

NILU
TEKNISK RAPPORT NR : 8/84
REFERANSER : O-8221
DATO : MAI 1984

**HAVSALTAVSETNINGER MÅLT MED NILUS
NEDBØRSAMLER OG AEROSOLFELLE**

Avsetningene sett i sammenheng med metallers
korrosjonshastighet

O. Anda
S. E. Haagenrud

ISBN-82-7247-481-6

SAMMENDRAG

Bakgrunnen for utviklingen av en aerosolfelle (=AF) var ønsket om en tilfredsstillende prøvetakermetode for tørravsetninger, d.v.s. ikke-nedbøravsatte stoffer. Da den aktuelle anvendelse av metoden gjaldt havsalt-aerosol-drift i kystnære strøk er undersøkelsene i hovedsak utført på Jæren, hvor en har et samarbeidsprosjekt i gang med EFI for undersøkelse av korrosjon på telemateriell i marine miljøer.

Våtavsatte havsalter fra nedbørsamler er også målt og sammenliknet med målingene fra AF. Arbeidet med AF er viktig i sammenheng med utarbeidelse av standard for måling av tørrdeponert havsalt. En har derfor også foretatt en sammenliknende vurdering av NILU's metode med Wet Candle-metoden som er en mye brukt metode for måling av saltdeponeringer i forbindelse med korrosjonsundersøkelser. Som indikator for havsalt har en hovedsakelig brukt Cl^- og Na^+ .

Med økende vindhastighet øker konsentrasjonene av sjøsalter i lufta over havoverflaten. Samtidig endres også størrelsesfordelingen, slik at andelen store partikler øker. Dette har to årsaker. For det første endrer produksjonsmekanismene seg, slik at endel blåser av bølgetoppene. For det andre øker turbulensen, slik at det blir mer vertikal luftbevegelse, noe som er nødvendig for å bringe store partikler med betydelig sedimentasjonshastighet opp fra havoverflaten.

I kapittel 4 har en sammenholdt de kvartalsvise korrosjonshastighetene målt med tråd-på-bolt metoden og havsaltdeponeringen målt henholdsvis som våt- og tørravsetning.

Konklusjoner

Beskrevet
under pkt:

I splashsonen har en størst korrosjon og saltdeponering, men en ser ellers ingen direkte sammenheng.

4.1.1

Fra og med ca 100 m fra sjø og innover land på Jæren har korrosjonen vist bedre korrelasjon med tørravsatt enn våtavsatt klorid.

4.1.2

Korrosjonen av Al-tråd nær kysten er større i Al-Cu-koplingen enn i Al-Fe-koplingen. Men allerede ved ca 500 m fra sjøen er forskjellen liten.

4.1.2

På Jæren i Kleppområdet fant en ikke klar nedbørøkning innover land før etter ca 5 km. I hvor stor grad dette er influert av topografi, måleutstyrets plassering og dominerende vindretning klargjøres ikke av våre undersøkelser. En kan imidlertid tilføye at en tilnærmet fant det samme på Frøna.

4.2

Ved kombinasjonen langvarig sterk vind fra vestlig sektor (på Jæren) og store nedbørmengder måler en ofte større nedbørmengder helt ute ved kysten enn på de indre målestedene (5 og 10 km).

4.2.2

På Jæren avtar kloridkonsentrasjonen i nedbøren sterkt innover land. Således var månedsmiddelkonsentrasjonen i 5 km avstand fra kysten bare 12,5% av den en fant på 100 m avstand.

4.3.1

Sterk vind fra havet (d.v.s fra vestlig sektor) gir øket klorkonsentrasjon i nedbøren flere mil innover land.

4.3.2

Innenfor splashsonen på Jæren er tørravsetningen større enn våtavsetningen. Etter vel 5 km blir de av samme størrelsesorden.

4.4.1

- Det meste av året synes tørredeponeringsmengden av sjøsalt å ligge på innlandsnivå allerede i 10 km avstand fra kysten. 4.4.1
- Både på Jæren og Fræna gir kombinasjonen sterk og langvarig vind og mye nedbør, høye aerosolavsetninger. 4.4.2
- Et skjermende vegetasjonsbelte (f.eks. skog) reduserer tørravsetningen vesentlig mer enn våtavsetningen. 4.6
(4.6.2)
- Nedbørdamleren er lite effektiv for oppsamling av sjøsaltaerosoler. 4.6.2
- Undersøkelsene tyder på at AFs saltavsetning er mindre utsatt for utilsiktet kontaminering. 4.7
- Wet Candle er en alternativ metode til AF for måling av saltavsetning. Wet Candle-metoden gir betydelig større gradient nærmest kysten, dvs. saltkonsentrasjonen faller raskere med avstanden fra sjø de første hundre metre enn målinger med AF. 4.8.2
- Anvendelse av AF i byer og industristrøk er forsøkt og en har fått interessante data. 4.9
- Som en hoved-konklusjon når det gjelder aerosolfellen kan en si:
- AF gir informasjon om miljøet og den saltbelastning materialer utsettes for som ikke kan fås ved nedbørmåling eller støvnedfallsprøver. I strandsonen (splash-sonen) har AF begrenset anvendelighet, og kan neppe brukes for å få et mål for gjenstanders aerosolbelastning. 5

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	9
2 HAVSALTAEROSOLER	10
2.1 Dannelse og spredning av havsaltaerosoler	10
2.1.1 Hovedsaklig horisontal spredning	12
2.1.2 Vertikal spredning	16
2.2 Marine aerosolers geokjemi	18
3 EKSPERIMENTELL DEL	23
3.1 Krav til aerosolfellen	23
3.2 Viktigste erfaringer fra tidligere forsøk	24
3.3 Korrosjonsprøver	25
3.4 Stasjonsplasseringer	25
4 RESULTATER OG DISKUSJON	25
4.1 Sammenheng korrosjon, avstand sjø og klorid- avsetning	25
4.1.1 Splash-sonen	27
4.1.2 Fra splash-sonen og innover land	28
4.2 Nedbør og vindforhold	28
4.2.1 Nedbør	28
4.2.2 Vindforhold	31
4.3 Kloridmåling fra nedbørsamler	32
4.3.1 Våtavsatt klorid/avstand sjø	32
4.3.2 Våtavsatt klorid/vind	32
4.4 Kloridmålinger fra aerosolfelle	33
4.4.1 Kloridmengden/avstand til sjø	33
4.4.2 Kloridmengden/vind og nedbør	36
4.5 Vegetasjonsskjerming	36
4.5.1 Våtavsatt klorid/skjerming	36
4.5.2 Tørravsatt klorid/skjerming	37
4.6 Kontaminerings problemer. - Nedbørssamler/AF ...	37
4.7 Sammenlikning AF/andre metoder	38
4.7.1 Utstyr anvendt av Cawse/AF	38
4.7.2 Wet Candle/AF	39
4.8 Aerosolfellens anvendelse i andre enn marine miljøer	41
5 HOVEDKONKLUSJONER VEDRØRENDE AF	43
6 REFERANSER	44

Referanser:

- Bilag 1: Havsaltspredning, og kjemisk analyse av nedbør fra NILU's stasjonsnett (et supplement til pkt 2.2).
- Bilag 2: Konstruksjon og betjening av AF
- Bilag 3: Kart over stasjonsnett
- Bilag 4: Diverse underlagsmateriale (tabeller og figurer, kjemi, meteorologi)

I teksten refereres tabeller og figurer fra bilagene slik:
Eks. tabell B4.1 (= tabell 1 i bilag 4).

HAVSALTAVSETNINGER MÅLT MED NILUS NEDBØRSAMLER OG AEROSOLFELLE

Avsetningene sett i sammenheng med metallers
korrosjonshastighet

1 INNLEDNING

Arbeidet med å bestemme våt- og tørravsatt havsalt har sin bakgrunn i et samarbeidsprosjekt mellom Elektrisitetsforsyningens forskningsinstitutt (EFI) og NILU om årsakene til store korrosjonsskader på kraftledningsmateriell langs kysten (1). I dette prosjektet bestemmer man ved felteksponering langs kysten korrosjonen av aktuelle materialer og materialkombinasjoner i avhengighet av havsaltdeponering innover land. En nøyere undersøkelse og eventuell videreutvikling av de anvendte metoder for bestemmelse av havsaltdeponeringen var derfor nødvendig. Arbeid med dette ble igangsatt i 1978 og rapportert i 2 tidligere framdriftsrapporter (2,3).

Innen internasjonal korrosjonsforskning arbeides det også meget med å finne gode metoder for bestemmelse av havsaltdeponeringen (4). Metodene blir også etterhvert vurdert og eventuelt foreslått for standardisering av arbeidsgruppen for "Klassifisering av atmosfærisk korrosjonsmiljø". Innen ISO TC 156 "Korrosjon av metaller" foreligger i dag forslag til standardisering av den såkalte wet-candle metoden (5).

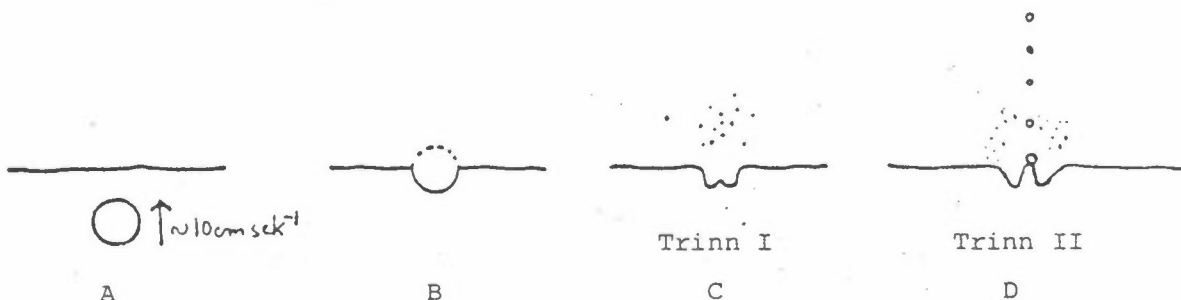
Val Vitols har foretatt en omfattende litteraturstudie vedrørende sjøsaltmålinger (6). Av noe nyere dato er en sammenfatning av Podzimek (31). En har også her tatt med en del generelt bakgrunnsstoff fra litteraturen. Det vil lette vurderingen av den eksperimentelle del av rapporten. Dessuten har en forsøkt å koble egne undersøkelser til litteraturstudiedelen.

2 HAVSALT-AEROSOLER

75-95% av alle partikler over havet med $r \geq 0.3 \mu\text{m}$ består av $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaCl, H_2SO_4 og hva som ble kalt "longshaped" partikler som en kom frem til var en kombinasjon av de to førstenevnte saltene (7).

2.1 Dannelse og spredning av havsalt-aerosoler

Vanlig konsentrasjon av sjøsaltpartikler over havflaten er ca 1 partikkel pr cm^3 , men kan komme opp i 100 partikler pr cm^3 (25). Havsaltpartikler kan dannes direkte fra bølgeskum. Disse partikler vil imidlertid vanligvis være for store til å holde seg luftbårne over lengre tid, selv etter avdamping av vann. Et atskillig større antall og betydelig mindre partikler dannes når oppstigende gassbobler i havvannet brister idet de når overflaten. Flere forskere har beskrevet boblebristingen (1, 6, 25). Prosessen kan deles i to trinn (fig. 1). Første trinn skjer ved at små partikler slynges ut idet boblen når overflaten og vannfilmen brister. Ved en slik bristing dannes 100 til 200 småbobler som ved fordamping (hvilket skjer ved relativ fuktighet $< 75\%$ for NaCl) vil gi saltaerosoler med diameter på maksimum rundt $0.3 \mu\text{m}$. I annet trinn dannes en tynn stråle av vann som flyter tilbake til hulrommet etter boblen som brast. Partiklene fra dette trinn er relativt få i antall og er av omtrent samme størrelse. En har funnet at diameteren er ca $1/10$ av diameteren til "moderboblen". Størrelsesfordelingen vil følgelig stort sett være bestemt av moderboblenes størrelsesfordeling. En typisk diameter for en slik boble kan være 1 mm. De minste boblene dannet ved små brytende bølger er ca $100 \mu\text{m}$ i diameter. Dette gir ca $10 \mu\text{m}$ store sjøsaltaerosoler som ved inntørking blir ca $2.5 \mu\text{m}$ beregnet som NaCl (25).



Figur 1: Aerosoldannelse ved bristing av luftbobler i havoverflaten.

I atmosfære-fysikk og -kjemi ble Junge's (1963) aerosolklassifisering mye brukt tidligere.

$r < 0.1 \mu\text{m}$: Aitken partikler
$0.1 \leq r < 1.0 \mu\text{m}$: mellomstore partikler (large particles)
$r \geq 1 \mu\text{m}$: store partikler (giant particles)

For Aitken partikler er diffusjonseffektene betydelige og partiklene koagulerer (løper sammen) hurtig. For store partikler kan disse fenomenene neglisjeres.

Bobledannelsen skjer hurtigere ved øket vindstyrke (7). For vindhastigheter $< \text{ca } 3 \text{ m s}^{-1}$ dannes ingen bobler.

Mészáros og Vissy (7) har funnet følgende korrelasjonskoeffisienter for vindhastighet og antall oppsamlede partikler over havflaten fordelt på partikkelstørrelse:

$0.03 \leq r < 0.1 \mu\text{m}$: 0.33
$0.1 \leq r < 1.0 \mu\text{m}$: 0.56
$r \geq 1 \mu\text{m}$: 0.70

I dette tilfelle vil det være en reell sammenheng dersom koef-
fisienten er > 0.35 (7). Prøvetakingen foregikk på skipsdekk i
Det Indiske Hav og i sørlige deler av Atlanterhavet.

Med økende radius blir altså korrelasjonen bedre. Dette betyr
at de mindre partikler heller dannes ved at bobler i over-
flaten brister enn ved sjøsprøyt. En har således funnet et
antallsmaksimum ved $r = 0.1 \mu\text{m}$. De to mekanismers (boble-
bristing/sjøsprøyt) transformasjonspunkt synes å ligge mellom
 0.2 og $0.4 \mu\text{m}$. Dette betyr at ute på havet vil sjøsprøyt og
skumdannelse mer og mer bli den overveiende kilde til sjøsalt-
aerosoler fra ca. $r = 0.4 \mu\text{m}$ og oppover.

Det kan forøvrig nevnes at McDonald et al. har vist at det går
an å beregne tørravsetningen av havsalt forutsatt at en
kjenner konsentrasjonen, partikkelstørrelsesmassefordelingen
og anvender teoretisk tørredeponeringshastighet (9). Også
russiske forskere (8) har beregnet tørravsetninger ved bruk av
data på mer empirisk basis.

2.1.1 Hovedsakelig horisontal spredning

Tabell 1 viser resultater fra undersøkelser utført av McDonald
et al. (9). De har brukt "cascade" impaktor og sirkulær poly-
etylenplate til måling av henholdsvis aerosolkonsentrasjonen
med partikkelfordeling på størrelsesklasser og belastning.
Målingen har foregått like i sjøkanten i tårn i 10 og 20 m
høyde. Målingene har alltid foregått ved pålandsvind. Natrium
ble brukt som indikator på havsalt.

Tabell 1: Målte tørrdeposisjoner av salt, saltkonsentrasjoner i luft, og vindhastigheter (9).

Dato	Test- sted *	Salt deposisjon ng/cm ² /time	Middel vind- hastig- het m/s	Atmosfærisk salt- konsentrasjon µg/m ³ STP	(v _d) _{obs} cm/s
Mai 21. 1978	P	8	3.4 ± 1.3	2.7 ± 0.2	0.8
April 24-27. '79	E	350	9.3 ± 1.1	17 ± 2	5.7
April 28-29. '79	E	500	10.6 ± 1.0	17 ± 2	8.2
Mai 4-13. '79	E	370	10.1 ± 1.3	20 ± 2	5.1
Juli 14-Aug 10,7	E	170	6.5 ± 2.4	14 ± 1	3.4

*P = Pigeon Key, Florida; E = Enewetak Atoll.

De fant at når vindstyrken økte fra 3.4 til 10 ms⁻¹ (fra lett til frisk bris) økte konsentrasjonen av salt 7 til 10 ganger mens deponeringshastigheten økte 50 ganger. Omtrent samme økning i belastning har russiske forskere funnet (8). Det er som tidligere nevnt først og fremst de store partikler som øker drastisk med vindstyrken. I dette tilfelle (9) hadde en 30 og 50 gangers konsentrasjonsøkning for partikler med henholdsvis r ~ 10 µm og 20 µm. Akkurat disse partikkelstørrelser har sannsynligvis mindre betydning i sammenheng med drift innover land. Så store partikler vil ha liten rekkevidde.

Liknende målinger har en foretatt fra skip (18). Fig. 2 viser resultatene fra en slik måling. Verdiene er her mye lavere enn i eksemplet nevnt ovenfor. Dette mener en skyldes at en får redusert bidraget fra bølgebrytingen som en normalt har ved kysten i langt større grad.

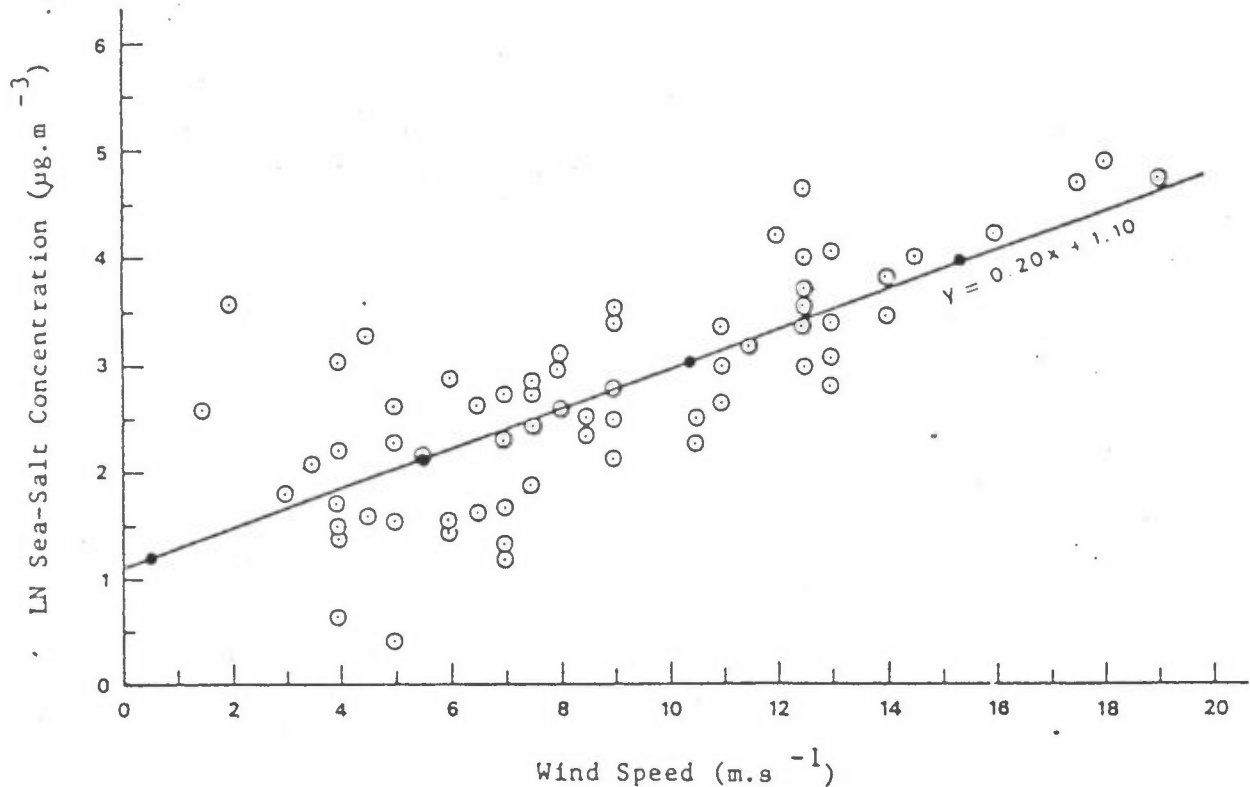


Fig. 2: Totale sjøsalkonsentrasjoner plottet mot vindhastighet. Målingene er foretatt fra skip i 15 m høyde over havoverflaten (18).

Vannløselige salter begynner å ta opp vann fra omgivelsene ved relative fuktigheter på 60-80%, og volumet øker sterkt med økende rel. fuktighet. Se fig 3 og 4 (17). For havsaltaerosoler får vi som en følge av volumendringen også forandring i deposisjonshastighet. Dette forhold mellom aerosolstørrelse, deposisjonshastighet og relativ fuktighet er vist på fig. 5. Her er også tatt med vindhastighet som variabel. Kurvene er fremkommet v.h.a beregnede verdier (10). Det er brukt $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ som eksempel ved RH på henholdsvis 99% og 0%. For dette salt vil imidlertid den stiplede kurve gjelde helt opp til ca. 82%. En får et relativt komplisert bilde av sammenhengene. Men en ser bl.a. at for partikler fra ca 1 til ca 3 μm betyr en økning i rel. fuktighet en kraftig økning i deposisjonshastighet, mens dette ikke er tilfelle for de minste partiklene. På fig. 84.1 kan en se eksempel på eksperimentelt bestemte deposisjonshastigheter over gress som funksjon av partikkelstørrelse (24).

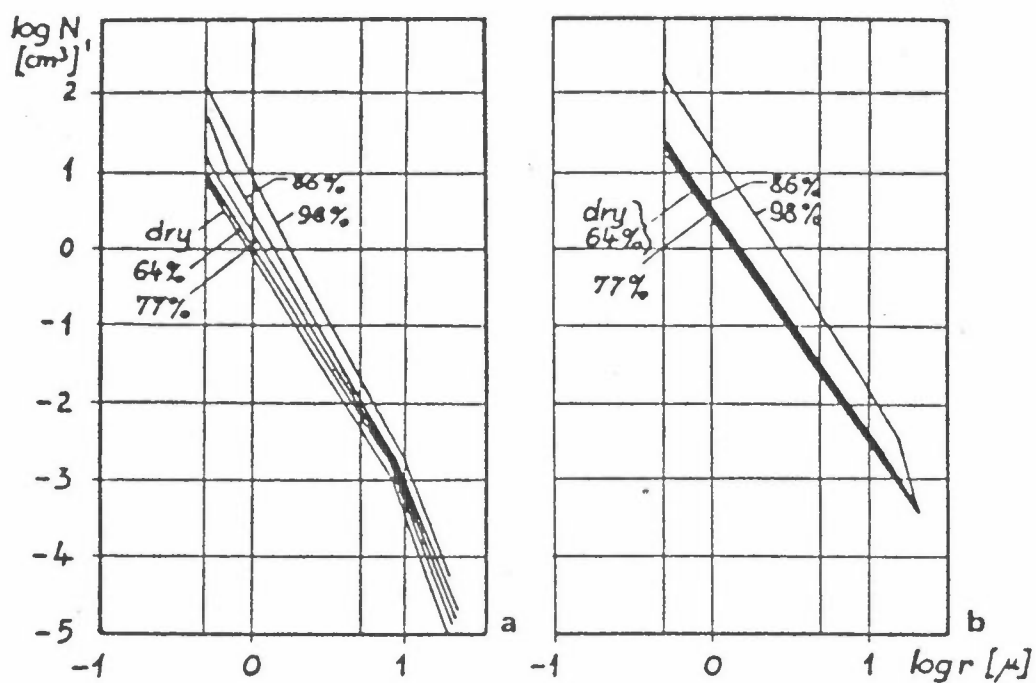


Fig. 3: Størrelsesfordeling av vannløslige aerosoler som funksjon av relativ fuktighet. a) sommer b) vinter. N = konsentrasjon, r = aerosolradius (17).

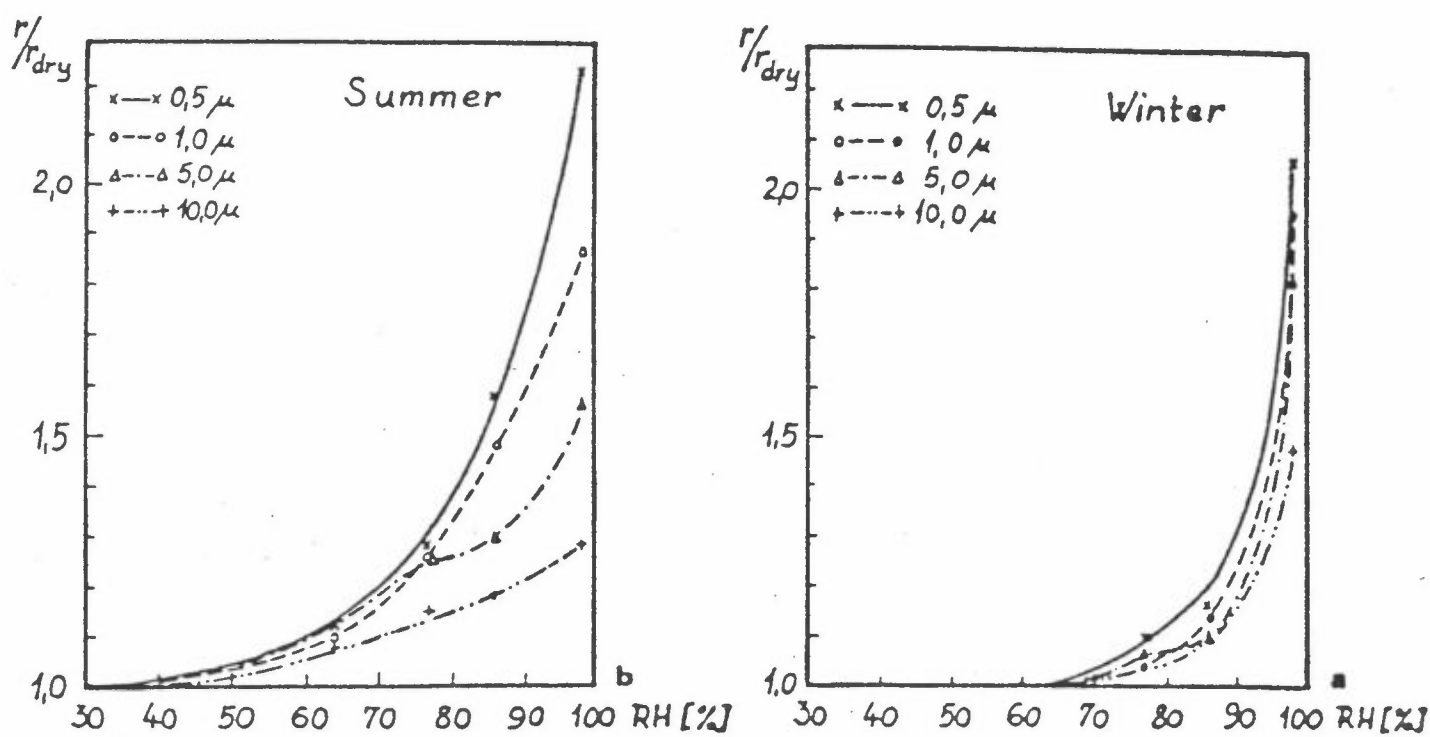


Fig. 4: Relativ partikkelvekst av ulike aerosolstørrelser som funksjon av relativ fuktighet (17).

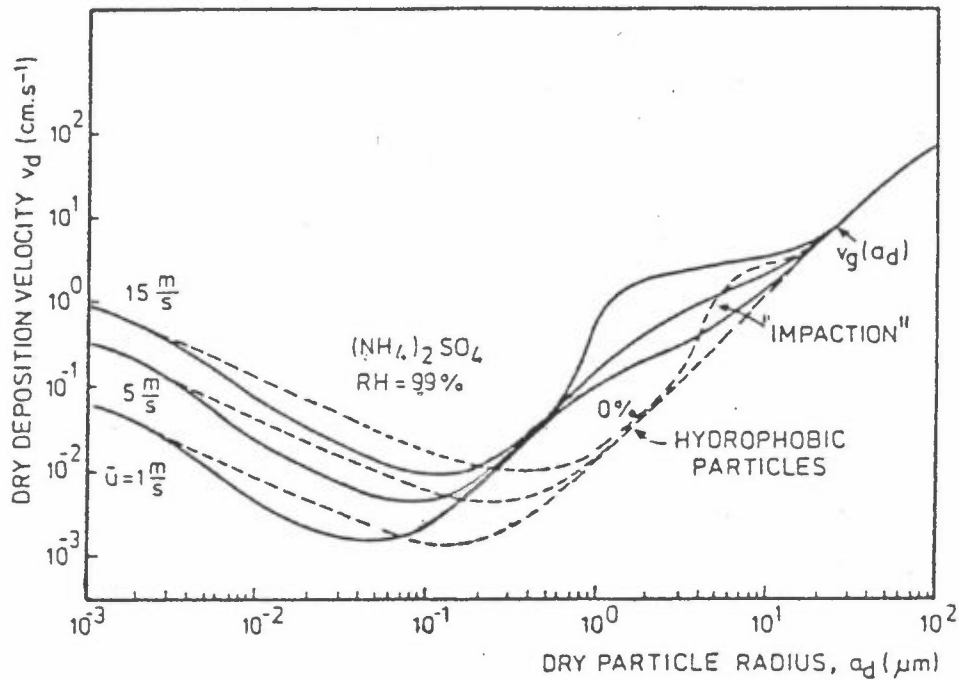


Fig. 5: Beregnet depositions-hastighet av $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -aerosoler over sjø ved ulike vindhastigheter, partikkelstørrelser og relativ fuktighet (10).

2.1.2 Vertikal spredning

Fig. 6 og 7 (11) viser hvordan saltaerosoler kan løftes vertikalt til betydelige høyder over havet ved sterke vinder. En ser også at ved ca 1000 m avtar havsalt konsentrasjonen betydelig og når raskt bakgrunnsnivåer. Under denne høyde er konsentrasjonen nokså jevnt fordelt selv helt ned til bare noen få meter over havoverflaten. Vertikalfordeling med hensyn på partikkelstørrelser kan beregnes (15). I fig. B4.3 vises eksempel på resultatet av en slik beregning. Også målte verdier er tatt med i figuren (6).

Havsalkonsentrasjonen over kontinentene synes å øke med høyden over havet til omkring 100 m for så å bli konstant i større høyder (25). Dette mener en kommer av vegetasjonens "filtreringseffekt" (oppfangning) særlig av såkalte "giant"-partikler (se avsnitt 2.1).

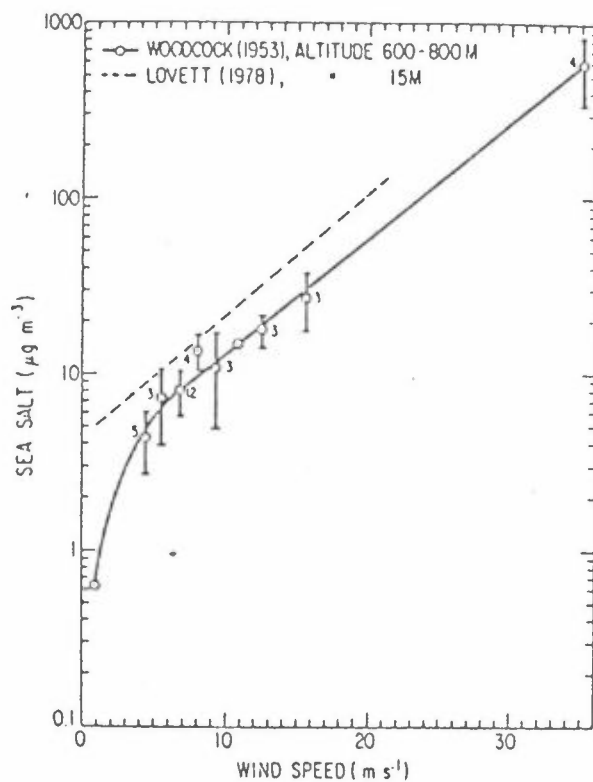


Fig. 6: Havsaltkonsentrasjonen, som funksjon av vindhastighet i to høyder (11).

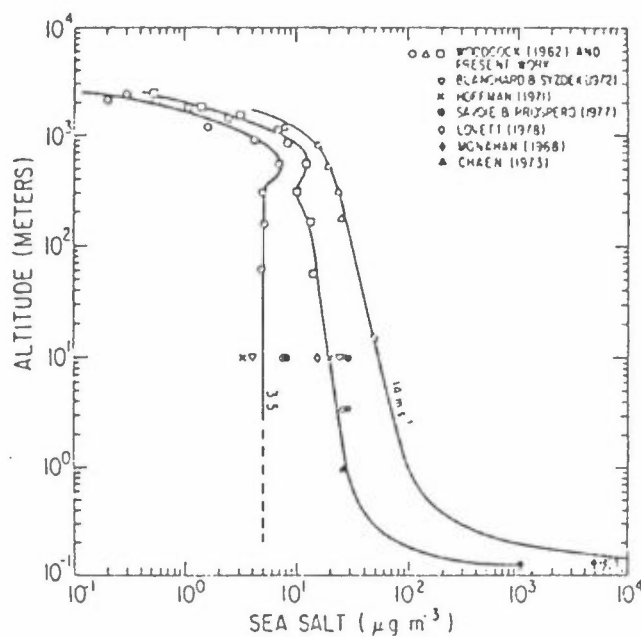


Fig. 7: Havsaltkonsentrasjonen som funksjon av høyde over havet ved 3 ulike vindhastigheter (11).

2.2 Marine aerosolers geokjemi

I tabell B1.1 finner en havets kjemiske sammensetning (12). Målinger har vist at hverken i atmosfæren eller i nedbøren finner en stengt tatt de konstante proporsjoner en har mellom de mest forekommende ioner i havvann. Dette går frem av tabell 2 (13). Der er ulike meninger om forklaringen på dette, og hvilke årsaker som er overveiende (6). Blandt annet hevdes det at havsaltenes blanding med terrestriske aerosoler er viktig i denne sammenheng. I bilag 1 blir dette noe nærmere belyst utfra NILU's egne nedbørmålinger over flere år i ulike avstander fra sjøen.

Tabell 2: Ulike ionerelasjoner i havvann, nedbør og aerosoler (2).

	Cl/Na	Na/K	Na/Ca	Na/Mg
HAVVANN	1.8	28	26	8
Marine aerosoler samlet over havet (totalt)	1.75 ± 0.2	6 ± 1.5	6 ± 1	6 ± 4
Regn samlet over havflaten	1.75 ± 0.3	10 ± 4	11 ± 5	8 ± 4
Marine aerosoler (1-0.4 μm)	1.75 ± 0.2	3 ± 1.5	2.5 ± 1	9 ± 7
Kontinentalt regn	1.75 ± 0.5	2 ± 1	1.5 ± 1	3 ± 2
Gjennomsnittet av marine aerosoler samlet ved kysten	1.75 ± 0.2	6 ± 2		
Aerosoler samlet over land i bakkenivå	1.3 ± 0.3	2 ± 0.5		

I tabell 3 er ført opp forholdstall mellom de mest fremtredende ioner og Cl for havvann, regnvann (over hav) samt aerosoler (over hav). En ser at en får kraftig anriking av Ca og K i regnvann og aerosoler relativt til havvannets klorinnhold.

Tabell 3: Forholdstall mellom ioner i havvann, regn og aerosoler relativt til Cl (Cl = 1).

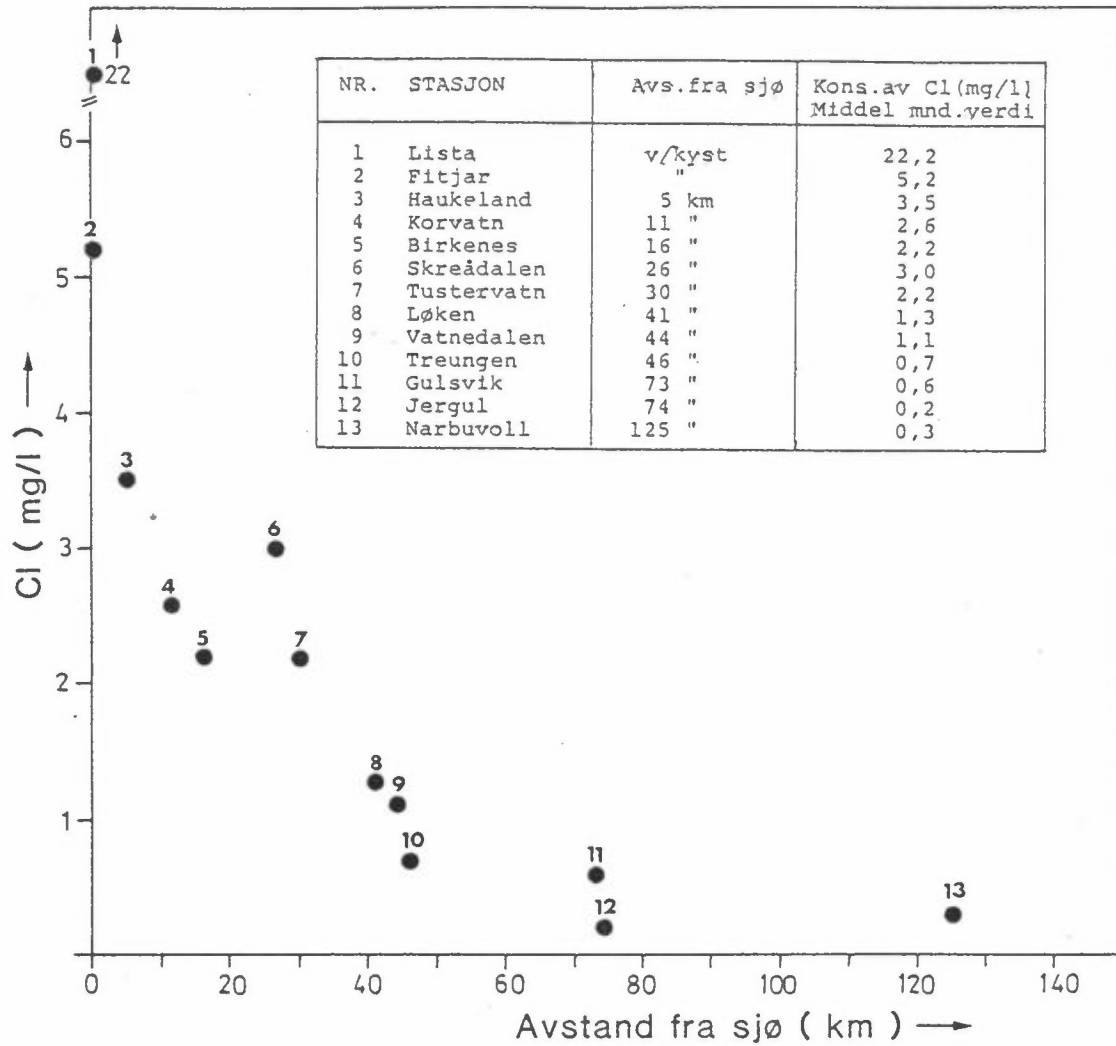
	Cl	Na	Mg	S	Ca	K
Havvann	1	0.56	0.07	0.05	0.02	0.02
Regn (over hav)	1	0.57	0.07		0.05	0.06
Aerosoler (over hav)	1	0.57	0.10		0.10	0.10

Dette gjelder også andre elementer (14). Selv om en ikke helt ut kan forklare mekanismen som fører til dette har en grunner for å anta at det kan skyldes organisk materiale som fanges opp av luftboblene på veg til overflaten. Overflatehinnen selv inneholder også mye organisk materiale. Havvann som er oppkonsentrert på organisk materiale frigjøres idet boblen brister. En har funnet at dess mindre partiklene er dess høyere er forholdstallet mellom organisk karbon og salt (4).

Store partikler dannes ute på havet ved bølgeskumavblåsning ved sterk vind. Skumdannelse (hvittopping) starter ved ca 3 ms^{-1} og ved ca 8 ms^{-1} er ca 1% av havflaten dekket av skumtopper (11). Ved kysten vil bølgenes møte med land også generere store partikler. De største partiklene vil imidlertid ha kort rekkevidde. Regn opptar havsalter effektivt og hindrer dem i å komme særlig langt innover land, selv ved relativt sterk vind. Er derimot sterk vind kombinert med oppholdsvær (uttørkingsperioder), kan store partikler drive flere km innover land. Disse partiklene avslører seg både i regnvann og i tørrdeposisjon ved sitt høye Na- og Cl- innhold. En kan således ved å bruke f.eks. Cl-konsentrasjonen følge sjøsaltdriften innover land. I bilag 1 har en drøftet dette mer inngående.

Figur 8 viser Cl-konsentrasjonen i nedbør over en tre-års periode for en del NILU-stasjoner spredt over hele landet, som funksjon av avstand fra havvann. Med tanke på hvor vanskelig det er å definere en slik avstand til dette formål er sammenhengen god.

Tabell 4 viser tørrdeponeringsmålinger og er tatt fra arbeidene til Chesselet et al. (13). Målingen er foretatt på havet ved relativt lave vindstyrker (opp til laber bris). En merker seg at de større partiklene (klasse A og B) gir størst vektmessig utslag selv om konsentrasjonene er relativt lave.



Figur 8: Figuren viser Cl-konsentrasjoner (middelmånedsverdier i tidsperioden 1980-82) i nedbør som funksjon av målestedets korteste avstand til sjøvann (NILU's data).

Tabell 4: Resultater fra tørrdeponeringsmålinger utført av Chesselet et al. (13).

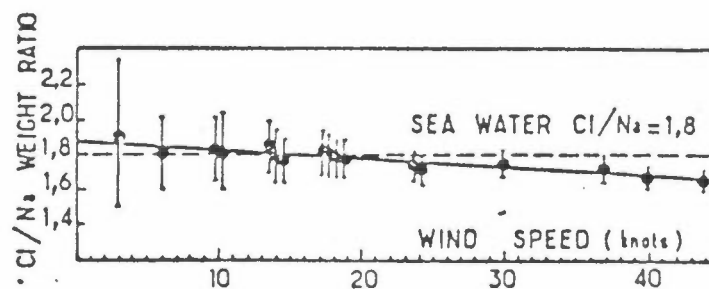
Størrelsesklasser	A	B	C	A+B+C	
Størrelsesintervaller (Ø i µm)	> 16	16-1	1-0.4		
% av total vekt	34	61	5	100	
Beregnet antall partikler pr m ³ luft	100	90.000	600.000	690.100	
Teoretisk oppholdstid (dager) (etter Junge)	< 1	1-200	> 220		
Vektforhold	Na/K	4.5±0.5	8±2.5	3±1.5	6±1.5
	Na/Ca	7±1	6±1.5	2.5±1	6±1
Merknader	Prøvetaking i 12 m over havet. Prøvetakingstid: 13 dager, Gjennomsn.vindhast: 5-15 knop.				

Målinger (13) har vist at havaerosoler < 1 µm og som en antar hovedsakelig stammer fra bobbelbristingen ute i havet kan holde seg i luften i noen få uker. (Junge's teoretiske beregninger ga flere måneder, se tabell 4). Siden blandingshastigheten i atmosfæren i troposfærisk skala er ca 1 mnd. kan en vente å finne disse partikler i hele atmosfæren. Ved havet vil Na/K som skyldes disse partiklene være 4-8 og inne på kontinentene fra 1 til 3 (tabell 2). Av tabell 4 ser en at Na/K for den størrelsesklasse som mengdemessig betyr mest ligger på 8 ± 2.5. I havvannet er forholdet ca 28. En kan således regne med at Na/K > 10 ute ved kysten og over havoverflaten vil indikere påvirkning av sjøsaltpartikler som mer skyldes direkte sjøsprøyt enn skumavblåsing og boblebristing. Innenfor kyststripen, kanskje allerede 5 km fra sjøen (på Jæren), vil K-tilførselen i vesentlig grad komme annensteds fra enn direkte fra havet, og en vil forbausende raskt nå innlandsnivå. Dette vil en komme tilbake til under punkt 4.4.

Vertikalprofilundersøkelser viser at langt borte fra havet vil Na og K konsentrasjonene være av samme størrelsesorden, fra 1 til 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ luft. Fra 500 til 1000 m.o.h. er Na og K konsentrasjonen praktisk talt konstant (13). Over 1000 m vil den falle.

Regnvannet får i hovedsak sitt kationinnhold fra hav-aerosolene. Na/K vil således ikke avvike mye fra det en har i aerosolene, men spredningen er større i regnvann.

Til slutt skal det nevnes litt om Cl/Na i sjøsaltaerosoler når vindhastigheten når 20 knop. Da faller nemlig forholdstallet under 1.8 som er forholdet i havsalt.



Figur 9: Forholdet Cl/Na i havaerosoler som funksjon av vindstyrke (2).

Noen forskere (13) hevder at under sterkt turbulente forhold dannes gassformig Cl (sannsynligvis som HCl) på bekostning av partikulært Cl. På grunn av høyere depositions-hastighet for partikulært klor vil

$$\frac{\text{klor (gass)}}{\text{klor (partikulært)}}$$

stige når luftbevegelsene blir rolige etter sterkt turbulente forhold, og kan bli for eksempel 1. Normalt er forholdstallet mye lavere. Under en 20 dagers prøvetakingsperiode i Nord-Atlanterhavet fant en at klorgass-innholdet varierte mellom 2 og 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ luft, mens den partikulære klormengde varierte mellom 2 og 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Fenomenet kan i noen grad forklare utseende av kurven i figur 9, men helt klarlagt er fremdeles

ikke dette. Nyere undersøkelser (30) kan tyde på at H_2SO_4 og HNO_3 kan gi opphav til HCl-dannelse ved reaksjoner med havsalt. Det finnes imidlertid også (eldre) arbeider som ikke støtter dette (29).

Når det gjelder Cl/Na-forholdet i regnvann synes dette å være nokså konstant.

3 EKSPERIMENTELL DEL

3.1 Krav til aerosolfellen

Beskrivelse og betjeningsprosedyre for aerosolfellen (=AF) foreligger i bilag 2.

Hovedkravene til AF kan oppsummeres slik:

1. Den skal i hovedsak gi uttrykk for aerosolbelastning over tid. Dette forutsetter
 - a) Høy retensjonsevne, dvs. evne til å holde tilbake aerosoler.
 - b) Tilnærmet konstant og stabil retensjonsevne, dvs. at denne ikke endres over tid eller pga meteorologiske forhold.
 - c) Minimal seleksjonsevne, dvs. ha tilnærmet samme respons på alle typer aerosoler. Substatet skal med andre ord ikke simulere noen bestemt type overflate.
2. Den må vise god reproduserbarhet som vil være bestemmende for hvor små belastningsdifferanser en kan måle med tilfredsstillende pålitelighet.

3. AF må være så kraftig bygget at den kan tåle vind av orkan styrke. Er disse vindstyrker kombinert med nedbør gjelder det mer å redde utstyret enn å få god prøvetaking. Prøvetaking under slike ekstreme forhold vil ha begrenset nytte pga uunngåelige tilførsel av nedbør på substratet og stor risiko for tap av deponerte aerosoler.
4. Enkel å betjene, også under vanskelige værforhold.

3.2 Viktigste erfaringer fra tidligere forsøk

Nedenforstående punkter representerer sammendrag fra tidligere rapporter (2.3).

- a) En observert tidlig at våte papirfiltere hadde en langt større retensjonsevne enn tørre filtere. Derfor bruker en idag fukting av substratet med 5% glyserolløsning.
- b) En fant videre at fuktet filterpapir var bedre egnet i AF ved langtidsseksponering enn både metaller (Fe, Zn og Al) og plast. Med langtidsseksponering menes i dette tilfelle eksponering over flere døgn.

Type substrat er meget viktig og må nøye vurderes alt etter hvilke informasjonen en ønsker. (I figur B2.2 er det foretatt en sammenlikning av filterpapir og gress når det gjelder depositions-hastighet som funksjon av partikkelstørrelse.)

- c) Avstanden mellom substrat og "tak" synes ikke å påvirke innfangningsevnen vesentlig. En har derfor valgt å plassere substratet meget nær "taket" for å oppnå god skjerming mot vindtransportert nedbør. Av samme grunn bør en bruke bare en "etasje" i fellen.

3.3 Korrosjonsprøver

Som korrosjonsprøver er brukt tråd på bolt (1). I dette tilfelle ble ren-Al-tråd viklet på henholdsvis plast-, jern- og kobberbolt. For plastboltens vedkommende var viklingen løs, d.v.s. ikke-kontakt mellom tråden og bolten unntatt i feste-punktene. Med to parallellprøver ble disse 6 boltene plassert i hull i en treplate som igjen ble montert på stativ i felten i 45° vinkel med horisontalplanet og i ca 1 m høyde over bakken. Korrosjonen fremkommer som vekttap etter beising og veiing av Al-trådene.

3.4 Stasjonsplasseringer

Kartutsnitt med markering av målestedenes plassering er vist i bilag 3. En geografisk beskrivelse av stasjonene finner en forøvrig i EFI-rapport nr 2578 (1). Områdene ligger på Jæren mellom Klepp og havet i retning vest. (50 m, 100 m, 500 m, 1000 m og 5000 m fra kysten). Disse stasjonene har foruten korrosjonstester også våt- og tørravsetningsmålinger. Slike avsetningsmålinger har en også 10000 m fra sjøen og dessuten på 3 stasjoner som er skjermet av trær (250, 600 og 1000 m fra sjøen). Fra Fræna får en våt- og tørravsetningsdata fra 3 stasjoner, henholdsvis 100, 500 og 5000 m fra kysten.

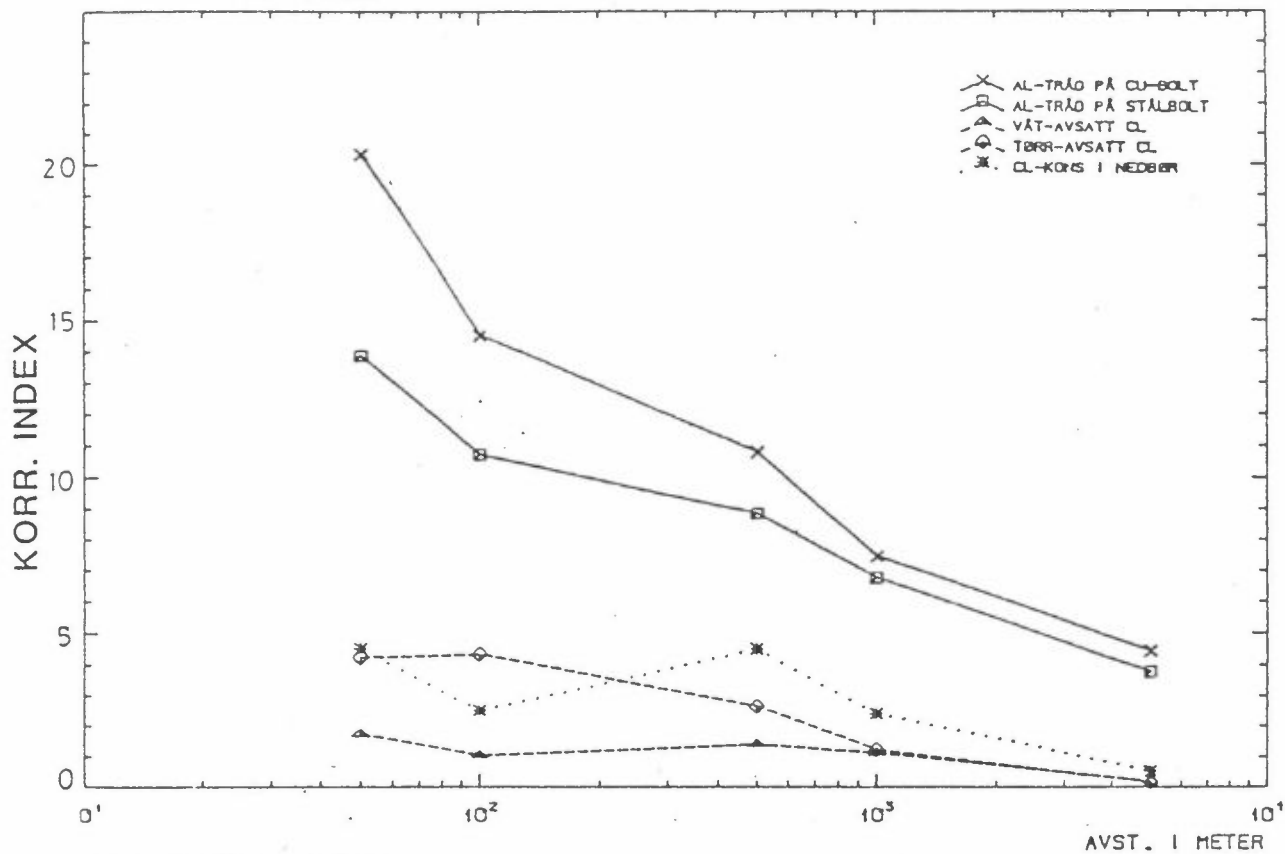
Siden våtavsetninger fra en betydelig del av NILU's stasjonsnett er vurdert, er også disse stasjonenes plassering vist i bilag 3.

4 RESULTATER OG DISKUSJON

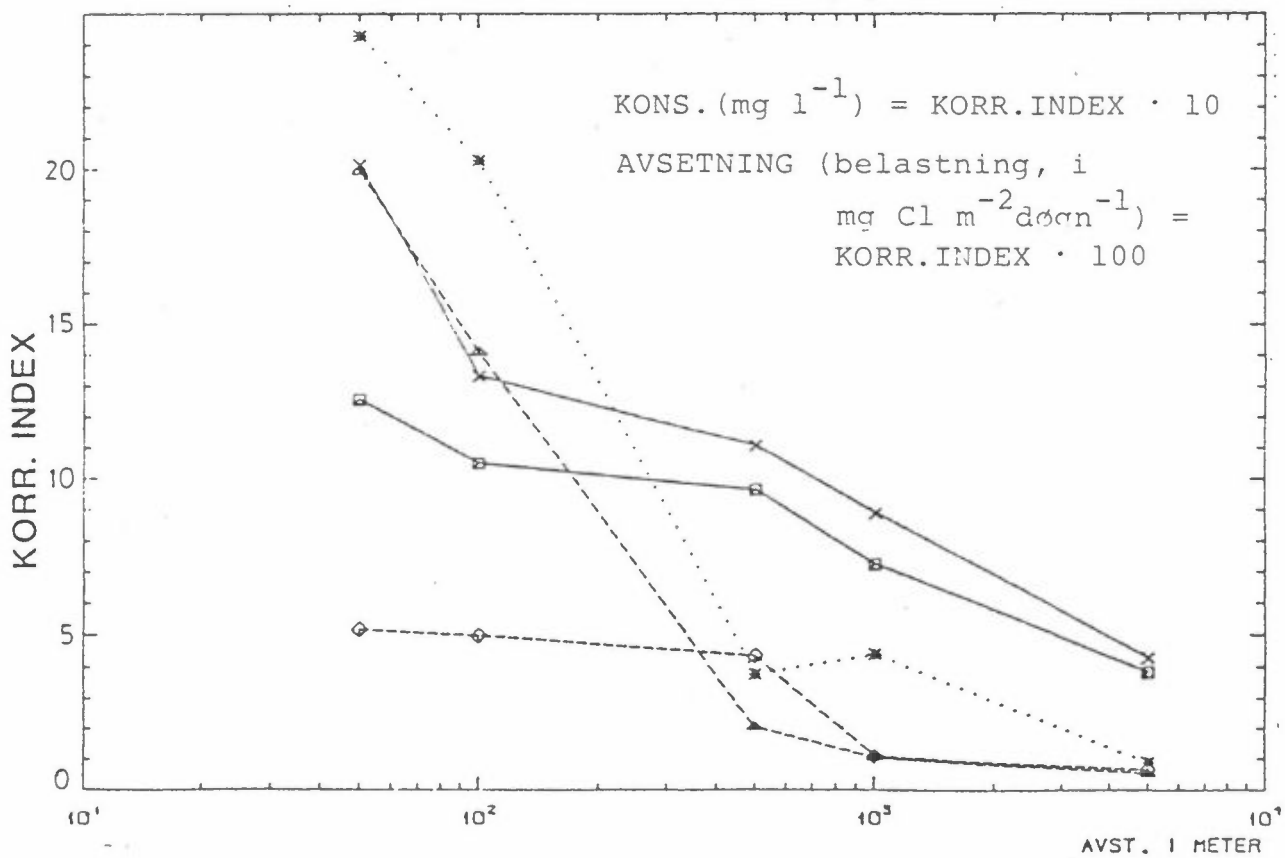
4.1 Sammenheng korrosjon, avstand fra sjø og kloridavsetning

Fig 10 viser "tråd på bolt" resultatene og kloriddeponeringer som funksjon av avstand fra sjø på Jæren. I figur B4.1 ser en Cl^- -avsetningsmengdene fra måned til måned samt korrosjonsmålingene (vekttap av tråd på bolt).

3.KVARTAL 1983



4.KVARTAL 1983



Figur 10: Figuren viser korrosjon som prosent vekttap (korr. index) av Al-tråder samt kloridavsetning som funksjon av avstand fra sjø.

En har her funnet det naturlig å behandle splash-sonen og sonen innenfor hver for seg. Splash- eller skvett-sonen vil vi her definere som den del av kysten som mottar aerosoler og/eller dråper direkte fra sjøen. Det dreier seg om relativt store partikler av sjøvann med normalt meget kort rekkevidde. Den indre grense vil være meget diffus og sonens bredde variabel avhengig hovedsakelig av vind- og topografiske forhold. Sonens bredde kan nok svinge fra noen få meter til mellom 50 og kanskje 100 m under ekstreme forhold. Vårt målested i 50 m avstand på sjøen vil ofte være i splash-sonen. Dette kan en se av de ofte ekstremt høye kloridverdiene i nedbøren, (se forøvrig pkt. 4.2.1).

4.1.1 Splash-sonen

Splash-sonen har størst korrosjon og saltdeponering totalt sett, men en ser ingen direkte sammenheng mellom korrosjon og AF-målingene. Dette ser en i fig. 10 hvor korrosjonen er omtrent den samme for de to kvartalene mens klorideponeringen, særlig den våte er adskillig større i kvartal 4. Den høye våtavsatte kloridmengde gir ikke utslag i "øket" korrosjon. Det er mulig at det i denne sonen, under de klimatiske forhold en har på Jæren, nesten alltid vil være så mye fuktige salter tilstede at en relativ stor korrosjonshastighet opprettholdes uavhengig av mer eller mindre regn- og salttilførsel. En kan imidlertid ikke se bort fra at en ville kunne få et noe annet resultat ved bruk av vekttafsplater i stedet for tråd-på-bolt, på grunn av at platene lettere lar seg utvaske for salt. En må gjøre oppmerksom på at en ikke kan trekke den konklusjon av ovenstående, at en ikke har korrelasjon mellom korrosjon og aerosolbelastning. AF er for dårlig egnet i denne sonen til å måle tørrdeponering på grunn av taket over substratet (se forøvrig punkt 4.4.1).

I tabell B4.1 kan en se at både nedbørsmengde og antall dager med regn er mindre i kvartal 3. Temperaturen er også betydelig høyere i 3. kvartal hvilket bidrar til raskere tørking. Korrosjonshastigheten har som ventet vært høyere for Al/Cu- enn Al/stål-bolten. Det dreier seg om ca 40%.

4.1.2 Fra splash-sonen og innover land

Fra og med ca 100 m fra sjø og innover land på Jæren har korrosjonen målt med tråd-på-boltmetoden vist bedre korrelasjon med kloravsetningene i AF enn i nedbørsamler.

En ser således av fig. 10 at den relativt høye våtavsetningen av klorid i 4. kvartal i 100 m avstand fra sjø ikke gir noe synlig tillegg i korrosjonen. Den "tørre" avsetningen har vært nokså lik i begge kvartaler, og det har også korrosjonen vært. Det hadde imidlertid vært ønskelig om vi kunne ha vist at avvik i tørravsetning også gir tilsvarende avvik i korrosjon. Værforholdene i løpet av undersøkelsesperioden ga ikke slike muligheter.

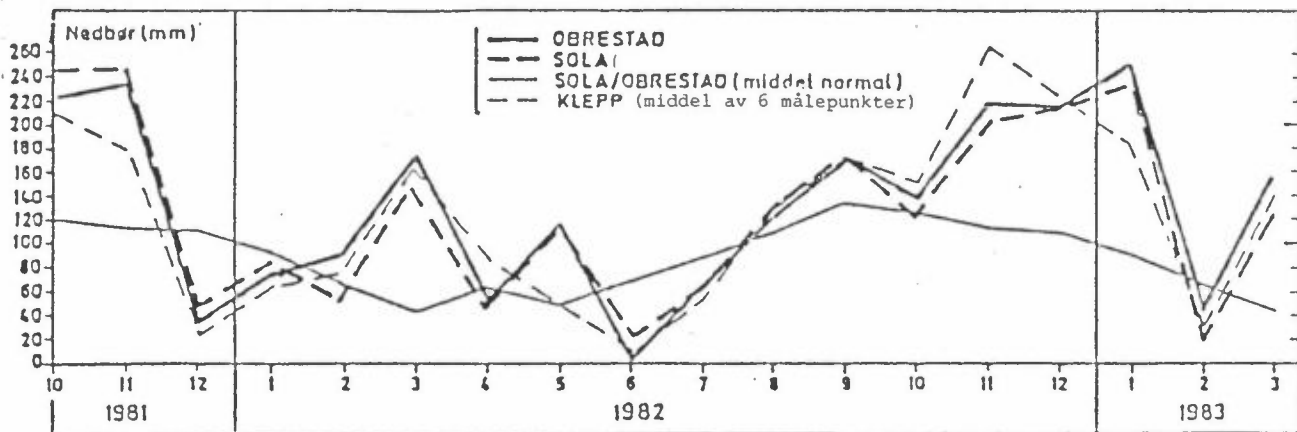
Når en fjerner seg fra splash-sonen avtar forskjellen i korrosjonen på Al/Cu- og Al/stål-bolten raskt til det halve og etter 500 m så er forskjellen liten i begge kvartalene.

4.2 Nedbør og vindforhold

For å kunne sammenholde kloridmengdene i nedbøren med de mengdene en har funnet i AF er det nødvendig å vite noe om nedbørmengder og vindforhold under testperioden.

4.2.1 Nedbør

Nedbørmengden på Jæren har i undersøkelsesperioden (18 mndr.) vært ca 116% av normalen.



Figur 11: Nedbørmengde i undersøkelsesperioden på Klepp, Sola og Obrestad.

Figur 11 viser nedbørmengden på Sola, Obrestad og Klepp-området. En ser også middelnormalen for Sola/Obrestad. Korrelasjonen mellom alle disse stasjoner er god. Testperioden har som nevnt vært noe mer nedbørrik enn vanlig. Spesielt nedbørrike har følgende måneder vært: oktober og november 1981, mars, november og desember 1982 samt januar og mars 1983. Spesielt nedbørfattige var bare desember 1981 og juli 1982.

I Kleppområdet fant en ikke klar nedbør økning innover land før etter ca 5 km.

Forholdet mellom nedbørmengde og avstand fra sjø kan en se på fig 12. I perioden 10.81 - 3.83 er forskjellen mellom nedbøren ved kysten og på målestedet i avstand 5 km innover land liten. I tabell B4.2 ser en i kolonnen til høyre plassifertall som viser at det hyppigere er mer nedbør 5 km fra sjø enn ute ved kysten. Av samme tabell kan en se noe liknende for Fræna-området. Dette ser en kanskje klarere i figur 12b hvor hyppigheten av mest nedbør 50m og 5 km fra sjø er angitt i stolper over hele den tidsperiode NILU har hatt målinger. I over 70% av tilfellene har det vært mer nedbør på 5 km enn 50m. For Klepp-området er nedbørmengden 10 km fra kysten 25-30% høyere enn i avstanden 100m fra kysten. Da har en tatt i betraktning tidsperioden fra en startet målingene (juli 1979) til mars 1983.

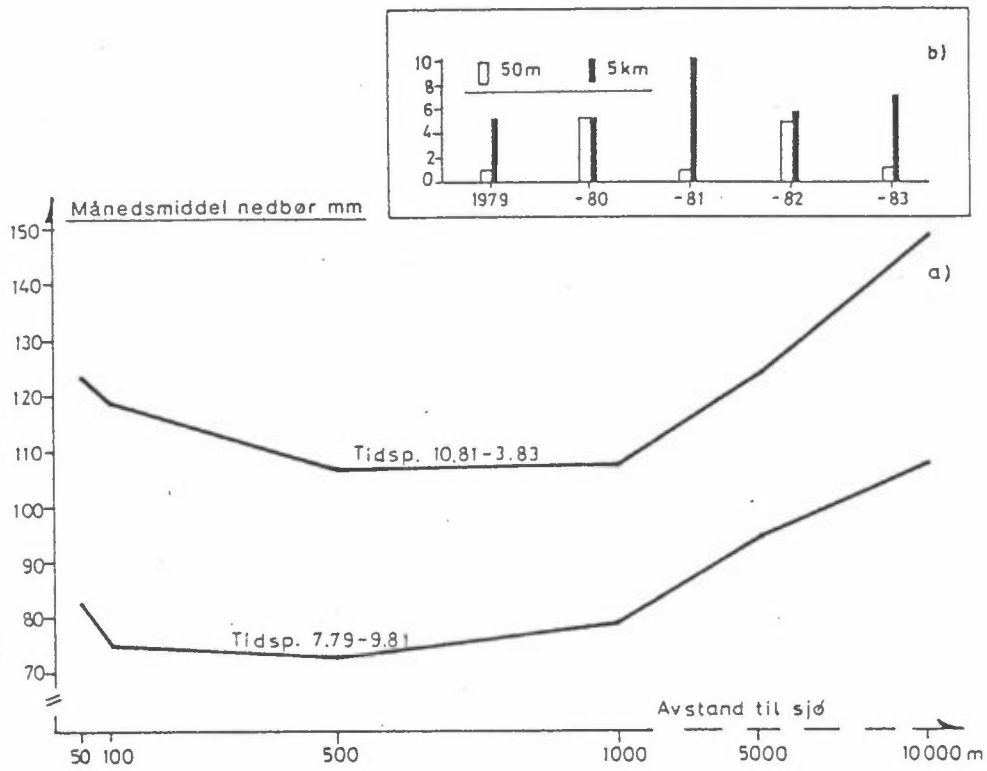


Fig. 12a: Nedbør sett i forhold til avstand fra sjø i Kleppområdet i tidsperioden 7.79 - 3.83.

Fig. 12b: Antall måneder stasjonene 50m og 5 km innbyrdes har hatt mest nedbør for alle de år NILU har hatt målinger.

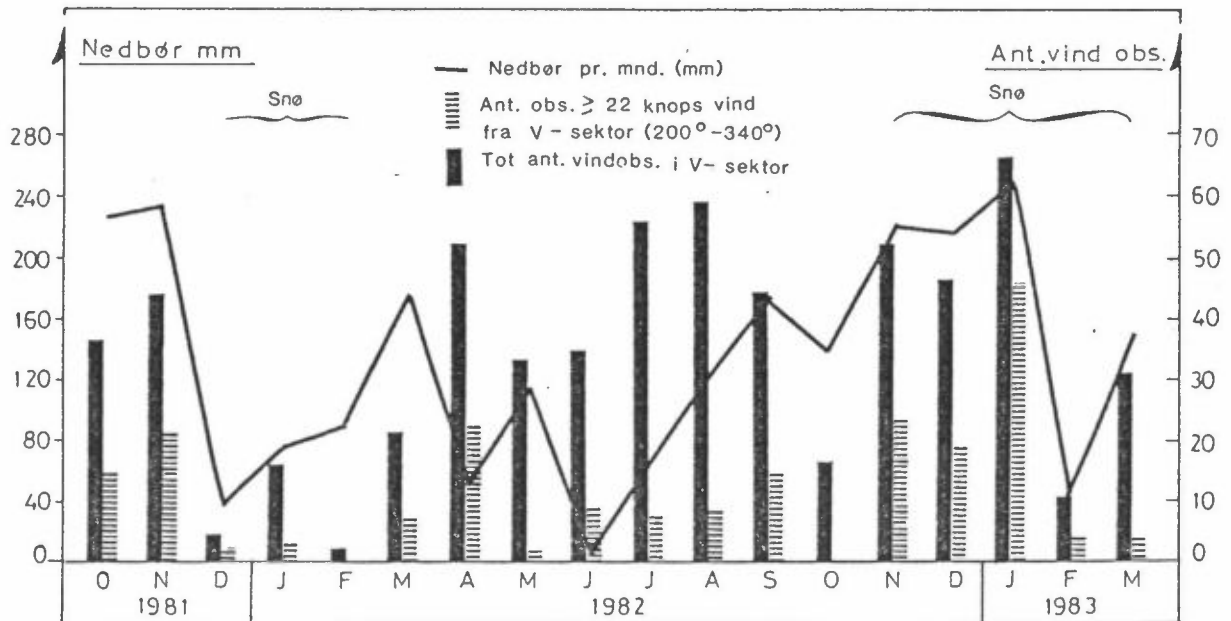


Fig. 13: Vindhyppighet og nedbørmengde fra Obrestad i tiden oktober 1981 - mars 1983.

Det er ikke grunnlag for å gi disse konklusjoner generell gyldighet. De gjelder for de områdene hvor undersøkelsen er foretatt, og en må være forsiktig med å anvende dem ukritisk andre steder. Dette skyldes at nedbørtransporten innover land vil være avhengig av andre parametre enn avstand. F.eks. kommer topografi, vegetasjon, dominerende vindretninger og ikke minst en representativ lokalisering av måleutstyret sterkt inn i bildet.

Når det gjelder målestedet 50 m fra sjø, så viser det ofte høyere nedbørmengder enn de 2 innenfor liggende målesteder. En kunne her lett villedes til å tro at dette skyldes direkte sjøsprøyt. Noe kan nok havne i nedbørsamleren under ekstreme forhold. Men selv om Cl-konsentrasjonen i nedbørsamleren ofte er adskillig høyere enn på de andre steder vil den på langt nær være tilstrekkelig til å forklare den høyere målte nedbørmengde. Ut fra våre målinger kan vi ikke si hva som er hovedårsaken til de ofte relativt store avvik i nedbørmengde en har i strandsonen. Det er imidlertid nærliggende å trekke frem de turbulente vindforhold en har her som en viktig faktor.

Stasjoner som er skjermet av vegetasjon vil stort sett vise noe mindre nedbørmengder enn uskjermede sådanne. Dette er tydeligere dersom en har hatt langvarig sterk vind fra V-sektor. Med sterk vind mener en her vind fra og med liten kuling, og med langvarig menes fra og med ca 8% av tiden.

4.2.2 Vindforhold

Kombinasjonen langvarig sterk vind fra V-sektor og store nedbørmengder gir ofte større nedbørmengder helt ute ved kysten enn på de indre målestedene (5 og 10 km) (se fig. 13 og dessuten i tabell B4.2).

Det har i den undersøkte perioden blåst mer og med større vindstyrke på Jæren enn på Fræna. I perioden jan 1982 t.o.m. mars 1983 hadde således Jæren 167 observasjoner med vindstyrker over 22 knop, d.v.s. over ca 11 m/s (liten kuling),

mens Fræna i samme tidsrom hadde 78 slike observasjoner. Tallene refererer seg til 4 observasjoner pr. dag og en har tatt med vinden fra vestlig sektor (200^0 - 340^0). Tallmaterialet er fra Meteorologisk Institutts stasjoner på Obrestad og Hustad. Da en siden skal vurdere salt drift innover land har en også tatt med vindobservasjonene fra NV-sektor (225^0 - 45^0) for Hustads vedkommende. Kystlinjen på Hustad har retning SV-NØ, mens en for Klepp området mer har retning N-S. Antall vindobservasjoner vil som en ser av tabell B4.2 falle dersom en velger NV-sektor.

4.3 Kloridmålinger fra nedbørsamler

4.3.1 Våtavsatt klorid - avstand sjø

På Jæren avtar kloridkonsentrasjonen i nedbøren innover land sterkt. Således var månedsmiddelkonsentrasjonen i 5 km avstand fra kyst bare 12.5% av den en fant på 100 m avstand.

På Fræna er klorkonsentrasjonene jevnt over lavere i tilsvarende avstander fra sjø. I fig. 8 ser en at Cl konsentrasjonen faller etter som en beveger seg innover land, (se forøvrig figur B1.2). I Norge synes en å nå normalt innlandsnivå (bakgrunnsnivået) for Cl^- (som her er brukt som indikator på havsalt) ved 40 - 50 km fra nærmeste saltvannskilde. Bakgrunnsnivået ligger da på ca 0,5 mg Cl pr l. I by og industristrøk vil Cl^- mengden være høyere og således være en blanding av marint og antropogent salt. I tabell B4.7 kan en se hvilke variasjoner en kan ha i Norge når det gjelder våtavsetninger av klorid.

4.3.2 Våtavsatt klorid - vind

Sterk vind fra havet gir øket klorkonsentrasjon i nedbøren flere mil innover land.

I Klepp, ca. 5 km fra kysten er konsentrasjonen av Cl^- i nedbør gjerne mer enn 10 ganger høyere enn innlandsnivå. I tabell 5 kan en se at sterk vind over lengre tid bidrar til drift av

saltholdig nedbør langt innover land. De mest ekstreme månedene har en således klart høyere konsentrasjon i nedbøren selv i Vatnedalen som ligger ca 44 km fra nærmeste saltvannskilde og nesten 120 km fra kystlinjen (figur B3.1). I denne forbindelse kan nevnes at S. Tsunogai (19) mener at de store saltmengder som sporadisk transporteres fra havet innover land mer er en konsekvens av separate voldsomme stormepisoder enn kontinuerlige prosesser i overflaten. Ifølge Tsunogai et al. vil kloridmengden i maritim luft og regn øke med en faktor 10 for hver 4. til 7. m/sek økning i vindhastighet.

Tabell 5: Våtavsatt klorid sett sammen med vind (antall observasjoner ≥ 22 knop fra V-sektor) på 3 NILU-stasjoner lokalisert fra vest mot øst

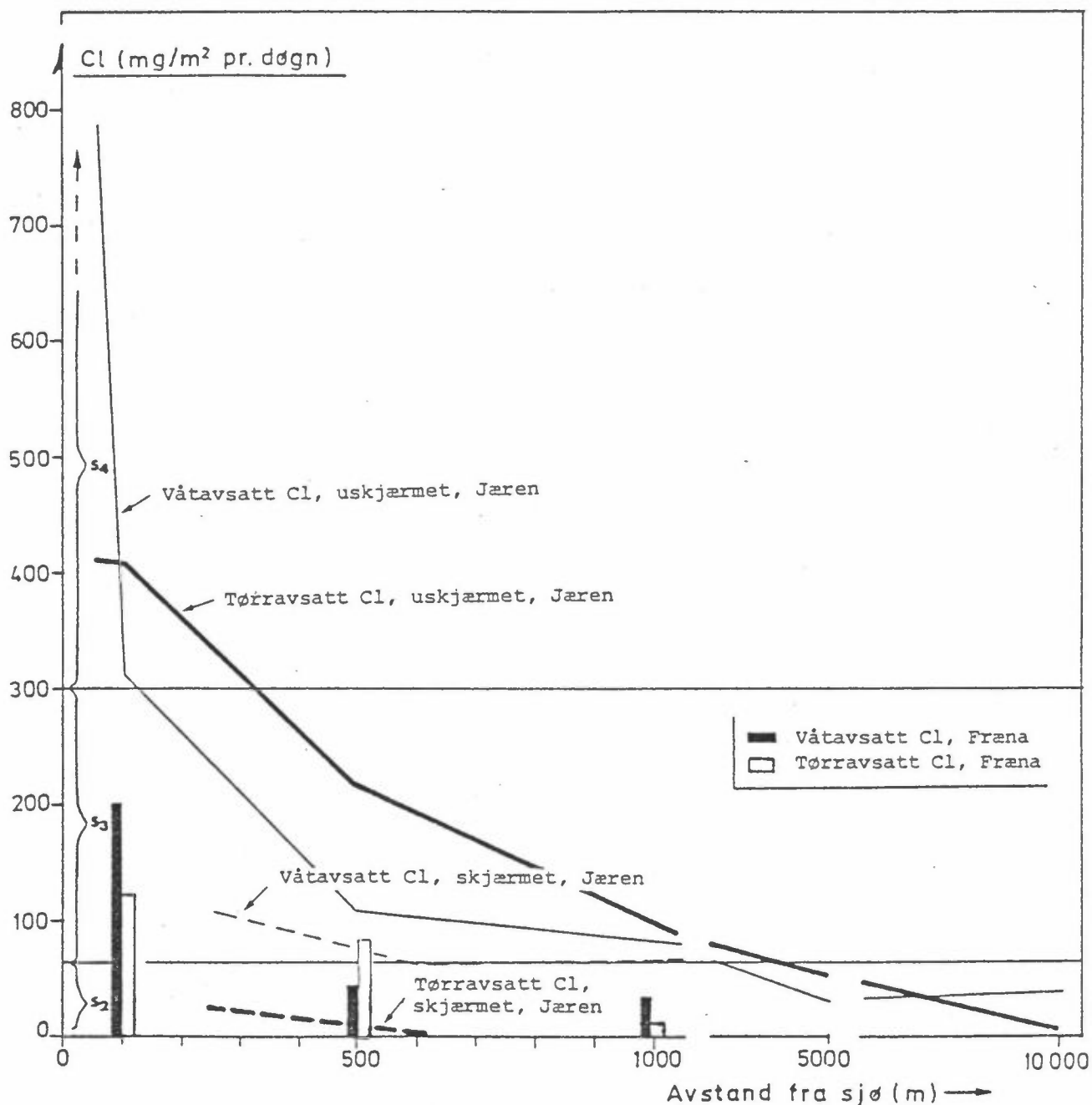
Stasjon	Km fra kysten	A=Belastning i mg Cl/m ² pr døgn. B=kons. i mg pr l. C=Vind, ant. obs. ≥ 22 knop.																		Måned ↙
		10-81	11	12	1-82	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1-83	2	3	
Klepp	5	61	138	7	21	14	45	28	4	3	5	27	28	9	73	78	74	6	94	A
Skreådalen	68	20	65	2	8	9	18	16	25	0.4	1	19	21	6	112	56	118	5	50	
Vatnedalen	119	0.9	4	0.2	0.5	0.7	0.5	2	0.6	0.2	0.2	2	4	2	20	5	19	0.3	2	
Klepp		9	21	8	10	4	8	10	2	6	2	7	6	3	11	10	13	6	17	B
Skreådalen		2	4	1	2	2	2	6	4	0.4	0.8	2	2	1	7	5	6	4	8	
Vatnedalen		0.2	0.8	0.3	0.4	0.6	0.5	3	0.3	0.2	0.2	0.6	0.6	0.7	3	1	2	0.6	0.9	
Vind: Obrestad fyr		-	-	-	3	0	8	22	1	8	7	8	14	0	23	18	45	3	4	C

4.4 Kloridmålinger fra aerosolfelle

En har her samtidig foretatt en sammenlikning mellom tørr- og våtavsetning av klorid, d.v.s klorid målt i henholdsvis AF og nedbørsamler.

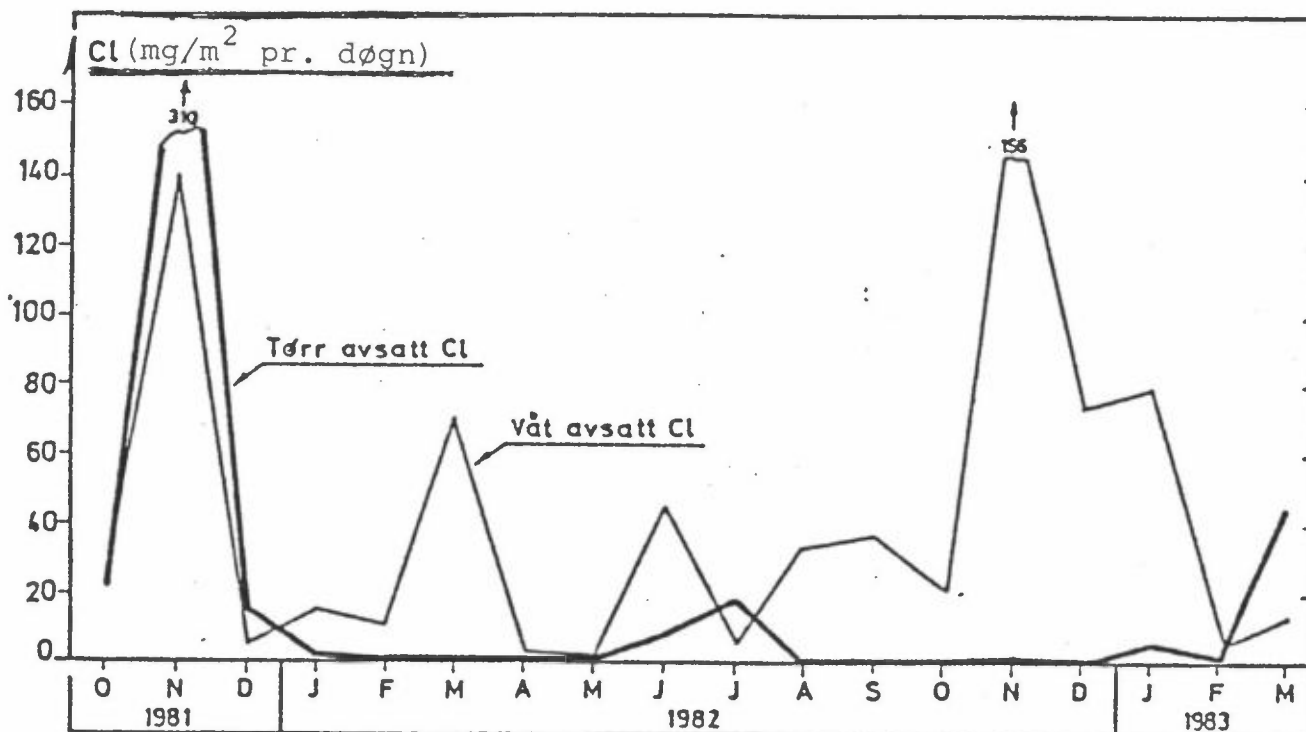
4.4.1 Kloridmengden - avstand til sjø

Innenfor splash-sonen på Jæren er tørravsetningen målt med AF større enn våtavsetningen. Etter vel 5 km blir de av samme størrelsesorden. Dette går frem av figur 14.



Figur 14: Kloridavsetning som funksjon av avstand fra havet på Jæren og Fræna (18 måneders periode). Avsetningene på Fræna er fremstilt som stolper. S_{1-4} representerer forslag til klassifisering av korrosjonsmiljøer ved anvendelse av Wet Candle-metoden (ISO TC 156/WG 4). (Se tabell B4.6.)

Forholdene på stasjon 50 m fra sjøen er spesielle. Avsetningen i nedbørsamleren er her for det meste mye høyere enn i AF. Genereres store havsaltaerosoler med stor fallhastighet vil nedbørsamleren lettere fange inn disse enn AF som har tak. Dette fenomenet synes å være begrenset til strandsonen, idet de partiklene som har stor fallhastighet, har meget kort oppholdstid i luften. Sønens bredde vil variere noe med vindforhold og kystlandskap.



Figur 15: Våt- og tørravsatt klorid fra målestedet 10 km fra sjø.

Det meste av året synes tørrdeponeringsmengden av salt å ligge på innlandsnivå allerede i 10 km avstand fra kysten.

På figur 15 ser en våt- og tørravsetning av Cl 10 km fra kysten. Tørravsetningene er ofte små og det er vanskelig å se noen korrelasjon mellom tørr- og våtdeponering. Dette er hva vi må vente ut fra målinger av R. Chesselet et al. (2). Sammenligner en tørravsetningene deres med våre målinger, ligger verdiene på 10 km på kontinentalt nivå i lange perioder av året.

4.4.2 Kloridmengder - vind og nedbør

Undersøkelser på Jæren og Fræna viser at kombinasjonen sterk og langvarig vind og mye nedbør, gir høve aerosolavsetninger.

Dette går frem av tabellene B4.2 og B4.3. På Jæren har det både vært mer vind og mer nedbør enn på Fræna. Av figur 14 ser en da også at tørr- og våtavsetningen på Jæren er henholdsvis 3 og 2 ganger større enn på Fræna. Stor avsetning i AF ved sterk vind og mye nedbør kan forklares ved at regndråper inneholdende havsalter bringes med luftmassene og deponeres på AF. Alle kjente aerosolinnfangningsmetoder vil, mer eller mindre, fange inn regndråper under visse værforhold. For "vanndråper" som er så små at de lite effektivt fanges i en nedbørssamler er dette ønskelig. Hvis en således måler nedbørssamlerens og aerosolfellens saltinnhold skulle en kunne finne tilnærmet den totale havsaltdeponeringen. Mulighet for overestimering ved en slik summering er til stede da nedbørssamleren også gir et aerosolbidrag. Selv om ikke dette er ordentlig undersøkt i marine strøk viser erfaringene at nedbørssamlerens innfangningseffektivitet overfor svevestøv er dårlig.

Store nedbørmengder vil øke "renseeffektiviteten", d.v.s saltaerosolene vil bli tatt opp av det opprinnelig rene regnvannet på vei mot bakken. Det er derfor ikke uventet at både tørr- og våtavsetningen øker ved sterk vind og mye nedbør. Dette vil også være tilfelle innover land i en viss utstrekning. Det tørravsatte saltet synes imidlertid å nå innlandsnivået først (jfr.pkt. 4.3.2 og 4.4.1).

4.5 Vegetasjonens skjermingseffekt

4.5.1 Våtavsatt klorid/skjerming

Effekt av vegetasjonsskjerming (skog) mot kysten på våtavsatt salt er ikke entydig, men en tendens til reduksjon synes å være tilstede.

Av tabell B4.3 kan en se at både konsentrasjonen og belastningen av salt for det meste ligger lavere enn for uskjermede stasjoner.

De skjærmede stasjoner er plassert bak mer eller mindre tette treansamlinger, slik at en oppnår beskyttelse mot vind fra havet. Det er vanskelig å finne områder med like og tilfredsstillende skjermingsforhold ute i havgapet på Jæren. Sammenlignbarheten blir følgelig noe tvilsom. En fant da heller ingen sammenheng mellom avstand til sjø og konsentrasjon/belastningen i nedbøren for de skjærmede stasjonene.

4.5.2 Tørravsatt klorid/skjærming

Tørravsetning målt med AF faller drastisk bak et vegetasjonsbelte.

Dette går frem av figur 14. Forholdsvis få trær skal til for å oppnå en effektiv skjærming. En ser også av tabell B4.3 at regnvannet samlet under de samme skjærmede forhold ikke har endret konsentrasjonen av klorid vesentlig. Dette indikerer at nedbørssamleren er lite effektiv for disse aerosoler, og at AF faktisk fanger opp disse utenfor skjærmede områder. Under vær-situasjoner med lite vind vil en med AF kunne måle tørrdeponeringer på innlandsnivå på skjærmede stasjoner selv i avstander mindre enn 1 km fra kysten. Dette viser tydelig at f.eks. bartrær har stor evne til å holde tilbake havsaltaerosoler. En del reduksjon i tørrdeponering må en forvente på skjærmede stasjoner p.g.a. dempning av vindhastighet som vil føre til at mindre luft passerer AF. Men dette kan ikke alene forklare den store reduksjonen. En har f.eks. meget lave verdier i januar 1983 hvor vindforholdene var ekstreme.

4.6 Kontamineringsproblemer - nedbørsamler/AF

Undersøkelsene tyder på at AF's saltavsetning er mindre utsatt for utilsiktet kontaminering.

I tabell B3.5 vil en se at Cl/Na er meget ustabil i nedbørssamleren og adskillig mer stabilt på AF. I områder som Jæren med rikt fugleliv og høy jordbruksaktivitet er nedbørssamleren mer utsatt for uvedkommende støv enn AF. Til dels meget store partiker vil lett kunne komme ned i samleren og sterkt forskyve saltrelasjonene sammenlignet med nedbøren.

4.7 Sammenlikning AF/andre metoder

Det finnes flere metoder som gir informasjon om tørrdeponeringer. Til overvåkingsformål vil det være en fordel med enkelt utstyr uten behov for tilført energi. To slike metoder skal kort omtales her og sammenliknes med AF.

4.7.1 Utstyr anvendt av Cawse

P.A. Cawse (26) har drevet kontinuerlige målinger i England på en rekke stasjoner i mange år. Blant annet måles tørrdeponerte salter.

Prøvetakingsutstyret er i prinsippet nesten det samme som vårt. Hovedforskjellene er at Cawse bruker et ikke-fuktet Whatman-filter nr. 541 som substrat, og at avstanden til taket (nedbørbeskyttelsen) er 12 cm. (Avstanden i AF er 1 cm.) Tabell 6 gir en sammenlikning mellom AF og Cawse's utstyr.

Tabell 6: Deponeringstall for Cl⁻ fra England sammenliknet med noen av våre tall.

Sted	Høyde over havet (m)	Avstand fra sjø (km)	Karakterisering	mm regn		Cl-konsentrasjon i regn (mg/l)		Avsetning mg Cl/m ² pr døgn					
				1972	1973	1972	1973	Våt + tørr		Tørr		Våt	
								1972	1973	1972	1973	1972	1973
Chilton	130	90	Jordbruk	626	574	9.2	3.9	15.8	6.0	2.9	2.0	12.9	4.0
Leiston	15	2	Jordbruk (litt skog)	404	478	5.0	2.7	5.5	3.6	0.7	0.35	4.8	3.2
Lerwick	76	0.5	Maritimt (gressland)	1065	1437	200.0	117.0	573.8	164.5	13.7	5.5	560.1	159.0
Plynlimon	503	25	Isolert høyland (gressland) Sauehold	2151	2754	4.8	2.9	28.7	21.9	1.9	2.6	26.8	19.3
<u>Kleppø 1982/83</u>													
K- 500	-15	0.5	Jordbruk	1284		42.0						215.0	109.0
K-5000	-15	5	Jordbruk. Fettgrend	1488		9.0						51.0	34.0
K- 10 km	-26	10	Innsjø Jordbruk	1800		12.0						7.0	38.0
<u>Oslo 1982/83</u>													
	-20	-0.5		670								-0.75	-5

4.7.2 AF/Wet Candle

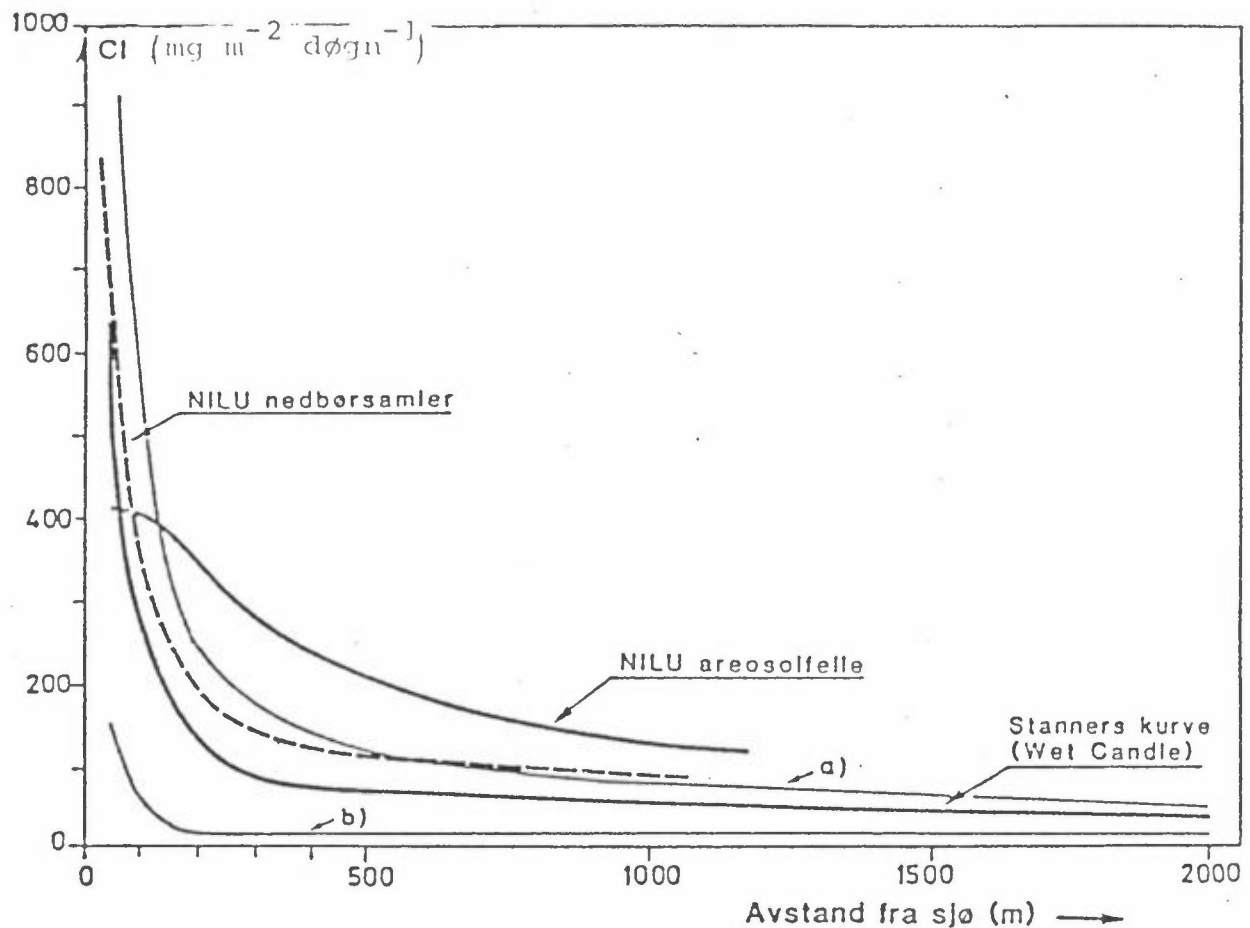
Wet Candle (20, 21) er en alternativt metode for måling av tørravsetning. Wet Candle-metoden gir betydelig større gradient nærmest kysten, dvs. saltkonsentrasjonen faller raskere med avstanden fra sjø de første hundre metre enn målinger med AF.

Dette vil bli belyst nærmere i det følgende. Apparatene har ulike substratmaterialer og avstanden til det nedbørbeskyttende tak er også forskjellig. Den er for Wet Candle 45 cm til nedre kant.

Figur 16 viser en skjematisk fremstilling av Stanner's måledata med WC og NILUs målinger. Figuren viser at kloridmengden i NILU's nedbørsamler har omtrent samme relasjon til avstand fra havet som Wet Candle. AF fanger ikke inn sjøsprøytaerosoler, det vil her si store partikler, i samme grad. Derfor vil den i kystsonen ha mye slakere gradient enn WC.

En har tidligere nevnt at nedbør kan transportere betydelige havsaltmengder under ekstreme vindforhold langt innover land. Derimot ser det ikke ut som havaerosolene vanligvis når særlig lenger enn 10 km. (se pkt. 4.4.1 og figur 15).

Dersom Wet Candle registrerer kloriddeposisjonen i samme mengde og forhold til avstanden fra kysten som nedbøren, så vil en under værforhold med mye vind og mye nedbør (som på Jæren) ikke kunne skille tørr- og våtdeposisjon med Wet Candle metoden.



Figur 16: Omtrentlig forhold mellom saltavsetninger og avstand fra havet ifølge Stanner og NILU. Kurvene a) og b) indikerer variasjonsbredden i Stanner's data (20).

Under værforhold uten nedbør vil åpenbart Wet Candle gi mer realistiske verdier for "tørravsatte" saltbelastninger for gjenstander i splash-sonen enn AF som er dårlig egnet i denne sone p.g.a. nedbørbeskyttelsen. Den fanger således ofte ikke opp mer salt i 50 m enn i 100 m avstand fra havet (figur 14). Ved å måle klorid bare i nedbøren får en nok et uttrykk for en sum av våt- og tørredeponering, men hvor verdifull denne vil være kan diskuteres. I splash-sonen vil deponering bli ujevn og representativiteten følgelig tvilsom. Wet Candle har glattere overflate, og er derfor mindre effektiv overfor mindre partikler enn filterpapir. Turbulensstrømmene rundt WC kan muligens også spille en viss rolle. Hvorvidt WC's funksjonsmåte er tilstrekkelig undersøkt under slike forhold en normalt kan vente på steder som Jæren er ukjent.

Utenfor splash-sonen gir AF deponeringer som svarer omtrent til de samme resultatene som Rossknecht et al. (22) har fått. Substratet var Millipore-filter som var tilsatt et kjemikalie som reagerte med saltpartiklene. Som et eksempel her kan det nevnes at de fant at den typiske deponeringsmengde 4 km fra kysten utgjorde ca 15% av det en fant 300 m fra kysten. På Jæren er det tilsvarende tall regnet på grunnlag av distansene 500 m og 5 km, ca 23,5% for AF og ca 31% for nedbørsamleren.

Til slutt kan nevnes at på grunn av den åpne konstruksjonen er det rimelig å anta at WC vil være utsatt for kontaminering av våtdeponert salt når en har mye vind og nedbør samtidig.

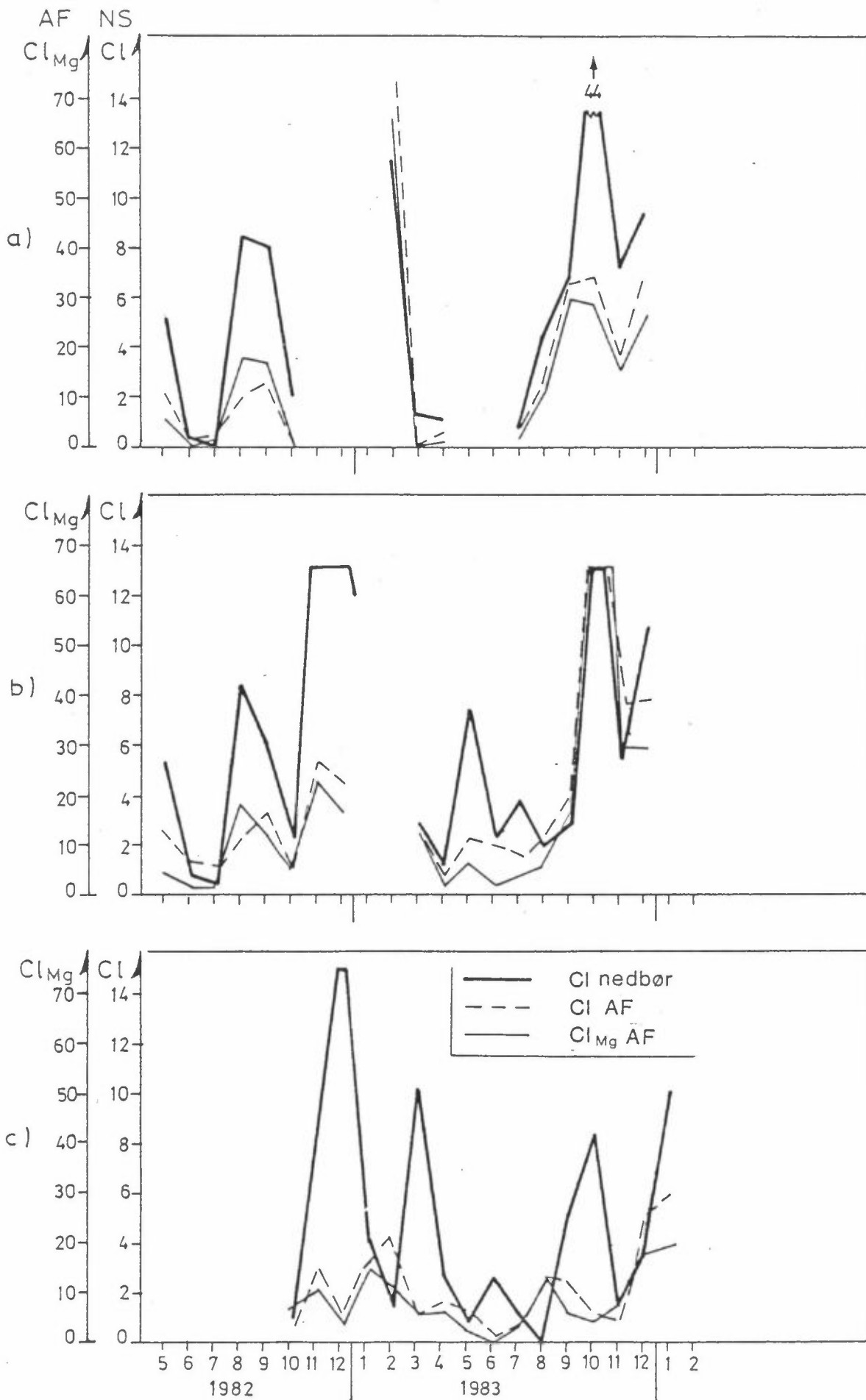
4.8 Aerosolfellens anvendelse i andre enn marine miljøer

AF synes å kunne gi interessante måletall også for byer og industristrøk.

En har relativt mindre erfaring med målinger i slike strøk enn i rene marine miljøer. Noen målinger har en imidlertid for Sarpsborg og Oslo.

Målingene tyder på at mens våtavsatte kloridmengder er nesten like store, ca 7 mg pr. m² pr døgn for Sarpsborg og ca 5 for Oslo, så er det en betydelig forskjell i tørravsatt klorid. Sarpsborg har omtrent samme mengde våt- og tørravsatt klorid mens Oslo ligger på under 1/6 av dette, dvs. rundt 0,75 mg/m² pr døgn. Dette er middeltall for 18 måneder for Sarpsborg og 16 måneder for Oslo. Målestedene i de to byer har vært henholdsvis fabrikkene Borregaard og Ajugilak.

Også Alvim i Sarpsborg er undersøkt med AF. Det er liten forskjell i kloridavsetning på Borregaard og Alvim. Alvim ligger noe NV for Borregaard og må nærmest betraktes som et boligstrøk. På figur 17 er kloridbelastningene vist grafisk. En ser at kloridbelastninger målt med nedbørsamler og AF korrelerer bra for både Alvim og Borregaard. Vi kan også se at den kloridkurve som representerer havsaltrelatert klorid (konvertert fra opprinnelig Mg-bestemmelse) følger de andre



Figur 17: Sammenlikninger av kloridbelastninger målt med nedbørsamler og AF i byene Sarpsborg og Oslo i perioden mai 1982 - januar 1984.

kurvene. Av dette må vi kunne slutte at kloridbelastningen i Sarpsborg (både våt og tørr) hovedsakelig har sin kilde fra havet. Når det gjelder Oslo er bildet noe annet. Også her synes tørravsetningen i stor grad å være havsaltrelatert, men belastningsnivået er noe overraskende lavt. Mindre vind og mer skjerming i Oslo enn Sarpsborg, kan muligens være noe av forklaringen. Korrelasjon mellom tørr og våtavsetning er også dårlig.

Det kan altså se ut som om tørravsatt klorid kvantitativt betyr mindre i forhold til våtavsatt klorid i Oslo enn i f.eks Sarpsborg. En har desverre ingen Mg-analyse av nedbøren i Oslo for angjeldende periode, men det kan se ut som om antropogent klorid kan være viktigere enn den havrelaterte kloriden for Oslo's våtavsetning. Nærmere studier må til for å bringe dette på det rene. Ovenstående målinger er tatt med som et eksempel på interessant anvendelsesområde for AF.

5 HOVEDKONKLUSJONER VEDRØRENDE AF

Undersøkelsene har vist at AF gir informasjon om miljøet og den saltbelastning materialer utsettes for som ikke kan fåes ved nedbørmåling eller støvnedfallsprøver. I strandsonen (splash-sonen) har AF begrenset anvendelighet, og kan neppe brukes for å få et mål for gjenstanders aerosolbelastning. Når en ser bort fra splash-sonen har kloridavsetninger målt med AF gitt bedre korrelasjon med korrosjon målt med Al-tråd-på-bolt-metoden enn kloridavsetninger målt med nedbørsamler.

6 REFERANSER

- (1) Engen, O.H.
Haagenrud, S.
Anda, O. Feltstasjoner for atmosfærisk korrosjon. 3 mndr. eksponering. Trondheim 1980. (EFI TR nr. 2578.)
- (2) Anda, O. Forsøk med aerosolfelle på Folehavnen. Lillestrøm 1979. (NILU IN 9/79).
- (3) Anda, O. Aerosolfelle-forsøk. Lillestrøm 1981. (NILU IN 1/81).
- (4) Measurements of airborne salinity comparison of various methods and correlation with corrosion rates of carbon steel. Lillestrøm 10.1.1983. (NILU notat til ISO, TC 156/WG 4)
- (5) Corrosion of metals and alloys. Classification of corrosivity of atmospheres. Part 3 Method of Measurement of Environmental Data (3rd Working Draft) Sept. 1983. (ISO TC 156/WG4/N68E).
- (6) Vitols, V. Airborne sea salt measurements. A literature survey. Lillestrøm 1976. (NILU TN 7/76).
- (7) Mészáros, A.
Vissy, K. Concentration, size distribution and chemical nature of atmospheric aerosol particles in remote oceanic areas. J. Aerosol Sci., 5, 101-109 (1974).
- (8) Panchenko, Yu.M.
et al.: Dependence of Quantity of precipitated seawater aerosols and corrosion rate of steel on wind conditions in coastal regions of the far eastern USSR. Protection of Metals, 19, 83-86 (1983).
- (9) McDonald, R.L.
Unni, C.K.
Duce, R.A. Estimation of atmospheric sea salt dry deposition. J. Geophys. Res., 87, 1246-1250 (1982).
- (10) Slinn, S.A.
Slinn, W.G.N. Modeling of atmospheric particulate deposition to natural waters. In: Atmospheric Pollutants in Natural Waters. Ed. S.J. Eisenreich, Ann. Arbor Science 1981, p. 23.
- (11) Blanchard, D.C.
Woodcock, A.H. Production, concentration, and vertical distribution of the sea salt aerosol. N.Y. Acad. Sci. Annuals, 338, 330-347 (1980).

- (12) Lange, R Chemical Oceanography.
Oslo, Univ.forl., 1969.
- (13) Chesselet, R. Some Aspects of the Geochemistry of
Menard, P.B. Marine Aerosols. (The Changing chemistry
of the Oceans).
In: Proc. Nobel Symposium, 20.
Göteborg 1971. Eds.: D. Dyrssen and
D. Jagner.
- (14) Twomey, S. Atmospheric Aerosols. Amsterdam.
Elsevier, 1977, s. 29-32.
- (15) Vitols, V. Airborne sea salt mass concentration and
size distribution measurements on
Karmøy. Lillestrøm 1976. (NILU TN 5/76.)
- (16) Pattenden, N.J. Atmospheric concentrations and depo-
sition rates of some trace elements
measured in the Swansea-Neath-Port
Talbot area.

In: Report of a collaborative study on
certain elements in air, soil,
plants, animals and humans in the
Swansea-Neath-Port Talbot area,
together with a moss bag study of
atmospheric pollution across South
Wales. Welsh Office, 1975, s.
13-134.
- (17) Mészáros, A. On the variation of the size distri-
bution of large and giant atmospheric
particles as a function of the relative
humidit. Tellus, 23, s. 436-440 (1971).
- (18) Lovett, R.F. Quantitative measurement of airborne
sea-salt in the North Atlantic. Tellus,
30, s. 358-364 (1978).
- (19) Tsunogai, S. Sea salt particles transported to the
land. Tellus, 27, s. 51-58 (1975).
- (20) Johnson, K.E. The characterisation of corrosion test
Stanners, J.F. sites in the community. Brüssel 1981.
(European Communities. Commission.
EUR 7433 EN.)
- (21) Determination of chloride by the Wet-
Candle method. Proposal of UK (ISO/TC
156/WG 4 N75E).
- (22) Rossknecht, G.F. The Size Distribution and Inland Pene-
Elliott, W.P. tration of Sea-Salt Particles. J. Appl.
Ramsey, F.L. Meteorol., 12, 825, (1973).

- (23) Duce, R.A.
Stumm, W.
Prospero, J.M. Working symposium on sea-air chemistry:
summary and recommendations. J. Geophys.
Res., 77, 5059-5061 (1972).
- (24) Semb, A. Deposition of trace elements from the
atmosphere in Norway. Oslo 1978.
(Sur nedbørs virkning på skog og fisk.
FR 13/78).
- (25) Cadle, R.D. Particles in the atmosphere and space.
New York, Reinhold, 1966.
- (26) Cawse, P.A. A survey of atmospheric trace elements
in the UK (1972-73). Harwell,
Oxfordshire, AERE, 1974.
- (27) Clough, W.S. Transport of particles to surfaces.
J. Aerosol. Sci., 4, 227-234, (1973).
- (28) Williams, R.M. A model for the dry deposition of
particles to natural water surfaces.
Atmos. Environ., 16, 1933-1938 (1982).
- (29) Horváth, L.
Mészáros, E.
Antal, E. On the sulfate, chloride and sodium
concentration in maritime air around
the Asian continent.
Tellus, 33, 382-386 (1981).
- (30) Harriss, R.C.
et al. Atmospheric transport of pollutants
from North-America to the North Atlantic
Ocean. Nature, 308, 722-724 (1984).
- (31) Podzimek, J. Marine aerosol research. Idäjárás, 86,
Nr. 2/4, 179-199 (1982). Special Issue.

BILAG 1

Havsaltspredning og kjemisk analyse av
nedbør fra NILU's stasjonsnett.

(Et supplement til pkt 2.2)

Tabell Bl.1 Håvets kjemiske sammensetning ifølge Goldberg 1963 (12). De viktigste ionerelasjonene i forhold til Cl er tatt med.

Element	Abundance, mg/l	Principal species	Residence time, years	Element	Abundance, mg/l	Principal species	Residence time, years
H	108,000	H ₂ O		Tc			
He	0.000003	He (g)		I	0.06	IO ₃ ⁻ ; I ⁻	
Li	0.17	Li ⁺	2.0 X 10 ⁷	Xe	0.0001	Xe (g)	
Be	0.0000016		1.5 X 10 ⁸	Cr	0.0015	Cr ³⁺	40 X 10 ⁴
B	4.6	B(OH) ₃ ; B(OH) ₄ ⁻		Ba	0.03	Ba ²⁺ ; BaSO ₄	8.4 X 10 ⁴
C	28	HCO ₃ ⁻ ; H ₂ CO ₃ ; CO ₃ ²⁻ ; organic compounds		La	0.0003		1.1 X 10 ⁴
N	0.5	NO ₃ ⁻ ; NO ₂ ⁻ ; NH ₄ ⁺ ; N ₂ (g); organic compounds		Ce	0.0004		6.1 X 10 ⁴
O	857,000	H ₂ O; O ₂ (g); SO ₄ ²⁻ and other anions		Pm			
F	1.3	F ⁻		Sm			
Ne	0.0001	Ne (g)		Eu			
Na	10,500	Na ⁺	2.6 X 10 ⁸	Gd			
Mg	1,350	Mg ²⁺ ; MgSO ₄	4.3 X 10 ⁷	Tb			
Al	0.01		1.0 X 10 ⁸	Dy			
Si	3	Si(OH) ₄ ; Si(OH) ₃ O ⁻	8.0 X 10 ⁸	Ho			
P	0.07	HPO ₄ ²⁻ ; H ₂ PO ₄ ⁻ ; PO ₄ ³⁻ ; H ₃ PO ₄		Er			
S	885	SO ₄ ²⁻		Tm			
Cl	19,000	Cl ⁻		Yb			
A	0.6	A (g)	1.1 X 10 ⁸	Lu			
K	380	K ⁺	8.0 X 10 ⁷	Hf			
Ca	400	Ca ²⁺ ; CaSO ₄	5.6 X 10 ⁸	Ta			
Sc	0.00004		1.6 X 10 ⁸	W	0.0001	WO ₄ ²⁻	1.0 X 10 ⁸
Ti	0.002		1.0 X 10 ⁴	Re			
V	0.00003	VO ₂ (OH) ₂ ⁺	3.5 X 10 ⁸	Os			
Cr	0.002	Mn ²⁺ ; MnSO ₄	1.4 X 10 ⁸	Ir			
Mn	0.01	Fe(OH) ₃ (s)	1.4 X 10 ⁸	Pt	0.000004	AuCl ₄ ⁻	3.6 X 10 ⁸
Fe	0.0001	Co ²⁺ ; CoSO ₄	1.8 X 10 ⁴	Au	0.00003	HgCl ₂ ⁻ ; HgCl ₄ ²⁻	4.2 X 10 ⁴
Co	0.002	Ni ²⁺ ; NiSO ₄	1.8 X 10 ⁴	Tl	<0.00001	Tl ⁺	
Ni	0.003	Cu ²⁺ ; CuSO ₄	5.0 X 10 ⁴	Pb	0.00003	Pb ²⁺ ; PbSO ₄	2.0 X 10 ⁸
Cu	0.01	Zn ²⁺ ; ZnSO ₄	1.8 X 10 ³	Bi	0.00002		4.5 X 10 ⁸
Zn	0.00003		1.4 X 10 ³	Po			
Ga	0.0000-	Ge(OH) ₂ O-	7.0 X 10 ⁴	At			
Ge	0.003	HA ₃ O ₄ ⁺ ; H ₂ AsO ₄ ⁻ ; H ₃ AsO ₄		Rn	0.6 X 10 ⁻¹⁸	Rn (g)	
As	0.004	SeO ₄ ²⁻		Rh			
Se	65	Br ⁻		Ir	1.0 X 10 ⁻¹⁰	Ra ²⁺ ; RaSO ₄	
Br	0.0003	Kr (g)		Ac	0.00005		
Kr	0.12	Rb ⁺	2.7 X 10 ⁸	Th	2.0 X 10 ⁻⁹		3.5 X 10 ⁸
Rb	8	Sr ²⁺ ; SrSO ₄	1.9 X 10 ⁷	Pa	0.003		
Sr	0.0003		7.5 X 10 ³	U		UO ₂ (CO ₃) ₂ ²⁻	3.0 X 10 ⁸
Y	0.0001						
Zr	0.01	MoO ₄ ²⁻	3.0 X 10 ⁸				
Nb	0.01		5.0 X 10 ⁸				
Mo							
Tc							
Ru							
Rh							
Pd							
Ag	0.00004	AgCl ₂ ⁻ ; AgCl ₂ ⁻	2.1 X 10 ⁸				
Cd	0.00011	Cd ²⁺ ; CdSO ₄	3.0 X 10 ⁸				
In	<0.02						
Sn	0.003		5.0 X 10 ⁸				
Sb	0.0005		3.3 X 10 ⁸				

Sjøvannets kjemiske sammensetning.

Komponent (x)	Cl	Na	Mg	S	(SO ₄)	Ca	K	Zn
Konsentrasjon (mg/kg sjøvann)	10980	10561	3271	804	(2652)	400	380	1.0005
Forholdstall X/Cl	1.00	0.556	0.067	0.046	(0.139)	(0.021)	(0.020)	0.000

BILAG 1

Flere forskere har hevdet at det skjer en anrikning av særlig K og Ca i forhold til Na ved aerosoldannelsen på havoverflaten (6). Andre forskere mener at kjemisk fraksjonering ikke påvirker sammensetningen av marine aerosoler totalt sett i noen vesentlig grad (23). Se forøvrig tabell 2 i hovedrapporten. Da NILU har kjemiske analyser av nedbør fra en rekke målesteder over flere år, kan det være av interesse å se nærmere på ionemengder og -forhold. Tabell B1.2 er satt sammen av data fra NILU's stasjonsnett og viser middelkonsentrasjonene av $\text{NH}_4\text{-N}$, Ca, Na, Mg, Cl og K i nedbør samt havsaltforholdene Na/K og Na/Ca. Målestedene er ordnet etter avstand fra havet.

Tabell B1.3 er noe mere oversiktlig og representerer et sammendrag av tabell B1.2. Det går klart frem fra denne at både Ca og K konsentrasjonene i nedbør faller meget raskt med avstand fra sjø og synes å nå innlandsnivå allerede ved ca 5 km. I tabell B3.4 hvor en har K-verdi fra nedbør fra Jæren, kan en observere det samme. Når det gjelder tørredeponering av K så synes havrelatert K å nå noe lenger innover land, kanskje noen få km til. Dette tyder tallene i tabell B3.4 på.

Det forhøyede K-innhold nærmere havet enn 5 km skyldes nedbørens havaerosolopptak. Det er imidlertid ikke noe entydig fall innover land. På Bjørnøya finner en ikke vesentlig høyere K-innhold i nedbøren enn på de ytre målestedene på Jæren.

Av figur B1.1 ser en at ved ekstreme vinder slår dette ut i forhøyede Na-konsentrasjoner på de to stasjoner som er flere mil fra kysten. For K-konsentrasjonene kommer ikke dette entydig frem selv om en kan se en svak tendens for Skreådalen.

Tabell Bl.2: Årsmiddel for konsentrasjoner (mg/l) i nedbør av ulike havsaltioner samt saltforholdene Na/K og Na/Ca for tiden 1980-82 fra NILU's stasjonsnett. I parentes har vi tall hvor en ekstremverdi er ekskludert. * betyr at tallet er noe høyt på grunn av en ekstrem verdi.

STASJONER (km fra sjø)	NH ₄ -N	Ca	Na	Mg	Cl	K	Na/K	Na/Ca
1980								
BJØRNØYA (v/k)	0,54(0,25)	1,30(0,98)	14,81	1,055	23,74	1,36(0,71)	10,9(21,3)	11,4(15,4)
LISTA (v/k)	0,54	0,47	13,15	1,004	23,32	0,58	22,7	20,0
FITJAR (v/k)	0,33	0,22	2,57	0,338	4,70	0,16	16,1	11,7
HAUKELAND (5)	-	-	-	-	-	-	-	-
KORVATN (11)	0,076	0,11	1,08	0,133	1,89	0,07	15,4	9,0
BIRKENES (16)	0,630	0,22	0,83	0,114	1,55	0,16	5,2	3,8
SKREDÅDALEN (26)	0,212	0,15	1,32	0,171	2,41	0,16	8,3	8,8
TUSTERVATN (30)	0,144	0,46(0,14)	1,17	0,152	2,16	0,16	7,3	2,5(6,6)
LØKEN (41)	0,494	0,25	0,91	0,080	1,56	0,09	5,7	3,6
VATNEDALEN (44)	0,102	0,14	0,61	0,059	1,05	0,07	6,8	4,4
TREUNGEN (46)	0,385*	0,14	0,25	0,040	0,47	0,07	3,6	1,8
GULSVIK (73)	0,271	0,13	0,13	0,025	0,24	0,16	0,8	1,0
JERGUL (74)	0,092	0,12	0,21	0,031	0,30	0,09	2,3	1,8
NARBUVOLL (125)	0,140	0,23	0,27	0,042	0,30	0,14	1,9	1,2
1981								
BJØRNØYA	0,37	1,29	23,52	2,891	36,5	1,43	16,4	18,2
LISTA	0,500	0,60	11,66	1,362	20,02	0,52	22,4	19,4
FITJAR	0,319	0,33(0,286)	3,37(2,51)	0,403*	5,66*	0,21(0,177)	16(13,9)	10,2(8,7)
HAUKELAND	0,130	0,15	1,71	0,226	3,30	0,10	17,4	11,6
KORVATN	0,146	0,17	1,99	0,251	3,61	0,12	16,6	11,7
BIRKENES	0,529	0,20	0,90	0,134	1,82	0,14	7,0	4,9
SKREDÅDALEN	0,277	0,16(0,147)	1,58(1,13)	0,180*	2,95*	0,20(0,179)	7,9(6,3)	9,9(7,5)
TUSTERVATN	0,098	0,20	1,15*	0,150	2,15*	0,12	9,6	5,5
LØKEN	0,510	0,12	0,55	0,062	0,76	0,11	3,4	2,8
VATNEDALEN	0,177	0,14	0,70(0,39)	0,087*	1,20*	0,11	6,4(3,5)	5(2,8)
TREUNGEN	0,461	0,12	0,31*	0,050	0,61*	0,09	3,0	2,8
GULSVIK	0,402	0,13	0,19	0,030	0,35	0,15	1,3	1,5
JERGUL	0,121	0,11	0,17*	0,020	0,21	0,07	2,4	1,5
NARBUVOLL	0,280*	0,23*	0,22	0,042*	0,30*	0,17*	1,3	1
1982								
BJØRNØYA	0,42*	1,80(1,42)	34,48(25,93)	3,87(2,96)	64,81(53,85)	2,11(1,94)	16,3(13,4)	18,3
LISTA	0,671	0,05	15,0	1,840	31,93(23,20)	0,75	20	17,0
FITJAR	-	-	-	-	-	-	-	-
HAUKELAND	0,196	0,14	1,97*	0,242	3,72*	0,12	16,4	14,1
KORVATN	0,113	0,15	1,32	0,161	2,3	0,10	13,2	8,8
BIRKENES	0,716	0,22	1,51(1,28)	0,212	3,29	0,10	0,4(7,1)	6,9(5,8)
SKREDÅDALEN	0,371	0,17	1,82*	0,217	3,52*	0,23	7,9	10,7
TUSTERVATN	0,087	0,22(0,13)	3,74(1,29)	0,467(0,16)	7,23(2,28)	0,21(0,13)	17,8(9,9)	17,0(9,9)
LØKEN	0,791	0,24	0,75	0,113	1,47	0,10	4,2	3,1
VATNEDALEN	0,165	0,13	0,63(0,43)	0,080*	1,12*	0,14	4,5(3,1)	4,0(3,3)
TREUNGEN	0,499	0,14	0,47	0,068	0,94	0,08	5,9	3,4
GULSVIK	0,165	0,13	0,63(0,43)	0,080*	1,12*	0,14	4,5(3,1)	4,8(3,3)
JERGUL	0,136*	0,10	0,19	0,031	0,21	0,10	1,9	1,9
NARBUVOLL	0,361	0,25	0,32*	0,058	0,40	0,23*	1,4	1,3

Tabell B1.3: Middeltall for konsentrasjoner (mg/l) basert på data i foregående tabell (B1.2).

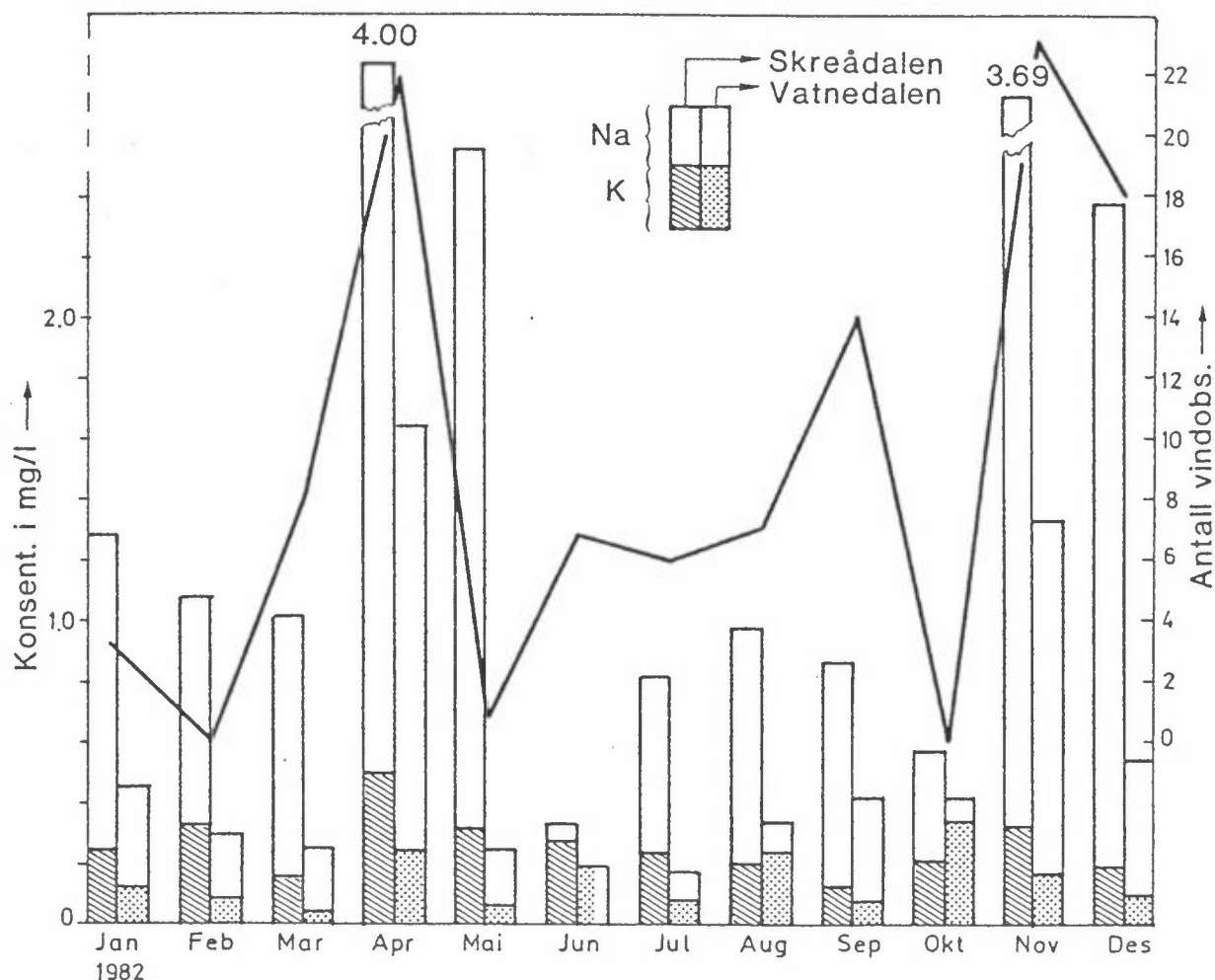
STASJONER	Km fra sjø	Ca	Na	Mg	K
LISTA FITJAR	Ved kyst	0,64	9,-	0,99	0,44
HAUKELAND	5	0,15	1,86	0,23	0,11
KORVATN BIRKENES	13,5	0,18	1,25	0,17	0,13
SKREÅDALEN TUSTERVATN	28	0,16	1,31	0,17	0,16
LØKEN VATNEVALEN TREUNGEN	43,5	0,17	0,52	0,07	0,12
GULSVIK JERGUL	73,5	0,12	0,22	0,04	0,12
NARBUVOLL	125	0,24	0,27	0,05	0,18

Når det gjelder Na/K så finner en for kystnære målesteder (Bjørnøya, Lista og Fitjar) at praktisk talt alle verdier er betydelig lavere enn 28 som tilsvarer havsaltrelasjonen. Middelerverdier for de 32 månedene en har målinger for på Bjørnøya er således 15,6 hvor bare 2 verdier var ≥ 28 mens 8 var ≤ 10 , (Tabell B1.4). Dette støtter altså antakelsen av at det skjer en anrikning av K ved havsaltaerosoldannelsen. (se forøvrig tabellene B1.3 og B1.4). En kan også tillegge følgende:

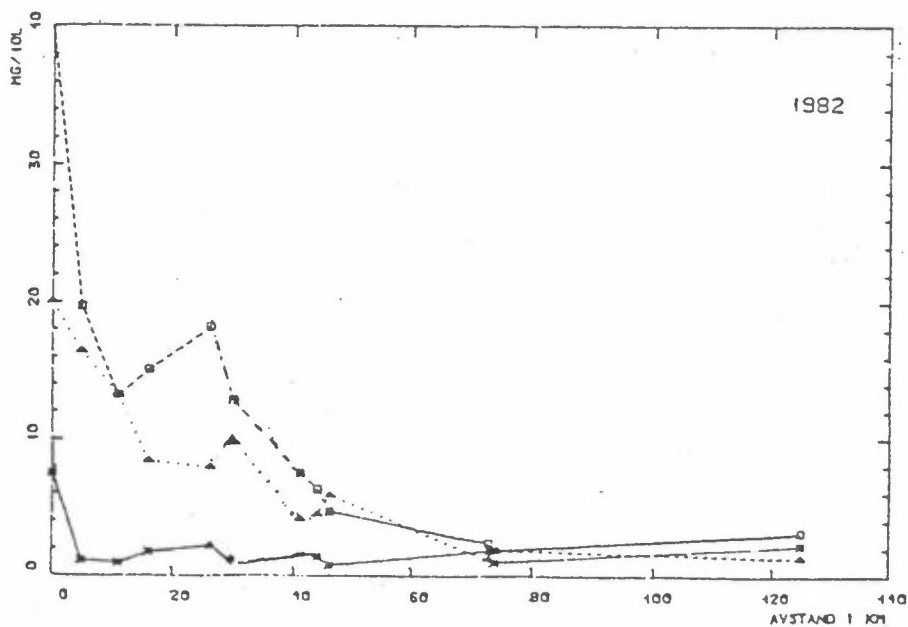
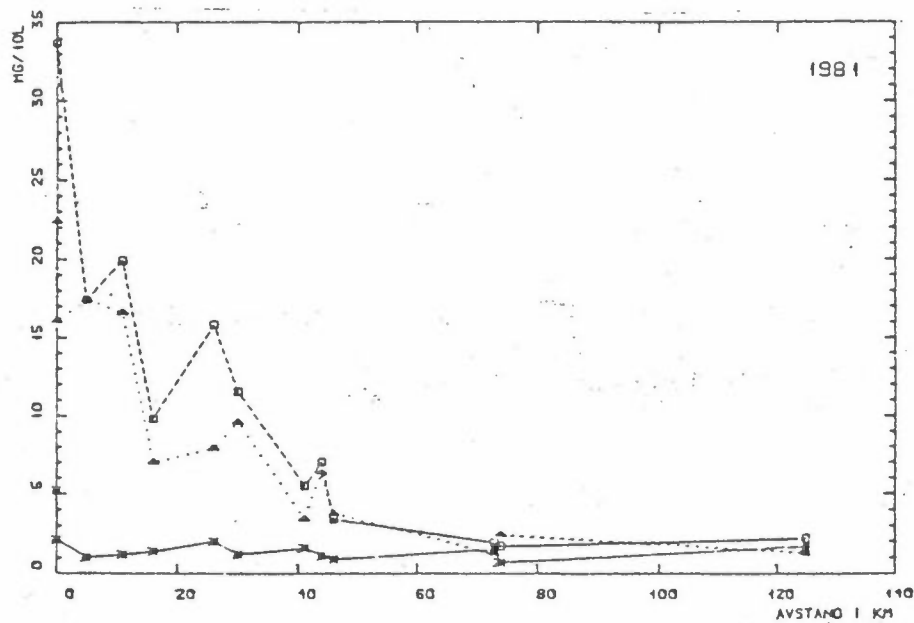
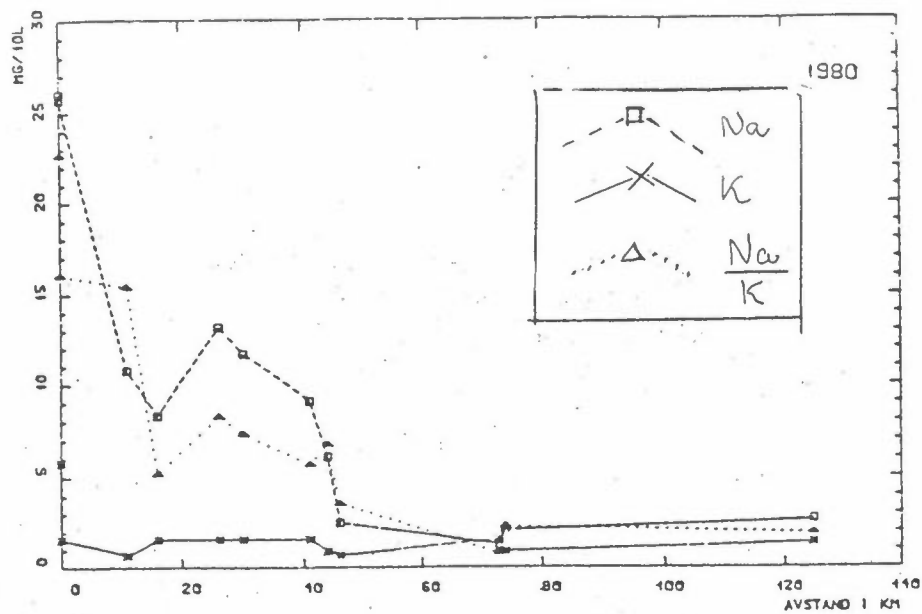
- 1: På Bjørnøya er det midlere K-konsentrasjonsnivået ca 10 ganger høyere enn det vanlige "norske" innlandsnivå. I noen tilfeller kan fugle-ekskremer gi forhøyede K-verdier, men sammenholdt med NH_4^+ synes ikke bidraget å være vesentlig. Heller ikke lokale terrestriske tilførsler kan forklare K-mengden da det ikke er noen entydig årsvariasjon. Det dreier seg følgelig om marint K.

2: At terrestriske lokale bidrag er neglisjerbare går også frem av det forhold at Ca-konsentrasjonene er like store om vinteren som om sommeren, ja endog ofte enda større, (tabell B1.4). Bergartene på Bjørnøya er sedimentære og kalkrike hvilket også det tynne jordsmonnet må være påvirket av. Også dette tyder på at det dreier seg om marint Ca drevet inn med sterke vinder.

Da forhøvede K-konsentrasjoner i nedbør i hovedsak synes å være et kystnært fenomen vil Na/K ikke være relevant å bruke for å følge sjøsaltdrift innover land. Na synes imidlertid å være anvendbart da dette ion når langt innover land og er bra korrelert med sterke vinder. Figur B1.1 og B1.2 illustrerer



Figur B1.1: Månedlig middelkonsentrasjon (mg/l) av Na og K i nedbør i Skreådalen og Vatnedalen 1982. (Stolper). Kurven angir antall vindobservasjoner på Oberstad fyr, antall obs. >22 knop fra vestlig sektor. (Data fra NILU's stasjonsnett og MI. meteor. obs.)



Figur B1.2: Figurene viser konsentrasjonene av Na og K i nedbør som funksjon av målestedenes (fra NILU's stasjonsnett) avstand fra havet. Brøken Na/K er også tatt med.

Våt- og tørrdeponeringenes Na og K-innhold på Jæren

Under punkt 2 i hovedrapporten har en tidligere berørt våtdeponeringens Na/K generelt. Figur B1.3 viser Na- og K-målinger fra Klepp-området i månedene august, september og oktober 1982. En har tatt for seg månedene hver for seg. For nedbørsamleren dreier det seg om konsentrasjonsmålinger og for AF er det belastningsmålinger. Tallene fra målestedet 50 m fra sjø er satt lik 100 og tallene fra de andre stasjonene er regnet ut relativt til dette.

Det interessante med nettopp disse månedene er at de alle tre har hatt nesten like nedbørforhold med hensyn til mengde og antall regnværsdøgn (noe over middels). Derimot har vindforholdene variert relativt mye. Mens september har hatt 14 observasjoner med vinder > 20 knop fra vestlig sektor har oktober ikke hatt noen, og august et antall noe midt i mellom.

Data-materialet er lite, og en bør være noe reservert når det gjelder konklusjoner. En vil imidlertid kommentere figur 16 med følgende:

1. En ser at havet er hovedkilden for Na og K inntil ca 5 km fra sjø, både for den våte og tørre avsetningen. Er det lite vind (oktober 1982) synes våtavsetningens saltinnhold å falle drastisk og nå lave verdier allerede ved ca 100m fra sjø.
2. Kurvene viser videre at saltkonsentrasjonen i nedbøren varierer sterkere med vinden enn tørravsetningsmengden. Saltkonsentrasjonen i nedbøren har følgelig ikke så lett for å falle til lave verdier innover land når en har mye vind (jfr. punkt 4.3.2).
3. Når en ser på nedbørmengden og konsentrasjonen av saltioner for de ytterste stasjonene så er det lite som tyder på at 50 m målestedets nedbørsamler mottar målbare vannmengder fra sjøen på grunn av dusjing og skvetting (tabell B4.3).

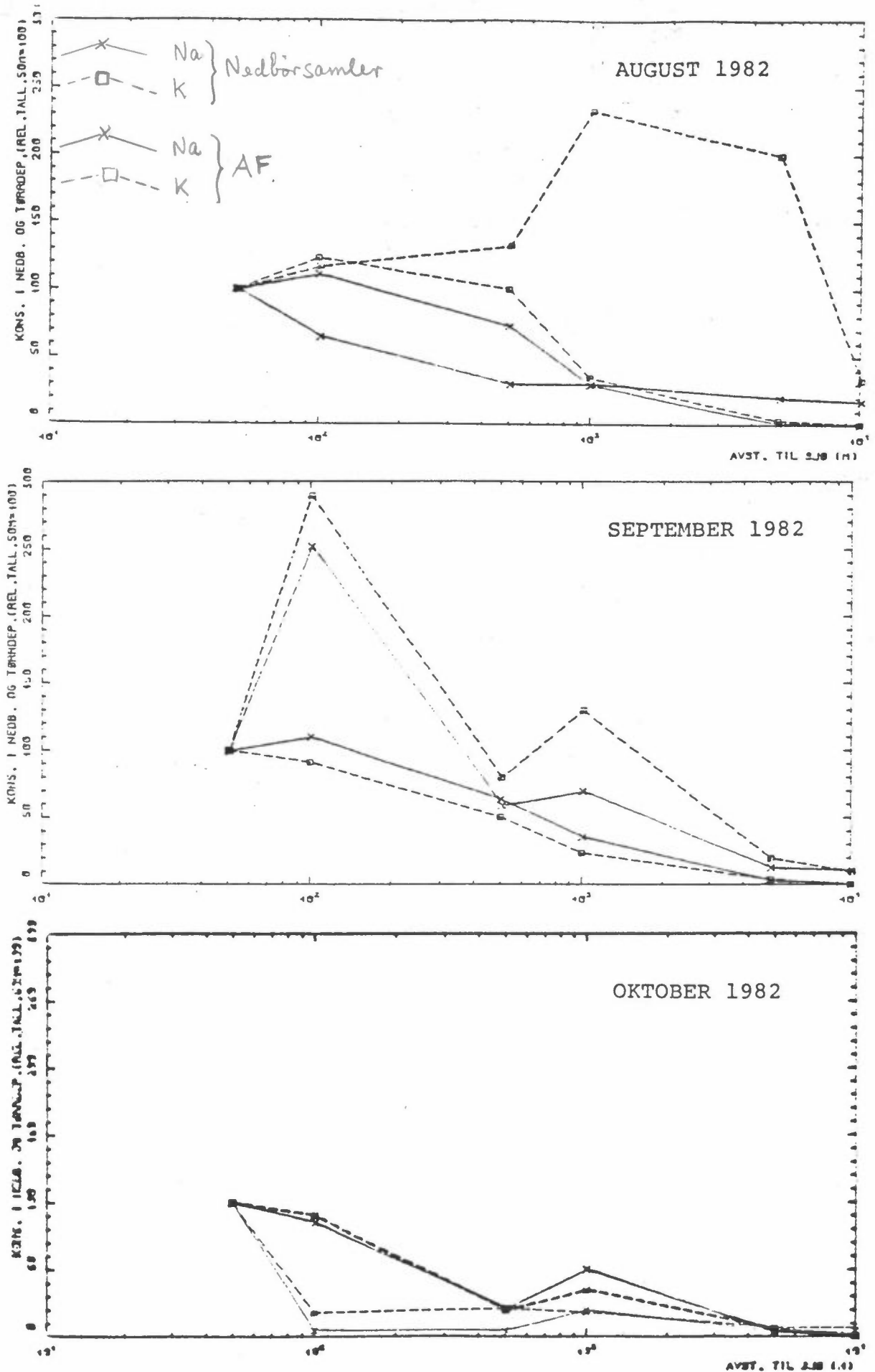


Fig. Bl.3: Relative Na- og K-mengder målt i nedbørsamler (konsentrasjon) og AF (belastning) i Kleppområdet (aug, sept og okt 1982). Verdien fra målestedet 50 m er satt lik 100.

Når det gjelder Na/K tyder disse resultatene på at forholdstallet varierer en del ute ved kysten. Særlig variable verdier får en i nedbøren (se tabell B4.4). Det er rimelig å tro at forholdstallets størrelse henger sammen med den eller de aerosoldannelsesmekanismer som har vært rådende forut (jfr. punkt 2.1).

Havsaltaerosolenes Na/K på Jæren holder seg høyt og nokså konstant til iallfall 1 km fra kysten. Ved 5 km er forholdet tydelig redusert.

For våtavsetning er det ikke samme klare tendens når det gjelder fall i Na/K. En forklaring kan være at splash- og hvittopp-aerosoler som i stor grad har liten rekkevidde etter hvert faller ned eller tas opp av regnvann, og stadig mindre vil bli å finne som aerosoler etter hvert som en kommer innover land. Regnvannet derimot kan fange opp disse aerosoler i høyere luftlag over havet og strandsoner og således transportere dem i større avstander fra sjøen. Under punkt 2.1.2 er vist hvordan saltaerosoler kan løftes vertikalt til betydelige høyder over havet av sterke vinder, og dette vil bidra til lengre transport og gi større våtavsetning enn tørravsetning av havsalt (klorid). Aerosolene vil uttynnes nær bakken på vei innover land, ikke bare på grunn av fallhastighet og utvasking, men også på grunn av vegetasjonens innfangningsevne.

Når en kommer 10 km innover land kan forholdstallet Na/K bli meget lavt når det gjelder tørravsetning. Det kommer av at K-verdien da normalt har kommet ned i bakgrunnsområdet og andre K-kilder vil da være viktige. Na eller Cl som tidligere nevnt vil fortsatt ha et stykke igjen før "normalt" innlandsnivå er nådd.

Na/K-forholdene ute ved kysten støtter antagelse av at en har en klar anrikning av K i forhold til sjøvann. Dette kan en se av tabellene B1.4 og B4.4. K-verdiene er her langt over innlandsnivå og kilden kan bare være havet og i noen tilfeller sannsynligvis kontaminering fra fugler.

Skjerming/Na/K

Na/K har en fallende tendens både for våt- og tørravsetningene ved overgang til skjermede områder nær kysten, men brøken tenderer til å ligge generelt høyere for det tørrdeponerte.

Dette er hva en kan trekke ut av tabell B4.5.

Saltavsetningene i AF gir saltrelasjoner som ligger nærmere havsalt enn hva våtavsetningen gjør. Det kan være flere årsaker til dette. En kan baseres på at tørravsetningens hovedkilde er luftlaget nær bakkenivå. Her vil også konsentrasjonen være størst av partikler som i sammensetning kommer nærmest havvannet (dvs. forholdsvis store partikler med kort rekkevidde). Det kan også skyldes inntørkede deponerte salter på trærne som løsner og fanges inn av AF.

Undersøkelser under bedre kontroll vil være nødvendig for å bringe klarhet i om Na/K påvirkes vesentlig av vegetasjonen.

Tabell 01.4: Konsentrasjonen av ulike ioner i nedbør, samt viktige ionerelasjoner i tiden 1980-82 fra Bjørnøya. (Data fra NILU's stasjonsnett)

MEAN CONCENTRATIONS	H+	PH	SO4-S	SO4-S	NO3-S	NH4-N	CA	NA	MG	CL	K	SO4-S	NH4-N	H+	TSP	SO2-S	NO2-N	Na	
																		UE/L	MG/L
8001	-	5.005	1.315	4.62	.152	.089	.651	10.73	1.352	20.16	-	.499	-	-	-	.34	-	16.7	8.2
8002	-	4.646	1.563	.682	.243	.167	.65	10.06	1.184	18.86	-	.988	-	-	-	.45	-	13.4	8.3
8003	-	4.798	1.898	1.089	.134	.452	.63	11.70	1.150	18.19	-	.852	-	-	-	.39	-	7.7	11.9
8004	-	4.494	2.570	1.452	.257	.503	.85	13.80	1.622	24.31	-	.759	-	-	-	.31	-	4.4	2.5
8005	-	5.066	3.040	1.042	.310	.532	1.38	23.49	2.874	42.09	1.41	.489	-	-	-	.21	-	9.8	2.6
8006	-	5.248	2.708	1.010	.344	.605	1.33	20.30	2.443	33.13	1.51	.252	-	-	-	.22	-	13.4	8.3
8007	-	5.352	2.696	1.421	.349	.546	1.18	14.03	1.834	22.09	1.60	.328	-	-	-	.16	-	7.7	11.9
8008	-	4.592	2.072	.783	.534	3.645	4.68	11.88	1.854	17.56	3.37	.352	-	-	-	.16	-	3.5	4.4
8009	-	5.248	1.247	.393	.069	.209	.78	9.37	1.228	17.66	.96	.180	-	-	-	.15	-	9.8	2.6
8010	-	5.411	2.360	.367	.068	.156	1.43	22.84	2.879	38.03	1.29	.211	-	-	-	.20	-	18.7	7.9
8011	-	5.044	1.977	.396	.145	.084	1.09	18.47	2.275	22.71	1.29	.229	-	-	-	.25	-	27.2	8.1
8012	-	5.557	1.881	.704	.104	.203	1.14	14.45	1.694	14.64	1.04	.363	-	-	-	.52	-	13.4	8.4
PERIOD	-	4.922	1.935	.648	.138	.541	1.30	14.81	1.855	23.74	1.36	.460	-	-	-	.28	-	-	-
8101	-	5.311	3.631	.286	.091	.273	1.90	38.70	4.814	58.72	1.68	.360	-	-	-	.37	-	31.5	8.1
8102	-	4.031	2.973	.642	.113	.351	1.36	26.79	3.424	34.50	1.18	.457	-	-	-	.19	-	14.7	7.9
8103	-	5.159	4.113	.929	.212	.509	1.73	37.50	4.586	74.68	2.81	.586	-	-	-	.34	-	21.3	8.2
8104	-	4.279	1.747	1.026	.134	.321	.54	8.17	1.037	13.99	.81	.912	-	-	-	.17	-	15.1	2.9
8105	-	4.623	6.661	3.077	.686	1.226	2.51	43.10	5.157	75.02	3.49	.487	-	-	-	.16	-	14.7	8.4
8106	-	6.039	.664	.187	.059	.289	.58	5.83	.686	9.83	.92	.126	-	-	-	.08	-	10.1	8.4
8107	-	5.071	.817	.477	.126	.178	.40	4.82	.490	7.79	.53	.078	-	-	-	.06	-	2.1	4.2
8108	-	5.214	1.214	.878	.186	.751	.67	4.92	.484	7.58	.55	.143	-	-	-	.09	-	7.3	10.3
8109	-	5.617	1.687	.568	.247	.600	.93	7.47	1.609	21.55	.83	.158	-	-	-	.05	-	8.1	4.7
8110	-	6.285	4.874	.913	1.451	1.48	3.95	77.33	8.072	124.29	2.85	.220	-	-	-	.07	-	14.6	4.6
8111	-	5.581	2.016	.456	.130	.258	1.13	18.49	2.245	33.19	1.15	.400	-	-	-	.12	-	14.4	8.2
8112	-	6.742	4.481	1.213	.112	.620	2.07	43.89	4.702	26.00	4.38	.454	-	-	-	.12	-	41.2	8.3
PERIOD	-	4.958	2.592	.459	.207	.373	1.29	23.52	2.891	36.50	1.43	.365	-	-	-	.15	-	-	-
8201	-	5.043	1.962	.671	.206	.269	1.33	15.23	1.890	24.75	1.24	.490	-	-	-	.54	-	12.3	8.1
8202	-	5.177	1.631	.598	.152	.367	.73	12.34	1.486	21.94	1.04	.503	-	-	-	.44	-	11.9	8.3
8203	-	4.904	2.350	1.026	.149	.424	.89	16.24	1.905	26.21	4.71	1.044	-	-	-	.55	-	3.4	8.5
8204	-	5.171	2.512	.358	.146	.547	1.26	17.12	2.388	28.77	4.70	.864	-	-	-	.18	-	3.6	7.2
8205	-	5.124	2.840	.900	.159	.673	1.28	25.70	2.819	37.02	1.40	.345	-	-	-	.06	-	18.4	4.1
8206	-	5.737	2.034	.598	.173	.400	1.08	17.19	2.024	29.67	.89	.140	-	-	-	.12	-	19.3	8.5
8207	-	5.228	1.263	1.035	.466	1.295	.75	20.24	1.636	90.87	.58	.217	-	-	-	.13	-	34.9	12.3
8208	-	4.722	2.408	.875	.193	.130	.93	18.03	2.204	32.72	.81	.205	-	-	-	.14	-	22.3	8.2
8209	-	5.891	4.369	.604	.399	.393	2.44	48.64	5.603	89.93	2.02	.154	-	-	-	.10	-	14.1	8.7
8210	-	5.418	6.644	1.021	.007	.269	2.59	45.34	5.212	98.16	2.85	.371	-	-	-	.16	-	15.1	8.7
8211	-	5.935	3.509	.692	.089	.115	1.96	34.59	4.053	69.48	1.84	.350	-	-	-	.19	-	18.8	8.5
8212	-	5.312	8.113	1.197	.202	.045	4.91	91.14	9.950	137.39	3.23	.529	-	-	-	.42	-	28.2	9.2
PERIOD	-	5.173	3.617	.343	.225	.472	1.88	36.48	3.874	66.81	2.11	.433	-	-	-	.25	-	-	-

Tabell 81.5: Middelmånedskonstrerasjoner i nedbør av ulike ioner: Birkenes, 1982 (Data fra NILU's stasjonsnett).

YEAR	MEAN CONCENTRATIONS																
	H+	PH	SO4-S	SO4-S	NO3-N	NH4-N	CA	NA	MG	CL	K	SO4-S	NH4-N	H+	TSP	SO2-S	NO2-N
	UE/L		MG/L	MG/L	MG/L	MG/L	MG/L	MG/L	MG/L	MG/L	MG/L	MG/M3	MG/M3	ME/M3	MG/M3	MG/M3	MG/M3
8201	-	4.393	.703	.665	.467	.431	.18	.39	.054	.77	.15	1.705	-	-	-	4.80	2.90
8202	-	4.095	2.110	1.093	1.437	2.005	.48	1.32	.105	2.38	.28	2.272	-	-	-	2.18	3.30
8203	-	4.286	1.276	1.120	.852	1.372	.30	1.70	.212	3.41	.13	1.351	-	-	-	1.06	1.33
8204	-	4.233	.804	.763	.666	.766	.13	.48	.050	.67	.10	.713	-	-	-	.33	.40
8205	-	4.291	1.414	1.321	.413	.830	.15	1.05	.138	1.98	.24	.005	-	-	-	.42	.40
8206	-	4.320	.976	.935	.310	.462	.12	.39	.059	.72	.11	1.206	-	-	-	.51	.56
8207	-	4.045	1.800	1.744	.539	.802	.37	.42	.093	.80	.21	.801	-	-	-	.23	.50
8208	-	4.290	.796	.490	.300	.300	.15	1.13	.139	2.20	.17	.752	-	-	-	.28	.46
8209	-	4.134	1.453	1.552	.856	1.116	.30	1.05	.146	1.90	.18	1.578	-	-	-	.63	.74
8210	-	4.169	1.345	1.237	.514	.572	.19	1.43	.181	2.89	.15	1.394	-	-	-	.53	1.18
8211	-	4.493	.773	.561	.391	.447	.20	1.79	.312	5.03	.20	.526	-	-	-	.39	1.11
8212	-	4.450	.704	.497	.330	.263	.19	3.39	.442	7.34	.19	.575	-	-	-	.35	1.10
PERIOD	-	4.244	1.192	1.065	.557	.716	.22	1.51	.212	3.29	.18	1.145	-	-	-	.97	

BILAG 2

Konstruksjon og betjening av aerosolfellen

Figur B2.1 viser AFs utseende, konstruksjon og dimensjoner.

Den viktigste del av fellen er substratet som er et Whatman papirfilter nr 40 eller 41, (nr 40 har noe høyere fibertetthet).

Begge filtrene har et forholdsvis høyt bakgrunnsnivå av en del elementer, særlig klor (se tabell 1, hvor Whatman nr 42 kan være veiledende både for nr 40 og 41).

Den eksponerte filterflate tilsvarer i vekt ca 0,7 g. Bruker en tabell B2.1 kan en følgelig regne med en blindverdi på rundt 55 µg pr 100 ml vann som er den mengde filtrene utvannes i. Filter arealet er 0,0075 m². Dette gir en Cl-verdi som ligger i selve filteret tilsvarende

$$\frac{55}{0,0075 \cdot 30 \cdot 1000} \approx 0,25 \text{ mg Cl pr m}^2 \text{ pr døgn}$$

ved månedseksponering. Tallet er neglisjerbart ved kysteksponeringer.

Tørravsetningsbelastningen av klor i kystnære strøk er som regel adskillig høyere enn 1 mg pr m² pr. døgn. Men under spesielle forhold kan en få verdier i størrelsesorden 0,25 mg Cl pr. m² pr. døgn. Ved å bestemme Mg-mengden og deretter konvertere den til Cl (relatert til havsaltholdet) vil blindverdien av Cl reduseres til ca 1/3. Forholdet mellom Cl og Mg i havvann er ca 15 og dette er temmelig konstant i regnvann nær kysten.

Dersom analysen av Mg foreligger i dimensjonen µg/ml og en har brukt 100 ml til utvasking av filter får en:

$$\frac{\mu\text{g Mg/ml} \times 15 \times 100}{0,0075 \times \text{antall døgn} \times 1000} = \frac{\mu\text{g Mg/ml}}{\text{ant.døgn}} \cdot 200 \rightarrow \text{mg Cl pr.m}^2 \text{ pr.døgn}$$

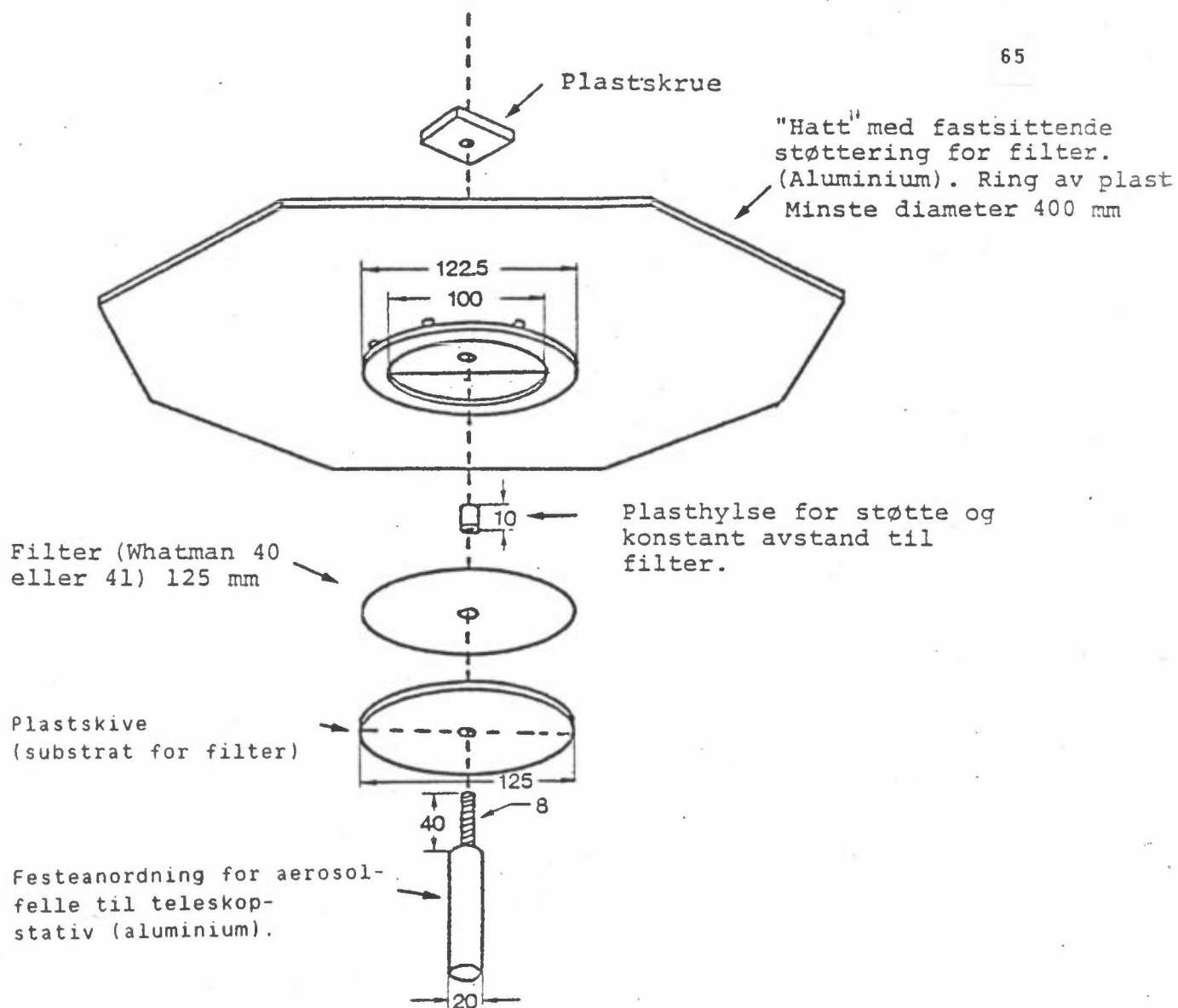
Dersom en bestemmer Cl direkte vil et analysetall på ca 0,5 µg/ml pr. 100 ml gi en belastning pr. døgn som er i samme størrelsesorden som blindverdien.

I byer og tettsteder kan en ikke gå om Mg-analysen for å finne Cl, fordi en på slike steder har mange andre kilder enn havet. Månedsmiddel analysetall (µg Cl/ml pr 100 ml) i Oslo for 1983 lå således på 2.02 (hvor tre av tallene var <1). I slike tilfeller bør en trekke fra blindverdien.

AF består av 6 løse deler som skrues sammen som vist på figur B2.1. Ved skifting av filter fjernes bare de tre øverste delene. Filteret innsettes med en 5%ig glyserolløsning til tydelig fukting. Filteret brettes en gang med eksponert side innover, og legges i plastpose.

Før utluting av filteret for analyse av vannløselige salter brettes filteret en gang til, og klippes etter en mal. En klipper da bort filterets randparti samt rundt sentrumsskruen og ender opp med en flate på 75 cm² i utbrettet tilstand.

I felten plasseres AF i teleskopstativ ca 2 m over bakken med jordspyd, eventuelt kryssfot med vektanordninger (stein, sandsekker o.l.). Det kan også festes direkte til korrosjonsstativ.

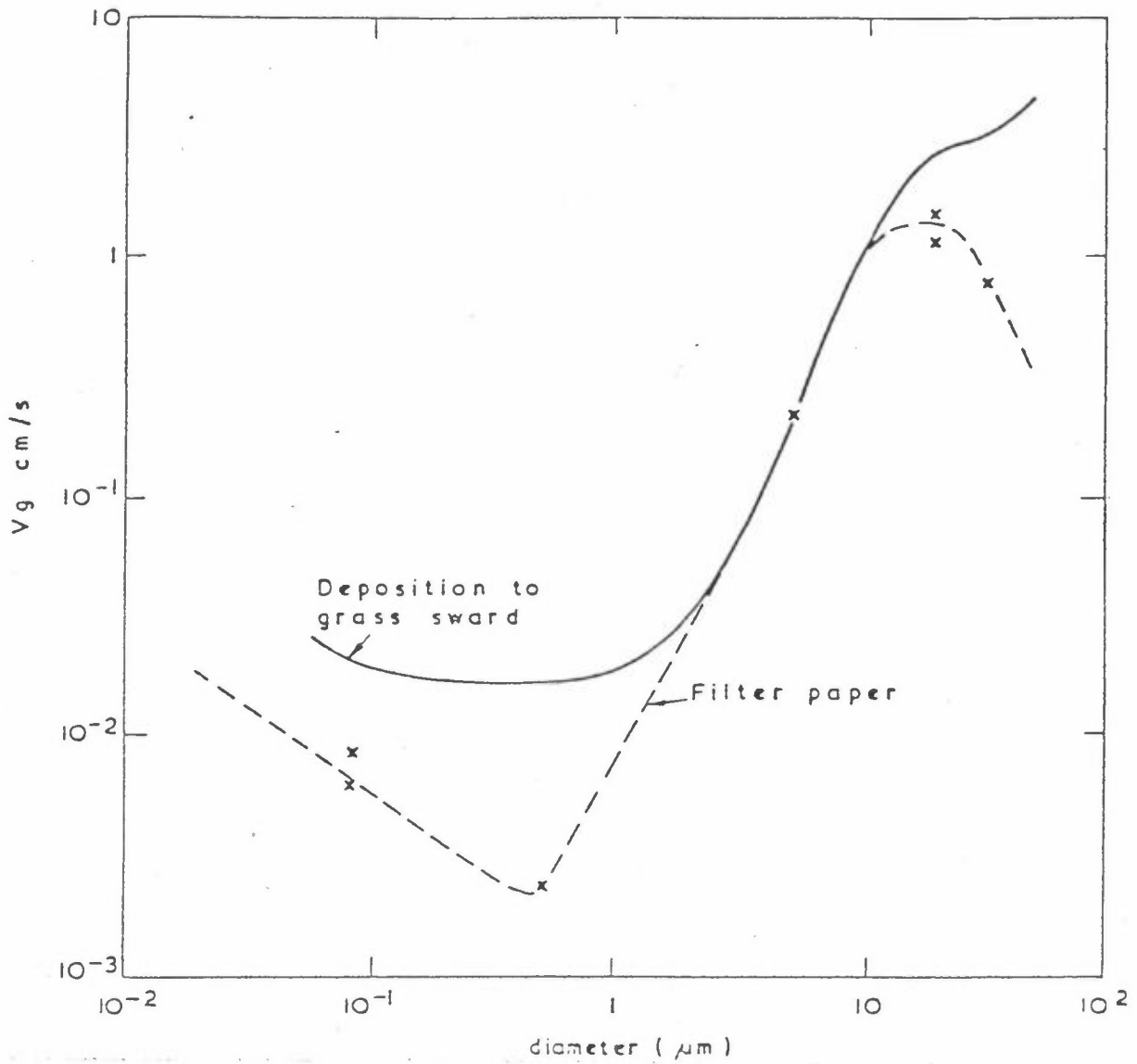


Figur B2.1: Aerosolfellen, sett skrått fra undersiden.

Tabell B2.1: Innhold av sporstoffer i filtertyper. Resultatene er uttrykt i $\mu\text{g/g}$.

TABLE OF TRACE ELEMENTS - TYPICAL			
	No. 1	No. 42	No. 542
Aluminium	< 0.5	2	1
Antimony	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Arsenic	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Barium	< 1	< 1	< 1
Boron	1	1	2
Bromine	1	1	1
Calcium	185	13	8
Chlorine	130	80	55
Chromium	0.3	0.3	0.7
Copper	1.2	0.3	0.2
Fluorine	0.1	0.2	0.3
Iron	5	6	3
Lead	0.3	0.2	0.1
Magnesium	7	1.8	0.7
Manganese	0.06	0.05	0.05
Mercury	0.005	0.005	0.005
Nitrogen	23	12	260
Potassium	3	1.5	0.6
Silicon	20	2	2
Sodium	160	33	8
Sulphur	15	5	5
Zinc	2.4	0.6	0.3

All results expressed as $\mu\text{g/g}$



Figur B2.2: Comparison of filter paper dry deposition collector at $z = 150$ cm, grass sward at $U_{*grass} = 45$ cm/s (16.5 m.p.h.) (27).

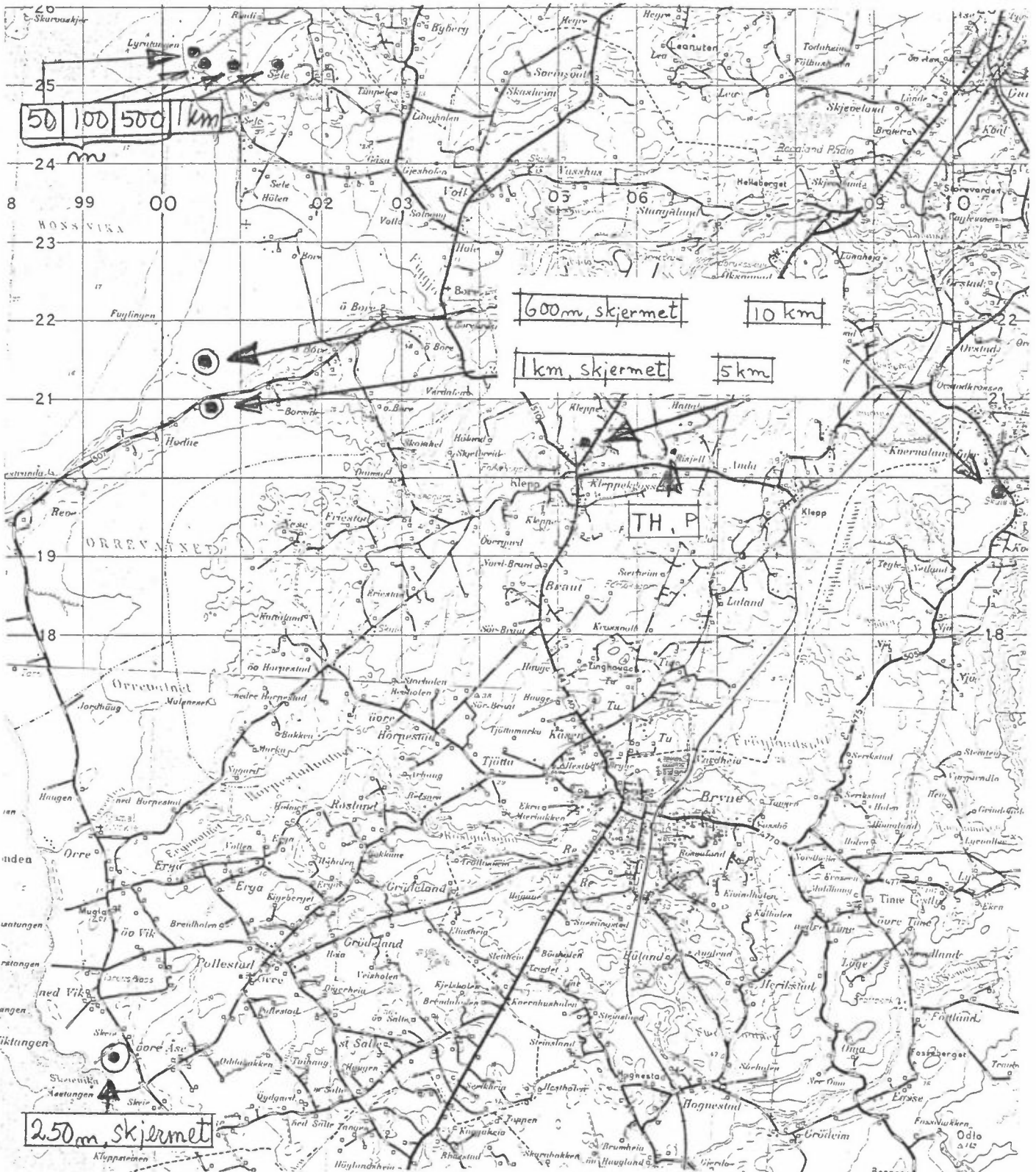
BILAG 3

Karter over stasjonsnett

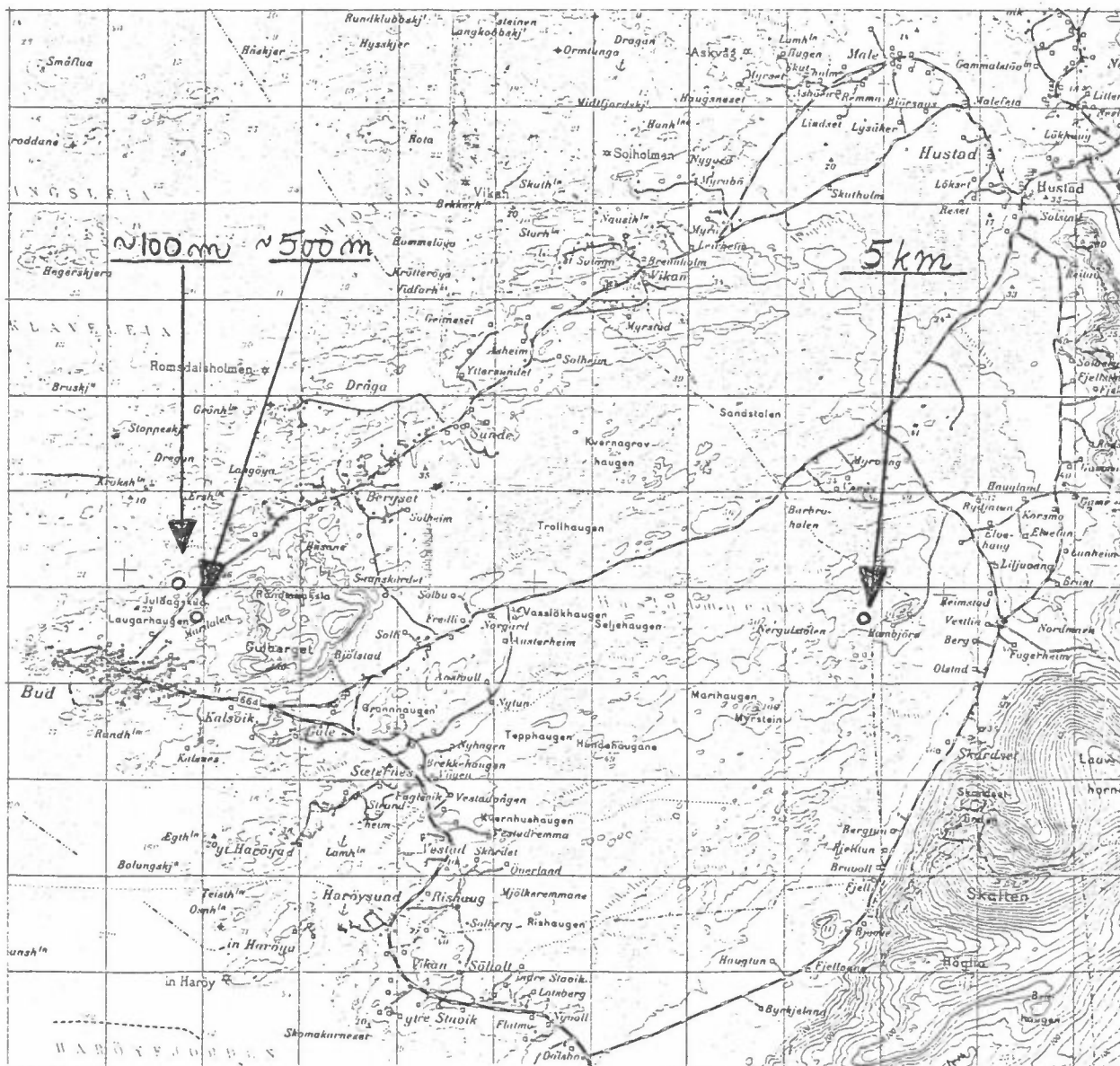


111

Figur 83.1: På kartet ser en de NILU-stasjoner en har benyttet kjemiske nedbør-data fra. (1: Bjørnøya, 2: Lista, 3: Fitjar, 4: Haukeland, 5: Kårvatn, 6: Birkenes, 7: Skreådalen, 8: Tustervatn, 9: Løken, 10: Vatnedalen, 11: Treungen, 12: Gulsvik, 13: Jergul, 14: Narbuvollen). Kartgrunnlaget er fra Norsk Meteorologisk årbok 1978.



Figur 83.2: Målestedene på Jæren. (Rutenes sider er 1 km). TH og P står for henholdsvis termohygrograf og pluviograf.



Figur 83.3: Målestedene på Fræna (rutenes sider er 1 km).

BILAG 4

Miljødata m.m.

Tabell 84.1: Vindskala.

Vindskalaen i værmeldingene.

Deaserte skala	Navn på vindstyrken	Vindstyrke i knop i 10 m høyde over flatt land	Vindstyrke i meter pr. sek. i 10 m høyde over flatt land	Virkning på land	Virkning på sjøen
0	Stille.	Mindre enn 1	0.0—0.2	Røyken stiger rett opp.	Sjøen er speilblank (havblikk).
1	Flau vind	1—3	0.3—1.5	Vindretningen ses av røykens drift.	Krusninger danner seg på havflaten.
2	Svak vind.	4—6	1.6—3.3	Følbar, rører på trærnes blad, løfter en vimpel.	Små korte men tydeligeølger, med glatte kammer, som ikke brekker.
3	Lett bris.	7—10	3.4—5.4	Lauv og småkvister rører seg, vinden strekker lette flagg og vimpler.	Småølger begynner å toppe seg. Det dannes skum, som ser ut som glass. En og annen skumskavil kan forekomme.
4	Løber bris.	11—16	5.5—7.9	Løfter støv og løse papirer, rører på kvister og smågrener, strekker større flagg og vimpler.	Ølgene blir lenger. En del skumskaviler.
5	Friske bris.	17—21	8.0—10.7	Småtrær med lauv begynner å svai, på vann begynner småølger å toppe seg.	Middelstore ølger som har en mer utpreget langstrakt form og med mange skumskaviler. Sjøsprøyt fra toppene kan forekomme.
6	Liten kuling.	22—27	10.8—13.8	Store grener og mindre stammer rører seg, det kriner i telegraftrådene, det er vanskelig å bruke paraply, en merker motstand når en går.	Store ølger begynner å danne. Skumskavilene er større overalt. Gjærne noe sjøsprøyt.
7	Stiv kuling.	28—33	13.0—17.1	Hele trær rører seg, tungt å gå mot vinden.	Sjøen hoper seg opp og kvitt skum fra ølgetopper som brekker, begynner å blåse i strimer i vindretningen.
8	Sterk kuling.	34—40	17.2—20.7	Brekker kvister av trærne, tungt å gå mot vinden.	Middels høye ølger av større lengde. Ølgrekammene begynner å brytes opp til øjorokk, som driver i tydelig markerte strimer med vinden.
9	Liten storm.	41—47	20.8—24.4	Hele store trær svai, og hvier, takene kan blåse ned.	Høye ølger. Tette skumstrimer driver i vindretningen. Sjøen begynner å rulle. Sjørokket kan minke synvidde.
10	Full storm.	48—55	24.5—28.4	Sjelden inne i landet, trær rykkes opp med rot, stor skade på bus.	Megret høye ølger med lange overhengende kammer. Skummet som dannes i store flak driver med vinden i tette kvite strimer, så sjøen får et kvittaktig utseende. Rullingen blir tung og støtende. Synvidde nedsettes.
11	Sterk storm.	56—63	28.5—32.6	Megret sjelden, følges av store ødeleggelser.	Ualmindelig høye ølger (små og middelstore skip kan for en tid forevinnes i ølgedalene). Sjøen er fulltendig dekket av lange, kvite skumflak som ligger i vindens retning. Overalt blåser ølgrekammene til fradelignende skum. Sjørokket nedsettes synvidde.
12	Orkan.	over 63	over 32,6	Forekommer megret sjelden. Utanlig store ødeleggelser.	Lufte er fylt av skum og øjorokk som nedsetter synvidde betydelig. Sjøen er fulltendig kvitt av drivende skum.

NB! Når en skal bedømme vinden ut fra dens virkning på sjøen, må en være oppmerksom på følgende vanskeligheter:

- 1) Om natten er det ikke lett å bedømme vindstyrken ut fra sjøgangen.
- 2) Ved økende vind, tiltar ikke sjøgangen like fort som vinden.
- 3) Avstand fra land, dybde, dunning, sterkt regn, tidevann og andre strømmer virker på sjøens utseende.
- 4) Ved ferskvind nær land er vindens virkning anderledes enn beskrevet i tabellen.

Nedbørsdata

Ved å studere tabell B4.2 vil en finne at stasjon 500 og 1000 m nokså ofte gir dels meget sprikende nedbørstall. Stasjonene er sannsynligvis lite representative for avstanden fra sjø som sådan. Dette kan ha sin forklaring i at 500 m ligger for høyt i forhold til landskapet forøvrig og for 1000 m's vedkommende kan muligens vegetasjonen gi skjerming i sektor SØ-Ø-NV. I noen få tilfeller har en stipulert nedbørtall, enten fordi vinden har ødelagt utstyret, eller p.g.a. lekkasje og hververk. Opprinnelige tall, ifall det finnes noen, står da i parentes.

Tabell B4.2: Hovedsaklig nedbørdata (mm) fra NILUs stasjoner på Klepp og Fræna samt fra MI stasjonene Sola og Obrestad, i tiden oktober 1981 t.o.m. mars 1983. Vinddata fra Obrestad og også tatt med.

	10	11	12	1-82	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1-83	2	3	Middel	P ¹⁾
50 m fra øst	186	164	19	64	57	(59)162	89	49	13	53	135	166	145	299	306	253	32	164	123	62
100 m "	191	178	21	59	70	151	(32)188	48	13	48	126	(24)174	126	336	166	(27)162	76	113	119	54
500 m "	199	169	14	73	97	148	92	62	13	48	123	100	127	183	194	162	14	111	107	57
1000 m "	188	140	24	53	57	76	81	30	13	(-1)117	277	166	(61)268	145	150	10	88	108	35	
5000 m "	231	191	30	64	94	166	91	51	13	73	113	146	113	217	255	166	30	188	124	70
10000 m "	258	237	35	64	92	268	(19)188	56	13	67	151	180	226	303	283	191	27	162	150	84
Middel (mm nedbør)	209	180	24	63	78	162	88	49	13	57	128	174	151	268	255	181	32	138	122	
250 m S	189	154	21	49	76	108	84	45	6	45	158	116	151	(-1)200	204	150	33	129	107	
600 m S	186	178	49	72	64	143	92	48	13	56	129	145	108	(-1)200	154	131	(-1)33	73	104	
1000 m S	99	76	30	49	32	62	46	37	13	37	72	67	119	115	102	96	16	89	64	
Middel	158	136	33	67	57	104	76	43	11	46	120	109	126	-	153	126	-	97	92	
Sola	245	244	49	82	49	146	48	111	22	64	130	176	123	201	215	236	19	121	127	
Obrestad	225	234	36	77	90	176	51	116	6	65	125	174	137	219	216	250	45	156	133	
Dager med regn (Obrestad)	29	27	3	18	15	24	19	16	4	11	23	24	24	25	23	30	8	20		
Middelvindstyrke	4.3	5.1	3.3	3.8	4.3	4.5	4.5	3.6	3.5	3.9	3.7	4.5	3.5	5.1	4.3	5.6	3.0	4.2		
Antall vindobs. ²⁾			3	0	8	22	1	8	7	8	14	14	0	23	18	45	3	4		
Normal																				
Middelnedbør	123	116	110	91	63	42	62	50	71	90	108	137	123	116	110	91	63	42	89	
Sola/Obrestad																				
F - 100	139	122	26	26	38	52	248	53	11	131	36	217	54	134	183	277	46	61	103	(75) ³⁾ 36
F - 500	132	125	24	31	43	68	86	42	10	113	39	236	47	89	89	179	22	151	85	(83) 28
F - 5000	131	125	39	41	46	79	118	54	13	132	55	268	50	115	108	205	38	108	96	(109) 45
Antall vindobs. ²⁾			10(5)	0(0)	7(1)	3(3)	0(0)	0(0)	3(3)	1(1)	3(2)	2(1)	7(3)	7(3)	28(21)	2(0)	4(3)			

1) P = plassifertall. Fremkommer ved at en summerer plasseringstallet (mest nedbør, nest mest nedbør osv.) måned for måned. Mest nedbør gir 6 og minst gir 1.

2) Antall vindobservasjoner fra vestlig sektor (200°-340°) ≥ 20 knop. (Fire observasjoner daglig). På Fræna har en dessuten i parentes antall observasjoner i sektoren 225°-45°.

3) I parentes er vist middelmånedsnedbøren fra august 1979 til september 1981.

Tabell B4.3: Tørr- og våtavsatt klor (Klepp - Fræna).

Avstand fra sjø	10 - 81	11	12	1 - 82	2	3	4	5	
	Våt ²⁾	Kon Våt	Tørr Kon Våt	Tørr Kon Våt	Tørr Kon Våt	Tørr Kon Våt	Tørr Kon Våt	Tørr Kon Våt	
	Tørr ³⁾	Tørr	Tørr Kon	Tørr Kon	Tørr Kon	Tørr Kon	Tørr Kon	Tørr Kon	
50 m	108	556	305 1725	180 101 350	288 631 193	46 94 152	66 125 111	84 220 606	15 27 184
100 m ^{x)}	20	731	265 1630	107 65 559	27 55 234	12 31 155	24 117 206	92 86 647	7 12 126
500 m ^{x)}	13	600	51 297	19 8 165	14 37 124	8 28 3	16 76 23	84 228 48	7 16 2
1 km	12	363	265 1280	74 71	12 22 2	7 13 1	37 91 115	86 204 338	6 7 27
5 km ^{x)}	9	81	21 138	8 7 37	10 21 43	4 14 14	8 45 36	10 28 73	2 4 14
10 km	8	26	17 139	6 6 15	7 16 2	3 11 1	8 70 0.6	6 4 1	2 3 0.7
Middel av ^{x)}	14	471	112 688	45 27 254	17 38 134	8 24 57	16 79 88	62 >114 256	5 11 47
250 S	15	28	83 439	27 20 18	15 26 23	8 22 16	15 51 26	20 49 13	8 12 19
600 S	10	2	83 507	6 11 19	4 9 23	8 4 10	1 9 44	1 144 391	2 4 7 0.7
1000 S	12	1	183 481	15 29 26	4 17 28	10 12 14	2 14 28	2 54 73	3 6 8 2
Middel	12	10	116 476	27 22 22	9 14 26	14 8 15	6 13 41	10 73 -	6 6 9 7
F- 100	7	0.06	37 161	54 46 274	26 21 181	10 13 43	11 19 37	86 644 206	15 27 3
F- 500	5	0.06	16 72	69 81 62 258	33 33 116	8 12 3	9 20 10	12 31 49	2 3 21
F- 5 km	4	4	18 81	8 37 47	42 14 18	20 5 7	2 5 13	2 10 37	6 1 3 0.9
Middel	5	1	24 105	78 57 52 191	24 24 106	8 11 16	8 17 16	36 237 87	6 11 8

1) Kon = konsentrasjon i mg Cl pr l.

2) Våt = klorbelastning fra nedbør målt i mg Cl/m² pr døgn.3) Tørr = klorbelastning målt med aerosolfelle i mg Cl/m² pr døgn.

Tabell B4.3: forts.

Avstand fra ejø	Kon ¹⁾	Våt ²⁾	Tørr ³⁾	6		7		8		9		10		11		12		1 - 83						
				Kon	Våt	Tørr	Kon	Våt	Tørr	Kon	Våt	Tørr	Kon	Våt	Tørr	Kon	Våt	Tørr	Kon	Våt	Tørr			
50 m	550	233	128	77	130	103	37	161	561	41	224	607	128	578	338	450	4490	653	95	908	563	315	2750	1034
100 m ^{x)}	45	19	138	6	10	75	25	101	539	30	23	687	8	31	282	350	3920	733	55	285	475	(85)	(79)	321
500 m ^{x)}	98	41	83	5	7	-	12	47	352	105	367	390	23	92	181	60	366	827	26	158	6	32	179	324
1 km	123	52	124	-	(6)	37	13	(31)	124	32	291	207	9	49	58	77	154	53	24	109	215	30	155	76
5 km ^{x)}	6	3	2	2	5	27	7	27	7	6	28	17	3	9	14	11	73	97	10	78	84	13	74	240
10 km	103	45	9	2	5	18	7	34	0.6	6	38	0.3	3	22	0.3	16	156	2	8	74	0.5	12	80	6
Middel av ^{x)}	50	21	74	4	7	51	15	58	299	47	>139	365	11	44	159	140	1453	552	30	174	188	43	>111	295
250 S	18	4	2	5	7	8	12	63	11	30	116	25	9	44	24	-	-	28	39	256	106	80	413	61
600 S	14	6	1	4	7	1	8	33	2	7	33	2	3	9	2	17	(1)	2	18	87	6	19	83	5
1000 S	65	28	1	17	20	2	24	55	6	18	39	2	4	14	1	18	67	2	23	76	3	32	105	3
Middel	32	13	1	9	11	4	15	50	6	18	63	10	5	22	9	18	-	11	27	140	38	44	200	23
F- 100	32	13	1	38	110	52	14	26	35	7	51	145	27	47	48	84	375	165	96	533	199	171	1634	383
F- 500	11	4	2	7	17	15	6	12	19	7	53	109	13	19	24	15	45	108	18	47	182	25	151	269
F- 5 km	5	3	0.8	5	15	7	3	7	3	4	39	0.4	11	17	7	11	41	2	12	38	0.9	24	166	80
Middel	16	7	1	17	47	25	8	15	19	6	48	85	17	28	26	37	154	125	42	206	127	73	650	244

1) Kon = konsentrasjon i mg Cl pr l.

2) Våt = klorbelastning fra nedbør målt i mg Cl/m² pr døgn.3) Tørr = klorbelastning målt med aerosolfelle i mg Cl/m² pr døgn.

Tabell B4.3: forts.

Avstand fra sjø	2-83		3		Plass- Middel siffer ⁴⁾		Plass- Middel ⁶⁾ siffer		Plass- Middel ⁷⁾ siffer			
	Kon	Våt	Tørr	Kon	Våt	Tørr	Kon	Våtavsetning	Tørravsetning	Tørravsetning		
50 m	160	176	210	405	1954	321	186	91	790	93	410	83
100 ^{x)}	123	323	207	17	55	500	72	71(50)	314	64	409	88
500 ^{x)}	168	83	26	11	35	279	42	64(40)	109	63	215	58
1 km	162	53	5	15	37	169	57	63	84	57	122	49
5 km ^{x)}	6	6	6	17	94	45	9	29(20)	34	29	51	41
10 km	7	6	2	3	16	45	12	26	38	29	7	20
Mid.av ^{x)}	99	137	80	15	61	275						
250 S	59	68	4	11	42	24	24	39	107	39	28	45
600 S	(-)	(-)	0.8	7	14	2	22 ⁵⁾	19	62	25	2.7	21
1000 S	26	14	0.3	11	28	3	32 ⁵⁾	40	66	33	3.4	32
MiddeI	43	41	2	10	28	10						
F-100	178	293	100	12	21	26	50	51	201	48	121	48
F-500	51	41	61	33	140	2	20	39	44	38	83	36
F-5 km	20	27	13	5	16	15	11	19	33	23	12	18
MiddeI	83	120	58	17	59	14						

1) Kon=konsentrasjon i µgCl pr ml.

2) Våt, dvs. klorbelastning fra nedbør målt i mg Cl/m² pr døgn.

3) Tørr, dvs. klorbelastning målt med aerosolfelle i mg Cl/m² pr døgn.

4) Her er gitt poenger 6-5-4 osv. 7-82 ikke medtatt p.g.a. manglende data.

5) 2-83 ikke medtatt.

6) 11-81 er ikke medtatt for Klepp uskjermet. 4-82, 11-82 og 2-83 ikke medtatt for skjærmede stasjoner. På Fråna er 4-82 ikke tatt med p.g.a. en ekstraordinær verdi.

7) For uskjermede på Klepp er 11-81 og -82 ikke tatt med. Samme gjelder 10-81 for Fråna.

Tabell B4.4: Deponeringer av noen viktige havsaltioner over 3 måneder på alle stasjonene på Klepp.

Stasjon	mg pr l								$\frac{Na}{K}$	
	Mnd	Nedbør	Cl	K	Na	Aerosolfelle (100 ml)			Hav: ~28	
						Mg	K	Na	N	AF
50 m	8	4250	37.-	0.6	20.-	87.-	26.-	630.-	33	24
	9	5200	40.5	1.-	27.-	91.-	44.-	820.-	27	19
	10	4550	127.5	2.8	88.-	54.-	20.-	460.-	31	23
100	8	3950	25.-	0.7	13.-	83.5	32.-	700.-	19	22
	9	750	30.-	2.9	68.-	103.-	40.-	900.-	23	23
	10	3950	8.-	0.5	4.-	43.75	18.-	390.-	8	22
500	8	3850	12.-	0.8	6.-	54.5	26.-	460.-	8	18
	9	3150	105.-	0.8	16.-	58.5	22.-	520.-	20	24
	10	4000	23.-	0.6	4.5	28.-	4.-	95.-	8	24
1000	8	700	12.5	1.4	6.-	19.1	9.-	180.-	4	20
	9	8700	31.5	1.3	19.-	31.-	10.4	290.-	15	28
	10	5200	9.4	0.5	14.-	9.2	11.-	230.-	28	21
5 km	8	3550	7.3	1.2	4.-	1.12	0.8	7.5	3	9
	9	4600	5.9	0.2	3.5	2.5	1.8	23.-	18	13
	10	3550	2.5	0.2	3.5	2.3	1.1	19.-	18	17
10 km	8	4750	6.9	0.2	3.5	0.11	0.1	1.3	18	13
	9	5650	6.4	0.1	3.-	0.05	0.1	0.6	30	6
	10	7100	3.1	0.2	3.5	0.07	<0.1	0.5	18	>5
250 S	8	4950	12.3	1.5	7.-	1.7	2.-	17.-	5	9
	9	3650	30.-	0.9	14.-	3.8	1.8	34.5	16	19
	10	4750	9.3	0.7	4.5	3.9	1.6	34.5	6	22
600 S	8	4050	8.-	0.4	4.-	0.23	0.3	2.8	10	9
	9	4550	6.8	0.3	4.-	0.27	0.2	3.4	13	17
	10	3400	2.6	0.4	4.3	0.24	0.4	3.-	11	8
1000 S	8	2250	24.-	6.8	12.-	0.88	0.6	6.5	2	11
	9	2100	17.5	3.4	11.-	0.28	0.2	3.9	3	20
	10	3750	3.7	0.8	1.8	0.20	0.1	2.3	2	23

Tabell B4.5: Sammenlikninger av havsaltrelasjoner i våt- og tørravsetning over en 3 mndr. periode på Klepp.

		NEDBØRSAMLER				AEROSOLFELLE			
Mnd	8	9	10	Cl/Na	Na/K	Cl = konv. Mg	Cl/Na	Na/K	
100 m	Cl	25	30	8	8-10	1253	1.9-0.4-2	8-10	1545
	Na	13	68	4	19-23-8	656			
	K	0.7	2.9	0.5		700	1.8-1.7-1.7	22-23-22	390
500 m	Cl	12	105	23	2-6.6-5.1	32			40
	Na	6	16	4.5	8-20-8	818	1.8-1.7-4.4	18-24-24	18
	K	0.8	0.8	0.6		460			22
1000 m	Cl	12.5	31.5	9.4	2.1-1.7-0.7	26			4
	Na	6	19	14	4-15-28	287	1.6-1.6-0.6	20-28-21	138
	K	1.4	1.3	0.5		180			9
250 m S	Cl	12.3	30	9.3	1.8-2.1-2.1	9	1.5-1.7-1.7	9-19-22	59
	Na	7	14	4.5	5-16-6	26			57
	K	1.5	0.9	0.7		17			34.5
600 m S	Cl	8	6.8	2.6	2-1.7-0.6	2	1.2-1.2-1.2	9-17-8	3.6
	Na	4	4	4.3	10-13-11	3.5			4.1
	K	0.4	0.3	0.4		2.8			3.4
1000 m S	Cl	24	17.5	3.7	2-1.6-2.1	0.3			0.2
	Na	12	11	1.8	2-3-2	13			4.2
	K	6.8	3.4	0.8	→ kontaminering?	6.5	2.0-1.1-1.3	11-20-23	3.9
						0.6			0.2

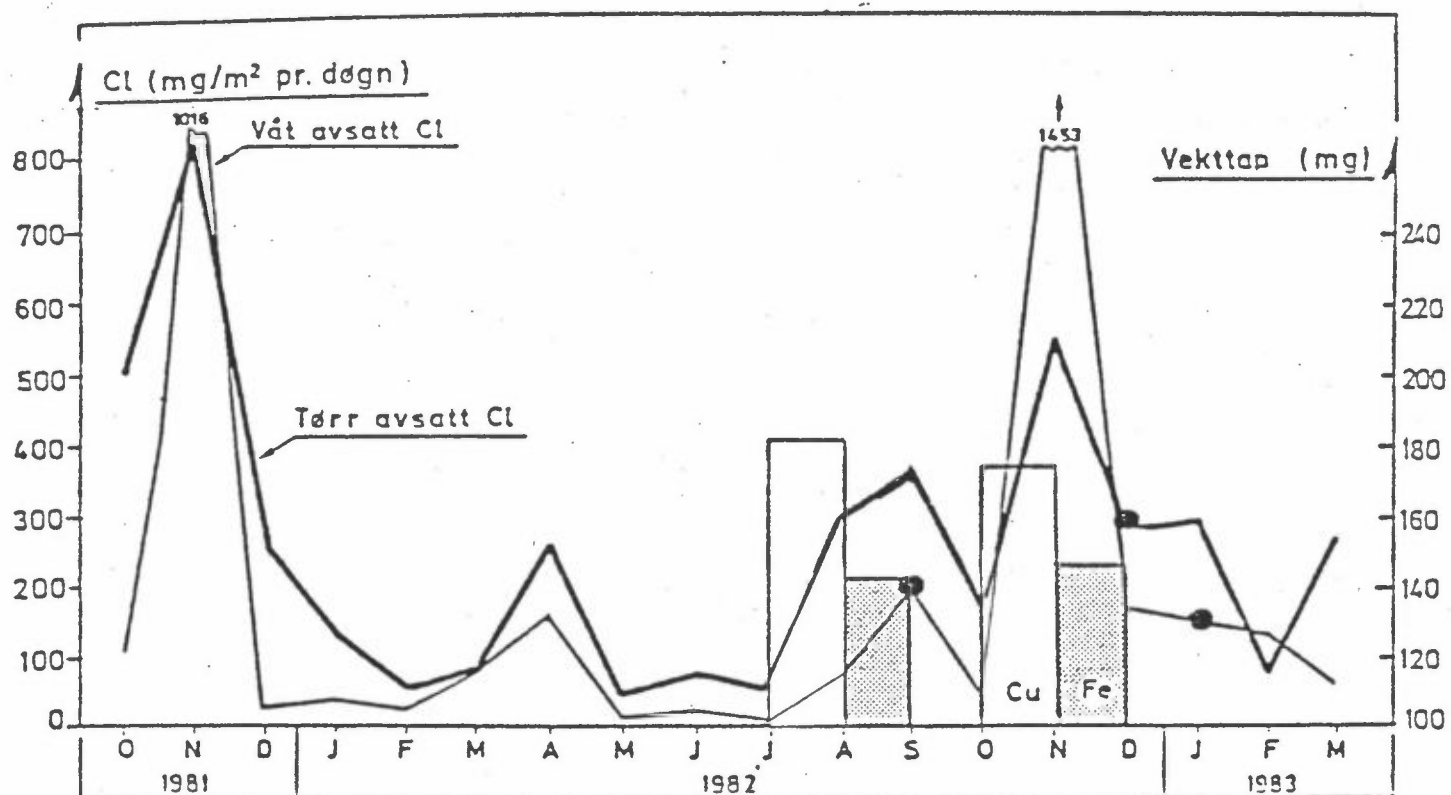
Tabell B4.6: Klassifisering av korrosjonsmiljøer for kystnære strøk med klorid som korrosjonsbestemmende parameter, ifølge Stanner (20).

Kind of pollution	NaCl $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ (Cl)	Marking	Type of atmosphere	Detailed description*
NaCl (Cl)	5 max (3)	S ₁	rural-clean	distance from the sea 1000-2000 m and more according to local conditions
	from 5 to 100 (3-60)	S ₂	maritime	distance from the sea hundreds of meters
	from 100 to 500 (60-300)	S ₃	marine	distance from the sea approx. 100 meters on the sea, e.g., during the transport
	from 500 to 1500 (300-900)	S ₄	surf region	splash zones close the seas and oceans splash locations on the ships

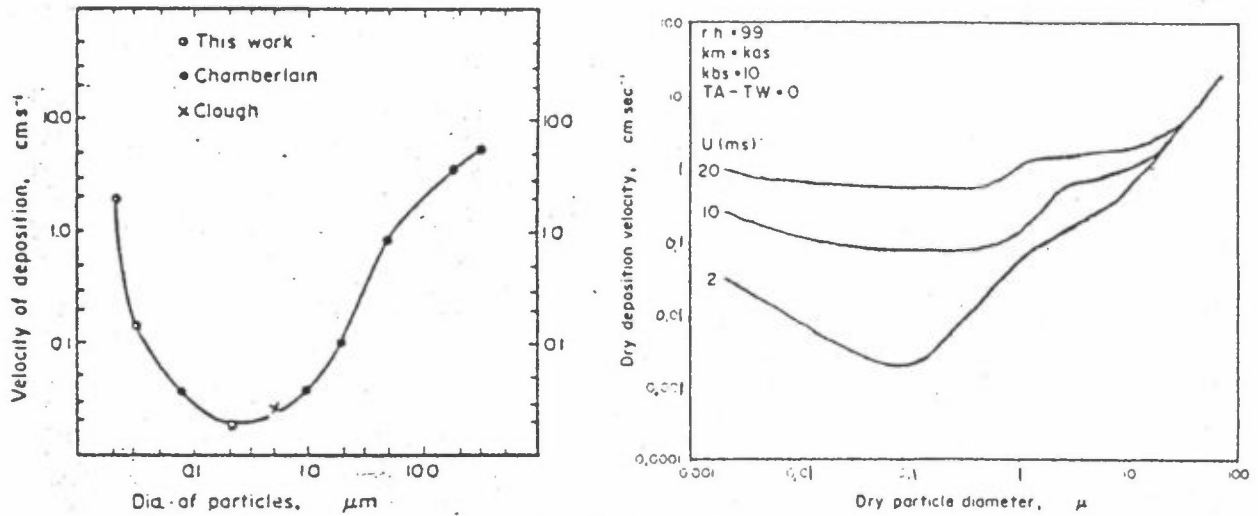
* the local geographic situation and climatic conditions (wind velocity etc.) may change the distances affected by salinity within the single categories.

Tabell 84.7: Våtvassatt klorid på NILU-stasjoner beliggende i ulik avstand fra kysten (maksimum og minimumsverdier). Tallene uttrykker de ekstreme midlere døgnlige deponeringsmengde av Cl⁻ i mg pr m² dersom intet annet er angitt. Står tallet i parentes er det tale om en spesielt høy ekstremverdi. Stasjonene er ordnet etter avstand fra sjø (dvs. korteste avstand til havvann).

Stasjon	Avst. fra hav (km)	1978	1979	1980	1981	1982	Middel	Konc.- middel µgCl/ml
Lista	v/kyst			-124.4	4.0-207.7	3.4-(413.8)	75.2	25.1
Fitjar	"			1.9- 71.7	4.0-(119.1)		23.-	5.2
Haukeland	5				1.2-(96.5)	0.1-149	37.6	3.7
Korvatn	11	0.2-22	0.5- 19.4	0.3- 21.7	0.3- 32.7	0.5- 21.4	7.-	2.2
Birkenes	16	0.6-17.6	0.5-(33.7)	0.3- 17.5	0.1- 27.6	0.7-(44.5)	8.3	2.1
Skreådalen	26			0.2- 53.2	1.8- 69.9	0.4-(108.1)	18.5	3.-
Tustervatn	30			0.3- 19.4	0.1- 19.8	0.3-(230.4)	13.0	3.8
Løken	41			1.4- 9.5	0.2- 4.8	0.2- 10.6	2.4	1.3
Vatnedalen	44			0.6- 10.1	0.2- (18.5)	0.2-(18.9)	3.-	1.1
Treungen	46	0.3-2.5	0.3-3.1	0.1- 3.3	0.1- (4.7)	0.2- 6.9	1.8	0.7
Tovdal	52	0.6-6.5	1.5-6.5					1.-
Gulsvik	73	0.2-1.4	0.1-1.5	0.1- 1.4	0.1- 1.8	0.1- 3.2	0.7	0.3
Jergul	74	0.1-0.4	0 -0.3	0.03- 0.5	0.1- 0.6	0.2- 0.4	0.2	0.2
Narbuvollen	125			0.2- 1.3	0.2- 0.8	0.1- 0.9	0.4	0.3

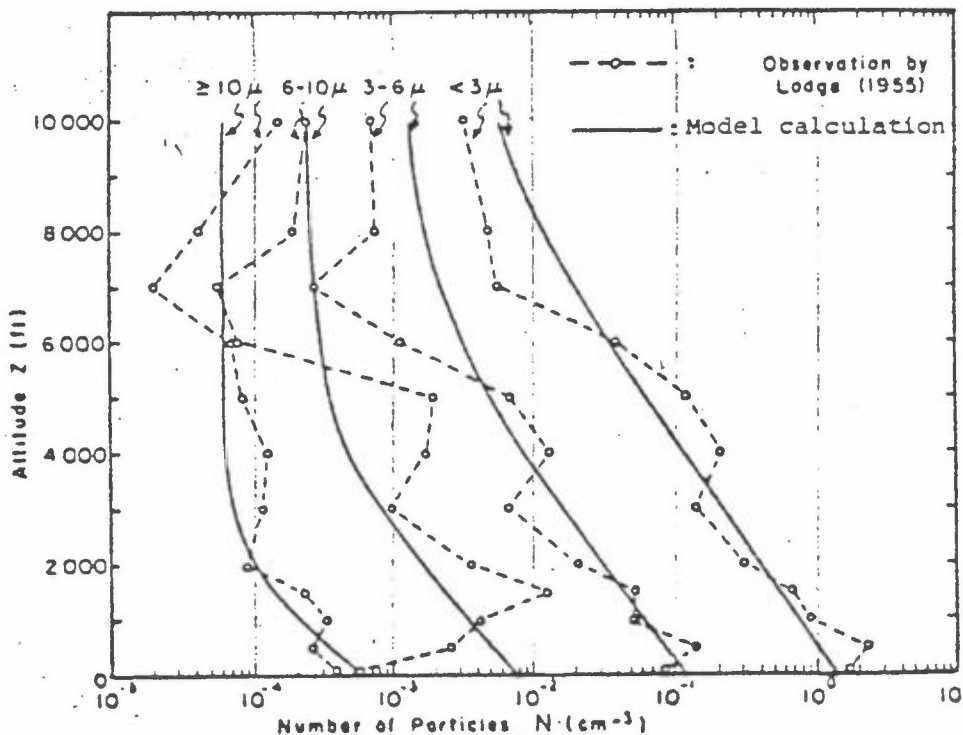


Figur 84.1: Tørr- og våtavsatt klorid sett sammen med vekttap av Al-tråder viklet på henholdsvis Cu (hvit stolpe) og Fe (stolpe med raster). Gjelder målestedene 100, 500 og 5000 m fra sjø (middelverdier). Rund sort markering betyr at tallet er delvis stipulert.



Figur B4.2a: Eksperimentelt bestemte depositions hastigheter for partikler av ulik aerodynamisk masse median diameter. (Overflate: Kort gress. Vindhastighet 2,5 m/sek.) (Etter Little og Wiffen, 1977 (24).)

Figur B4.2b: Kurvene er her basert på modellberegninger for maritime områder (28).



Figur B4.3: Et eksempel på vertikal distribusjon av havsaltpartikler over havet. Heltrukne kurver indikerer modellberegninger (Toba 1965). Stiplede kurver er basert på målinger (Lodge 1955) (6).



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)
 POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
 ELVEGT. 52.

N I L U
 TLF. (02) 71 41 70

RAPPORTTYPE Teknisk rapport	RAPPORT NR. TR 8/84	ISBN--82-7247- 481-6
DATO JUNI 1984	ANSV.SIGN. B. Ottar	ANT. SIDER 86
TITTEL Havsaltavsetninger målt med NILUs nedbør- samler og aerosolfelle		PROSJEKTLEDER O. Anda
		NILU PROSJEKT NR. O-8221
FORFATTER(E) O. Anda S.E. Haagenrud		TILGJENGELIGHET** A
		OPPDRAKSGIVERS REF.
OPPDRAKSGIVER		
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Tørravsetning Korrosjon		Havsaltaerosoler
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) En litteraturstudie omhandler havaerosoldannelse og -spredning. Rapporten beskriver videre korrosjonsforsøk (tråd på bolt) og miljømålinger i hovedsak fra kystområdet ved Klepp på Jæren. En forsøker vise sammenheng mellom tørr- og våtavsatt klorid og korrosjon. Videre har en vurdert aerosolfellen som prøvetaker for tørrdeposisjon i standardiseringssammenheng og også sammenliknet den med andre prøvetakingsmetoder.		
TITLE		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines.)		

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