

NILU OR: 56/92

NILU OR : 56/92  
REFERANSE : O-8978  
DATO : JULI 1992  
ISBN : 82-425-0396-6

# Nedbørkvalitet ved Mongstad September 1989-August 1990

M.J.Aarnes og T.Bøhler

**INNHOOLD**

	Side
SAMMENDRAG .....	2
1 INNLEDNING .....	4
2 REGISTRERINGER AV VIND OG NEDBØRINTENSITET .....	6
2.1 Vindretning .....	6
2.2 Vindretning og nedbørintensitet .....	9
3 NEDBØRKVALITET .....	12
3.1 Middelerdier for hele perioden september 1989- august 1990 .....	13
3.2 Månedlige middelerdier .....	15
3.3 Våtavsetning i januar 1990 .....	19
4 REFERANSER .....	22

## SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har for Statoil gjennomført målinger av meteorologi og luft- og nedbørkvalitet omkring Mongstad fra september 1989 - august 1990. Dataene er rapportert kvartalsvis (Johnsrud og Bøhler, 1990A, 1990B, Aarnes og Bøhler, 1990A, 1990B, 1990C, 1990D, Aarnes og Bøhler 1991A, 1991B). Denne rapporten gir et sammendrag av nedbørmålingene for hele måleperioden.

Vindmålingene viser at dominerende vindretning på Grunnevikshøgda i måleperioden var fra sørøst ( $150^\circ$ ), mens på Hellisøy fyr var vindretningen oftest fra nord og fra sørlige retninger. Flest observasjoner av store nedbørmengder forekom ved vind fra sør og sørøstlig retning på Grunnevikshøgda og ved vind fra sørvestlig retning på Hellisøy fyr.

Døgnlige nedbørprøver ble samlet inn på fire stasjoner. Målestedet Årås var plassert ca. 7 km sørvest for raffineriet, mens Grinde, Sleire og Ropehaugen lå henholdsvis ca. 12 km, 13 km og 22 km nordøst for raffineriet. Målingene fra disse stasjonene er sammenholdt med målestedet Haukeland som er en av stasjonene i "Statlig program for forurensningsovervåking".

De laveste pH-verdiene og de høyeste sulfatkonsentrasjonene ble målt i nedbøren i juni 1990.

Totalt for måleperioden september 1989-august 1990 hadde stasjonen Grinde lavest pH og høyest konsentrasjon av sjøsaltkorrigert sulfat. Haukeland hadde høyest ammoniumkonsentrasjon, mens Årås hadde de høyeste konsentrasjonene av de øvrige komponentene. Grinde hadde også størst avsetning av sterk syre og sjøsaltkorrigert sulfat. Sleire hadde størst avsetning av kalium, mens Haukeland, som hadde mest nedbør av de fem

stasjonene, hadde størst avsetning av totalt sulfat, nitrat, ammonium, kalsium, magnesium, natrium og klorid.

Januar måned skilte seg ut som en måned med betydelig nedbør og hvor sulfatavsetningen på Grinde var større enn på de andre stasjonene. Dager med stor sulfatavsetning viste høy forekomst av vind fra raffineriet mot målestedet.

Den dominerende kilden i området er langtransporterte forurensninger fra Europa, men det kan ikke utelukkes at Mongstadanlegget også bidrar litt, spesielt på stasjonen Grinde. Det er vanskelig å kvantifisere det eventuelle bidraget fra anlegget i denne undersøkelsen, men det er lite i forhold til bidraget fra langtransporterte forurensninger som klart dominerer i området.

## NEDBØRKVALITET VED MONGSTAD SEPTEMBER 1989-AUGUST 1990

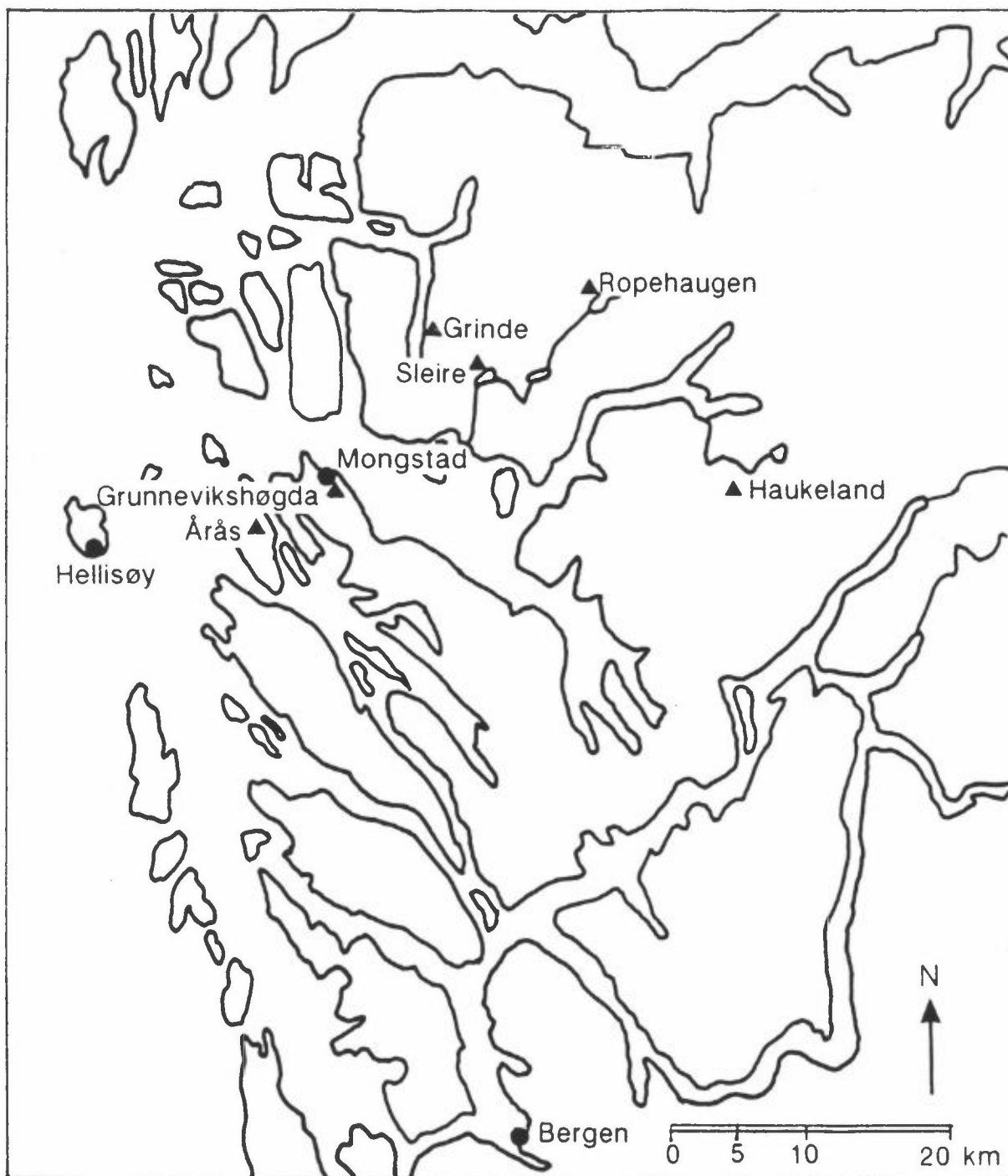
### 1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har for Statoil gjennomført et måleprogram for luft- og nedbørkvalitet omkring oljeraffineriet på Mongstad. Målingene ble utført i perioden 1. september 1989-31. august 1990. Dataene er rapportert kvartalsvis (Johnsrud og Bøhler, 1990, Aarnes og Bøhler, 1990A, 1990B, Aarnes og Bøhler 1991). Denne rapporten gir et sammendrag av nedbørmålingene for hele måleperioden.

Det ble samlet nedbør på døgnbasis på fire målestasjoner; en stasjon beliggende ca. 7 km sørvest for anlegget (Årås) og tre stasjoner nordøst for anlegget på den andre siden av Fensfjorden. Stasjonene nordøst for anlegget, Grinde, Sleire og Ropehaugen, var plassert henholdsvis ca. 12 km, 13 km og 22 km fra raffineriet. Resultatene fra disse stasjonene sammenholdes med resultater fra NILUs målestasjon ved Haukeland som er en av stasjonene i "Statlig program for forurensningsovervåking". Stasjonen på Haukeland beskriver bakgrunnsnivået og skal være minst belastet av lokale forurensningskilder, bortsett fra lokale amoniakkutslipp fra husdyrhold.

For å vurdere forurensningsbidraget fra Mongstadanlegget er det brukt vinddata fra Hellisøy fyr og fra Grunnevikshøgda, der det også ble registrert timevis nedbørmengde (nedbørintensitet).

Lokalisering av målestedene er vist i figur 1.



Figur 1: Lokalisering av målestasjonene for nedbørkvalitet ved Mongstad.

## 2 REGISTRERINGER AV VIND OG NEDBØRINTENSITET

Meteorologiske data fra Grunnevikshøgda i perioden september 1989-august 1990 er presentert kvartalsvis (Johnsrud og Bøhler, 1990B, Aarnes og Bøhler, 1990C, 1990D, Aarnes og Bøhler, 1991B).

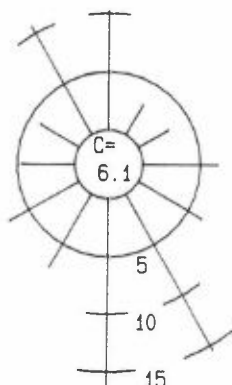
For å vurdere belastningen fra Mongstadanlegget ved de fire målestasjonene for nedbørkvalitet, brukes registreringer av vindretning ved Grunnevikshøgda (timevise registreringer) sammenholdt med vinddata fra Hellisøy fyr (registreringer hver 6. time). I tillegg ble det registrert timevise nedbørmengder ved Grunnevikshøgda.

### 2.1 VINDRETNING

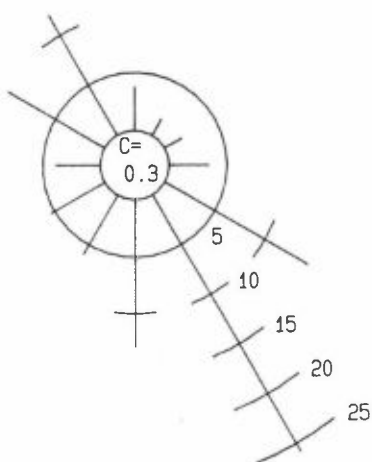
Frekvensfordelingen av vindretning i 12 sektorer på Grunnevikshøgda og på Hellisøy fyr for perioden september 1989-august 1990 er vist i figur 2. Figuren viser også vindretningsfordelingen på Hellisøy fyr i perioden 1961-1975.

Figuren viser at den hyppigste vindretningen på Grunnevikshøgda var fra sør-sørøst (omkring  $150^\circ$ ). Totalt blåste det fra sør-sørøst i ca. 25 prosent av perioden. På Hellisøy fyr blåste det oftest fra sørlige retninger og fra nord. Sammenliknet med 15-års-perioden 1961-1975 var det på Hellisøy fyr i perioden september 1989-august 1990 mer vind fra sør-sørvest og litt mindre vind fra øst. Vindstillefrekvensen var lav med bare 0,3% vindstille i perioden september 1989-august 1990, mot 6,1% vindstille i 15-års-perioden 1961-1975.

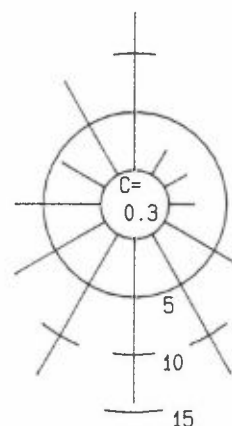
Hellisøy fyr  
1 1 61 - 31 12 75



Grunnevikshøgda  
1 9 89 - 31 8 90



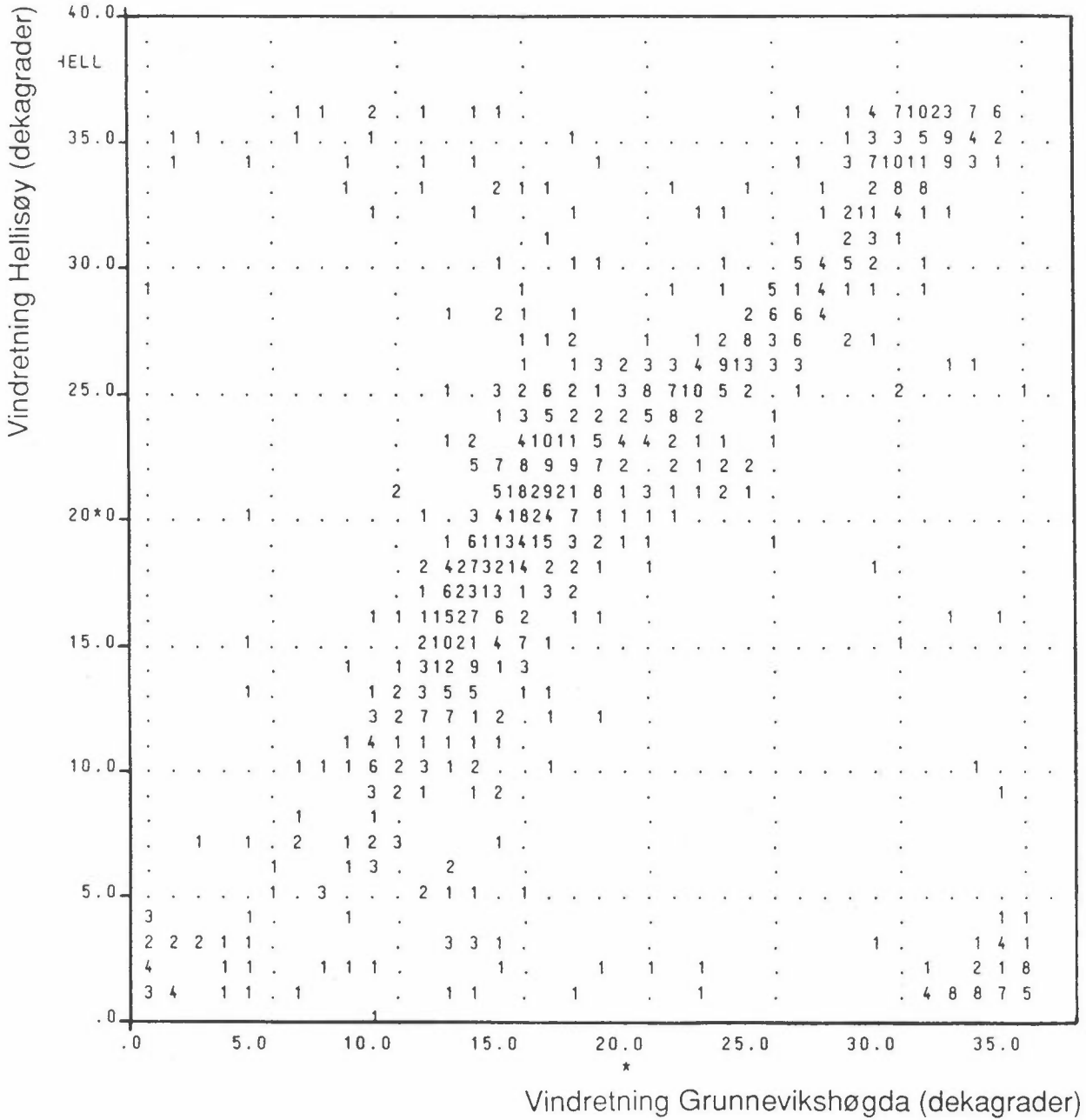
Hellisøy fyr  
1 9 89 - 31 8 90



Figur 2: Frekvensfordeling av vindretning fordelt på tolv 30° sektorer fra Grunnevikshøgda og Hellisøy fyr i perioden september 1989-august 1990 og fra Hellisøy fyr i perioden januar 1961-desember 1975.

Figur 3 viser samtidige observasjoner av vindretning på Grunnevikshøgda og Hellisøy fyr. Figuren viser en dreining av vinden på Grunnevikshøgda i forhold til Hellisøy. Vind fra hovedvindretningen på Grunnevikshøgda, 130-170 grader, er oftere fra 150-210 grader på Hellisøy fyr. Denne dreiningen kan forklares ved den generelle friksjonen over land og at vinden kanaliseres langs Fensfjorden. Det er sannsynlig at observasjonene på Hellisøy i perioder kan gi en bedre beskrivelse av transport av forurensninger i høyden i området enn dataene fra Grunnevikshøgda.





Figur 3: Samtidige observasjoner av vindretning på Grunnevikshøgda og Hellisøy fyr i perioden september 1989-august 1990.

## 2.2 VINDRETNING OG NEDBØRINTENSITET

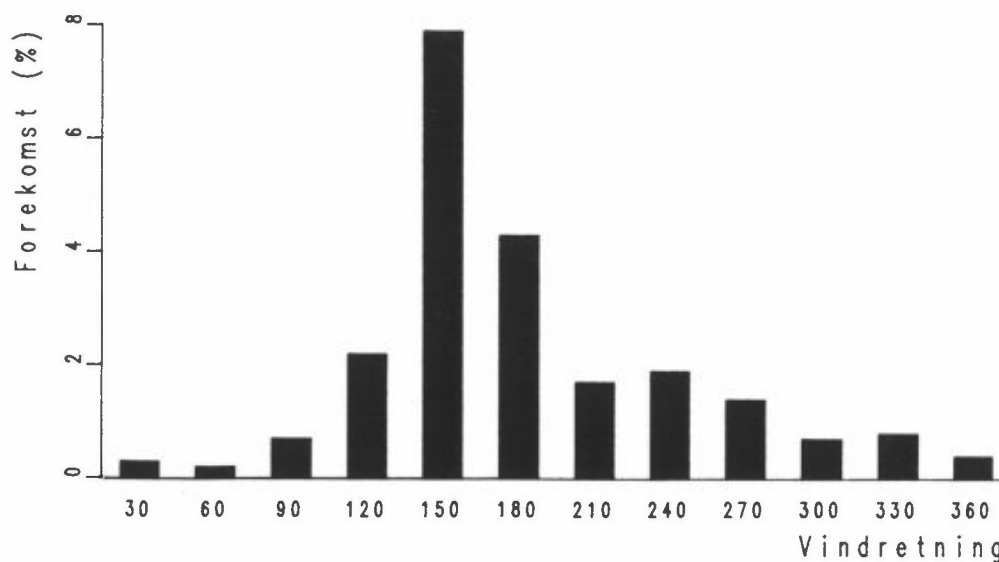
Ved målestasjonen på Grunnevikshøgda ble det utført timevise registreringer av nedbørmengde i perioden september 1989-august 1990.

Største nedbørmengde over 1 time på Grunnevikshøgda var 9,0 mm som ble observert 6. januar 1990 kl 24.

Forekomsten av nedbør med vind fra tolv sektorer på Grunnevikshøgda er vist i figur 4. Totalt ble det registrert nedbør i ca. 23% av tiden. Det var størst forekomst av nedbør med vind fra sør-sørøst (150°), men også en del nedbør med vind fra sør (180°).

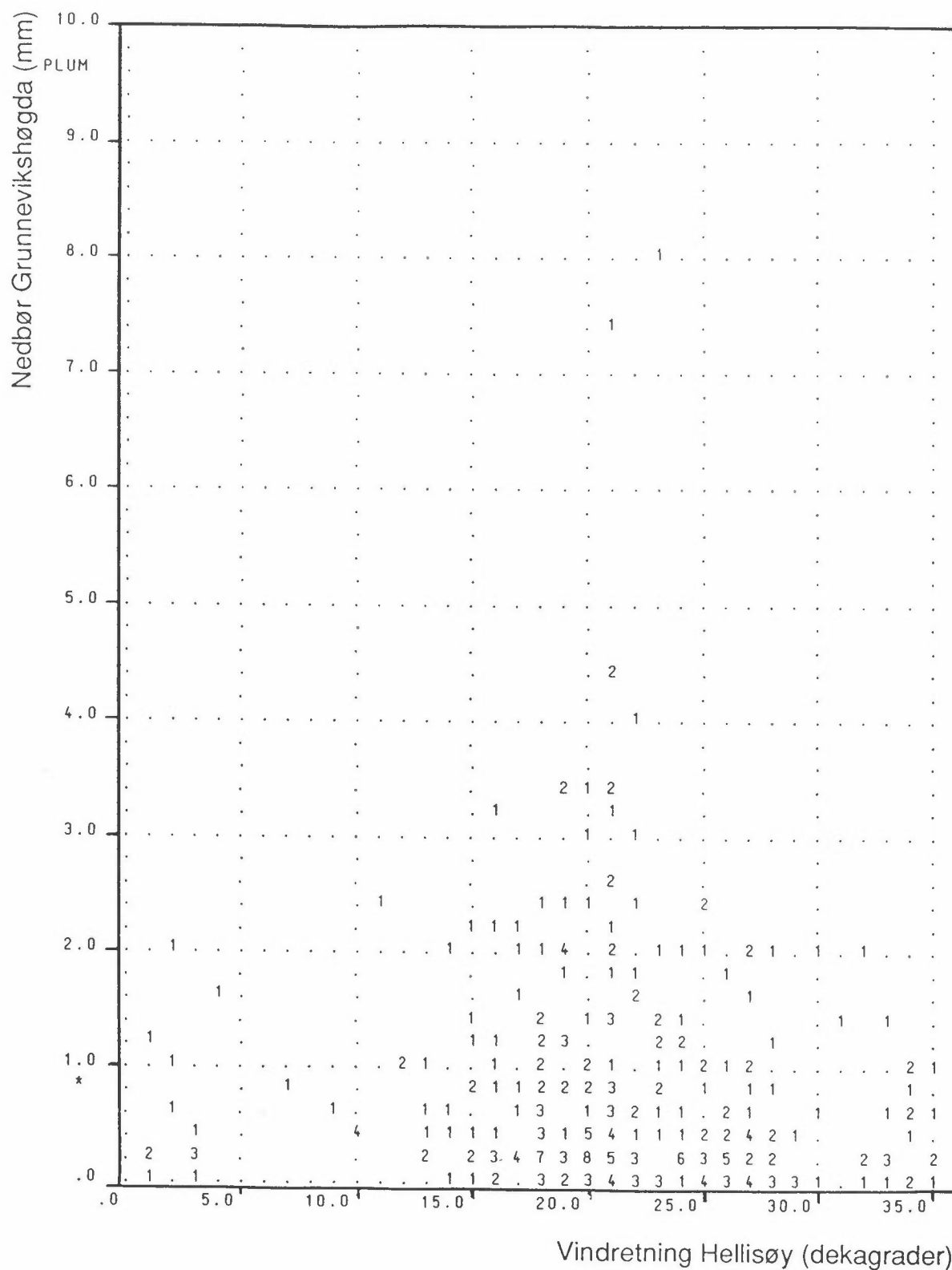
I figur 5 og 6 er timevise nedbørmengder på Grunnevikshøgda plottet mot samtidige vindretningsdata fra Grunnevikshøgda (figur 5) og fra Hellisøy fyr (figur 6) for å se på sammenhengen mellom vindretning og nedbørintensitet.

Forekomst av nedbør på Grunnevikshøgda  
September 1989 - august 1990



Figur 4: Forekomst av nedbør med vind fra 12 sektorer på Grunnevikshøgda i perioden september 1989-august 1990.





Figur 6: Nedbørmengde på Grunnevikshøgda som funksjon av vindretning på Hellisøy fyr i perioden september 1989-august 1990. Tallene i figuren angir antall observasjoner.

Figurene viser at de største timevise nedbørmengdene i perioden september 1989-august 1990 kom ved vind fra sør-sørøstlig retning på Grunnevikshøyda og ved vind fra sørvestlig retning på Hellisøy.

### 3 NEDBØRKVALITET

Det ble samlet prøver for analyser av nedbørkvalitet på de fire målestasjonene: Årås, Grinde, Sleire og Ropehaugen. Resultatene sammenholdes med målinger fra bakgrunnstasjonen Haukeland.

På hver stasjon ble det samlet nedbør på døgnbasis. Det ble målt nedbørmengde (mm/døgn) og pH (surhetsgrad). Dessuten ble prøven analysert for følgende komponenter:

- $\text{SO}_4^{2-}$  : sulfat (mg svovel/l nedbør)
- $\text{NO}_3^-$  : nitrat (mg nitrogen/l nedbør)
- $\text{NH}_4^+$  : ammonium (mg nitrogen/l nedbør)
- $\text{Na}^+$  : natrium (mg/l)
- $\text{Mg}^{2+}$  : magnesium (mg/l)
- $\text{Ca}^{2+}$  : kalsium (mg/l)
- $\text{Cl}^-$  : klorid (mg/l)
- $\text{K}^+$  : kalium (mg/l)

pH gis på en skala fra 1 til 14 der 1 er surest og 7 er nøytralt.

En del av bidraget til sulfatkonsentrasjonene som ble målt skyldes at nedbøren inneholdt sjøsalt. Ved å bruke kjente forhold mellom sulfatkonsentrasjonen og konsentrasjoner av natrium, magnesium og klorid i sjøvann, kan sulfatkonsentrasjonen korrigeres for sjøsaltbidraget.

### 3.1 MIDDELVERDIER FOR HELE PERIODEN SEPTEMBER 1989-AUGUST 1990

Tabell 3 gir middelverdier av pH og middelkonsentrasjoner av øvrige komponenter i nedbøren omkring Mongstadanlegget for perioden september 1989-august 1990.

Middelverdiene er vektet med hensyn til nedbørmengde for hvert døgn. Det er gitt både total sulfatkonsentrasjon ( $\text{SO}_4\text{T}$ ) og sulfatkonsentrasjon som er korrigert for sjøsalt ( $\text{SO}_4\text{C}$ ).

Tabell 3: Middelverdier av pH og middelkonsentrasjoner av nedbørkomponenter ved Mongstad i perioden september 1989-august 1990.

Stasjon	pH	$\text{SO}_4^{2-\text{T}}$ mgS/l	$\text{SO}_4^{2-\text{C}}$ mgS/l	$\text{NO}_3^-$ mgN/l	$\text{NH}_4^+$ mgN/l	$\text{Ca}^{2+}$ mg/l	$\text{K}^+$ mg/l	$\text{Mg}^{2+}$ mg/l	$\text{Na}^+$ mg/l	$\text{Cl}^-$ mg/l
Årås	4,51	0,81	0,46	0,28	0,17	0,20	0,18	0,51	4,28	7,72
Grinde	4,49	0,74	0,48	0,23	0,13	0,17	0,13	0,39	3,19	5,69
Sleire	4,55	0,72	0,42	0,22	0,15	0,18	0,16	0,43	3,59	6,53
Ropehaugen	4,60	0,61	0,38	0,20	0,16	0,15	0,11	0,34	2,77	5,00
Haukeland	4,73	0,53	0,31	0,17	0,18	0,13	0,11	0,31	2,66	4,73

Midlet over hele måleperioden hadde stasjonen Grinde lavest pH og høyest konsentrasjon av sjøsaltkorrigert sulfat. Haukeland hadde den høyeste middelkonsentrasjonen av ammonium, mens Årås hadde de høyeste middelkonsentrasjonene av de øvrige komponentene.

Ved kysten kan nedbørmengdene variere betydelig med høyden og med avstanden fra sjøen. Store nedbørmengder vil kunne virke fortynnende og gi lave konsentrasjoner, mens vi ofte ser en tendens til høyere konsentrasjoner ved mindre nedbør. Forskjeller i nedbørmengde og avstand fra sjøen kan forklare noe av konsentrasjonsvariasjonene mellom stasjonene. Årås, som ligger nærmest sjøen, hadde klart mindre nedbørmengder enn de andre stasjonene, noe som kan forklare de høyere konsentrasjonene.

Ropehaugen og Haukeland, som ligger lengst fra sjøen hadde stort sett de laveste konsentrasjonene.

Ammoniumkonsentrasjonene ved Haukeland er påvirket av utslipp fra husdyrhold ved målestasjonen. Dette sammen med lavere  $\text{SO}_4^{2-}$  og  $\text{NO}_3^-$  konsentrasjoner gjør at denne stasjonen har de høyeste pH-verdiene.

Stasjonen Grinde hadde lavere pH og høyere konsentrasjoner av sulfat og nitrat enn Sleire, men lavere konsentrasjoner av de øvrige komponentene; ammonium, kalsium, kalium og sjøsaltkomponentene magnesium, natrium og klorid.

Våtavsetningen av de forskjellige nedbørkomponentene for perioden september 1989-august 1990 er gitt i tabell 4. Våtavsetningen av en nedbørkomponent er produktet av konsentrasjonen og nedbørmengden. Fordi nedbørmengden ofte kan ha betydelige lokale variasjoner er det viktig å se på våtavsetning i tillegg til konsentrasjoner, ved en vurdering av belastning.

Tabell 4: Våtavsetning av nedbørkomponenter ved Mongstad i perioden september 1989-august 1990.

Stasjon	Sum nedbør mm	$\text{H}^+$ mekv/m <sup>2</sup>	$\text{SO}_4^{2-}$ ukorr. mgS/m <sup>2</sup>	$\text{SO}_4^{2-}$ korr. mgS/m <sup>2</sup>	$\text{NO}_3^-$ mgN/m <sup>2</sup>	$\text{NH}_4^+$ mgN/m <sup>2</sup>	$\text{Ca}^{2+}$ mg/m <sup>2</sup>	$\text{K}^+$ mg/m <sup>2</sup>	$\text{Mg}^{2+}$ mg/m <sup>2</sup>	$\text{Na}^+$ mg/m <sup>2</sup>	$\text{Cl}^-$ mg/m <sup>2</sup>
Årås	1977	61,3	1606	911	554	345	398	349	1015	8462	15257
Grinde	3109	100,4	2316	1491	730	418	529	410	1209	9924	17688
Sleire	3251	91,0	2333	1370	707	481	571	516	1409	11667	21223
Ropehaugen	3729	93,1	2262	1419	754	580	553	405	1263	10318	18663
Haukeland	4685	87,2	2496	1473	789	841	588	514	1471	12448	22142

Våtavsetningen av sulfat er gitt med og uten sjøsaltkorreksjon. Avsetningen av  $\text{H}^+$  er beregnet ut fra pH og beskriver våtavsetningen av sterk syre.

Av de fem stasjonene hadde Årås minst nedbør og minst avsetning av samtlige komponenter. Haukeland hadde mest nedbør og størst avsetning av totalt sulfat, nitrat, ammonium, kalsium, magnesium, natrium og klorid. Sleire hadde størst avsetning av kalium, mens Grinde hadde størst avsetning av sterk syre og sjøsalkkorrigert sulfat. Den store våtavsetningen av ammonium på Haukeland kan ha bidratt til å gi en lavere verdi for avsetningen av sterk syre på grunn av nøytralisering.

Målte konsentrasjoner og avsetning på stasjonene Årås, Ropehaugen og Haukeland følger i store trekk de variasjonene som kan forventes med de lokale gradientene i nedbørmengde med avstand fra sjøen og høyde over havet. Dette tyder på at langtransporterte forurensninger dominerer på disse målestasjonene, bortsett fra at Haukeland er påvirket av lokale utslipp av ammoniakk.

Konsentrasjoner og avsetning midlet over året på stasjonene Grinde og Sleire avviker ubetydelig fra hva som kunne forventes i forhold til forskjeller i nedbørmengde. Det kan ikke påvises noen påvirkning fra Mongstad.

### 3.2 MÅNEDLIGE MIDDELVERDIER

Månedsmiddelverdier av pH og månedsmiddelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsalkkorrigert), nitrat og klorid for perioden september 1989-august 1990 er vist i figur 7. Figur 8 viser månedsvis nedbørmengde og avsetning av sulfat, nitrat og klorid for samme periode.

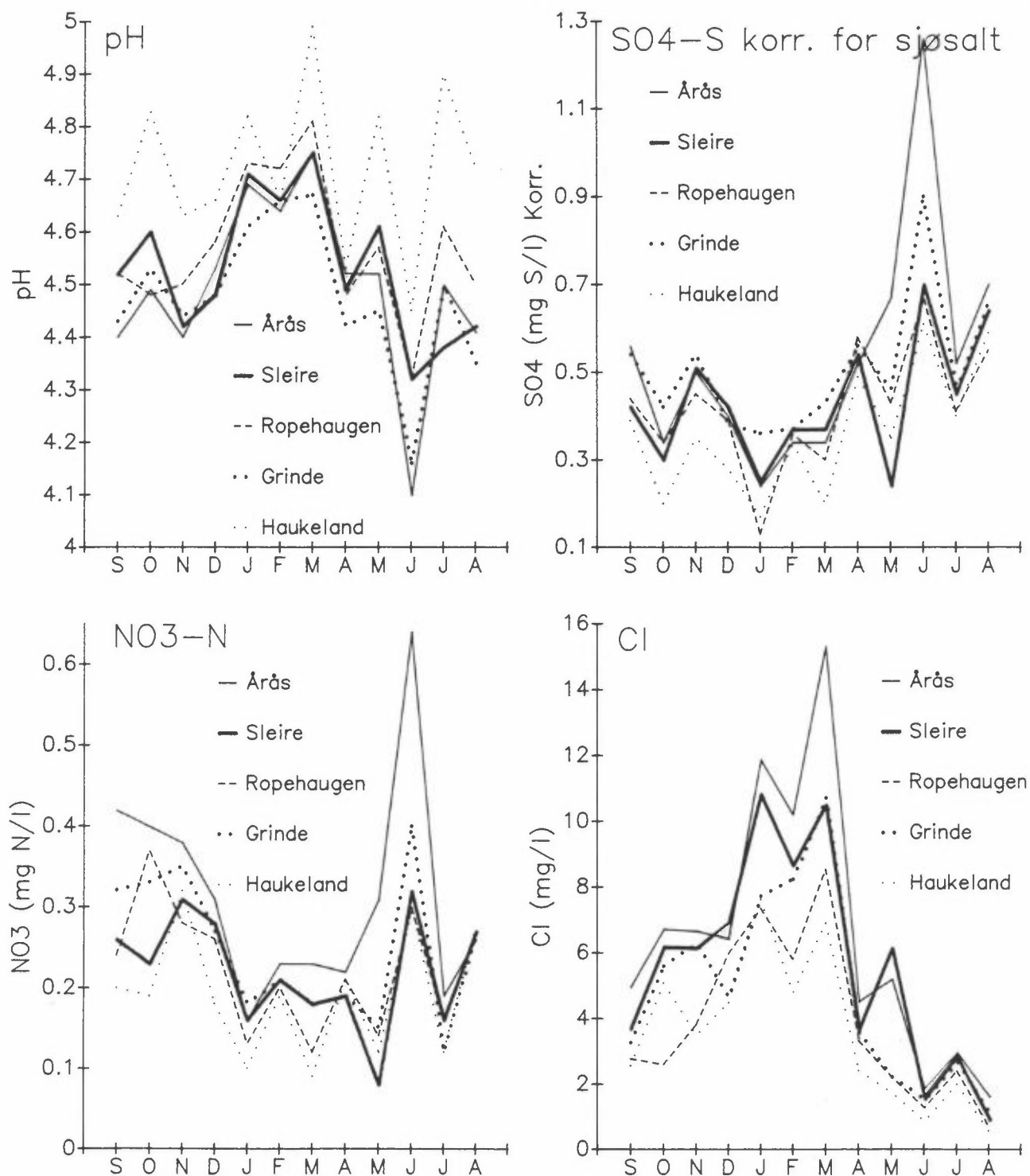
Figur 7 illustrerer at månedsmiddelkonsentrasjonene på de fem stasjonene i store trekk fulgte hverandre. Alle stasjonene hadde lavest pH og høyest sulfatkonsentrasjon i juni 1990. Månedsmiddelkonsentrasjonen av nitrat var også høyest i juni på Årås, Grinde og Sleire, mens den var høyest i oktober på Ropehaugen og i november på Haukeland. Månedsmiddelkonsentrasjonene



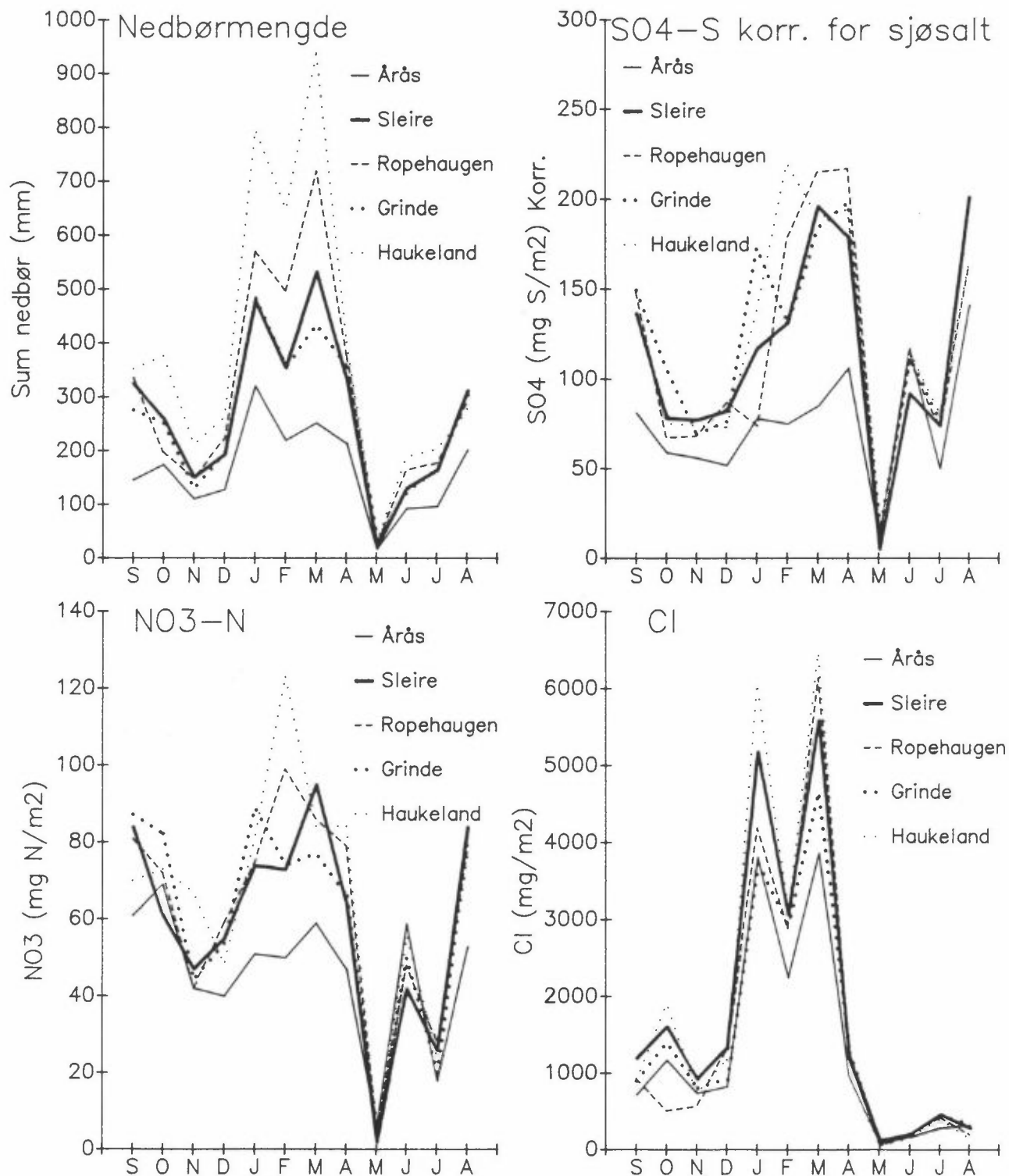
av klorid var høyest i mars på alle stasjoner bortsett fra Haukeland, som hadde høyest kloridkonsentrasjon i januar.

Figur 8 viser at Haukeland, Ropehaugen og Sleire fikk mest nedbør i mars, mens Grinde og Årås fikk mest i januar. Haukeland hadde størst avsetning av sulfat og nitrat i februar. Ropehaugen hadde størst avsetning av sulfat i april og av nitrat i februar. Sleire hadde størst avsetning av sulfat og nitrat i mars. Grinde hadde størst avsetning av sulfat i april og av nitrat i januar. Årås hadde størst avsetning av sulfat i august og av nitrat i oktober. Mens avsetningen av sulfat og nitrat varierte ulikt fra måned til måned mellom de fem stasjonene, varierte kloridavsetningen i takt. Alle stasjonene hadde høyest kloridavsetning i vinterhalvåret med maksimum i mars måned.

Utakten i variasjonen fra måned til måned mellom de fem stasjonene framkommer i noen tilfeller som et resultat av forskjellene i nedbørmengder. I februar måned var forskjellene i sulfat og nitratkonsentrasjonene mellom stasjonene små, mens forskjellene i nedbørmengde gav betydelig større våtavsetning på de stasjonene som hadde mest nedbør (Haukeland og Ropehaugen). I januar måned hadde Grinde klart større våtavsetning av sulfat og nitrat enn Sleire, selv om de to stasjonene hadde samme nedbørmengde. Her var det høyere konsentrasjoner som bidro til større avsetning. Forskjellene i avsetning i mars måned kan forklares både ved forskjeller i konsentrasjoner og nedbørmengder.



Figur 7: Månedsmiddelerverdier av pH og månedsmiddelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert), nitrat og klorid omkring Mongstad i perioden september 1989-august 1990.



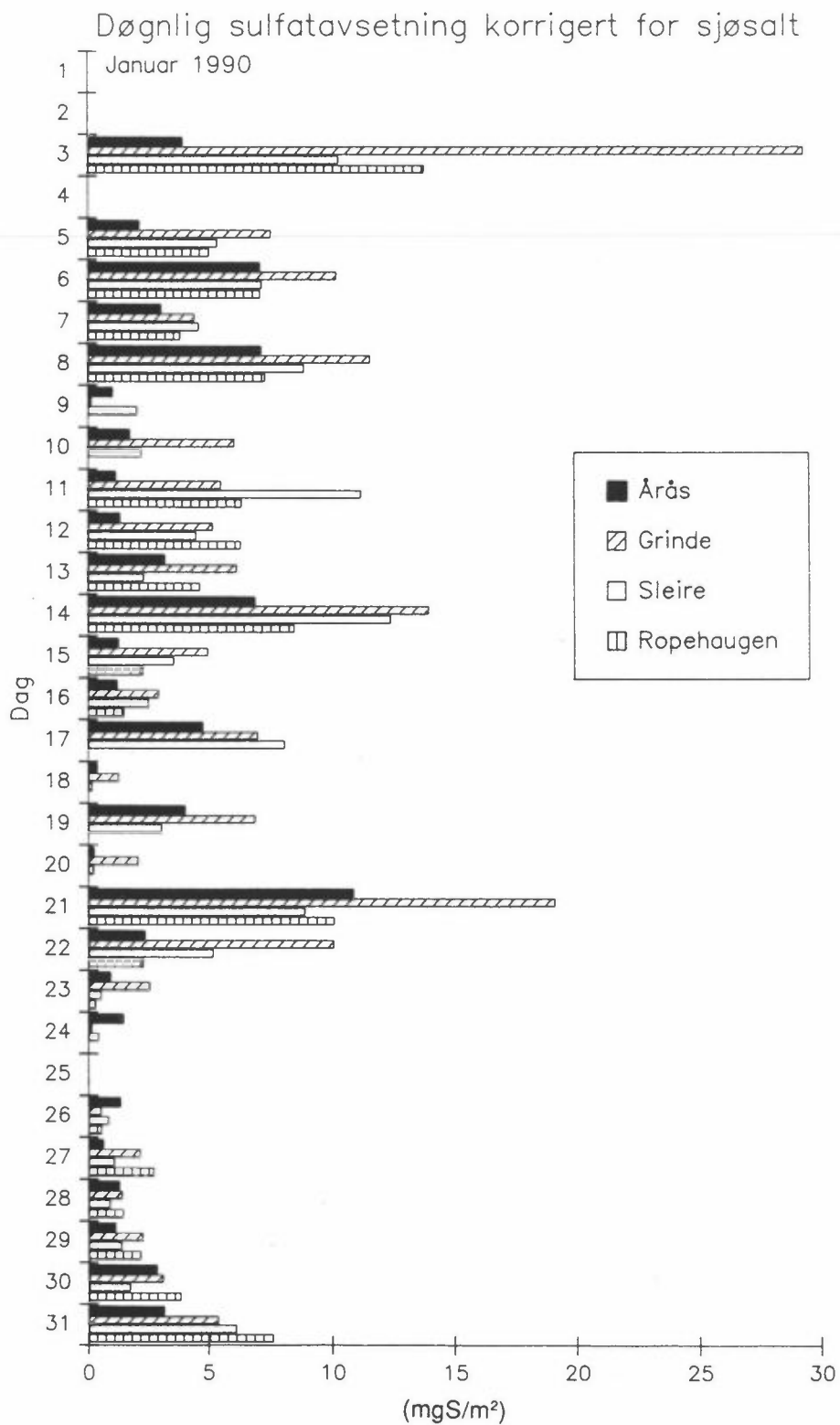
Figur 8: Månedlige nedbørmengder og avsetning av sulfat (sjøsaltkorrigert), nitrat og klorid omkring Mongstad i perioden september 1989-august 1990.

3.3 VÅTAVSETNING I JANUAR 1990

På grunn av det relativt store avviket i sulfatkonsentrasjonen mellom Grinde og de andre stasjonene i januar 1990, er det beregnet døgnlig avsetning av sjøsaltkorrigert sulfat for denne måneden. Avsetning og nedbørmengde for hver stasjon er gitt i tabell 5. Sulfatavsetningen for stasjonene Årås, Grinde, Sleire og Ropehaugen er plottet i figur 9.

Tabell 5: Døgnlige nedbørmengder og sulfatavsetning (korrigert for sjøsalt) for målestedene i januar 1990.

Dag	Nedbørmengde (mm)					Avsetning av sulfat (mgS/m <sup>2</sup> ) (sjøsaltkorrigert)				
	Årås	Grinde	Sleire	Ropehaugen	Haukeland	Årås	Grinde	Sleire	Ropehaugen	Haukeland
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,6	0	0	0,7	0	-	0	0	-	0
3	5,7	25,8	10,8	16,9	13,7	4,0	29,4	10,4	13,9	9,6
4	0,8	0	0	0	0	-	0	0	0	0
5	1,0	2,5	2,4	3,2	3,2	2,2	7,6	5,5	5,1	5,0
6	32,5	36,7	29,0	40,0	54,5	7,2	10,3	7,3	7,2	12,0
7	8,3	14,5	13,4	17,8	15,9	3,1	4,5	4,7	3,9	2,9
8	11,8	19,1	16,6	21,7	25,2	7,2	11,7	9,0	7,4	7,8
9	3,8	1,3	5,1	33,6	26,1	1,0	0,2	2,1	-	1,3
10	14,6	19,2	22,6	0	46,2	1,8	6,1	2,3	0	5,5
11	6,1	13,3	21,7	15,3	20,4	1,2	5,6	11,3	6,4	3,9
12	4,8	3,6	8,3	12,8	21,0	1,3	5,3	4,6	6,4	12,6
13	6,1	14,8	16,9	18,2	34,7	3,2	6,2	2,4	4,7	3,1
14	24,8	36,9	29,0	47,5	74,2	6,9	14,0	12,5	8,6	17,1
15	12,7	17,4	30,3	23,2	27,1	1,3	5,1	3,6	2,3	3,5
16	4,5	9,3	7,3	15,3	34,7	1,2	3,0	2,6	1,5	6,3
17	15,0	30,7	58,3	55,4	66,2	4,8	7,1	8,2	-	-
18	12,4	18,5	17,8	11,8	24,8	0,4	1,3	0,2	-	-
19	14,0	24,8	23,9	32,8	57,3	4,1	6,9	3,1	-	5,2
20	8,0	15,1	12,1	20,7	23,6	0,2	2,1	0,2	-	-
21	24,2	25,2	21,3	33,8	19,4	10,9	19,2	9,0	10,1	10,3
22	6,1	18,4	17,5	12,9	32,8	2,4	10,1	5,3	2,3	6,6
23	22,9	32,2	27,7	31,8	41,4	0,9	2,6	0,6	0,3	3,3
24	21,0	15,6	22,3	16,2	32,8	1,5	0,2	0,5	0	-
25	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	10,2	10,8	17,2	18,9	7,0	1,3	0,5	0,9	0,6	0,3
27	6,1	19,9	7,2	13,1	6,7	0,6	2,2	1,1	2,8	1,8
28	2,5	1,6	1,3	1,6	1,9	1,3	1,4	0,9	1,5	1,2
29	10,2	19,0	8,3	16,9	24,8	1,1	2,3	1,4	2,2	4,2
30	8,9	3,2	1,9	7,2	23,2	2,9	3,1	1,8	3,9	7,9
31	18,5	33,8	28,0	30,6	37,3	3,2	5,4	6,2	7,7	6,3



Figur 9: Døgnlige avsetning av sjøsalkkorrigert sulfat (mgS/m<sup>2</sup>) for januar 1990 på stasjonene Årås, Grinde, Sleire og Ropehaugen.

Tabell 5 og figur 9 viser at stasjonen Grinde i flere døgn i januar 1990 hadde større avsetning enn de andre stasjonene i området. Flere av døgnene kan ikke den økte avsetningen på Grinde forklares med større nedbørmengder. Dette gjelder spesielt dagene 14., 21. og 22. Den største døgnlige avsetningen på Grinde i januar kom den 3. Dette døgnet kom det imidlertid også betydelig mer nedbør på Grinde enn på de andre stasjonene.

Avvikene i sulfatkonsentrasjoner og avsetning på Grinde kommer med stor sannsynlighet av at stasjonen er belastet av en eller flere kilder i tillegg til hovedkilden i området, som er langtransporterte forurensninger fra Europa.

I januar blåste det spesielt ofte fra sør-sørøst på Grunnevikshøgda. Samtidige vindmålinger på Hellisøy viser at vindretning fra  $150^{\circ}$ - $160^{\circ}$  på Grunnevikshøgda gav vindretninger  $190^{\circ}$ - $210^{\circ}$  på Hellisøy fyr (se figur 4). Vind fra  $210^{\circ}$ - $220^{\circ}$  tilsvarer vind fra raffineriet mot Grinde. Vindretning fra raffineriet mot Sleire og Ropehaugen er  $230^{\circ}$ - $240^{\circ}$ . Samtidige observasjoner på Hellisøy og Grunnevikshøgda gir en mer spredt fordeling fra sektoren  $150^{\circ}$ - $210^{\circ}$  på Grunnevikshøgda når vindretningen var  $230^{\circ}$ - $240^{\circ}$  på Hellisøy.

Vindmålinger utført 10 m o.b. på Grunnevikshøgda er trolig påvirket av lokale føringer som Fensfjorden og Litlås fjellet. For å beskrive transport av forurensninger i høyden og over fjorden, er derfor Hellisøy trolig mer representativ enn Grunnevikshøgda.

Den 14. januar forekom det vind fra sektoren  $150^{\circ}$ - $160^{\circ}$  i 12 timer og  $160^{\circ}$ - $170^{\circ}$  i 11 timer på Grunnevikshøgda. Den 21. og 22. januar blåste det fra  $150^{\circ}$ - $160^{\circ}$  på Grunnevikshøgda i henholdsvis 10 og 7 timer og ubetydelig fra  $160^{\circ}$ - $170^{\circ}$ . Ved å anta at Hellisøy er mest representativ og benytte dreiningen mellom Grunnevikshøgda og Hellisøy som beskrevet ovenfor, kan de forhøyede verdiene på Grinde og Sleire den 14. og på Grinde den 21. og 22. januar forklares med forekomst av vind fra raffineriet.

Det kan derfor ikke utelukkes at stasjonen Grinde er påvirket av utslipp fra Mongstadanlegget. Det er vanskelig å kvantifisere det eventuelle bidraget ut fra denne undersøkelsen, men vi kan si med sikkerhet at det er lite i forhold til bidraget fra langtransporterte forurensninger, som klart dominerer i området.

#### 4 REFERANSER

- Aarnes, M.J., Anda, O. og Bøhler, T. (1991A) Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad sommeren 1990. Lillestrøm (NILU OR 22/91).
- Aarnes, M.J. og Bøhler, T. (1990A) Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad vinteren 1989/90. Lillestrøm (NILU OR 53/90).
- Aarnes, M.J. og Bøhler, T. (1990B) Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad våren 1990. Lillestrøm (NILU OR 82/90).
- Aarnes, M.J. og Bøhler, T. (1991) Nedbørkvalitet ved Mongstad sommeren 1990. Lillestrøm (NILU OR 21/91).
- Aarnes, M.J. og Bøhler, T. (1990C) Nedbørkvalitet ved Mongstad vinteren 1989/90. Lillestrøm (NILU OR 54/90).
- Aarnes, M.J. og Bøhler, T. (1990D) Nedbørkvalitet ved Mongstad våren 1990. Lillestrøm (NILU OR 81/90).
- Førland, E.J. (1981) Lindåsprosjektet. Nedbørens kjemiske sammensetning i Nordhordaland 1973-1976. Bergen (Universitet i Bergen. Rapport nr. 33/1981).
- Johnsrud, M. og Bøhler, T. (1990A) Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad høsten 1989. Lillestrøm (NILU OR 26/90).
- Johnsrud, M. og Bøhler, T. (1990B) Nedbørkvalitet ved Mongstad høsten 1989. Lillestrøm (NILU OR 27/90).
- SFT (1991) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1989. Oslo, Statens forurensningstilsyn (Rapport 437/91).



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)  
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH  
POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 56/92	ISBN-82-425-0396-6	
DATO 4.8. 1992	ANSV. SIGN. <i>Haukeland</i>	ANT. SIDER 22	PRIS NOK 30,-
TITTEL Nedbørkvalitet ved Mongstad, september 1989- august 1990		PROSJEKTLEDER Trond Bøhler	
		NILU PROSJEKT NR. O-8978	
FORFATTER(E) M.J. Aarnes og T. Bøhler		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. SM-421798	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statoil A/S Divisjon Mongstad 5154 Mongstad			
3 STIKKORD Måleprogram                      Meteorologi                      Nedbør			
REFERAT NILU har samlet inn vind og nedbørdata for perioden september 1989-august 1990. Vindmålingene viser dominerende vindretning fra sørøst ved oljeraffineriet, mens vinden var fra nord og fra sørlige retninger på Hellisøy fyr. Nedbørmålingene viser at stasjonen Grinde hadde størst våtavsetning av sterk syre og sulfat, mens Haukeland hadde størst avsetning av nitrat og ammonium. Den dominerende kilden i området er langtransporterte forurensninger fra Europa, men det kan ikke utelukkes at Mongstadanlegget også gir et lite bidrag, spesielt på stasjonen Grinde.			
TITLE Precipitation quality at Mongstad, September 1989-August 1990.			
ABSTRACT			

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