

NILU  
Teknisk Notat nr 12/77  
Referanse: 00976  
Dato: oktober 1977

KORTTIDSVARIASJONER AV  
FORURENSNINGSKOMPONENTER I NEDBØR

HARALD DOVLAND

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
<u>SUMMARY</u> .....	3
1 <u>INNLEDNING</u> .....	4
2 <u>MÅLEOPPLEGGET</u> .....	4
2.1 <u>Nedbørsamleren ELINAP</u> .....	4
2.2 <u>Gjennomføring av målingene</u> .....	5
3 <u>RESULTATER</u> .....	6
<u>5-6 oktober 1976</u> .....	6
<u>13-14 oktober 1976</u> .....	8
<u>18-19 oktober 1976</u> .....	9
<u>3-4 november 1976</u> .....	10
<u>6 juni 1977</u> .....	11
<u>28-29 juni 1977</u> .....	12
4 <u>DISKUSJON OG KONKLUSJON</u> .....	13

SUMMARY

A precipitation sampler produced by the Swiss company ELINAP contains 32 polyethylene bottles for precipitation storage. The change from one bottle to the next is controlled by three preset timers. This sampler has been used to collect precipitation with a time resolution of 1-2 hours, mainly in situations with frontal precipitation. The pH-value and the concentrations of sulphate, nitrate and ammonium in the precipitation samples have been determined. During most of the precipitation events, marked variations in the chemical composition were observed, and the concentrations of some components, e.g. of sulphate, could vary with more than a factor 4 within some hours. In most cases, the higher concentrations occurred during periods with low precipitation intensity. In one case, however, variations occurred without any change in the precipitation intensity, probably due to different paths of the air masses.

## KORTTIDSVARIASJONER AV FORURENSNINGSKOMPONENTER I NEDBØR

### 1 INNLEDNING

Høsten 1976 og sommeren 1977 ble det på Lillestrøm tatt nedbørprøver med en tidsoppløsning på 1-2 timer med en automatisk nedbørsamler av typen ELINAP. Prøvene ble analysert for de viktigste forurensningskomponentene i nedbøren:  $H^+$ ,  $SO_4$ ,  $NO_3$  og  $NH_4$ . Bakgrunnen for undersøkelsen var dels å få nedbørkjemiske data med stor tidsoppløsning, og dessuten ønsket en å vinne erfaring med ELINAP-nedbørsamleren.

Dette notatet gir en oppsummering av resultatene av undersøkelsen.

### 2 MÅLEOPPLEGGET

#### 2.1 Nedbørsamleren ELINAP

Nedbørsamleren er produsert av det sveitsiske firmaet ELINAP. Den er 2 m høy og trakten har en åpningsdiameter på 40 cm. I oppholdsperioder er nedbørsamlerens åpning dekket med et lokk som fjernes automatisk når en føler angir at det faller nedbør. I kuldeperioder er nedbørsamleren oppvarmet. Nedbørsamleren inneholder 32 polyetylen-flasker til å samle nedbørprøvene i. Flaskeskiftene styres av følgende 3 urverk:

- S: Minste eksponeringsperiode for én flaske, dvs. det skiftes aldri til ny flaske før S er større enn den innstilte verdi.
- D: Tørrperiodens lengde; det skiftes til ny flaske når D er større enn den innstilte verdi.
- E: Maksimal eksponeringsperiode for én flaske; det skiftes til ny flaske når samlet varighet av nedbøren er E. Når det skiftes til ny flaske på grunn av tørrperioden (D) nullstilles telleverket for E og S.

Når nedbørsamlerens lokk går av eller på blir tidspunktet markert på et papir, samtidig som tidspunktene for flaskeskifte blir spesielt registrert.

Følgende innstillinger av urverkene ble valgt: S = 5 min, D = 6 timer og E = 1 time. Årsaken til at D-verdien ble satt forholdsvis høy, var at en først og fremst ville undersøke konsentrasjonsvariasjoner under langvarig frontnedbør. Byger med mindre enn 6 timers oppholdsperioder blir således med disse innstillinger ofte samlet i samme flaske. Dersom en f. eks. ønsker å måle nedbørkonsentrasjonene i enkelte regnbyger, bør D velges vesentlig mindre.

## 2.2 Gjennomføring av målingene

Målingene ble utført i nærheten av NILUs bygning på Lillestrøm. NILUs instrumentlab hadde ansvaret for tilsynet med måleren. Når alle flaskene var eksponert, ble de brakt til NILUs kjemilab hvor nedbørmengdene ble målt. Deretter valgte en de prøver som en ønsket å analysere, i første rekke prøver fra perioder med sammenhengende nedbør i noen timer.

For perioder med liten nedbørintensitet ble prøver slått sammen for å gi tilstrekkelig vannmengde for analysene. I de utvalgte prøvene ble først pH-verdien bestemt, og disse verdiene ble vurdert før videre analyser ble utført. For perioder med variabel pH ble alle prøvene analysert for sulfat, nitrat og ammonium, mens en for perioder med tilnærmet konstant pH bare valgte ut enkelte prøver for videre analyser. Dette ble gjort for å redusere analysearbeidet.

### 3 RESULTATER

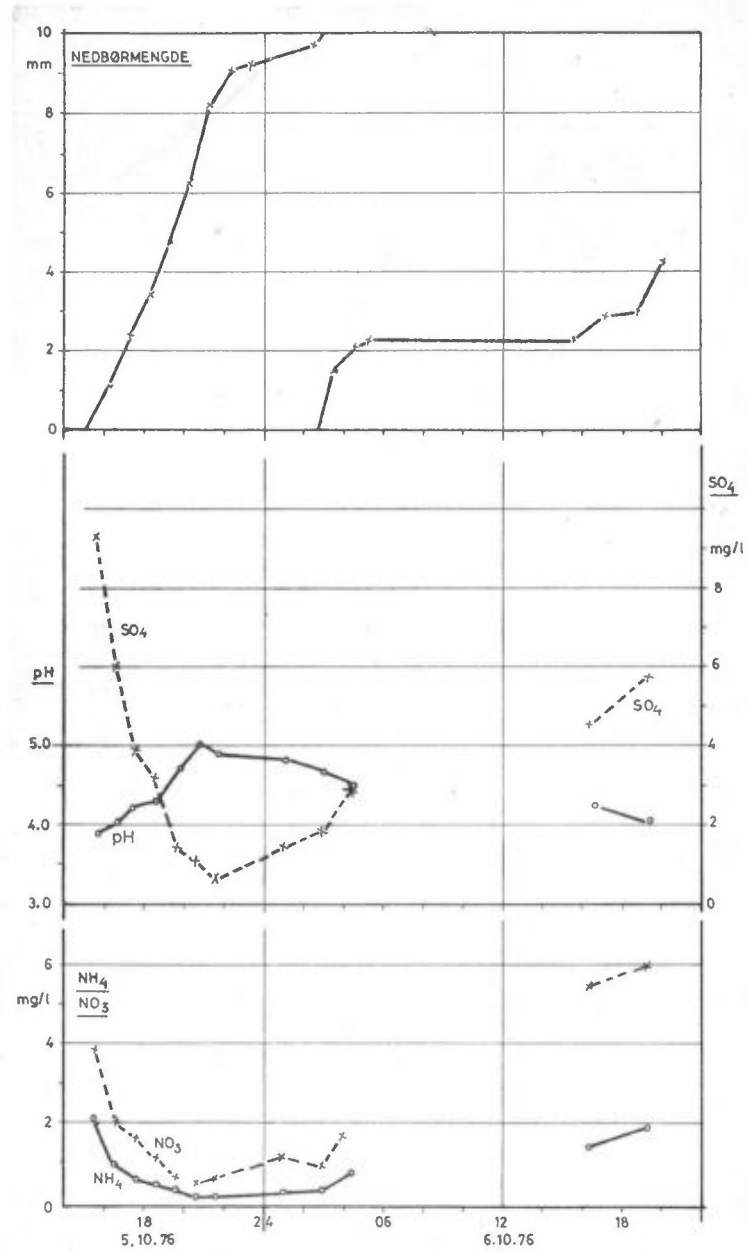
Nedenfor er analyseresultatene fra seks nedbørtilfeller kort beskrevet. Nedbørtilfellene er ikke undersøkt så grundig at årsakene til konsentrasjonsendringer kan fastslås med sikkerhet.

850 mb trajektorier er benyttet for å angi kildeområder. Luften på forsiden og baksiden av fronter har imidlertid som regel forskjellig "opprinnelse", og angivelse av kildeområder vil derfor i slike situasjoner være usikker når en bare har trajektorier med ankomst hver 6. time.

#### 5-6 oktober 1976

To fronter passerte i løpet av disse dagene. Vindretningen var stort sett mellom sør og sørøst, men med en periode med mer sørvestlig transport mellom frontene. 850 mb trajektoriene for perioden 5.10 kl 12 GMT til 6.10 kl 12 GMT indikerer tilførsel både fra Øst og Vest Europa.

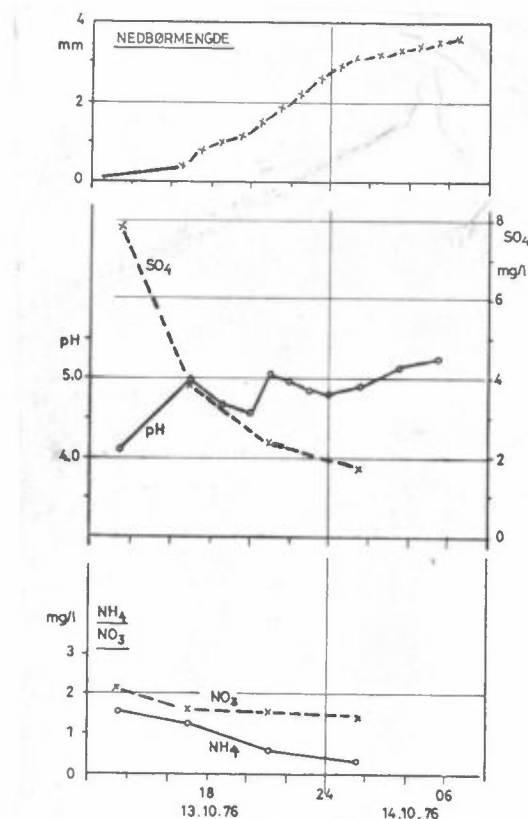
I løpet av de seks første nedbørtimene (5.10 = var nedbørintensiteten nær konstant (fig. 1), men det var stor variasjon i forurensningskonsentrasjoner. Nedbørens pH-verdi økte fra 3.9 til 5.0, mens sulfat-innholdet avtok fra over 9 til under 1 mg/l. (Sulfatkonsentrasjonene er ikke korrigert for sjøsalt-bidrag, fordi Mg-analyser viste at dette bidraget stort sett var mindre enn 0.1 mg SO<sub>4</sub>/l.) Også for nitrat og ammonium avtok konsentrasjonene markert. En mulig årsak til konsentrasjonsvariasjonen er at luftmassene har gått over områder med forskjellig emisjonsintensitet. Trajektoriene tyder på transport fra Øst-Europa for den første del av nedbøren og deretter fra mer vestlige områder.



Figur 1: Nedbørmengde, nedbørens pH-verdi og konsentrasjon av sulfat-, ammonium- og nitrat-ioner . 5. - 6. oktober 1976.

13-14 oktober 1976

To fronter lå mer eller mindre i ro over Sør-Norge. 850 mb trajektoriene viser transport av luft fra Balkan over Sverige til Østlandsområdet. Nedbørintensiteten (fig. 2) varierte lite, men var lavest i begynnelsen av regnværet.



Figur 2: Nedbørmengde, nedbørens pH-verdi og konsentrasjon av sulfat-, ammonium- og nitrat-ioner 13. - 14. oktober 1976.

Det kom ialt bare ca. 4 mm nedbør i denne perioden. Også i dette tilfellet avtok konsentrasjonene i nedbøren markert i løpet av regnværet; pH økte fra 4.1 til over 5.0, mens sulfatkonsentrasjonen avtok fra ca. 8 til under 2 mg/l.

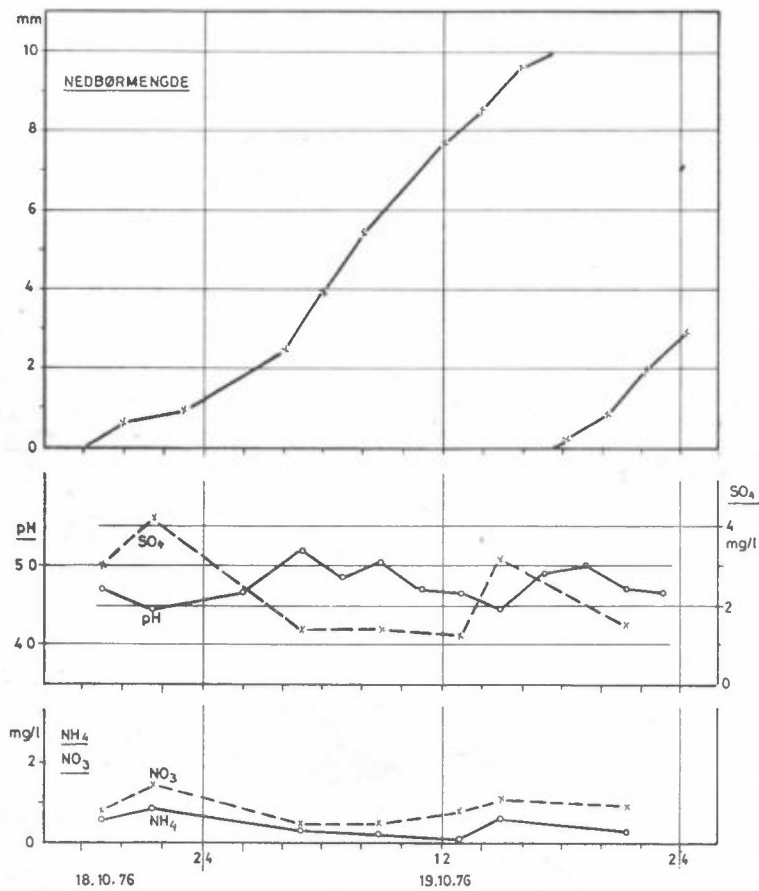
Årsaken til konsentrasjonsvariasjonen er neppe forskjellig opprinnelse for luftmassene; trajektoriene for denne perioden er nesten sammenfallende. De høye konsentrasjonene i begynnelsen av regnværet forekom samtidig med de laveste nedbørsintensitetene.



18-19 oktober 1976

En front over Sør-Norge beveget seg lite. 850 mb trajektoriene viser tilførsel fra Øst-Europa i hele perioden.

Nedbørintensiteten (fig. 3) var lavest de 10 første timene, og noe høyere og nær konstant i resten av tiden. Konsentrasjonene av forurensningskomponenter varierte langt mindre i dette tilfellet enn i de to foregående. Det var imidlertid noe lavere pH og noe høyere sulfatinnhold i den første delen av nedbørperioden. En mulig forklaring er igjen den lavere nedbørintensitet i denne perioden.

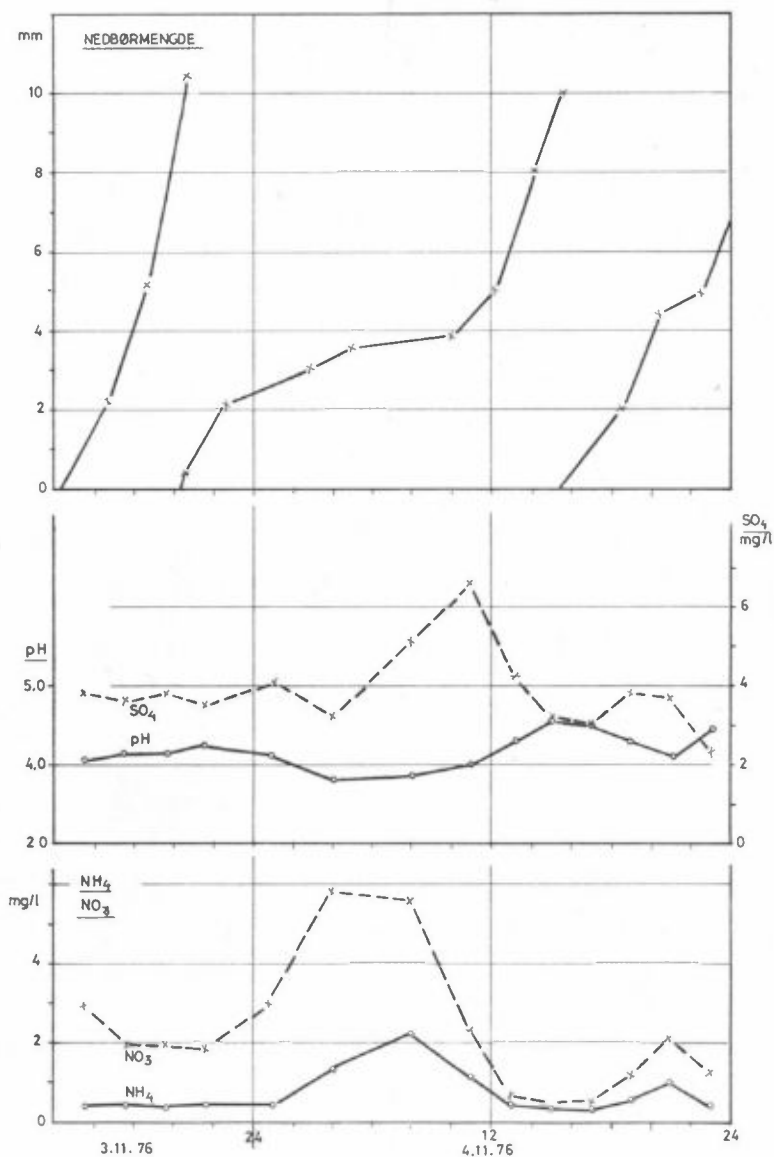


Figur 3: Nedbørmengde, nedbørens pH-verdi og konsentrasjon av sulfat-, ammonium- og nitrat-ioner 18-19 oktober 1976.

3-4 november 1976

Også denne perioden skyldtes nedbøren en frontpassasje. Trajektoriene indikerer transport fra England i den første del av perioden, mens den siste del av perioden hadde tilførsel fra de nordvestlige deler av kontinentet.

Total nedbørmengde var ca. 27 mm (fig. 4). Natten mellom 3. og 4. var nedbørintensiteten lavest, og i denne perioden forekom de høyeste konsentrasjonene av hydrogen-, sulfat-, nitrat- og ammonium-ioner.

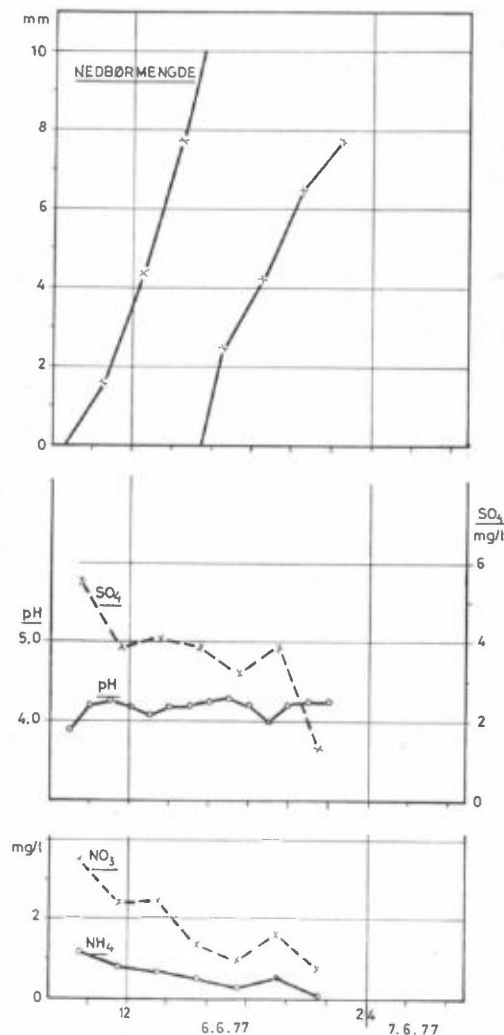


Figur 4: Nedbørmengde, nedbørens pH-verdi og konsentrasjon av sulfat-, ammonium- og nitrat-ioner 3. - 4. november 1976.

6\_juni\_1977

Et lavtrykk passerte langsomt over Sør-Norge i dagene omkring 6. juni. 850 mb trajektoriene viser at luften kom "ned" Norskehavet og "rundt" kysten av Norge.

Nedbørens pH-verdi (fig. 5) var nær konstant under regnværet, men den aller første prøven var noe surere enn de øvrige. Denne prøven inneholdt også de høyeste konsentrasjoner av sulfat, ammonium og nitrat. Trajektoriene antyder at forurensningene vesentlig skyldes norske og svenske kilder, men de forholdsvis høye konsentrasjonene for sulfat og nitrat (som også forekom på de fleste nedbørstasjonene i Sør-Norge) indikerer at det må ha vært en del langtransporterte forurensninger.

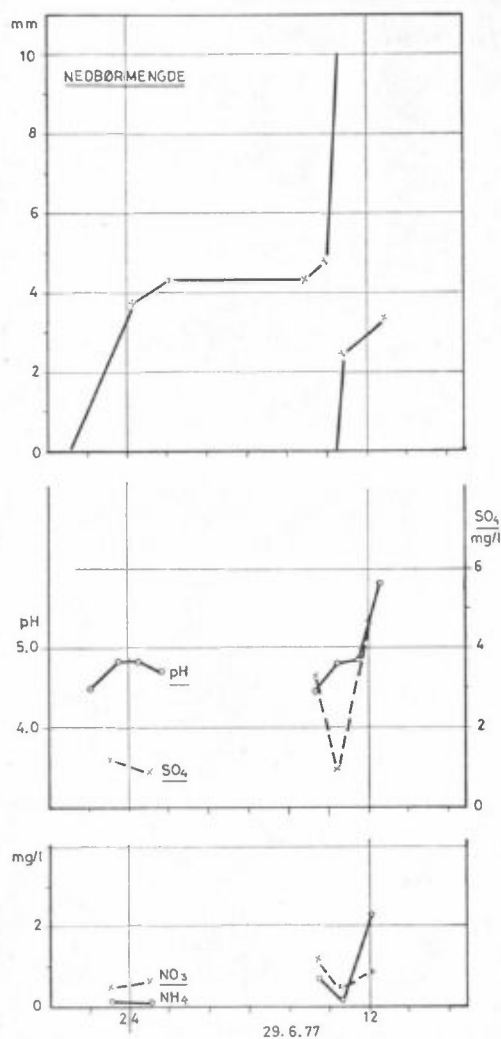


Figur 5: Nedbørmengde, nedbørens pH-verdi og konsentrasjon av sulfat-, ammonium- og nitrat-ioner 6. juni 1977.

28-29\_juni\_1977

Et svakt lavtrykk passerte over Sør-Norge og ga en del regnbyger. Trajektoriene indikerer at luften kom fra Norskehavet og inneholdt således lite langtransporterte forurensninger. Nedbøren som falt om kvelden den 28. var lite forurenset (fig. 6), mens nedbøren den 29. hadde høyere og mer variable konsentrasjoner.

De to prøvne med lav nedbørintensitet (29.6) hadde høyere konsentrasjoner enn den mellomliggende prøven med høy nedbørintensitet.



Figur 6: Nedbørmengde, nedbørens pH-verdi og konsentrasjon av sulfat-, ammonium- og nitrat-ioner 28. - 29. juni 1977.

#### 4 DISKUSJON OG KONKLUSJON

Erfaringene med ELINAP-samleren viser at den er forholdsvis godt egnet til å undersøke hvordan nedbørens innhold av forurensninger varierer med tiden. Det var imidlertid en del problemer av teknisk art. Blant annet var alltid en del av prøveflaskene helt tomme. Dette kan enten skyldes at det kom små nedbørmengder som fordampet før prøvene ble tatt inn, eller at det ble liggende fuktighet, insekter, e.l. på nedbørsensoren og som dermed hindret at lokket ble satt på og nedbørperioden avsluttet. Dette punktet ble ikke tilstrekkelig undersøkt, men det er mest sannsynlig at uregelmessigheter med nedbørsensoren var hovedårsaken til de tomme flaskene.

I denne undersøkelsen ble de tre urverkene som styrer flaske-skiftene (se avsnitt 2.1) holdt uendret. Med såvidt stor tidsoppløsning som en her har benyttet er det av praktiske grunner en fordel at nedbørsamleren plasseres nær analyselaboratoriet. En har ikke undersøkt hvordan ELINAP-samleren funksjonerer med en grovere tidsoppløsning (f. eks. omkring ett døgn). Til feltbruk på steder hvor det f. eks. er vanskelig å finne observatør, er dette en mer aktuell tidsoppløsning.

De undersøkte tilfellene er stort sett bare frontnedbør. Under de fleste nedbørtilfeller ble det målt betydelige konsentrasjonsvariasjoner for hydrogen-, sulfat-, nitrat- og ammoniumioner. Konsentrasjonsvariasjonene synes oftest å forekomme samtidig med endringer i nedbørintensiteten, idet lavere intensitet gir høyere konsentrasjoner. I enkelte tilfeller er det mulig at konsentrasjonsvariasjonen skyldes endringer i luftmassebanene i forhold til de store utslippsområdene.

Ved eventuelle fortsatte undersøkelser av ELINAP-samleren bør en inkludere vind- og pluviografregistreringer. Dette vil være til hjelp ved vurderingene av måleresultatene og av instrumentets drift.