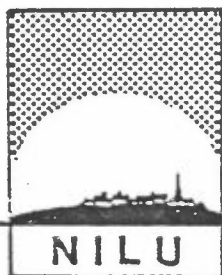


NILU OR : 62/84
REFERANSE: 0-8116
DATO : DESEMBER 1984

DIS I GRENLAND

SAMMENDRAGSRAPPORT



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

POSTBOKS 130 · 2001 LILLESTRØM

NILU OR : 62/84
REFERANSE: 0-8116
DATO : DESEMBER 1984

DIS I GRENLAND

SAMMENDRAGSRAPPORT

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN 82-7247-535-9

FORORD

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn og Norsk Hydro, undersøkt forholdene som fører til forurensningsbetinget dis i Grenland. Resultatene av undersøkelsen er presentert i to frittstående rapporter: "Fotokjemiske oksidanter i nedre Telemark. Virkningen av klor" av Øystein Hov (NILU OR 52/83) og "Disdannelsen i Grenland" av Arne Semb (NILU OR 51/84). Disse rapportene beskriver kjemiske og fysiske prosesser i atmosfæren, og hvordan disse påvirker disdannelsen.

For å gjøre hovedkonklusjonene av disse to rapportene tilgjengelig for et større publikum, er den foreliggende sammendragsrapporten utarbeidet. Interesserte kan få tilsendt de to fullstendige rapportene ved henvendelse til NILU eller en av oppdragsgiverne.

Lillestrøm oktober 1984

B. Ottar

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
1 INNLEDNING	5
2 FORURENSNINGER	6
3 RESULTAT - SAMMENDRAG AV DE TEKNISKE RAPPORTER	7
3.1 Rapport om fotokjemisk aktivitet	8
3.1.1 Virkning av utslippsendringer på fotokjemisk aktivitet	9
3.2 Rapport om disdannelse	10
3.2.1 Beregning av aerosolkonsentrasjon og dis	10
3.2.2 Virkningen av utslippsendringer	12
3.2.3 Konklusjon av modellberegningene	14

DIS I GRENLAND

SAMMENDRAGSRAPPORT

Utslippene av klor, saltsyre og ammoniakk har størst betydning for dannelsen av synlig dis i Grenland. For å få endringer som vil kunne oppleves som bedring av dissituasjonen vil et eller flere av disse utslippene måtte reduseres med 25-50%.

Klorutslippene fra Herøya reagerer i sollys med hydrokarboner og fører til fotokjemisk aktivitet i le av Herøya. Dette forklarer de høye konsentrasjoner av PAN som er målt på Klyve. PAN-dannelsen og den fotokjemiske aktiviteten er bare i liten grad knyttet til hydrokarbonutslippene fra Bamble-anleggene.

1 INNLEDNING

I en bok som ble utgitt i København i 1789 av Friderich Wilhelm Thue: "Forsøg til Beskrivelse over Kragerøe Kiøbsted og Langesunds-Fjorden m.v." heter det i et kapittel om Porsgrunn bl.a.: "Så behagelig Situationen end er her, forarsager dog den bestandig taagede Luft, især for Fremmede, en Ubehagelighed som sielden findes paa andre Steder af Vestlandet, end skjønt den ingen Usundhed medfører. Denne Taage formene nogle at komme af det ferske Vand fra Scheens Elv, der her blandes med Søe; andre derimod at den kommer af Jordens Suurhed, som de bekiente Waller-Myrer indeholde, der ligger bagen ved østre Porsgrunds Side. Saa meget er vist, at siden man for tre til fire Aar siden, begyndte ved Diger eller Grøvter at udtørre bemeldte Myrer, har Taagen hverken vært saa stærk eller almindelig".

Områdene rundt Skiensvassdraget og Frierfjorden, også kalt Grenland, har altså vært utsatt for tåkedannelse fra gammel tid av. Området er fremdeles tåkebelastet, men tåken har

endret karakter, og er blitt forsterket på grunn av bidrag fra luftforurensninger. Disse forurensningene gjør at det oppstår dis som legger seg som et slør over området selv om luftfuktigheten ikke er høy nok for "naturlig" tåkedannelse. Disen fører også av og til med seg en ubehagelig industrilukt, og oppleves som en ulempe for befolkningen i området. Dette er særlig tilfelle på sommerdager med land-sjøbris. Om vinteren skjer disdannelsen oftest ved svak vind fra nordlig kant.

I perioden 1970-80 ble det gjennomført betydelige rensetiltak i industrien, og situasjonen er idag vesentlig bedre enn før. Området er imidlertid fremdeles belastet med mange og vedvarende dissituasjoner.

For om mulig å finne grunnlag for videre tiltak som kan bidra til å redusere den forurensningsbetingede dis, fikk NILU i 1981 i oppdrag fra Statens forurensningstilsyn og Norsk Hydro å foreta en omfattende undersøkelse av hvilke reaksjoner som kan tenkes å foregå mellom de gasser som slippes ut i luften, og hvorledes reaksjonsproduktene påvirker disdannelsen. Arbeidet er basert på teoretiske beregninger. Målinger fra området, utført av SFT, Kontrollseksjonen i nedre Telemark, er brukt til etterprøving av beregningene.

2 FORURENSNINGER

Det spesielle ved forurensningssituasjonen i Grenland skyldes den omfattende industriutbygging som har skjedd i dette århundre: På østsiden av Frierfjorden ligger Herøya, hvor Porsgrunn Fabrikker framstiller en lang rekke kjemiske produkter. Fra de ulike produksjonsenhetene er det utslipp av gasser til luft, så som ammoniakk, svoveldioksid, klor, saltsyre, nitrogenoksider og vinylklorid, samt faste partikler i form av støv fra ulike råstoffer og produkter. På Herøya har videre Elkem et smelteverk, PEA, med utslipp av beskjedne mengder støv. På vestsiden ligger de petrokjemiske anlegg i Bamble med utslipp av hydrokarboner. I sør - i Brevik -

fremstiller Norcem cement med utslipp av støv, nitrogenoksider og svoveldioksid, mens vi i nord har treforedlingsindustri i Skien (Union) med utslipp av svoveldioksid og luktstoffer.

Lokaltrafikken i området, gjennomgangstrafikken på E-18, båttrafikken langs kysten og i Frierfjorden, husoppvarming og øvrig industri, fører med seg utslipp av hydrokarboner, nitrogenoksider og svoveldioksid. I tillegg tilføres distriktet luftbårne forurensninger fra andre land.

3 RESULTAT - SAMMENDRAG AV DE TEKNISKE RAPPORTER

Det vesentligste innholdet i undersøkelsen har vært å gi en oversikt over de forskjellige reaksjoner som skjer i atmosfæren og hvilken betydning disse har for disdannelsen.

Undersøkelsene har vært meget kompliserte og derfor tidkrevende. Resultatene gir i første rekke teoretiske utsagn om hvorledes disen kan påvirkes hvis de enkelte utslipp endres. Når en tar hensyn til usikkerhetene som følger både beregninger og praktiske målinger, er det funnet å være sammenheng mellom beregningene og målinger som er foretatt.

Arbeidet har ført frem til to tekniske rapporter. Den ene av disse behandler dannelsen av fotokjemiske oksidanter og hvordan denne påvirker oksidasjonen av svoveldioksid og nitrogenoksid.

Den andre rapporten behandler mulighetene for disdannelse gjennom alle de ulike utslipp av faste partikler og gasser som skjer i området.

3.1 Rapport om fotokjemisk aktivitet

Teoretiske beregninger, som tidligere er utført av NILU og andre, har konkludert med at det i Grenlandsområdet og spesielt i le av Herøya, var liten mulighet for lokal dannelse av fotokjemiske oksidanter (stoffer som oppstår når nitrogenoksid eller andre oksiderende gasser reagerer med hydrokarboner under påvirkning av sollys).

I forbindelse med disundersøkelsen ble det reist spørsmål om fotokjemiske prosesser kunne tenkes å bidra til partikkeldannelse (disdannelse) på godværsdager om sommeren, spesielt i land-sjøbris-situasjoner.

Sommeren 1982 ble det gjennomført målinger i luften av spesielle forbindelser som er karakteristiske produkter av fotokjemisk aktivitet. Slike forbindelser er PAN og ozon. Samtidig ble det målt nitrogenoksid og lysspredning (dis). Målingene gav til resultat at det på godværsdager i le av Herøya kan foregå en betydelig fotokjemisk aktivitet. Denne er imidlertid av en annen karakter enn det som er vanlig ellers i Norge, og i storbyer og industristrøk i andre land.

Det er derfor utført nye modellberegninger av den fotokjemiske omsetning om sommeren i røykmassene som transporteres med sjøbrisen fra Herøya. Disse beregninger viser at det er klorutslippene fra magnesiumproduksjonen på Herøya som er den mest sannsynlige årsak til denne uventede fotokjemiske aktivitet. I sollys vil nemlig klorgass raskt spaltes til kloratomer. Kloratomer er meget reaktive og kan raskt reagere med hydrokarboner som stammer fra trafikk, bruk av løsningsmidler og industri. De nye beregningene gir brukbar overensstemmelse med målingene av PAN og ozon på Klyve.

3.1.1 Virkning av utslippsendringer på fotokjemisk aktivitet

Den nye modellen er videre brukt til å vurdere betydningen av utslippsendringer. En tenkt endring av klorutslippene fra Herøya ga markerte utslag i de beregnede konsentrasjoner av PAN, mens virkningen på ozon og andre forbindelser var mindre. Hvis klorutslippene økes, stiger PAN-verdiene, mens de blir mindre hvis klorutslippet reduseres. PAN og ozon er gasser som i seg selv ikke gir dis, men de fotokjemiske reaksjonene fører til en oksidasjon av svoveldioksid og nitrogenoksider som har en viss betydning for disdannelsen.

Hvis nitrogenoksidutslippet økes, blir konsentrasjonene av de gassformige oksidanter (PAN og ozon) mindre, mens de blir større hvis nitrogenoksidutslippet reduseres.

En endring i hydrokarbonutslippene i Bamble vil føre til en mindre endring i PAN, mens endringen i andre forbindelser nesten ikke er merkbar. Dette innebærer også at Bambleutslippene bare i ubetydelig grad påvirker dannelse av sulfat og nitratforbindelser (dis).

En tilsvarende endring i hydrokarbon-utslippene fra trafikk i Grenland gir en noe større effekt på PAN-verdiene og også noe større utslag i andre forbindelser. Årsaken til denne forskjell i virkning fra Bambleutslipp og trafikkutslipp, er sannsynligvis at trafikkutslippene inneholder større mengder reaktive hydrokarboner enn utslippene fra Bamble.

Det er foretatt beregninger som viser at spaltningen av klor-gass også på godværsdager vår og høst, er rask nok til å gi det beskrevne konsentrasjonsforløp.

3.2 Rapport om disdannelse

Dis skyldes små partikler eller aerosoler (aerosoler er partikler mindre enn 1/100 mm i diameter) som sprer lysstrålene fra solen. Fordi partiklene er små, har de i forhold til volumet en stor overflate, og selv beskjedne konsentrasjoner kan øke lysspredningen eller gi nedsatt siktbarhet. Man kan få et mål for siktbarhet (dis) ved å måle lysspredningen ved hjelp av et såkalt integrerende nefelometer.

Utslippene av gassformig ammoniakk, saltsyre og salpetersyre vil, når de blandes, gi saltene ammoniumklorid og ammoniumnitrat. I fuktig luft reagerer klor og svoveldioksid med hverandre til saltsyre og svovelsyre, som igjen tar opp ammoniakk og danner ammoniumsulfat og ammoniumklorid. Aerosoler av disse saltene vil ha stor betydning for disdannelsen, da de ved relativ luftfuktighet over 70-80% tar opp vann. Vannopptaket øker aerosolvolumet, og dermed disdannelsen. Også utslipp av faste forbindelser som støv bidrar til disdannelsen. Naturlig forekommende ammoniakk og klorid spiller liten rolle.

3.2.1 Beregning av aerosolkonsentrasjon og dis

Kjennskapet til de reaksjonene som kan foregå i atmosfæren gir grunnlag for å beregne aerosolkonsentrasjonene i en gitt utslipps- og spredningssituasjon. Både reaksjons- og spredningsforholdene er forskjellige sommer og vinter, og det er derfor foretatt beregninger både for en typisk vintersituasjon med dis, og for en sommersituasjon med solgangsvind og disdannelse i stagnasjonsperioden midt på dagen.

Vintersituasjonen

Aerosolkonsentrasjonene er beregnet for en situasjon med svak nordlig vind, 1.5 m/s, over Herøya og med transport av forurensningene i retning av SFTs målestasjon på Ås på

Heistad. Beregningene viser at aerosoldannelsen er avhengig av den måten utslippene spres og blandes på. I en avstand av 3 km fra Herøya er likevel utslippene relativt godt blandet. Beregningene av aerosolvolum og sammensetning for denne avstanden gir derfor et godt bilde av aerosol- og disdannelsen over et større område.

Sammensetningen av den delen av aerosolvolumet som skyldes utslippene, på Herøya er vist i figur 1. En vurdering av aerosoldannelse og utslipp fra andre kilder i området, viste at utslippene fra Herøya svarer for ca 75% av aerosol- og disdannelsen i området.

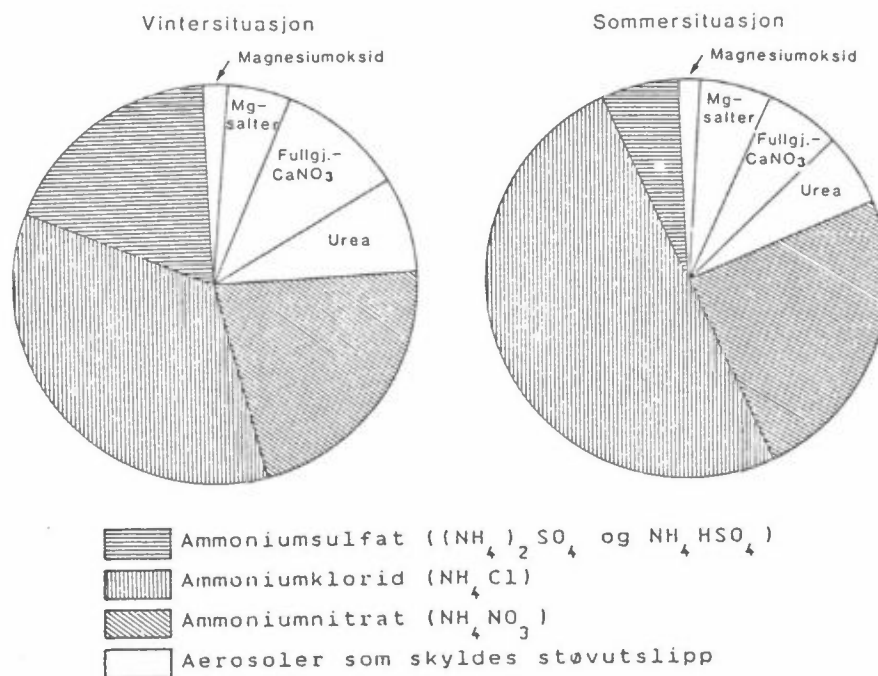
Sommersituasjonen

Om sommeren er solgangsvind karakteristisk for godværsdager i Grenland. Det er svak vind fra nord om natten og i morgen-timene. Soloppvarmingen gjør at vinden "snur", en periode med variabel vind og vindstille følges av sørlig vind ("sjøbris"), som vedvarer utover ettermiddagen. Utslippene fra Herøya hopper opp i stagnasjonsperioden, og føres nordover med sjøbrisfronten.

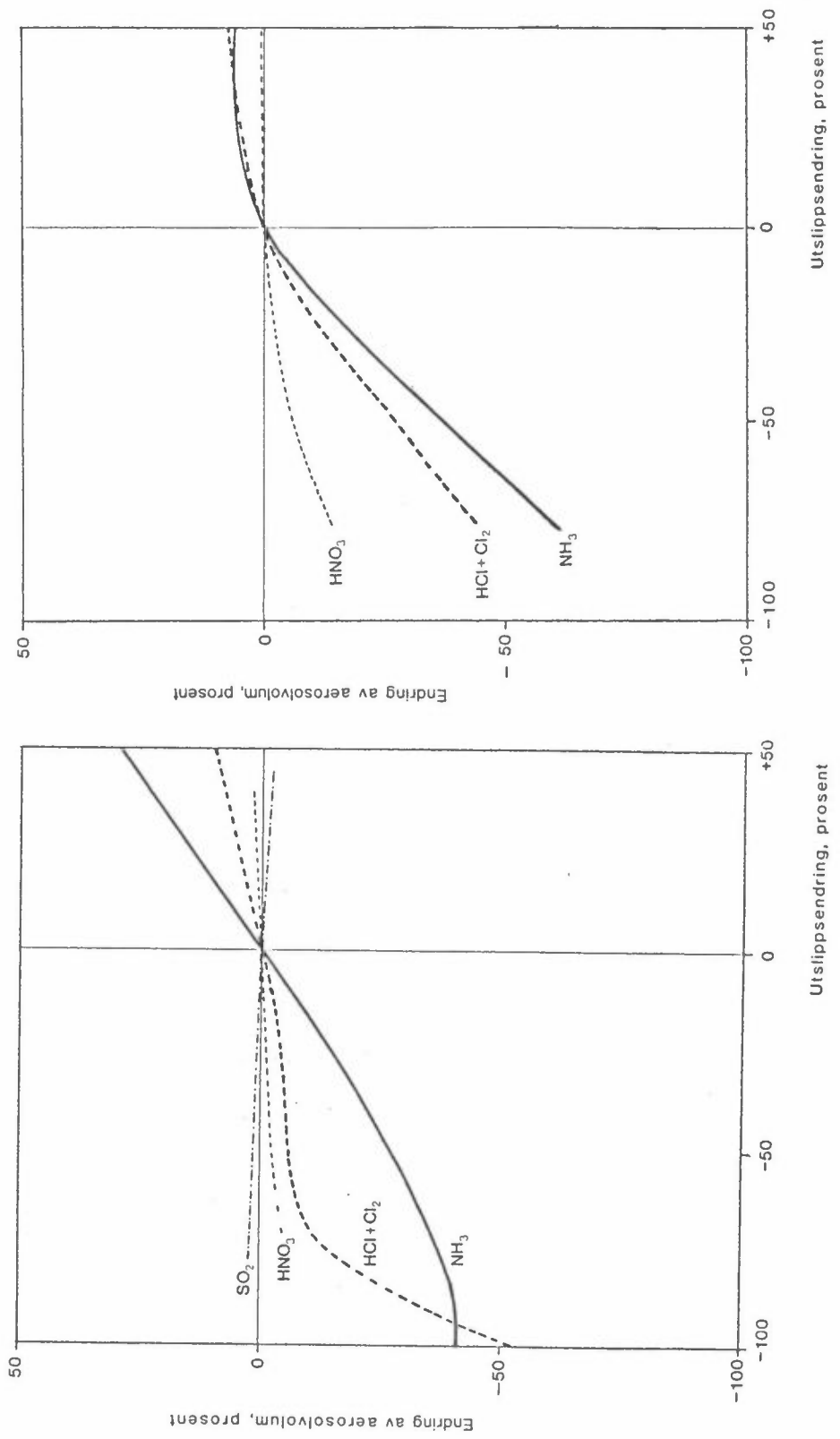
Reaksjonene er vesentlig forskjellige fra vintersituasjonen, men fordi ammoniakkutslippet er begrensende for dannelsen av ammoniumklorid og ammoniumnitrat, blir aerosolvolumet nær det samme som i vintersituasjonen, selv om sammensetningen er noe forskjellig (figur 1).

3.2.2 Virkningen av utslippsendringer

Beregningsmodellene er brukt til å beregne virkninger av utslippsendringer i forhold til nivået i 1980. Resultatene av slike beregninger er vist i figur 2. Kurvene viser den relative endringen i volumet av aerosolene som skyldes utslipp fra



Figur 1: Sammensetningen av aerosolene som skyldes utslipp fra Herøya. Det er tatt hensyn til vannopptaket som skyldes de forskjellige saltene, ved 85% relativ fuktighet i vintersituasjonen, og ved 80% relativ fuktighet i sommersituasjonen. Vannopptaket gir en volumøkning på 3-6 ganger i forhold til de tørre saltene.



Figur 2: Virkning på aerosolvolumet ved utslippsendring av de angitte stoffene. Utslippsmengde i 1980 og tilhørende beregnet aerosolvolum som skyldes samtlige utslipp fra Herøya, er satt lik 100. Endringene i utslippsmengder og aerosolvolum er gitt i prosent av 1980-forholdene.

Herøya, når utslippene av ammoniakk (NH_3), klor/saltsyre ($\text{Cl}_2 + \text{HCl}$), salpetersyre (HNO_3) og svoveldioksid (SO_2) endres.

Størst virkning på aerosoldannelsen får en ved endring av ammoniakkutslippene, fordi ammoniakk er begrensende for dannelsen av både ammoniumklorid og ammoniumnitrat. På grunn av at vannopptaket er relativt større for ammoniumklorid enn for ammoniumnitrat, får også endringer av utslippene av klor og saltsyre stor virkning på disdannelsen. Dette gjelder særlig i sommersituasjonen.

I vintersituasjonen vil effekten av klor og saltsyre være liten med mindre utslippene reduseres betydelig. Klorutslippet gir både sulfat og saltsyre, og ammoniakkutslippene er begrensende for dannelsen av ammoniumklorid. En reduksjon av klorutslippene vil derfor føre til mindre ammoniumsulfat og saltsyre, men mer ammoniumklorid. Først ved en reduksjon på ca 70%, vil den samlede aerosolmengden bli redusert nevneverdig.

3.2.3 Konklusjon av modellberegningene

Modellberegningene viser at det vil dannes aerosoler (dis) ved reaksjoner mellom utslippene til luft av ammoniakk, klor/saltsyre, svoveldioksid og salpetersyre. Ca 75% av aerosoldannelsen i Grenland skyldes utslipp fra Herøya.

Hvis ammoniakkutslippet reduseres med 25-50%, vil man sannsynligvis oppnå en merkbar reduksjon i aerosoldannelse (dis) både sommer og vinter. En tilsvarende reduksjon av klorutslippet vil gi omtrent samme disreduksjon om sommeren, mens effekten om vinteren blir ubetydelig. Hvis begge utslipp reduseres, vil disreduksjonen ikke bli større enn den største effekten av reduksjon av enkeltutslippene. Fordi ammoniakkutslippet er begrensende for disdannelsen vil en ensidig reduksjon av ammoniakkkonsentrasjonene øke konsentrasjonene av gassformig saltsyre og salpetersyre i luften.

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
 NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)

POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 62/84	ISBN-82-7247-535-9	
DATO DESEMBER 1984	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 14	PRIS kr 20,-
TITTEL Dis i Grenland Sammendragsrapport		PROSJEKTLEDER Arne Semb	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8116	
FORFATTER(E)		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100 Dep., 0032 Oslo 1 Norsk Hydro. Porsgrunn Fabrikker, Postboks 110, 3901 Porsgrunn			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Dis		Aerosoler	Fotokjemiske oksidanter
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Betydningen av ulike utslipp fra dannelse av industridis i Grenland har vært undersøkt. Utslippene av ammoniakk, klor og saltsyre har størst betydning. Klorutslippene fører til foto-kjemisk aktivitet og dannelse av PAN i le av Herøya.			

TITLE Haze formation in Grenland. Summary report.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) The formation of industrial haze in Grenland has been related to specific emissions. Of these, emissions of ammonia, chlorine and hydrochloric acid are the most important. Emissions of chlorine had to photochemical activity and formation of PAN.

* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
 Kan ikke utleveres C