

NILU : OR 20/93  
REFERANSE : O-1650  
DATO : JUNI 1993  
ISBN : 82-425-0474-1

# **Luft- og nedbørkjemi i Vest- og Sør-Norge, januar 1993**

**J.E. Hanssen og E. Joranger**

---

# Innhold

	Side
<b>1. Innledning .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Datagrunnlag .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Resultater .....</b>	<b>2</b>
3.1 Værforhold .....	2
3.2 Luft .....	3
3.3 Nedbør.....	3
<b>4. Konklusjon.....</b>	<b>4</b>
<b>5. Referanser .....</b>	<b>4</b>

---

# Luft- og nedbørkjemi i Vest- og Sør-Norge, januar 1993

## 1. Innledning

I januar 1993 (uke 2 og 3) har Statnett og andre kraftledningseiere opplevd en rekke utkoplinger i nettet pga. kortslutning til jord. De fleste tilfellene skyldes overslag over isolatorene. Dette kan skyldes forurensning og/eller salt på isolatorene. NILU har i denne forbindelse fått i oppdrag å bearbeide målte konsentrasjoner i luft og nedbør for Sør- og Vest-Norge for perioden 10.-25. januar 1993.

## 2. Datagrunnlag

Vurderingen av forurensningsnivå er gjort på basis av kjemisk analyse av døgnlige nedbør- og luftprøver på Kårvatn og Haukeland på Vestlandet, Skreådalen og Birkenes på Sørlandet, samt Løken og Osen på Østlandet (figur 1).

I nedbøren analyseres hovedionene fra de vannløselige salter og syrer i luften, som er  $H^+$  (pH), sulfat ( $SO_4^{2-}$ ), nitrat ( $NO_3^-$ ), ammonium ( $NH_4^+$ ), natrium ( $Na^+$ ), klorid ( $Cl^-$ ), magnesium ( $Mg^{2+}$ ), kalsium ( $Ca^{2+}$ ) og kalium ( $K^+$ ).  $Na^+$ ,  $Cl^-$  og  $Mg^{2+}$  og delvis  $SO_4^{2-}$ ,  $Ca^{2+}$  og  $K^+$  i nedbøren stammer fra sjøsalter, mens hydrogenioner ( $H^+$ ),  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$  og resten av  $SO_4^{2-}$  skyldes antropogene (menneskeskapte) utslipp. Resten av  $Ca^{2+}$  og  $K^+$  skyldes hovedsakelig jordstøv.

I døgnlige luftprøver fra alle de nevnte målestedene unntatt Haukeland og Løken, bestemmes middelkonsentrasjonene av  $SO_2$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_2$ , sum ( $NO_3^-+HNO_3$ ), sum ( $NH_4^++NH_3$ ), samt sjøsaltkomponentene  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$  og  $K^+$ . Bidraget av sjøsalt-sulfat til luften er beregnet ved hjelp av målt innhold av natrium i luften.

Analysemetodene er beskrevet i rapporter til Statens Forurensningstilsyn (SFT, 1992).

## 3. Resultater

### 3.1 Værforhold

---

Sør- og Vest-Norge var i januar 1993 både nedbørrik og vindfull, og figur 2 viser at Vestlandet var særlig nedbørrik.

Vindretningen på Vestlandet var hovedsakelig fra sør til vest. Ytterøyane fyr i Sogn og Fjordane hadde gjennomgående sterk vind i hele januar med 17 m/s (stiv

til sterk kuling) som midlere vindstyrke i januar. Høyeste døgnlige middelvindstyrke ble målt 4. januar med 27 m/s (full storm) og 17. januar med 26 m/s (figur 3).

På Lista fyr var middelvindstyrken 11 m/s, og de høyeste døgnlige middelvindstyrker 19 m/s (sterk kuling), 18 m/s og 17 m/s, ble målt henholdsvis 22., 14. og 18. januar (Det norske meteorologiske institutt, 1993).

### 3.2. Luft

Figur 4 viser de døgnlige middelkonsentrasjonene av total sulfat ( $\text{SO}_4\text{-S Tot}$ ) og antropogent (sjøsaltkorrigert) sulfat ( $\text{SO}_4\text{-S Ant}$ ) i luften på fire målesteder i Sør-Norge i januar 1993. Innholdet av  $\text{SO}_4\text{Tot}$  var markert størst fra 1. til 6. januar, og antropogen tilførsel ( $\text{SO}_4\text{-S Ant}$ ) dominerte. Resten av måneden var det totale sulfatinnhold i luften lavere i hele Sør-Norge, men sjøsalt-sulfat utgjorde en større andel. Av figur 5 framgår det at innholdet av Na i luft var høyt på Sør-Vestlandet (Skreådalen) og Sørlandet (Birkenes), mens det nord for Stad (Kårvatn) og på Østlandet (Osen) ble målt lavt sjøsalt-innhold i luften i hele januar.

### 3.3. Nedbør

Det er antatt at utkøplingene i kraftoverføringsnettene skyldes økt ledningsevne i isbelegg avsatt på isolatorene på grunn av langtransporterte antropogene forurensninger og/eller sjøsalt.

Isbelegget avsettes ved nedbør og avsetning av skydråper. Skydråpene dannes ved kondensasjon av vanndamp på hygroskopiske eller vannløselige partikler. Kondensasjonskjernene består som oftest av  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , mens vanligvis bare en liten del består av sjøsalter. Dannelsen av sjøsalter øker ved høye vindstyrker. Ved moderate vindstyrker er dannelsen knyttet til dråper som dannes når luftbobler brister på overflaten. Ved storm rives dråper løs fra bølgekammene. Slike partikler har relativt stor avsetningshastighet, og konsentrasjonene avtar derfor sterkt med avstanden fra kysten. Hovedmengden av sjøsaltpartiklene vil i slike tilfeller ligge i størrelsesintervallet 5-20  $\mu\text{m}$ . Avsetningsmekanismene er sedimentasjon, impaksjon med ruhetselementer som vegetasjon o.l., og utfelling ved nedbør. På grunn av partikkelstørrelsen vil sjøsaltpartiklene også rives med av fallende regndråper, slik at nedbør er en effektiv utfellingsmekanisme. Økende vindstyrker fører også til en større vertikalutveksling, slik at sjøsaltpartiklene kan transporteres i høyere luftlag. Under forhold med meget store vindstyrker, vil høye sjøsaltkonsentrasjoner således kunne opptre i høyder over 1000 m.

Figurene 6-11 viser beregnet ledningsevne, samt %-vis bidrag til ledningsevnen fra forskjellige grupper ioner i nedbøren på 6 målesteder i Sør-Norge. Den beregnede ledningsevne kommer fram ved å multiplisere konsentrasjonen (på ekvivalent-basis) av de forskjellige ionene i nedbøren med deres ekvivalentledningsevne. For  $\text{H}^+$ -ioner er ekviv./l satt lik  $10^{-\text{pH}}$ .

Det er antatt at all  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  og  $\text{Mg}^{2+}$  kommer fra sjøsalt. I tillegg er sjøsalt-bidraget fra  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  og  $\text{K}^+$  lagt til. Disse er regnet ut ved hjelp av kjente forhold mellom  $\text{Na}^+$  og disse ionene i sjøvann. Ledningsevnebidraget fra det resterende

(ikke marine)  $\text{SO}_4^{2-}$  er sammen med bidraget fra  $\text{H}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  og  $\text{NH}_4^+$  antatt å ha antropogen opprinnelse og er i figurene benevnt SUM Ant. Bidraget fra det resterende (ikke-marint)  $\text{Ca}^{2+}$  og  $\text{K}^+$  er slått sammen til en felles gruppe.

Figurene 6-9, som representerer Vestlandet og Sørlandet, viser at i perioden 5.-25. januar var sjøsalter den helt dominerende bidragsyter til ledningsevnen i nedbøren især på Haukeland og Skreådalen. Den 17. januar 1993 hadde høyeste ioneinnhold på Vestlandet og Sørlandet, og den største totale ledningsevnen ble målt i nedbørprøven fra Skreådalen, som ligger 465 m.o.h. og er 70 km fra kysten. Dette samsvarer godt med at i samme periode var det vind av storm styrke langs hele Vestlandskysten, og det ble observert "svært hav" (bølgehøyde 6-9 m) både på Lista fyr i Vest-Agder og på Ytterøyane fyr i Sogn og Fjordane.

Hoveddelen av lufttransporterte ioner på Vestlandet i denne uværperioden må derfor i hovedsak tilskrives sjøsaltavsetning, og forurensning av forbrenningsprodukter fra antropogene utslipp har bidratt lite.

På Østlandet (figur 10 og figur 11) var også sjøsaltbidragene betydelige, men mindre enn de antropogene bidrag.

#### **4. Konklusjon**

Målte konsentrasjoner i luft og nedbør i januar 1993 i Sør-Norge viser at:

1. Luftens innhold av langtransportert, antropogent svovel var lavt i hele Sør-Norge fra 6. januar og ut måneden.
2. Den totale ledningsevnen i nedbør målt på Vestlandet og Sørlandet i perioden 5.-25. januar 1993 var gjennomgående meget høy, med maksimum 17. januar, og sjøsalter var den dominerende bidragsyter til ledningsevnen.

#### **5. Referanser**

Det norske meteorologiske institutt (1993) *Klimatologisk månedsoversikt for januar 1993*. Oslo (ISSN 0333-1288).

SFT (1992) *Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1991*. Oslo (Statlig program for forureningsovervåking. Rapp. 506/92).

**Figurtekster:**

*Figur 1: Norske bakgrunnsstasjoner, 1992.*

*Figur 2: Målte døgnlige nedbørmengder i Sør-Norge, januar 1993.*

*Figur 3: Ytterøyane fyr: Observerte middelvindstyrker over 10 min. kl. 01, 07, 13 og 19 i januar 1993.*

*Figur 4: Målte døgnlige middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> og SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> i Sør-Norge, januar 1993.*

*Figur 5: Innholdet av natrium i luft i Sør-Norge, januar 1993.*

*Figur 6: Øverst: Totalt beregnet ledningsevne i nedbørprøver samlet i januar 1993 på Kårvatn.  
Nederst: Prosentvise bidrag fra forskjellige ionegrupper (se tekst).*

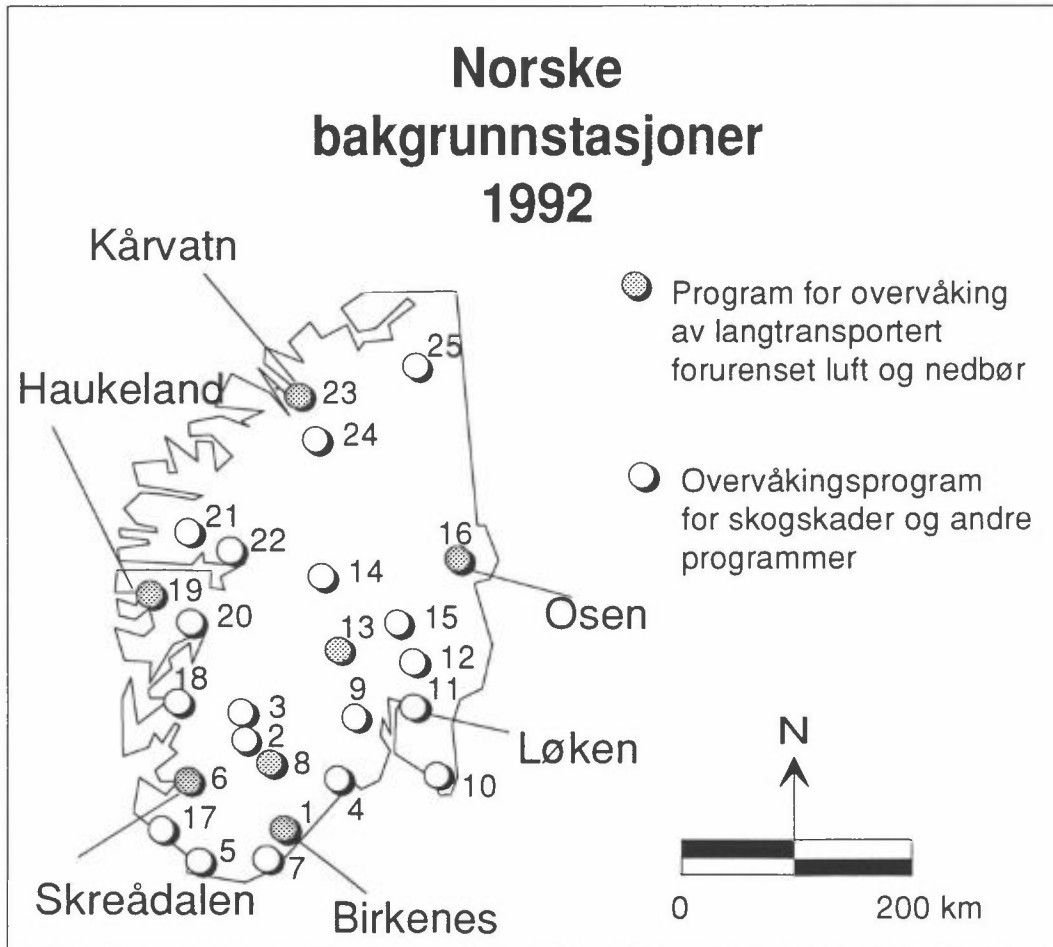
*Figur 7: Øverst: Totalt beregnet ledningsevne i nedbørprøver samlet i januar 1993 på Haukeland.  
Nederst: Prosentvise bidrag fra forskjellige ionegrupper (se tekst).*

*Figur 8: Øverst: Totalt beregnet ledningsevne i nedbørprøver samlet i januar 1993 på Skreådalen.  
Nederst: Prosentvise bidrag fra forskjellige ionegrupper (se tekst).*

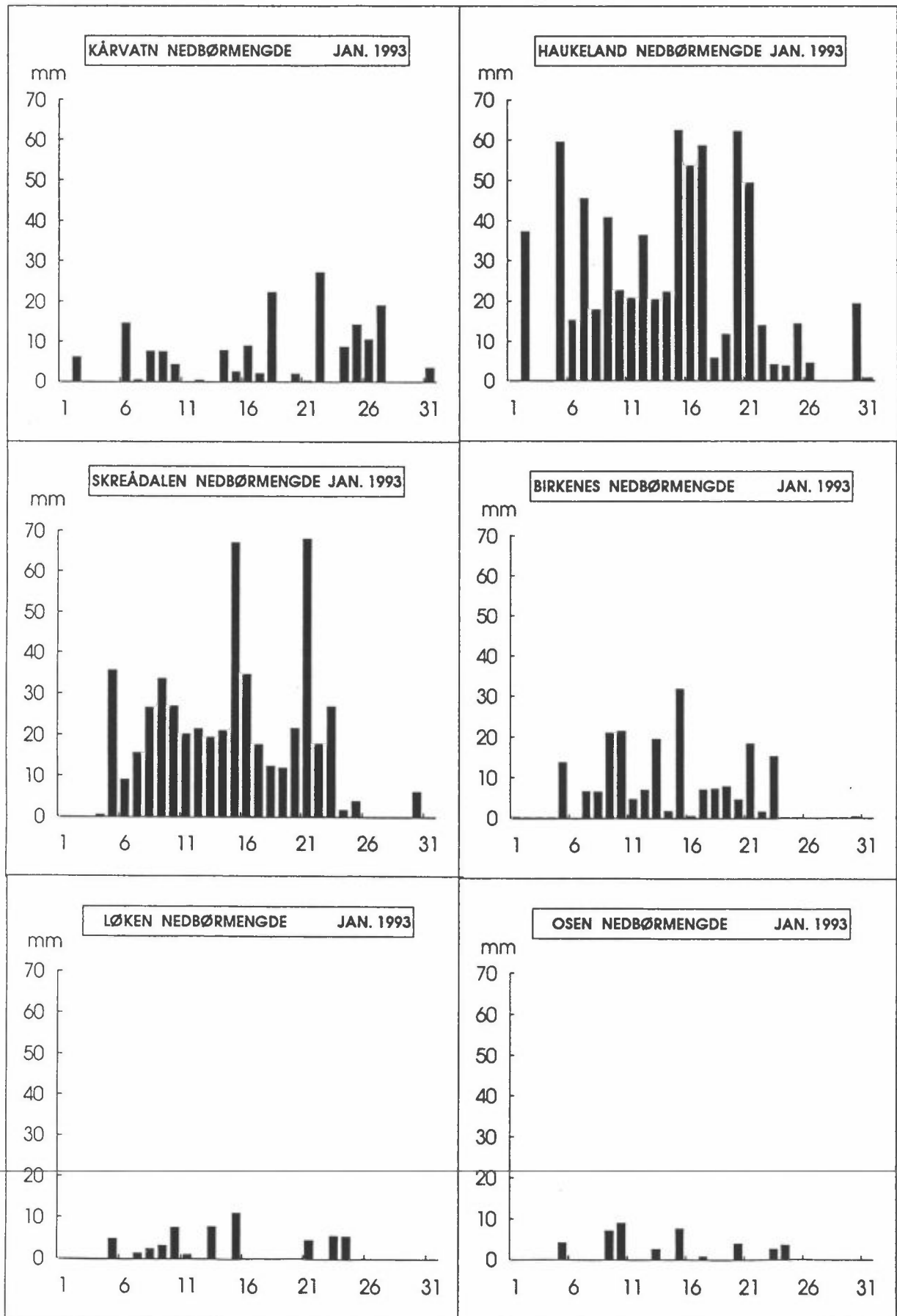
*Figur 9: Øverst: Totalt beregnet ledningsevne i nedbørprøver samlet i januar 1993 på Birkenes.  
Nederst: Prosentvise bidrag fra forskjellige ionegrupper (se tekst).*

*Figur 10: Øverst: Totalt beregnet ledningsevne i nedbørprøver samlet i januar 1993 på Løken.  
Nederst: Prosentvise bidrag fra forskjellige ionegrupper (se tekst).*

*Figur 11: Øverst: Totalt beregnet ledningsevne i nedbørprøver samlet i januar 1993 på Osen.  
Nederst: Prosentvise bidrag fra forskjellige ionegrupper (se tekst).*



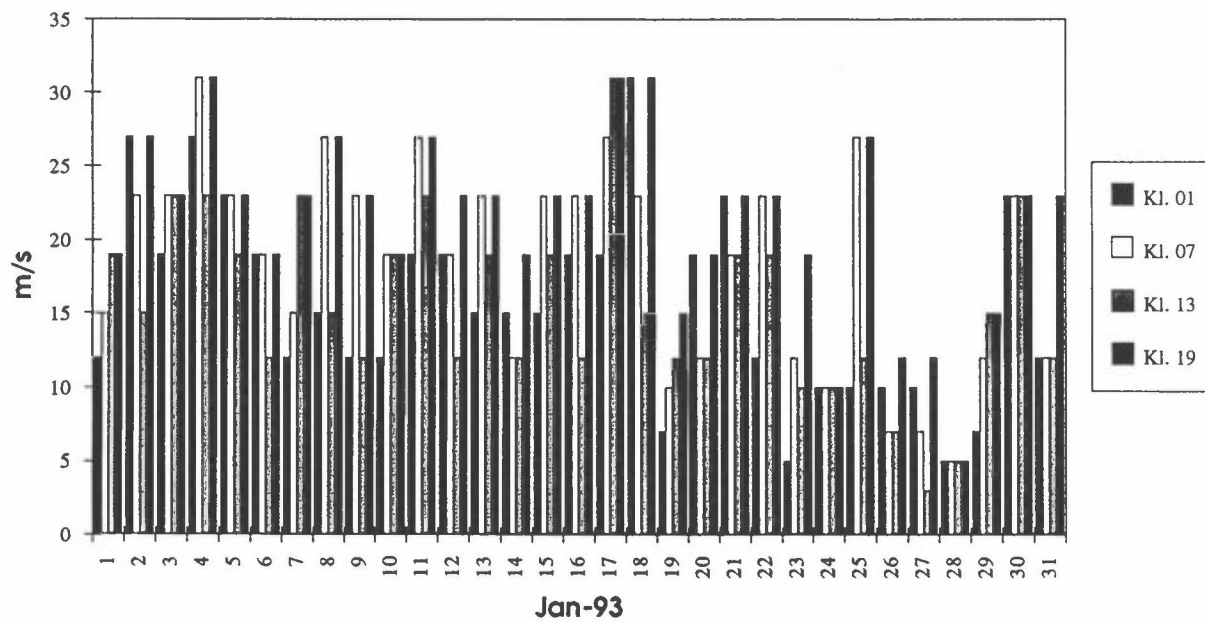
Figur 1: Norske bakgrunnsstasjoner, 1992.



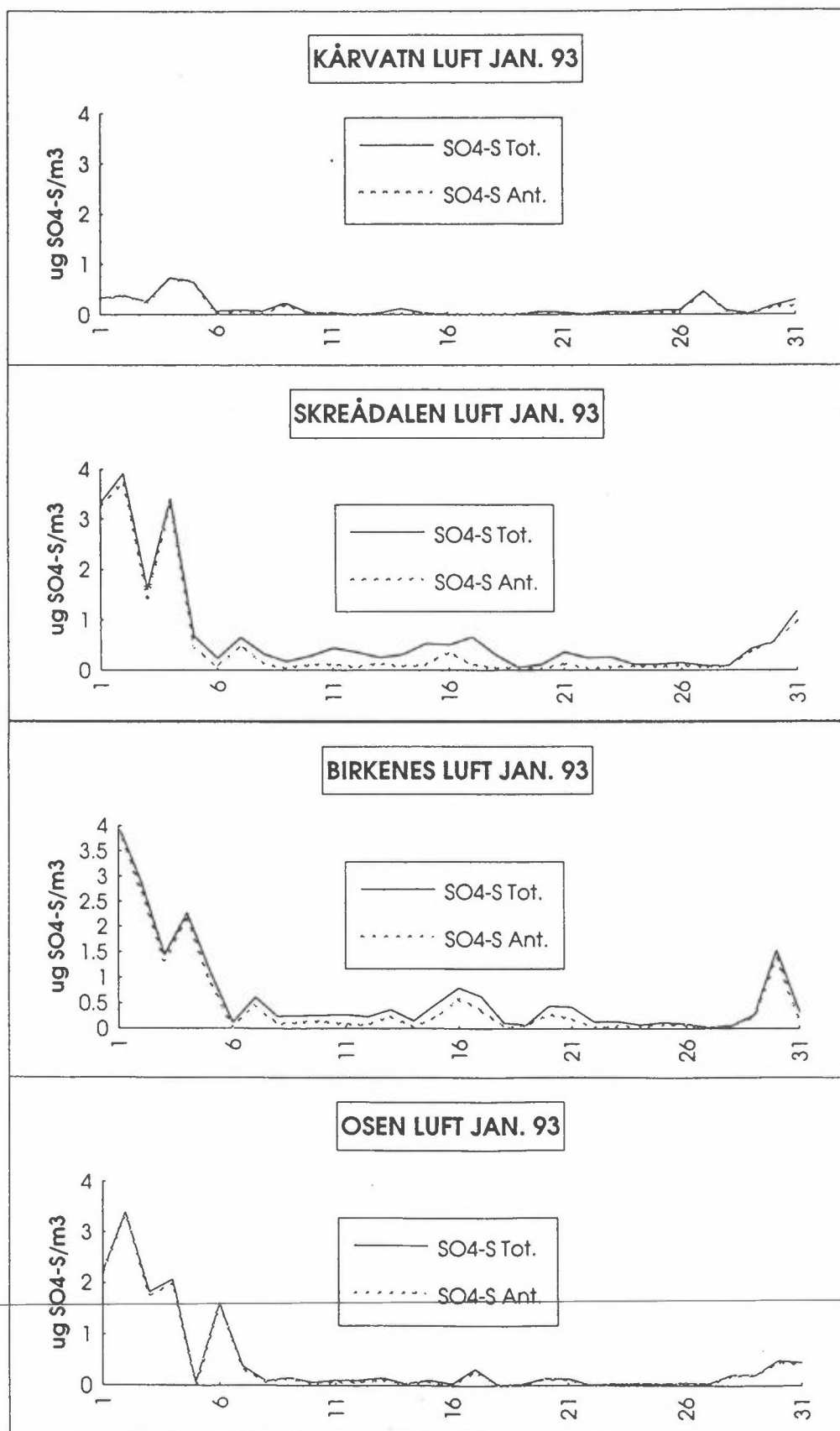
Figur 2: Målte døgnlige nedbørmengder i Sør-Norge, januar 1993.



### Vindstyrker Ytterøyane fyr

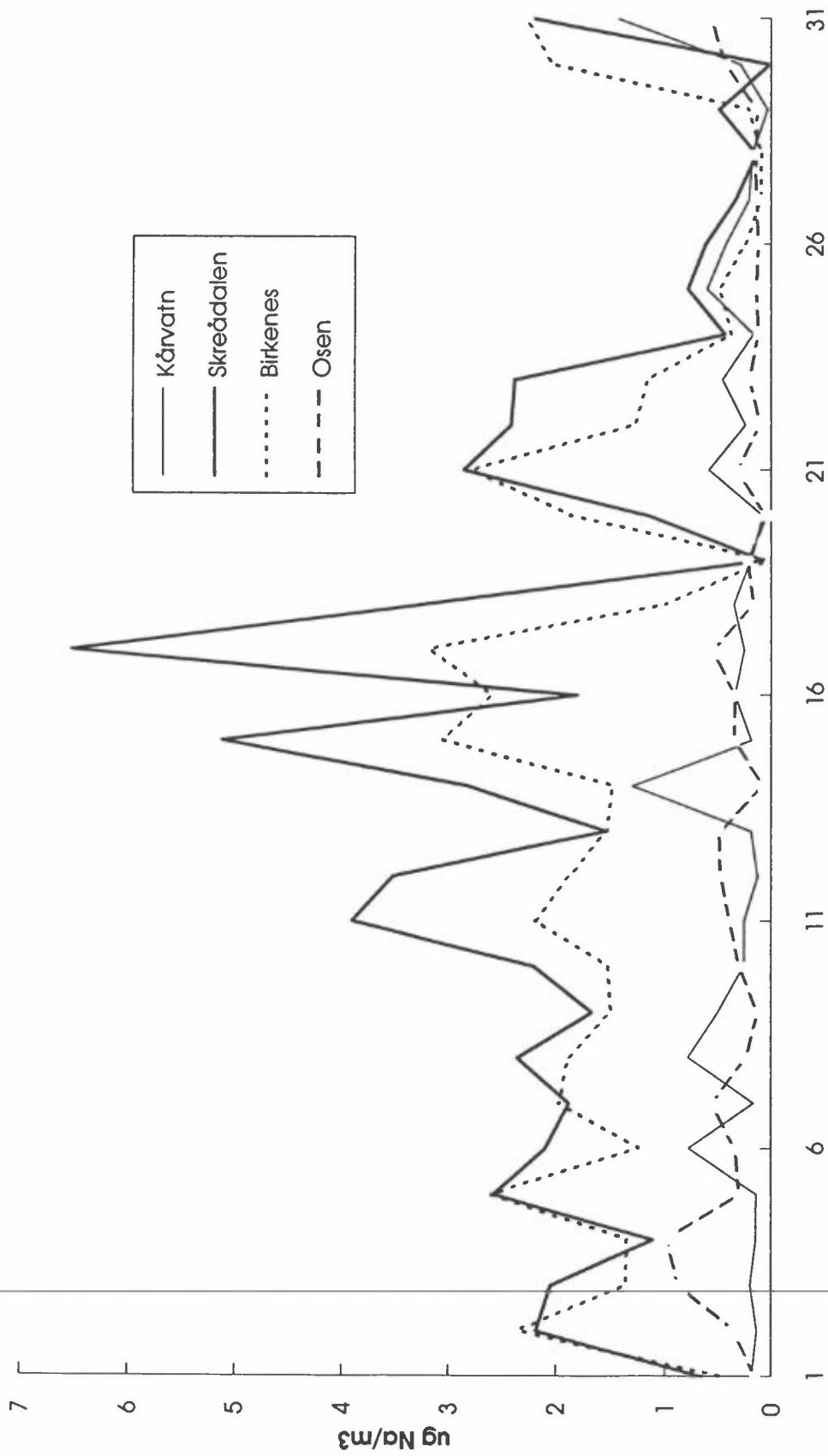


Figur 3: Ytterøyane fyr: Observerte middelvindstyrker over 10 min. kl. 01, 07, 13 og 19 i januar 1993.

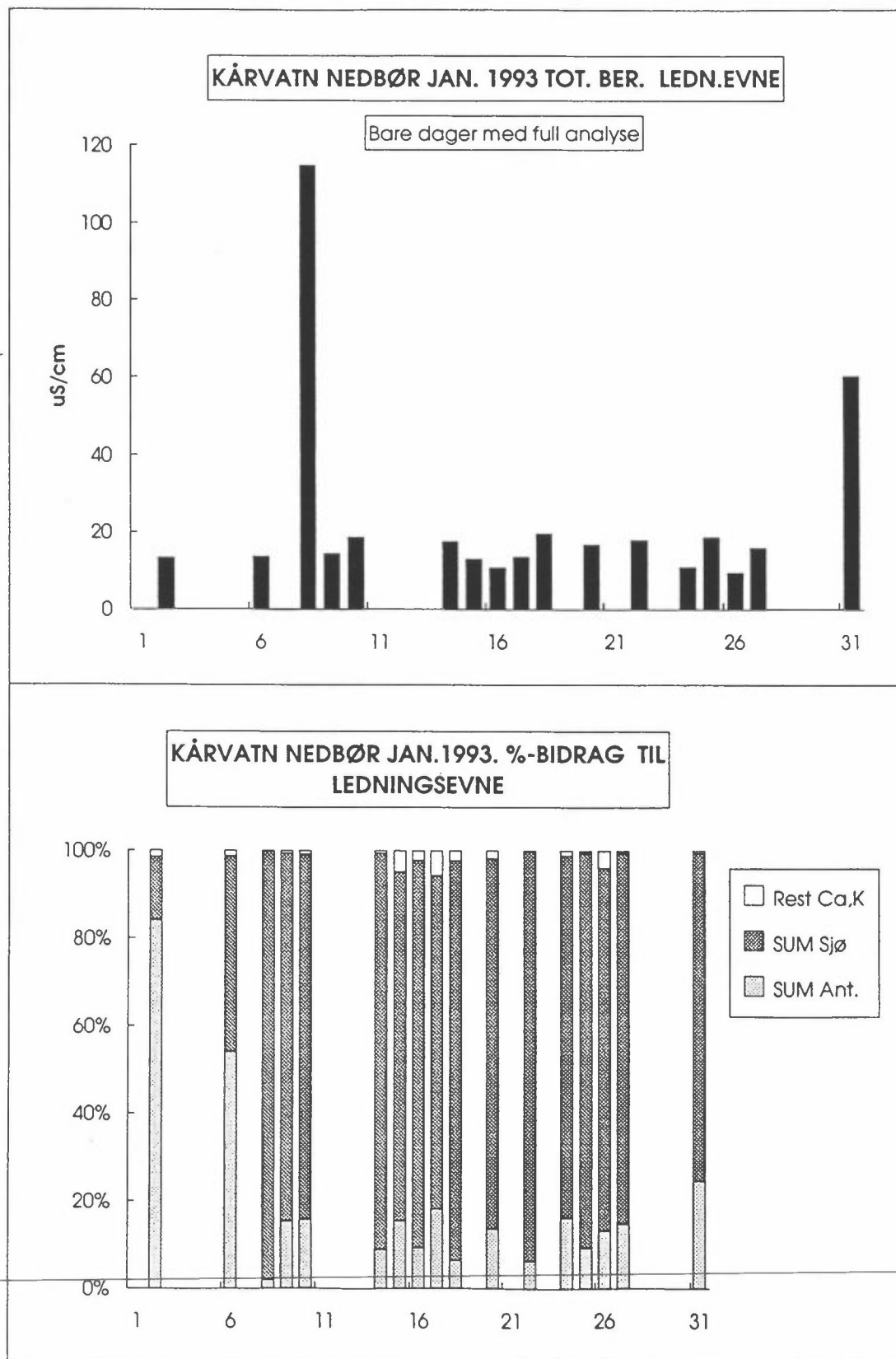


Figur 4: Målte døgnlige middelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  og  $\text{SO}_4^{2-}$  i Sør-Norge, januar 1993.

NATRIUM I LUFT JANUAR 1993

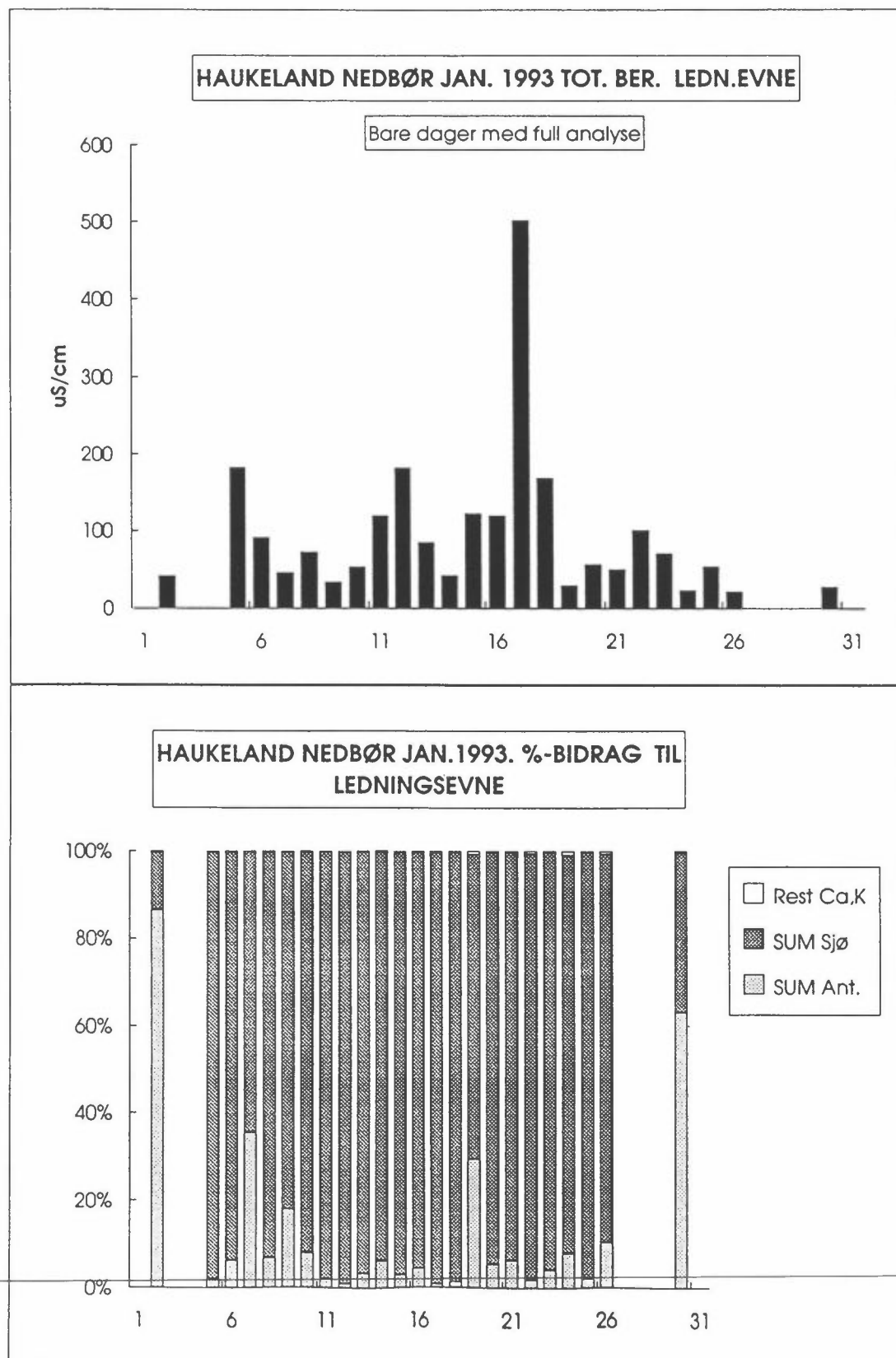


Figur 5: Innholdet av natrium i luft i Sør-Norge, januar 1993.



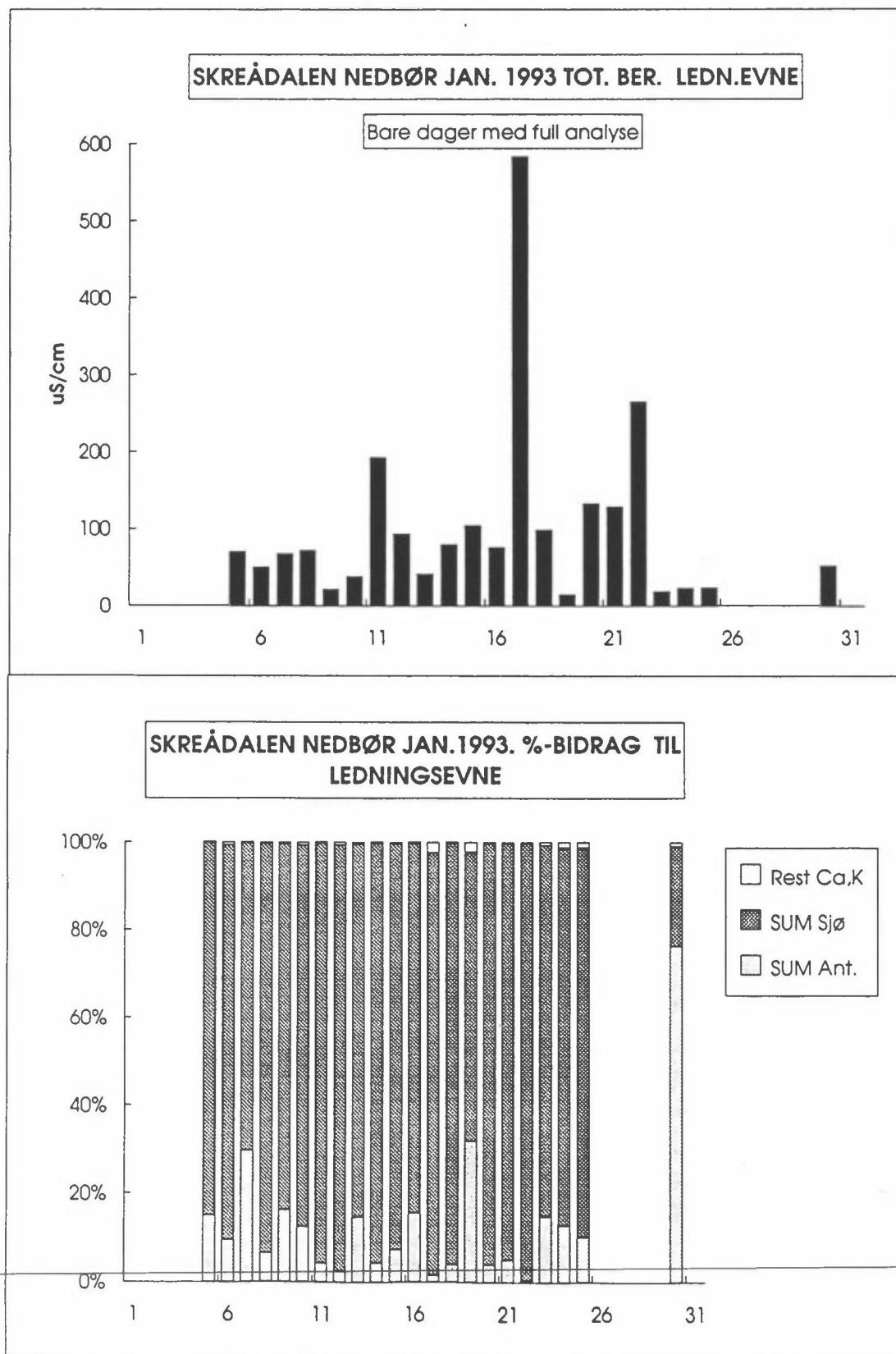
Figur 6: Øverst: Totalt beregnet ledningsevne i nedbørprøver samlet i januar 1993 på Kårvatn.

Nederst: Prosentvise bidrag fra forskjellige ionegrupper (se tekst).



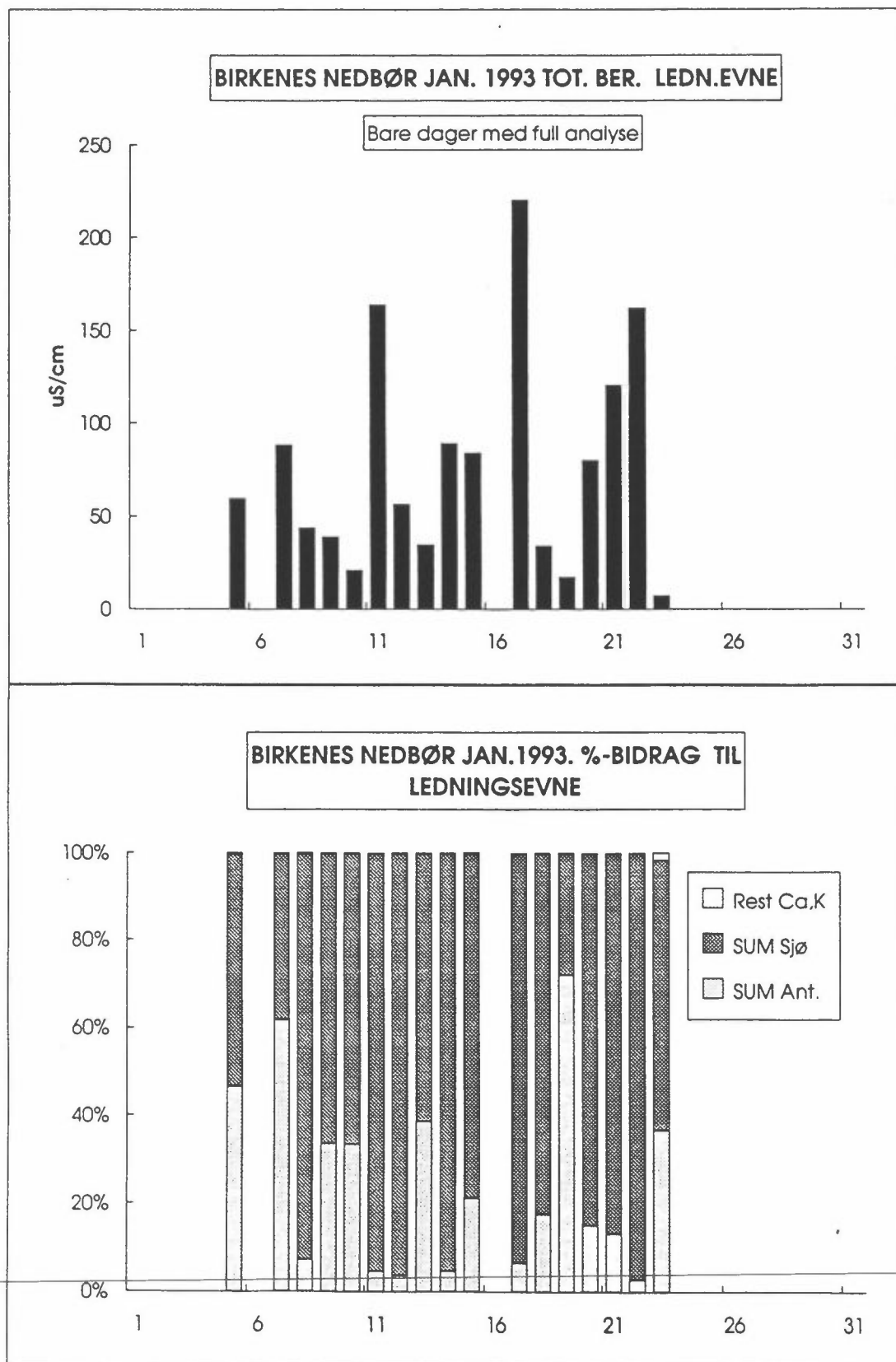
Figur 7: Øverst: Totalt beregnet ledningsevne i nedbørprøver samlet i januar 1993 på Haukeland.

Nederst: Prosentvise bidrag fra forskjellige ione grupper (se tekst).

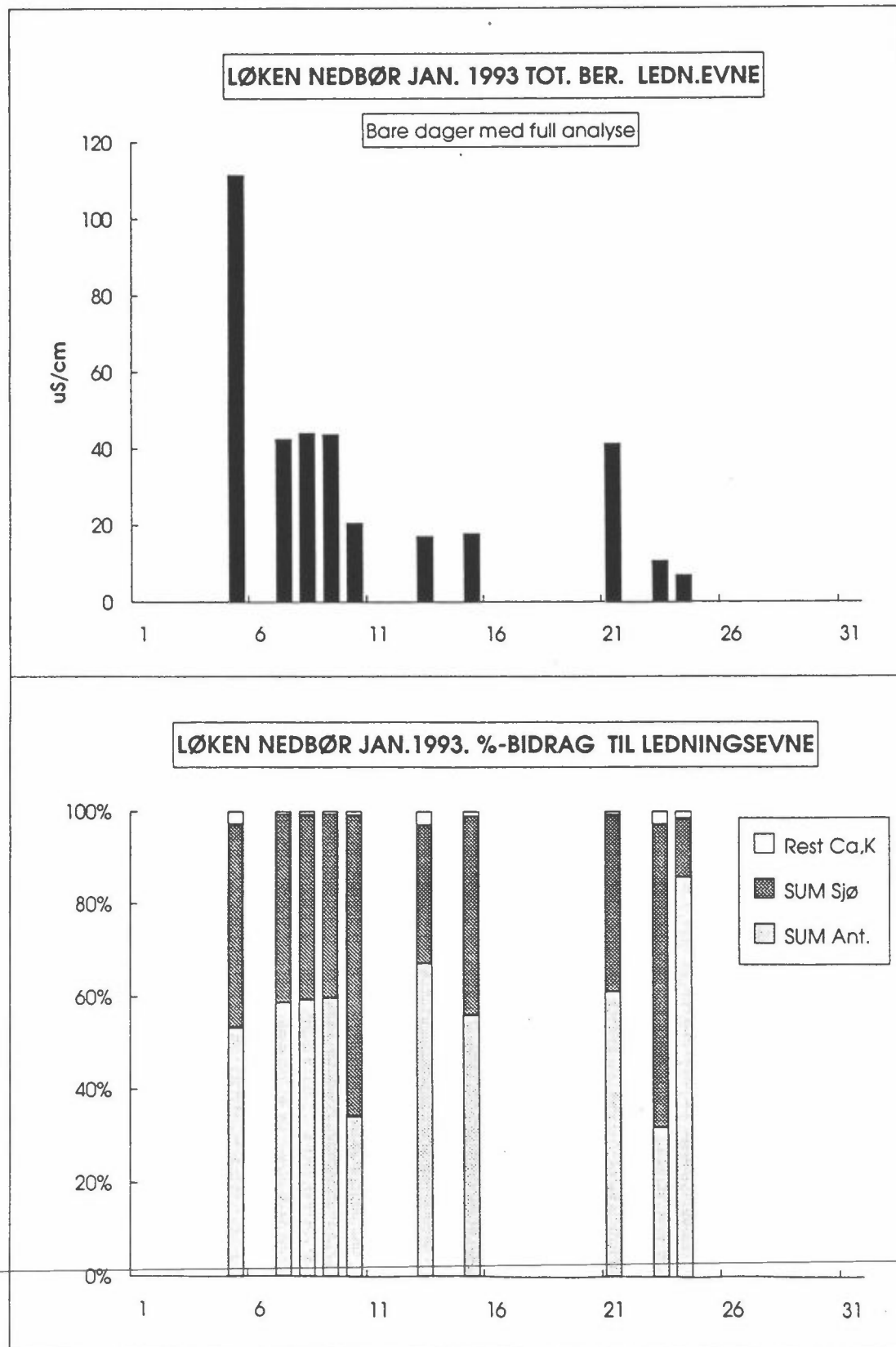


Figur 8: Øverst: Totalt beregnet ledningsevne i nedbørprøver samlet i januar 1993 på Skreådalen.

Nederst: Prosentvise bidrag fra forskjellige ionegrupper (se tekst).



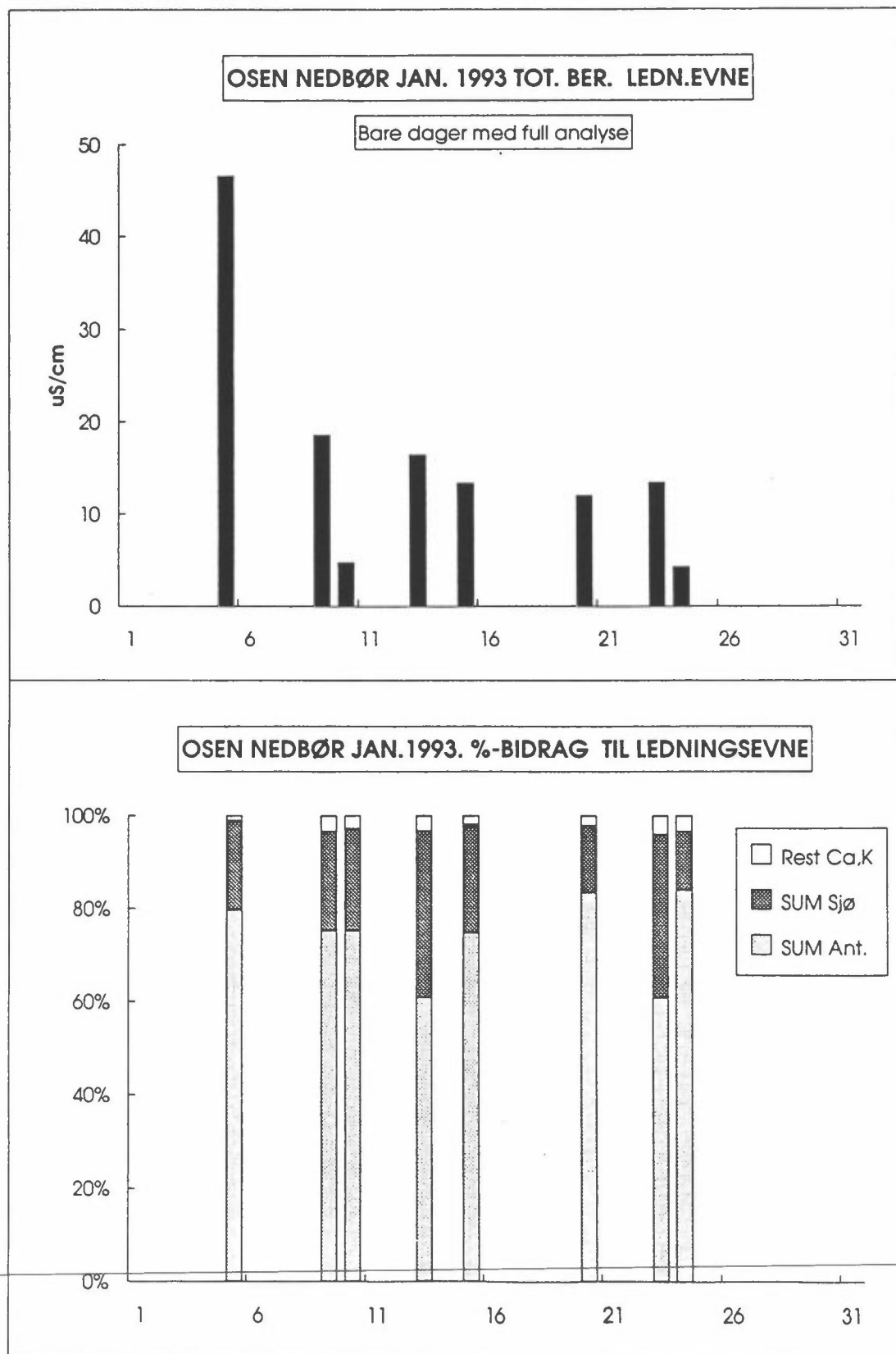
Figur 9: Øverst: Totalt beregnet ledningsevne i nedbørprøver samlet i januar 1993 på Birkenes.  
 Nederst: Prosentvise bidrag fra forskjellige ionegrupper (se tekst).



Figur 10: Øverst: Totalt beregnet ledningsevne i nedbørprøver samlet i januar 1993 på Løken.

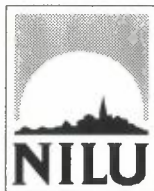
Nederst: Prosentvise bidrag fra forskjellige ione grupper (se tekst).





Figur 11: Øverst: Totalt beregnet ledningsevne i nedbørprøver samlet i januar 1993 på Osen.

Nederst: Prosentvise bidrag fra forskjellige ionegrupper (se tekst).



**Norsk institutt for luftforskning (NILU)**  
**Norwegian Institute for Air Research**  
**Postboks 64, N-2001 Lillestrøm**

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 20/93	ISBN-82-425-0474-1	
DATO 11/6-93	ANSV. SIGN. P. Berg	ANT. SIDER 16	PRIS NOK 30,-
TITTEL Luft- og nedbørkjemi i Vest- og Sør-Norge, januar 1993		PROSJEKTLEDER Einar Joranger	
		NILU PROSJEKT NR. O-1650	
FORFATTER(E) J.E. Hanssen og E. Joranger		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. 93/10057	
OPPDRAKSGIVER Statnett v/Svein Fikke Husebybakken 28B 0379 OSLO			
STIKKORD Luftkvalitet	Vind	Sjøsalt	
REFERAT I januar 1993, uke 2 og 3, forekom en rekke utkoplinger i det elektriske kraftoverføringsnettet i Sør- og Vest-Norge pga. kortslutning til jord. Dette kan skyldes overslag over isolatorer pga. salt og/eller antropogene forurensninger på isolatorene. Været var nedbørrikt og vindfullt i januar. Målingene viser at sjøsalter var den dominerende bidragsyter til den høye totale ledningsevnen i nedbørvannet i Vest-Norge i perioden 5.-25. januar 1993.			
TITLE Air and precipitation chemistry in Western- and Southern Norway, January 1993			
ABSTRACT In January 1993, week 2 and 3, a number of flashovers on HV transmission lines are recorded in Southern- and Western Norway. The flashovers may be due to sea salt nuclei or anthropogeneous pollutants. The weather was stormy and rich in precipitation. The measurements show that the sea salts were the dominating contributors to the high total conductivity in the precipitation in Western Norway during the period 5-25 January 1993.			

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