjon.
- Virkninger på materialer.
- Virkninger på helsetilstanden.

10.1 Skade på vegetasjon

Det er tidligere foretatt undersøkelser av virkninger på vegetasjonen i omegnen. Skogskadene i området ble undersøkt i årene 1965 - 1971 av Horntvedt (19). De største sviskadene ble funnet i årene 1967 - 1969. Da var utslippene av svovel- dioksyd fra Herøya også større enn før og etter denne perioden.

Overrein har undersøkt den kjemiske sammensetningen i snøprøver fra Telemark i årene 1970 - 1971, og sammenholdt dette med laboratoriestudier av utvasking av kalsium i jordsmonnet (20). Den største avsetning av syre ble funnet 15 - 40 km fra Herøya. Når NILU har foretatt flere målinger av nedbørens kjemiske sammensetning, se kapittel 8, vil en sammenlikne resultatene med Overrein's undersøkelser.

Risikoen for skogskader i forbindelse med Rafnes-utbyggingen er vurdert av Horntvedt (24). Arbeidet er basert på litteraturstudier og tidligere undersøkelser i området. Det påpekes blant annet at luftforurensningen i Herøya-området fremdeles er stor nok til å påføre barskogen nye skader. Det blir videre påpekt at ozon og andre oksydanter er akutt giftige for skog og annen vegetasjon i konsentrasjoner som ligger meget lite over de høyeste naturlige bakgrunnsverdier, og omtrent på samme nivå som USA's luftkvalitetsnormer.

10.2 Virksomheter på materialer

NILU undersøker for egne midler atmosfærisk korrosjon i forskjellige områder av landet. Nedre Telemark er et av disse områdene. Resultatene av første års eksponering av prøveplater viser ingen økt korrosjonshastighet for stål, sink og aluminium som følge av de lokale luftforurensningene. Resultatene er utarbeidet av forsker Haagenrud ved NILU og vil bli publisert som NILU-rapport våren 1975.

10.3 Virksomheter på helsetilstanden

Ulemper og plager som skyldes røyk, dis, lukt etc. har innvirkning på trivselen, men lar seg vanskelig kvantifisere. Effekter av forurensninger i området på helsen er kommentert og belyst av legene Tjønn, Lindberg, Gjølberg og Gisholt (21).

Gjennom et samarbeid med Environmental Protection Agency i USA har NILU sett på muligheten for å studere sammenhengen mellom helsetilstand og luftforurensninger i Nedre Telemark. Flere alternative planer for en slik undersøkelse er lagt fram (22). Helseaspektet og utvikling av luftkvalitets-kriterier har fått en bred plass i disse planene. Undersøkelser i USA (25) sammenholdt med lokale observasjoner i Skien/Porsgrunn-området av sulfatpartikler i luften tyder på at et slikt forskningsprosjekt har stor interesse som ikke bare er av lokal karakter.

11 PLANLAGTE RAPPORTER

En del av de resultatene som er nevnt er ennå ikke ferdig bearbeidet, men vil foreligge i form av rapporter som vil utkomme etter følgende plan:

- Program KILDER. Beregning av spredning fra punktkilder og volumkilder. Programbeskrivelse og brukerveiledning.
(Februar 1975.)

- Statistisk bearbeiding av forurensningsdata og meteorologiske data, samt bruk av spredningsmodeller i Nedre Telemark.
(Februar 1975.)

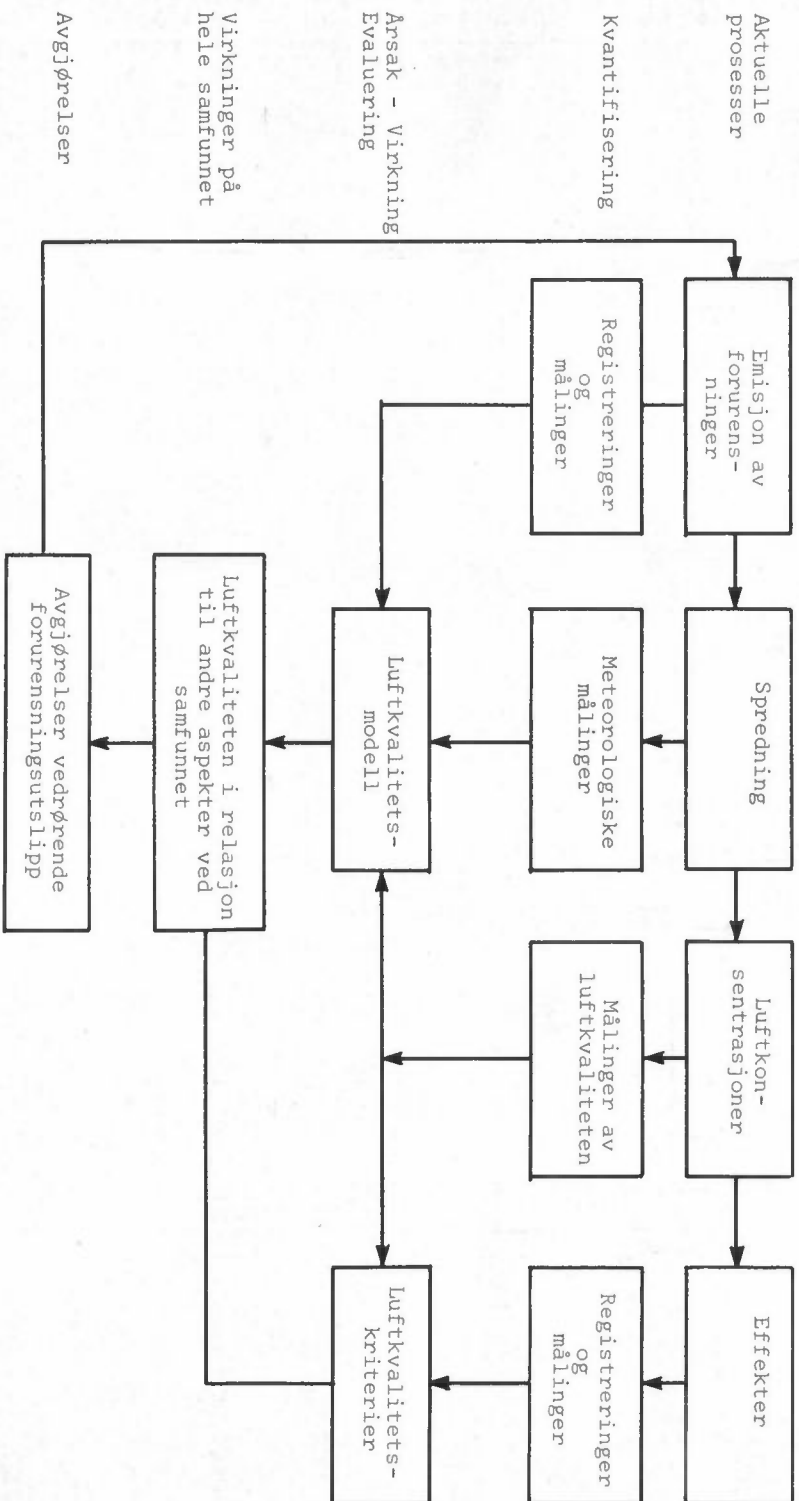
- Spredningsmønster ved lokal forurensning i Grenland-regionen. (Februar 1975.)
- Meteorologiske observasjoner fra Nedre Telemark i perioden 1.1.72 - 30.8.74. (April 1975.)
- Atmosfæriske korrosjonsprøvestasjoner i Sør-Norge. Data for 1973-74. (April 1975.)
- Undersøkelser av nedbørens kjemiske sammensetning i Telemark. (August 1975.)
- En undersøkelse av land/sjøbrisen i Nedre Telemark sommeren 1974 og 1975. (Oktober 1975.)

12 RETNINGSLINJER FOR OVERVÅKINGSPROGRAM

12.1 Generelt om systematiske undersøkelser

Figur 8 illustrerer samspillet mellom de ulike delprosesser som inngår ved forsøk på en systematisk, kvantitativ vurdering av forurensningsforhold som grunnlag for avgjørelser (32).

Første linje viser de aktuelle prosessene i atmosfæren som knytter sammen utslipp med effekter. Annen linje viser de nødvendige registreringer og målinger. Luftkvalitetsmodeller inngår som et sentralt ledd når luftkvaliteten skal vurderes i relasjon til andre forhold i samfunnet.



Figur 8: Informasjonsstrøm ved en systematisk undersøkelse av luftkvaliteten.

Det er viktig å være klar over at en eller annen form for luftkvalitetsmodell alltid nyttes i beslutningsprosessen ved fastsettelse av utslippsbetingelser, dimensjonering av skorsteiner, lokalisering av forurensende virksomhet etc. Dette er for eksempel tilfellet når grenser for utslipp fra fyringsanlegg skal fastsettes på grunnlag av midlere SO₂-konsentrasjoner.

12.2 Forslag til fortsatt måleprogram

På grunnlag av de undersøkelsene som har pågått i Nedre Telemark de siste årene har en i det følgende satt opp en del momenter som bør være retningsgivende når nye undersøkelser skal planlegges.

12.2.1 Utslipp

Det ventes store endringer i industriutslippene de nærmeste årene. Utbyggingen på Rafnes vil føre til utslipp av nye stoffer, særlig hydrokarboner. Det er pålagt reduksjoner i utslippene særlig av svoveldioksyd og nitrogenoksyder på Herøya (30) (33).

De utslippstallene som danner grunnlag for modellberegningene i denne rapporten, er fra 1971-72. En del av dette tallmaterialet kan nå være foreldet og bør derfor ajourføres. Dette gjelder både utslippstallene for industrien og salgstallene for olje og bensin som ligger til grunn for beregning av utslipp på grunn av husoppvarming og transport.

12.2.2 Meteorologiske målinger

Vind- og temperaturmålingene på Lakollen (230 m.o.h.) bør fortsette. Det foreligger allerede observasjoner fra Lakollen for mer enn 10 år, og denne stasjonen er ofte brukt som referansestasjon for andre og mer kortvarige undersøkelser i området.

Avlesningsrutinen for vindstasjonene Lakollen og Herøya, som drives av Norsk Hydro ble forbedret sommeren 1974. Det er også av den grunn viktig å fortsette disse stasjonene.

En bør i tillegg til temperaturobservasjonen på Lakollen måle temperatur i et eller flere punkter lavere i området. Knardalstrand (5 m.o.h.) har sammen med Lakollen vist seg å gi et brukbart estimat for termisk stabilitet, men målingene kan forbedres noe ved å måle temperaturen 10 m over bakken i stedet for 2 m over bakken slik en gjør nå. Den nøyaktige plasseringen av termometeren på Lakollen bør også revideres. Nøyaktigheten i avlesningene kan også muligens forbedres noe.

Observasjonsnettets bør videre bestå av temperatur, vind og fuktighetsmålinger på vestsiden av Frierfjorden (Rafnes - Rønningen), på grunn av utbyggingen der.

Videre bør en foreta temperatur- og vindobservasjon mellom Porsgrunn og Skien, for eksempel på de åpne områdene ved Fellesslakteriet. Dette er nødvendig fordi målingene av vind på Nennset 1973-74 ikke var av god nok kvalitet.

Av hensyn til beregning av stabilitet og vurdering av tåkedannelse bør også temperatur og fuktighetsmålingene på Torsberg fortsette.

Forslaget til fortsatt meteorologisk måleprogram kan sammenfattes slik:

- a) Temperatur, vindhastighet og vindretning, Lakollen.
- b) Vindhastighet og vindretning, Herøya.
- c) Temperatur, Knardalstrand.
- d) Temperatur, fuktighet, vindhastighet og vindretning, Rafnes-Rønningen.
- e) Temperatur, vindhastighet og vindretning, mellom Porsgrunn og Skien.
- f) Temperatur og fuktighet, Torsberg.

12.2.3 Målinger av forurensninger

Målingene av forurensninger bør bestå av et relativt enkelt nett av døgnmålinger med mulighet for utvidelse i spesielle situasjoner. De stoffene en anser det viktig å måle på døgnbasis er nitrogenoksyder og partikulært sulfat, der en har hatt overskridelser av utenlandske normer. Disse stoffene bør måles ved hjelp av automatisk prøvetakingsutstyr som trenger ettersyn en gang pr uke.

I spesielle perioder bør måleprogrammet utvides. Slike perioder er særlig inversjonssituasjoner om vinteren. Da bør måleprogrammet omfatte svoveldioksyd, ammoniakk, ammonium, nitrat og muligens også klor og klorid. En slik måleperiode er verdifull for å studere kjemiske reaksjoner i atmosfæren og den bør ikke være for kort. For eksempel kan et slikt måleprogram gå hele januar måned, og muligens også en måned i sommerhalvåret.

Målinger som beskrevet ovenfor bør foretas på minst to steder i området. En vil foreslå Ås på Eidangerhalvøya og Porsgrunn Rådhus. På begge stedene har det pågått målinger tidligere. Ås er særlig eksponert for industriutslipp, mens Rådhuset vil få bidrag fra husoppvarming og trafikk og i noe mindre grad enn Ås fra industri.

I tillegg til disse stedene skjer det i dag døgnmåling av svoveldioksyd i Brevik og på Klyveåsen som et ledd i NILU's program for atmosfærisk korrosjon. Det bør vurderes om en også her skal utvide luftprøvetakingen til å omfatte nitrogenoksyder og sulfat.

Måling av korttidsverdier bør også foretas, men ikke nødvendigvis hele året. Det er viktig å få fastslått om de høye konsentrasjonene av nitrogenoksyder en målte på Nennset 1973-74 er representative for et større område. Dette kan undersøkes ved å plassere et kontinuerlig registrerende instrument samme sted som en foreslår vindmålinger mellom Skien og Porsgrunn, jfr. punkt 12.2.2. Kontinuerlige registreringer av svoveldioksyd i Skien bør fortsette i de perioder en tidligere har hatt høyest verdier.

I sommerhalvåret er det av stor interesse å måle luftens innhold av oksydanter, særlig i forbindelse med land/sjøbrisstudier. De målingene NILU foretok høsten 1973 er muligens beheftet med feil på grunn av analysemetoden. Dersom målinger av oksydanter skal gjentas, bør en bruke et instrument som er spesifikt for ozon. Disse målingene er også viktige med tanke på Rafnes-utbyggingen og for å sammenlikne med Hesstvedt's modellberegninger (23). En bør da måle nitrogenoksyder, hydrokarboner og ozon samtidig.

Av spesielle komponenter som hittil ikke er målt utendørs er vinylklorid og kvikksølv. Utslippet til luft av vinylklorid fra PVC-produksjonen på Herøya er oppgitt til 6 tonn/døgn (13), mens en ikke kjenner størrelsen av kvikksølvutslippet fra klor-alkalifabrikken. Det bør være av stor interesse å undersøke konsentrasjonen av disse stoffene i uteluft.

Støvfallsmålingene bør fortsette, særlig i Brevik der en har store overskridelser av veiledende normer. I tillegg bør en fortsette på minst ett målested i Porsgrunn, for eksempel Knardalstrand.

13 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

I foreliggende rapport har en i grove trekk gjennomgått resultatene fra samarbeidsavtalen mellom Tilsynsutvalget og NILU. En har også gjort rede for andre undersøkelser i Nedre Telemark de siste årene. Hensikten med rapporten er sammen med Kontrolllaboratoriets og Tilsynsutvalgets egne årsrapporter å oppsummere luftforurensningssituasjonen i området i den utstrekning den er kartlagt.

Svoveldioksyd, ammoniakk, klor og klorid er omtalt i Tilsynsutvalgets årsrapporter. Ingen av disse stoffene har i 1973 og 1974 overskredet veiledende utenlandske normer.

For nitrogenoksyder varierer normene svært mye fra land til land. En har i 1973-74 observert overskridelser av enkelte normer, både døgnverdier og halvtimesverdier, mens andre normer ikke er overskredet. Nitrogenoksyder må betraktes som et forurensningsproblem i området.

Sulfatpartikler i luften har først i de senere år blitt betraktet som en mulig årsak til blant annet halsirritasjoner. Det er ennå sparsomt med utenlandske normer, men en har overskridelser av de normene som finnes, og en har også andre indikasjoner på at konsentrasjonen av sulfat i området er høy nok til å forårsake plager. Sulfat representerer således et forurensningsproblem i området, også fordi sulfat er en hovedbestanddel i den "industri-disen" som nedsetter den hygieniske standarden og derfor er et trivselsproblem.

En vil også påpeke at det er gjort lite de siste årene for systematisk å klarlegge luftforurensningenes innvirkning på helsetilstanden. De rapportene som foreligger er ca 10 år gamle, og en understreket da betydningen av å benytte moderne statistiske metoder for å klarlegge i hvilken grad luftforu-

rensningene hadde en negativ innvirkning på helsetilstanden. NILU har laget forslag til en slik undersøkelse.

Det ser ikke ut til at luftforurensningene forårsaker økning i korrosjonshastigheten for stål, sink og aluminium i området.

Det er utarbeidet modeller for beregning av sammenhengen mellom utslipp, meteorologiske forhold og bakkekonsentrasjoner. Det er vist eksempel på bruk av modellene. En vil peke på at modellene er nyttige verktøy til å vurdere virkningen av utslippsendringer og forskjellige meteorologiske forhold, samt undersøke hvilke områder som blir belastet etc. En vil derfor anbefale å gjøre bruk av de modellene som er laget og vurdere muligheten for videreutvikling og forbedring av disse.

På bakgrunn av de luftforurensningsproblemer en mener distriktet har, er det laget et forslag til fortsatt måleprogram. Dette måleprogrammet prioriterer nitrogenoksyder og sulfat, men det tas også med periodevise målinger av svoveldioksyd, ammoniakk, klor og partikulære forurensninger som ammonium, nitrat og klorid. Av spesielle undersøkelser foreslås kartlegging av bakkekonsentrasjoner av vinylklorid og kvikksølv fra henholdsvis PVC- og kloralkaliproduksjonen på Herøya. I forbindelse med Rafnes-utbyggingen foreslås i tillegg målinger av hydrokarboner og oksydanter.

14 REFERANSER

- (1) Ottar. B. Samarbeidsavtale Tilsyns-
utvalget - NILU.
NILU-referanse 021874.
- (2) Grønskei, K.E.,
Schjoldager, J.,
Stige, L. Plan for undersøkelse av
luftforurensningene i Nedre
Telemark i perioden
1.7.73 - 30.6.74.
Rapport om arbeidet med ut-
vikling av luftforurensnings-
modeller i Nedre Telemark.
NILU Oppdragsrapport nr 56/73,
juni 1973.
- (3) Stige, L. Luftforurensningene i Nedre
Telemark. Årsrapporter
1969 - 1973.
- (4) Gramme, P.E. Analyse av støvnedfallsdata
fra Skien - Porsgrunn -
Brevik-distriktet.
Forskningssenteret Norsk
Hydro A/S. Porsgrunn 1973.
- (5) Grønskei, K.E. En bearbeidelse av Norsk
Hydro's meteorologiske data
fra Porsgrunn-området i
perioden 1.1.67 - 30.4.69.
NILU Oppdragsrapport nr 2/70,
mars 1970.
- (6) Grønskei, K.E. En bearbeidelse av meteoro-
logiske data fra Porsgrunn-
området 1/5 1969 - 31/12 1970.
NILU Oppdragsrapport nr 29/71,
juli 1971.
- (7) Grønskei, K.E. Sammenhengen mellom Norsk
Hydro's meteorologiske mål-
inger i Porsgrunn-området og
målinger ved værstasjonene
i omegnen.
NILU Oppdragsrapport nr 26/71,
juni 1971.

- (8) Dovland, H.,
Sivertsen, B. Meteorologiske observasjoner
fra Nedre Telemark i perioden
1/12 1970 - 19/2 1972.
NILU Teknisk notat nr 42/72,
oktober 1972.
- (9) Dovland, H.,
Sivertsen, B. Atmosfæriske spredningsforhold
ved Naverfjorden i Brunlanes.
NILU Oppdragsrapport nr 65/73,
november 1973.
- (10) Sivertsen, B.,
Dovland, H. Atmosfæriske spredningsforhold
ved Saga i Langangsfjorden.
NILU Oppdragsrapport nr 79/74,
april 1974.
- (11) Killerud, K.,
Tveten, U. Atmosfærisk sprednings- og
stråledoseberegning for kjerne-
kraftverk. Hovedrapport,
Byggestedsalternativ: Naver-
fjorden (Brunlanes).
Scandpower-rapport 2.28.01.-4
(1974).
- (12) Killerud, K.,
Tveten, U. Atmosfærisk sprednings- og
stråledoseberegning for kjerne-
kraftverk. Hovedrapport,
Byggestedsalternativ: Saga
(Porsgrunn).
Scandpower-rapport 2.28.05.-3
(1974).
- (13) Schjoldager, J.,
Sivertsen, B. Vurdering av muligheten for
dannelse av fotokjemisk smog
i forbindelse med Rafnes-
utbyggingen.
NILU Oppdragsrapport nr 73/74,
januar 1974.
- (14) Schjoldager, J.,
Sivertsen, B. Tilleggsrapport om mulighet
for dannelse av fotokjemisk
smog i forbindelse med Rafnes-
utbyggingen.
NILU Oppdragsrapport nr 76/74,
mars 1974.
- (15) Sivertsen, B. Plan for undersøkelse av
land/sjøbrisen i Nedre
Telemark.
Kjeller, 26.4.1974.

- (16) Sivertsen, B. Vindforhold i Telemark. Høye vindstyrker Rafnes. Bilag til brev til Norsk Hydro datert 26.9.1974, og 14.11.1974.
- (17) Sivertsen, B. Vinddata Asdal - Rafnes, høye vindstyrker. Brev til sivilingeniør E. Strømme A/S datert 15.10.74 og 19.11.74.
- (18) Sivertsen, B. Særbearbeidelse av vinddata fra Waale (Telemark 1.6.72 - 31.5.74). Notat EO 223/74, Kjeller 28.8.74.
- (19) Horntvedt, R. Røykskader på furu og gran omkring en kunstgjødsel-fabrikk. Norsk Institutt for Skogforskning, Ås 1972.
- (20) Overrein, L.N. Sulphur pollution patterns observed; leaching of calcium in forest soil determined. Ambio Vol. 1, No. 4, August 1972.
- (21) Luftforurensninger i Porsgrunn/Skien-distriktet. Rapport fra utvalget for Herøya-området. Bilag VIII, IX, X og XI.
- (22) Brenchley, D.L. Luftforurensninger og befolkningens helsetilstand i Porsgrunn/Skien-området. Forslag fra NILU i samarbeid med lokale helsemyndigheter i Porsgrunn/Skien-området. NILU desember 1974.
- (23) Hesstvedt, E. On the Production of O₃, H₂O₂, CO, HNO₂ and HNO₃ in Air Polluted with Nitrogen Oxides and Ethylene. Institute Report Series. Institutt for Geofysikk, Universitetet i Oslo, november 1974.

- (24) Horntvedt, R. Om risikoen for skogskader i forbindelse med Rafnes-utbyggingen. Notat 29.4.1974.
- (25) HEALTH CONSEQUENCES OF SULFUR OXIDES: A Report from CHES, 1970-1971. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, N.C., May 1974.
- (26) Schjoldager, J. Statistisk bearbeiding av forurensningsdata, samt bruk av spredningsmodeller i Nedre Telemark. NILU Oppdragsrapport, februar 1975.
- (27) OECD-rapport NR/ENV/72.62. AIR MANAGEMENT SECTOR GROUP. Special Working Party Session held in Japan 20.-29. September 1972. Paris 18.12.1972.
- (28) Strømsøe, S. Grenser for fotokjemiske oksydanter, hydrokarboner, nitrogenoksyder, karbonmonoksyd, klor, hydrogenklorid, fluor, ammoniakk, klorerte hydrokarboner. NILU Teknisk notat nr 36/72, august 1972.
- (29) Tilsynsutvalget for Luftforurensningene i Nedre Telemark. Årsmeldinger 1969 - 1973.
- (30) Søknader om røykskadekonsesjon for petrokjemiske anlegg i Bamble fra Norsk Hydro a.s og Saga Petrokjemi A/S & Co. Innstilling fra Røykskaderådet til Kongen avgitt 22. mai 1974.
- (31) Working Draft No ISO/TC 146/WG1, Doc. No. 11E. International Standard Organisation, February 1973.

- (32) Grønskei, K.E. Current and Future Needs for
Air Quality Models.
NILU-rapport, mars 1975.
- (33) Brev fra Telemark Natur- og
Miljøvern, datert 26.11.1974.
- (34) Sivertsen, B. Spredningsmønster ved lokal
forurensning i Grenland-regionen.
NILU Oppdragsrapport,
februar 1975.
- (35) Strømsøe, S. Grenser for metaller og
spesielle støvtyper.
NILU Teknisk notat nr 34/72,
juli 1972.