

# Vannkjemiske effekter av flommen på Sør- og Østlandet høsten 2000

Av Brit Lisa Skjelkvåle og Thorjørn Larssen,

Brit Lisa Skjelkvåle og Thorjørn Larssen er ansatt ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

Innlegg på Fagtreff 28. jan. 2002.

Høsten 2000 ble Sør- og Østlandet rammet av flom i to omganger, først i midten av oktober og deretter i slutten av oktober og begynnelsen av november. I begge tilfeller var kraftig lavtrykksaktivitet fra sør og store nedbørmengder årsak til flommene. I begge tilfellene ble det også registrert 10-års flom eller mer flere steder. Vi opplevde med andre ord to 10-års flomhendelser med flere ukers varighet, med få ukers mellomrom.

I hovedsak var det Aust-Agder, Telemark, Buskerud, Vestfold, Østfold, Oslo og Akershus og de sørlige deler av Oppland, som ble berørt i den første flomperioden. Mens vannføringen i enkelte vassdrag kulminerte rundt middelflom, var det flere vassdrag som kulminerte ved vannføringer rundt det dobbelte av middelflom, som tilsvarte 30-50 års flommer i disse vassdragene. I den neste flomperioden ble Rogaland, Vest-Agder, Telemark, Buskerud, Vestfold, Østfold, Oslo og Akershus og de sørlige deler av Oppland og Hedmark berørt. Sørlandet ble hard-

ere rammet denne gangen enn i midten av oktober, spesielt Rogaland og Vest-Agder. Lenger nord og øst var flommen mindre enn tidligere, på det største drøyt 10-års flommer enkelte steder.

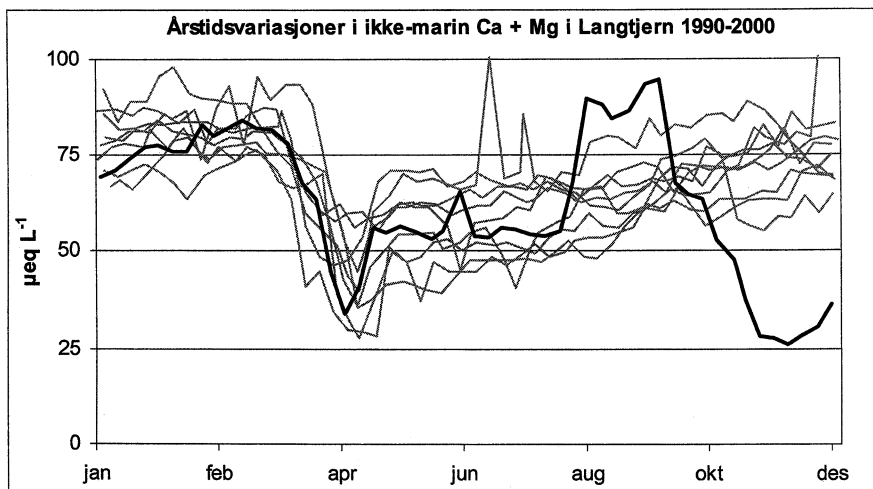
Statlig program for forurensningsovervåking har en rekke stasjoner for å overvåke forsuringsutviklingen i vann og vassdrag i det aktuelle området (SFT 2001). Vi har brukt disse stasjonene til å studere hvilken effekt flomsituasjonen hadde for forsuringssituasjonen. På feltforskningsstasjonene har vi ukentlige målinger av vannkjemisk og kan derfor følge effekten av flommen i stor detalj.

For å illustrere den vannkjemiske responsen bruker vi her Langtjern i Buskerud som eksempel. Langtjern er et lite vann på 0.2 km<sup>2</sup> med et nedbørfelt på 4.8 km<sup>2</sup>. Årsmiddelnedbøren er ca 800 mm, mens nedbørmengden i 2000 var 1261 mm, hvorav oktober hadde 206 mm og november 333 mm (Aas et al. 2001). Vannprøvene blir tatt i utløpet av innsjøen med en ukes mellomrom.

Et vanlig normalt år er konsentrasjonen av kalsium og magne-

sium (justert for tilførte sjøsalter) mellom 75-100  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  gjennom vintermånedene, (tilsvarende ca 1,2 – 1,5 mg Ca  $\text{L}^{-1}$ ), konsentrasjonene synker markert gjennom vårflommen og bygger seg langsomt opp gjennom resten av året. I 2000 var det to markante avvik fra dette mønsteret (**Figur 1**). Fram til midten av august var den vannkjemiske utviklingen som vanlig.

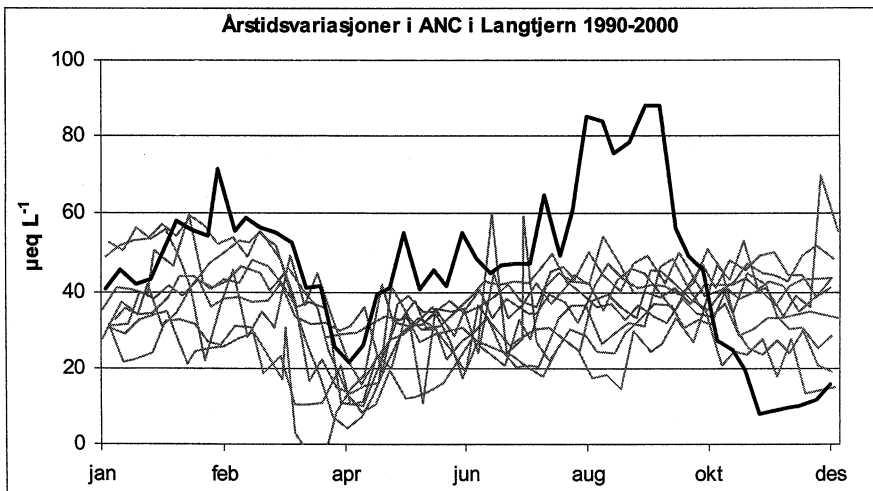
Fra midten av august til ut september steg konsentrasjonen til langt over det normale, pga av lite nedbør i denne perioden. I begynnelsen av oktober begynte konsentrasjonene av ikke-marin Ca + Mg og avta kraftig, før den nådde et bunnnivå i begynnelsen av desember på 26  $\mu\text{ekv L}^{-1}$ . Dette er langt lavere enn observert tidligere år for denne årstiden.



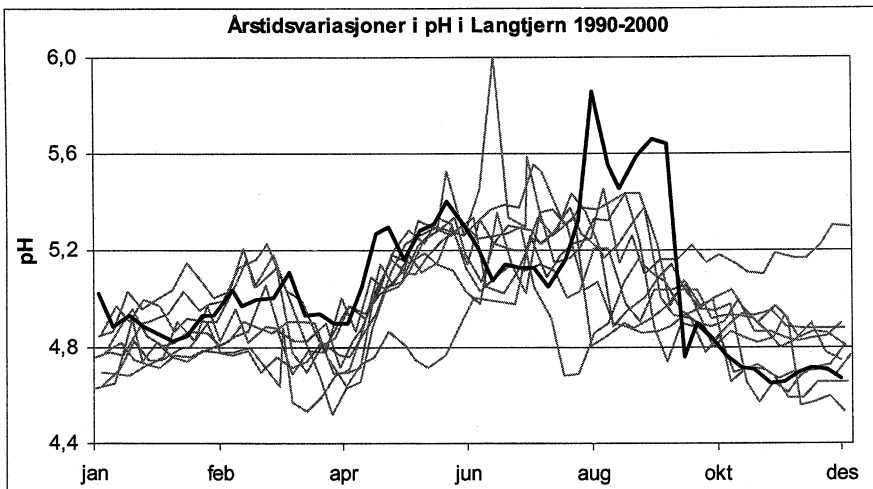
Figur 1. Årstidsvariasjoner for ikke-marin Ca+Mg  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  for årene 1990-2000, for feltforskningsstasjonen Langtjern i Buskerud (SFT 2001). Konsentrasjonen for 2000 er merket med en tykk strek. Flommen høsten 2000 førte til rekordlave konsentrasjoner.

Tilsvarende utvikling gjennom 2000 kunne vi også se på vannets bufferevne - ANC (Acid Neutralizing Capacity) og pH (**Figur 2** og **Figur 3**). ANC og pH i Langtjern har vist en økende trend de siste 10 årene pga av redusert svovelnedfall og forurening. Vinteren 2000 var ANC 40-60

$\mu\text{ekv L}^{-1}$  og pH 4,9 – 5,0. I september var ANC verdiene helt opp mot 90  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  før de sank helt ned til 8  $\mu\text{ekv L}^{-1}$  i begynnelsen av desember. Tilsvarende for pH var maksimumsverdi på pH 5,7 i september og minimum på pH 4,6 i begynnelsen av desember.



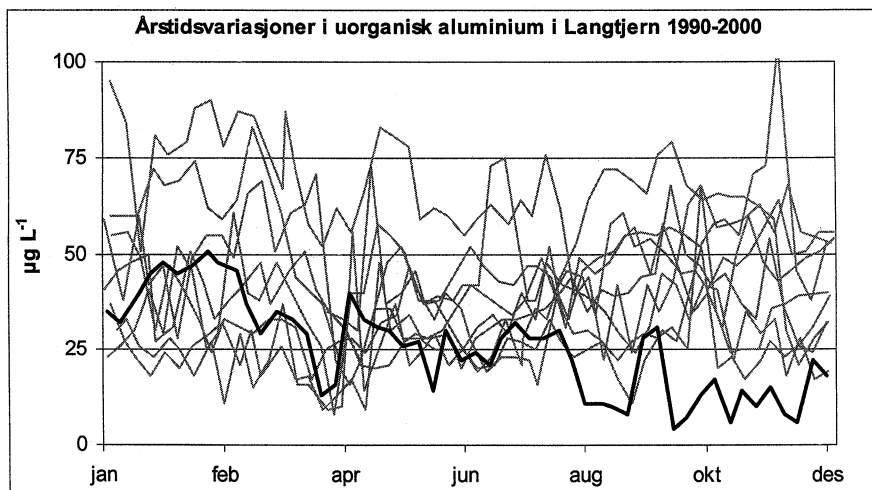
Figur 2. Årstidsvariasjoner for bufferkapasitet ANC (Acid neutralizing capacity)  $\mu\text{eq L}^{-1}$ , for årene 1990-2000, for feltforskningsstasjonen Langtjern i Buskerud (SFT 2001). 2000 er merket med en tykk strek. ANC nådde uvanlig lave verdier i under flommen.



Figur 3. Årstidsvariasjoner for pH for årene 1990-2000, for feltforskningsstasjonen Langtjern i Buskerud (SFT 2001). Verdiene for 2000 er merket med en tykk strek. pH verdiene var spesielt lave under flommen

Vanligvis er det en sterk samvariasjon mellom pH og uorganisk aluminium, slik at når pH synker øker aluminium. Konsentrasjonen av aluminium har derfor vist en nedgående trend de siste ti årene i takt med økningen i pH. Fram til august var Al-konsentrasjonen omtrent som foregående år (Figur 4) men med

relativt lave verdier. I august og september 2000 var Al-konsentrasjonene de laveste som er registrert i Langtjern de siste ti årene. Dette er pga av de usedvanlige høye pH-verdiene gjennom disse to månedene. Det spesialle under flommen 2002 var at aluminium fortsatte å holde seg lav på tross av at pH sank til lave verdier.



Figur 4. Årstidsvariasjoner uorganisk bundet Al  $\mu\text{g L}^{-1}$ , for årene 1990-2000, for feltforskningsstasjonen Langtjern i Buskerud (SFT 2001). Konsentrasjonene for 2000 er merket med en tykk strek. Fortynningseffekten under flommen førte til rekordlav konsentrasjon av aluminium til tross for lav pH.

Årsaken til de lave konsentrasjonene av basekationer og aluminium, samtidig med veldig lave verdier av pH er at under flommen var jorda mettet med vann slik at overflateavrenning dominerte avrenningsmønsteret. Nedbøren hadde lite kontakt med dypere jordlag og avrenningsvannet ble derfor dominert av nedbørens vannkjemi. Nedbør har langt lavere konsentrasjoner av

opløste ioner, lavere pH og ingen aluminium. Dette medførte at vannkjemien ble betydelig fortynnet og nådde rekordlave konsentrasjoner, samtidig med at pH sank og at det ikke ble en økning i uorganisk aluminium. Organisk karbon viste også en tilsvarende fortynning under flommen og bekrefter at avrenningsvannet hadde liten kontakt med jordlagene under flommen.

## Konsekvenser for langtidstrender

Forsuringssituasjonen har vist en markant forbedring i Norge de siste 10 årene. Det er derfor av stor interesse å overvåke hendelser som kan ha negativ innvirkning på den positive trenden (recovery) vi ser i forsuringsutviklingen. Det vi så etter flommen høsten 2000, var at vannkjemien relativt raskt restituerte seg til konsentrasjonsnivåer før flommen, slik at vannkjemisk har ikke flommen hatt negative effekter for forsuringssituasjonen.

Biologisk gjenhenting (recovery) er imidlertid styrt av helt andre faktorer enn kjemisk gjenhenting. En episode kan derfor gi et tilbakeslag for biologisk gjenhenting som kan ha langvarige negative konsekvenser.

## Konsekvenser for kalkede vann og vassdrag

De kalkede elvene i på Sørlandet klarte seg godt gjennom flommen fordi kalkdoserene stort sett var godt nok dimensjonert til å nøytralisere de store vannmengdene (SFT 2001 og Direktoratet for naturforvalt-

ning 2001). I de ukalkede referanseelvene i kalkingsovervåkingen ble det observert effekter i form av rekordlave pH verdier for høstprøver under flomperioden, på samme måte som for feltorskingsstasjonene

For innsjøer som blir kalket hadde flommen store konsekvenser. Oppholdstiden av vann i innsjøene ble kraftig redusert, dette medførte utvasking av kalk og behov for raskere rekalking enn opprinnelig planlagt.

## Referanser

Direktoratet for naturforvaltning, 2001. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2000. DN-notat 2002-2.

SFT 2001. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - effekter 2000. SFT-rapport 834/01, TA-1830/2001.

Aas, W, Thørseth, K, Solberg, S, Berg, T. Manø, S. og Yttri, K.E. 2001. Overvåking av langtransportert forurenst luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2000. NILU-rapport OR 34/2001.