

Modalselva i Hordaland

Vannkjemisk overvåking i 2007



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

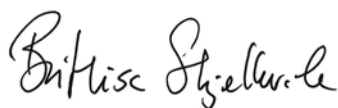
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Modalselva i Hordaland; Vannkjemisk overvåking i 2007	Løpenr. (for bestilling) 5599-2008	Dato April 2008
	Prosjektnr. Undernr. O-26061	Sider Pris 17
Forfatter(e) Brit Lisa Skjelkvåle Liv Bente Skancke	Fagområde Sur nedbør	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Modalen kommune, Hordaland	Trykket CopyCat

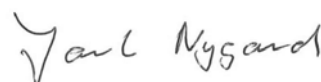
Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvernvedelंगा	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Modalselva i Modalen kommune i Hordaland er en typisk Vestlandselv, med svært ionefattig og forsuringfølsom vannkvalitet og hvor naturens tålegrense for forsuring er svært lav. Modalselva var fra 1980 til 2003 en del av SFTs Statlig program for forurensningsovervåking. Prøvetakingen ble gjenopptatt i 2006, finansiert av Fylkesmannen i Hordaland. I perioden fra 1980 til 2007 har konsentrasjonen av ikke-marin sulfat avtatt med 55 %. 2007 har den hittil laveste registrerte middelverdien av sulfat som er registrert i overvåkingsperioden siden 1980. Nitrat har vist et uendret konsentrasjonsnivå gjennom måleperioden. Samtidig og som en følge av nedgangen i sulfat, ser vi en bedring i forsuringssituasjonen uttrykt som økning i pH og ANC (syrenøytraliserende kapasitet) og nedgang i uorganisk bundet aluminium.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Overvåking 2. Vannkemi 3. Forsuring 4. Tidstrender 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. 4.
---	---



Brit Lisa Skjelkvåle
Prosjektleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Modalselva i Hordaland;

Vannkjemisk overvåking i 2007

Forord

Vannkjemisk overvåking av Modalselva har vært en del av Statlig program for forurensningsovervåking i perioden 1980 til 2003, finansiert av Statens Forurensningstilsyn. I april 2003 ble overvåkingsstasjonen lagt ned som følge av budsjettkutt.

I 2006 og 2007 ble den vannkjemiske overvåkingen videreført etter samme metodikk som tidligere periode. Disse to årene er overvåkingen finansiert av Miljøvernavdelinga ved Fylkesmannen i Hordaland. Kontaktperson har vært Kjell Hegna.

Oslo, april 2008

Brit Lisa Skjelkvåle

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Metodikk	7
3. Resultater	8
4. Litteraturliste	15
Vedlegg A. Vannkjemiske analyser	16

Sammendrag

Modalselva i Modalen kommune i Hordaland er en typisk Vestlandselv, med svært ionefattig og forsuringfølsom vannkvalitet. Her er naturens tålegrense for forsuring også svært lav ettersom kalsiumverdiene er lavere enn 0,5 mg/L. Konsentrasjonene av organisk karbon er også svært lave (< 1 mg C/L).

Modalselva var fra 1980 til 2003 en del av SFTs Statlig program for forurensingsovervåking. NIVA fortsatte prøvetakingen et par måneder i 2004. Overvåkingen ble gjenopptatt i 2006, denne gangen finansiert av Fylkesmannen i Hordaland.

I perioden fra 1980 til 2007 har konsentrasjonen av ikke-marin sulfat (den delen av sulfat som antas å ha en atmosfærisk opprinnelse) avtatt med om lag 55 % fra konsentrasjonsnivåer mellom 20-30 $\mu\text{ekv/L}$ til nivåer ned mot 10 $\mu\text{ekv/L}$ i dag. Dette tilsvarer en nedgang i sulfat fra ca 1,5 mg/L til ca 0,7 mg/L. Den nedadgående trenden i antropogent tilført sulfat syntes å flate noe ut på begynnelsen av 2000-tallet. Dette er i tråd med hva vi også observerer i den nasjonale overvåkingen (SFT, 2007). Samtidig er observasjonene i 2007 de laveste som er registrert hittil i overvåkingen.

Nitrat har vist et uendret konsentrasjonsnivå gjennom måleperioden frem til flyttingen av stasjonen. Verdiene i 2007 var noe lavere enn året før, men det er for tidlig å si om dette er en begynnende reduksjon i konsentrasjonsnivået.

Samtidig og som en følge av nedgangen i sulfat, ser vi en bedring i forsuringssituasjonen uttrykt som økning i pH og ANC (syrenøytraliserende kapasitet). Mens mange prøver på 80- og 90-tallet hadde alkalitet nær 0 $\mu\text{ekv/L}$, blir det stadig færre av prøvene som har så lave verdier. ANC har vist en tydelig positiv utvikling i perioden og har endret seg fra negative årsmiddelverdier ned til -17 $\mu\text{ekv/L}$ (1990), til > 10 $\mu\text{ekv/L}$ i noen år på 2000-tallet. På 80-tallet var årlig middelvei for pH mellom 5,2 og 5,5, men disse svinger seg nå stadig oppover. Årlig middelvei for pH har vært pH 5,7-5,8 de siste to årene.

Løst uorganisk aluminium har avtatt fra årsmiddelkonsentrasjoner opp mot 50-65 $\mu\text{g/L}$ på slutten av 80-tallet og begynnelsen av 90-tallet til 7-9 $\mu\text{g/L}$ de to siste undersøkelsesårene. Det er maksimumsverdiene som har størst økologisk relevans, og i 2007 var maksimalverdien for labilt aluminium 21 $\mu\text{g/L}$ (30.mai).

Modalselva er utsatt for sjøsaltepisoder, men overvåkingen i 2007 avdekket ikke kloridverdier som var høye nok til å indikere sjøsaltepisoder i elva dette året.

1. Innledning

Modalselva var fra 1980 til 2003 en del av SFTs Statlig program for forurensingsovervåking. I april 2003 ble overvåkingsstasjonen lagt ned som følge av budsjettkutt. NIVA fortsatte prøvetakingen et par måneder i 2004. Overvåkingen ble gjenopptatt i 2006 og videreført i 2007, denne gangen finansiert av Fylkesmannen i Hordaland.

Modalselva i Modalen kommune i Hordaland er en typisk Vestlandselv, med svært ionefattig og forsuringfølsom vannkvalitet. Her er naturens tålegrense for forsuring også svært lav ettersom kalsiumverdiene er lavere enn 0,5 mg/L.

Formålet med dette prosjektet er å videreføre den vannkjemiske overvåkingen for å følge den vannkjemiske utviklingen samt å støtte opp om tolkning og forståelse av de biologiske endringene som skjer i vassdraget.

Laksen ble borte fra vassdraget tidlig på 70-tallet. I perioden 1993 til 1997 ble det ikke registrert ungfisk i Modalselva (Bjerknes *et al.* 2007). I perioden 2003 – 2006 har det vært påvist laks, men tettheten var lav, 1-6 individer per 100m². Nyetableringen av laks settes i sammenheng med bedret vannkvalitet i hovedløpet, som er dokumentert gjennom overvåking av vannkvalitet i Modalselva fra 1980 og fram til i dag.

2. Metodikk

Prøvetaking og analysemetodikk er som beskrevet i program for ”Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør” (SFT, 2007). Prøvene ble i 2007 analysert for pH, konduktivitet, alkalitet, total nitrogen, ammonium, nitrat, total organisk karbon (TOC), klorid, sulfat, reaktivt aluminium, ikke-labil aluminium, kalsium, kalium, magnesium og natrium.

Prøvetakingsstasjonen var opprinnelig ved Farestveit. Mot slutten av 1999 ble det observert tidvis endringer i vannkjemien, og etter en nøyere gjennomgang av dataene begynte vi å få mistanke om at det kunne være noe tilsig rett oppstrøms prøvetakingsstasjonen som ga ustabil vannkvalitet, spesielt var dette tydelig på innholdet av total organisk karbon (TOC). I løpet av 2001 ble det tatt prøver forskjellige steder i elva for å se om andre prøvetakingspunkter kunne egne seg bedre. Vi bestemte oss til slutt for å flytte prøvetakingsstedet til omtrent midtveis mellom Haugen og Espeneset, OV 3346 NS 67491 (**Figur 1**), noe som er ca 1 km lengre nord enn Farestveit. Første prøve på det nye stedet ble tatt i mai 2002.



Figur 1. Kart som viser hele nedbørsfeltet til Modalselva (venstre figur), og et kart i mindre målestokk (høyre figur) som viser litt mer detaljert lokalisering av prøvetakingsstasjonen f.o.m. mai 2002 (rød prikk).

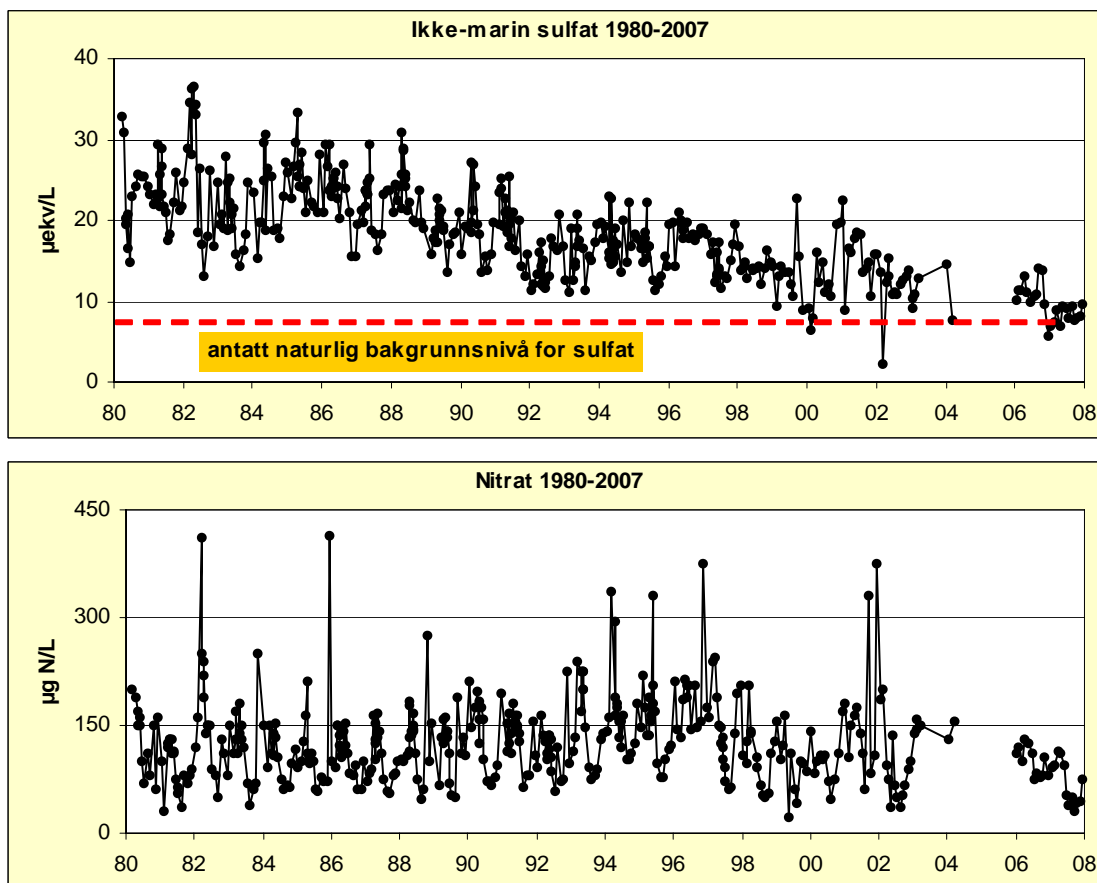
3. Resultater

Primærdata for 2007 og gjennomsnittsverdier for utvalgte parametere for perioden 1980-2007 er gitt i hhv. **Tabell 1** og **Tabell 2** i Vedlegg A. Det er ikke beregnet årlige gjennomsnittsverdier for tre av årene i perioden; 2002 fordi prøvetakingsstasjonen ble flyttet i mai dette året, 2004 innebefatter kun to prøvetakinger og 2005 var det ingen prøvetaking. Grafisk presentasjon av enkeltobservasjoner for tidsperioden for et utvalg av parametere er gitt i **Figur 2** til **Figur 8**. Figurer med årlige gjennomsnittsverdier for hvert enkelt år er vist for ni parametere i **Figur 9**.

Sulfat og nitrat

Den delen av sulfat som antas å ha en atmosfærisk opprinnelse (ikke-marin sulfat), har hatt en gradvis reduksjon gjennom måleperioden 1980-2007. Fra konsentrasjonsnivåer mellom 20-30 $\mu\text{ekv/L}$ på 1980-tallet er i dag nivået ca 10 $\mu\text{ekv/L}$ i aritmetisk middelvei for året. Dette tilsier en reduksjon på > 50 %, og tilsvarer en nedgang i sulfat fra ca 1,5 mg/L i årlig middelvei til ca 0,7 mg/L. De to siste årene har reduksjonen målt i mg sulfat/L stoppet opp, og dette kan bety at den nedadgående trenden i antropogent tilført sulfat har flatet ut. Dette er i tråd med hva vi også observerer i den nasjonale overvåkingen (SFT, 2007). Det er tidligere beregnet at "naturlig bakgrunnsnivå" for ikke-marin sulfat er ca 10-12 $\mu\text{ekv/L}$ (Henriksen et al. 1988). Men det er sannsynlig at bakgrunnsverdien i Modalselva er enda lavere enn disse verdiene siden vi nå registrerer årlig middelvei for ikke-marin sulfat for 2007 nede i 8 $\mu\text{ekv/L}$ (se under basekationer).

Frem til flyttingen av prøvetakingsstedet i elva i 2002 synes utviklingen av nitrat å være relativt uendret, med konsentrasjoner i intervallet 30-415 $\mu\text{g N/L}$. Prøvene tatt på det "nye" stedet viser mer stabile konsentrasjoner og enkeltprøvene med høye konsentrasjoner synes å være fraværende. I tillegg synes konsentrasjonene fra siste år å være noe lavere enn året forut. Det er for tidlig å si om dette er en trend mot lavere nitrat-konsentrasjoner, men dette vil overvåkingen i årene som kommer kunne gi svar på.

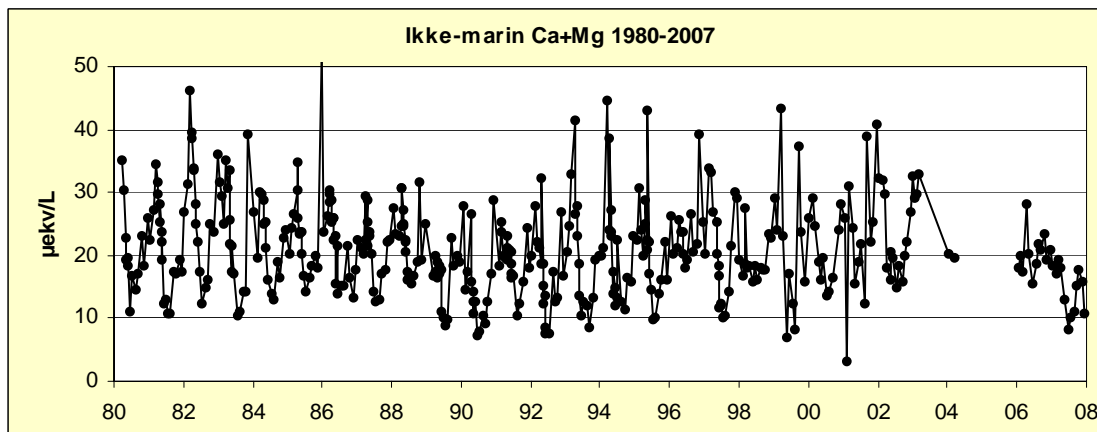


Figur 2. Alle enkeltobservasjoner av ikke-marin sulfat og nitrat fra 1980 og ut 2007. Antatt naturlig bakgrunnsnivå for ikke-marin sulfat er lagt inn.

Basekationer

Innholdet av basekationer (kalsium og magnesium) er veldig lavt i Modalselva. Bergrunnen i området forvitrer sakte (dvs. den brytes veldig sakte ned) og avgir svært lite ioner til vann. Forvitringen skjer hovedsakelig i jordsmonnet, og når jordsmonnet er tynt og sparsomt går forvittringsprosessene sakte. Nedbørnormalen for 1961-1990 angir nedbørsmengdene i Modalen til ca 2900 mm per år. Ved slike store nedbørsmengder vil det i tillegg bli en fortykning av konsentrasjonene i vannet. Alle disse tre faktorene sammen (sakte forvitring, tynt jordsmonn, store nedbørsmengder) medfører at konsentrasjonen av ioner (inklusive sulfat, se over) i vannet er lav.

Konsentrasjonsnivået av basekationer gir en god indikasjon på forsuringsfølsomheten til vannet og vilkårene for biologien. I Modalselva er konsentrasjonene av kalsium og magnesium stort sett alltid mindre enn hhv. 0,5 mg/L og 0,2 mg/L. Dette forteller at vannet er svært forsuringsfølsomt og at vilkårene for vannlevende organismer er svært marginale. Gjennom undersøkelsesperioden er det ingen tegn til systematiske trender i konsentrasjonen av basekationer. Middelerdien av kalsium og ikke-marin kalsium + magnesium viste riktignok en av de laveste årsmiddelerdiene i 2007, sammenlignet med hele perioden 1980 – 2007. Konsentrasjonene av basekationer svinger noe fra år til år, og svingningene kan for eksempel være forårsaket av nedbørforholdene, både årlig mengde og fordelingen gjennom året.



Figur 3. Alle enkeltobservasjoner av ikke- marin Ca+Mg fra 1980 og ut 2007.

Alkalitet og ANC

Samtidig og som en følge av nedgangen i sulfat, ser vi en bedring i forsurenings situasjonen uttrykt som økning i alkalitet og ANC (syrenøytraliserende kapasitet) og pH (se neste avsnitt).

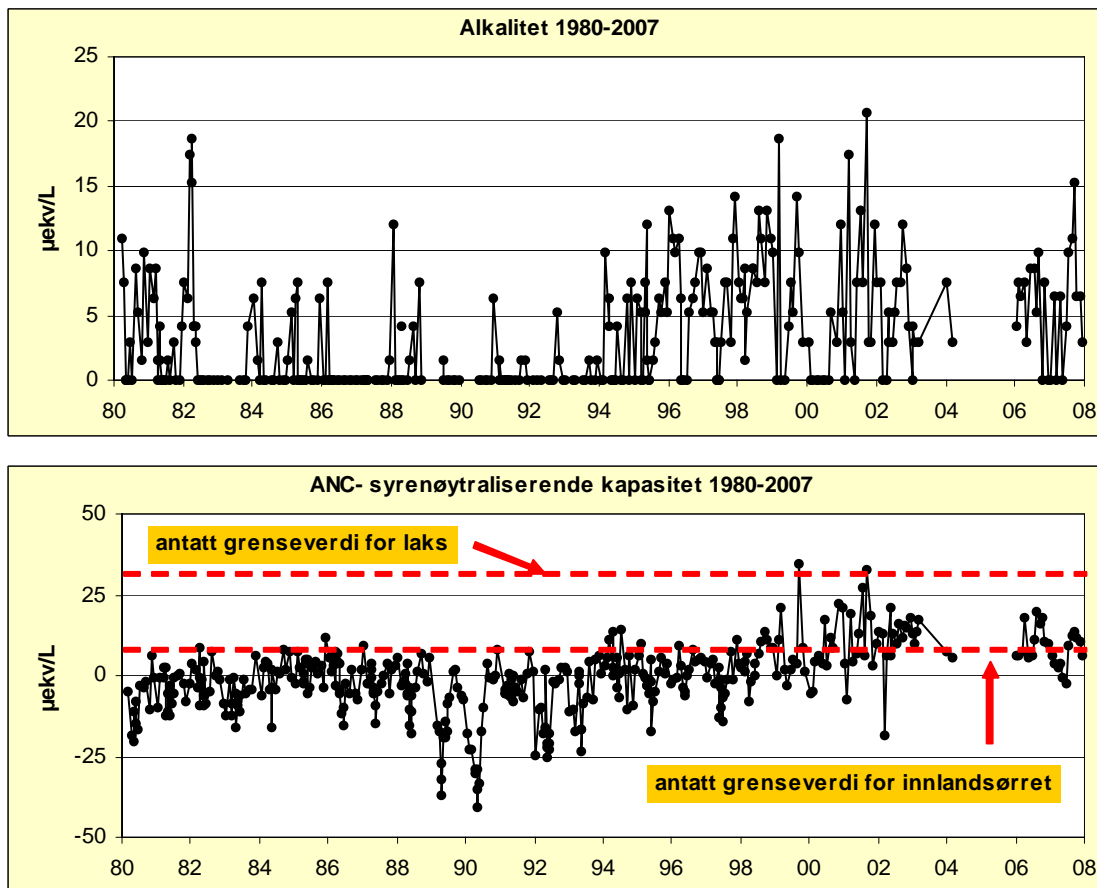
Mens mange prøver på 80- og 90-tallet hadde alkalitet nær 0, blir det stadig færre av prøvene som har så lave konsentrasjoner. Helt frem til 1993 kunne årlig middelvei for alkalitet være ned mot 0, mens siden 1994 har middelveien for alkalitet variert fra 2 - 8 µekv/L.

Maksimumsverdien for alkalitet i 2007 var 15 µekv/L (20. september), mens minimumsverdien var 0 µekv/L (25. januar, 29. mars og 30. mai).

ANC har vist en tydelig positiv utvikling i perioden, og har endret seg fra negative årsmiddelveier ned til -17 µekv/L (1990), til > 10 µekv/L i noen år på 2000-tallet.

Maksimumskverdien i 2007 var 13 µekv/L (20. september), mens minimumsverdien var -3 µekv/L (25. juni).

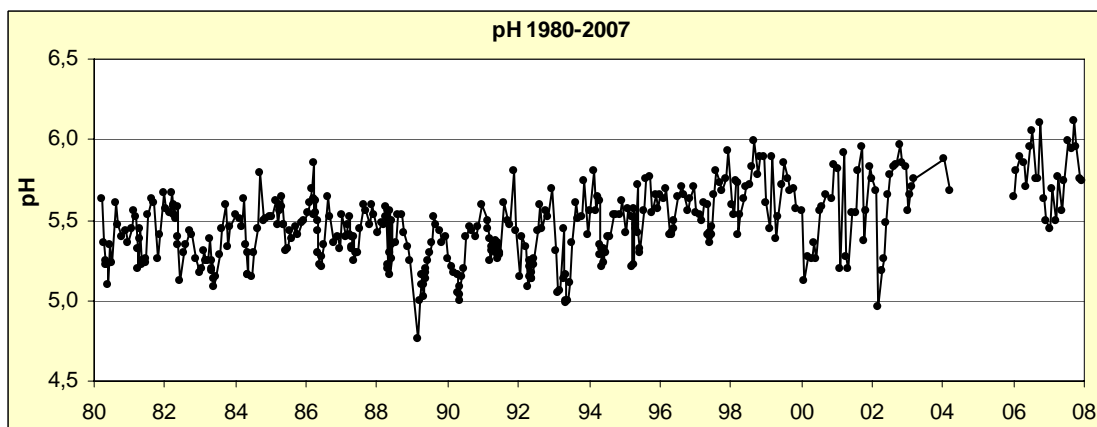
Grenseverdiene for ANC for innlandsørret er omkring 10 µekv/L i svært ionefattig vann og for laks ca 30 µekv/L (Henriksen *et al.* 1995, Kroglund *et al.* 2002).



Figur 4. Alle enkeltobservasjoner av alkalitet og ANC fra 1980 og ut 2007. Antatte grenseverdier for laks og innlandsørret er lagt inn (Henriksen et al. 1995, Kroglund et al. 2002).

pH

På 80-tallet var årlig pH-middelverdi mellom 5,2 og 5,5, men disse svinger seg nå stadig oppover. Årlig middelverdi for pH har vært pH 5,7-5,8 de siste to årene, og enkeltprøver har hatt pH > 6,0. I 2007 var minimumsverdien for pH 5,45 (25.januar) mens maksimumsverdien var pH 6,11 (20.september).

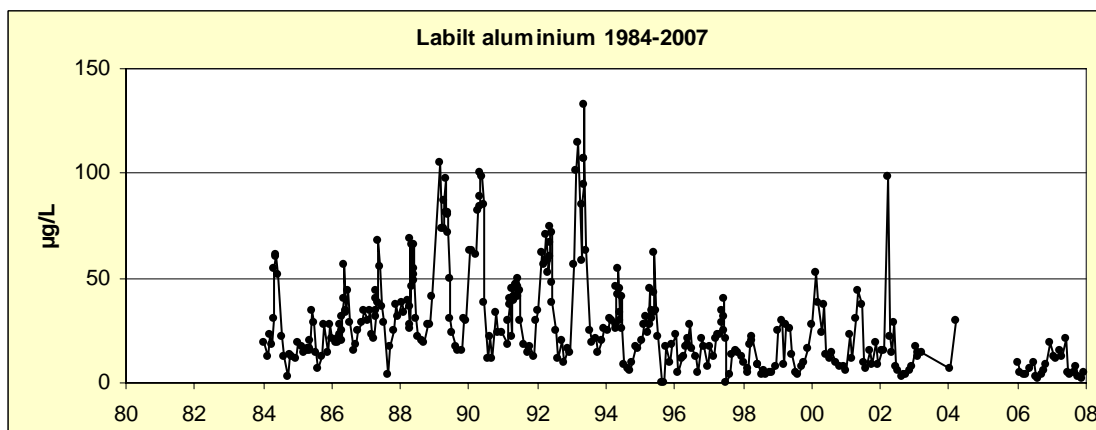


Figur 5. Alle enkeltobservasjoner av pH fra 1980 og ut 2007.

Aluminium

Løst uorganisk aluminium (LAI) dvs. den delen av aluminium som er antatt giftig for fisk og andre gjellepustende organismer, har avtatt fra årsmiddelkonsentrasjoner opp mot 50-65 µg/L på slutten av 80-tallet og begynnelsen av 90-tallet til 7-9 µg/L de to siste undersøkelsesårene.

Det er maksimumskonsentrasjonene som har størst økologisk relevans, og disse konsentrasjonene er i dag mye lavere enn på 80- og 90-tallet. I 2007 var høyeste konsentrasjon for labilt aluminium 21 µg/L (30.mai). Løseligheten av løst uorganisk aluminium er kontrollert av pH, slik at når pH øker vil aluminium avta.

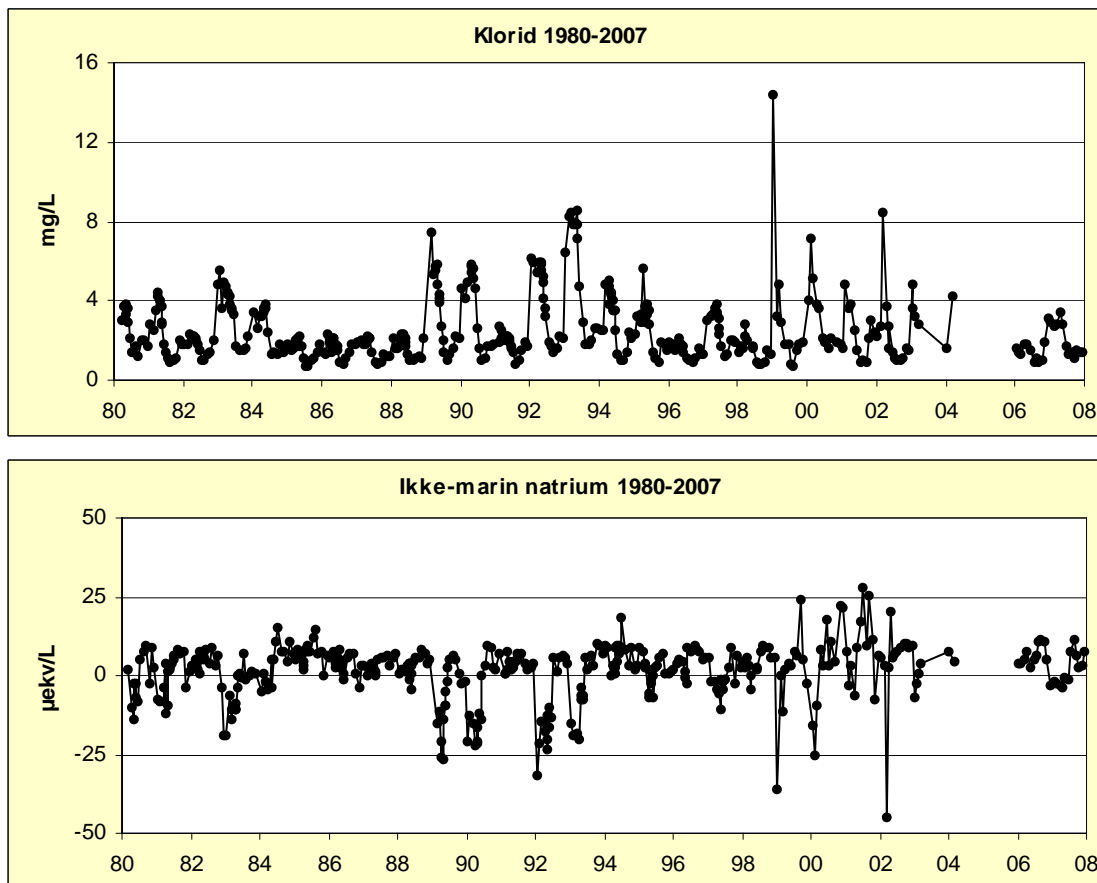


Figur 6. Alle enkeltobservasjoner av labilt Al fra 1984 og ut 2007.

”Sjøsalter” – klorid og natrium

På tross av en positiv utvikling er det også andre, naturgitte forhold som virker inn på den vannkjemiske situasjonen. Sjøsaltepisoder oppstår fra tid til annen i forbindelse med sterke vinterstormer. Disse stormene kan bringe store mengder sjøsalter inn over land. I områder som allerede er forsuret, medfører slike sjøsaltavsetninger en forsuringsepisode.

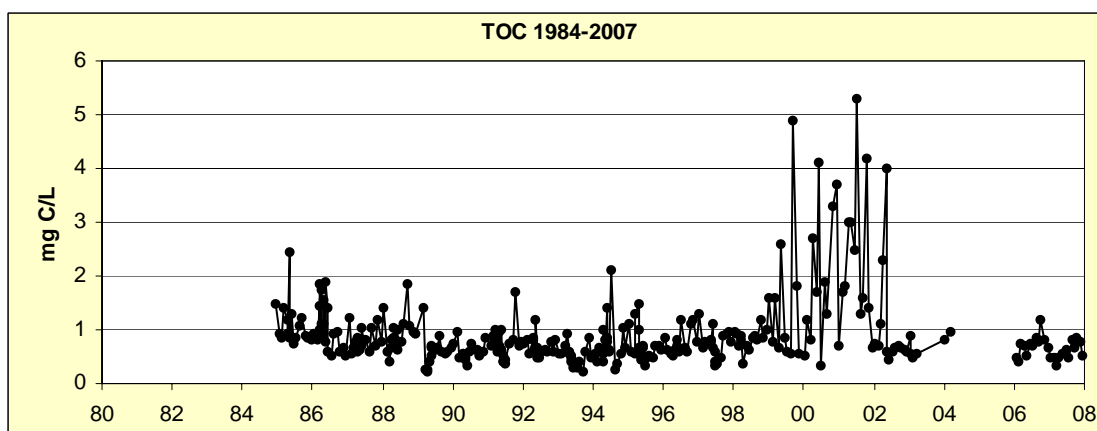
Vannkjemieresultatene fra prøven tatt 20. mars 2002 er et eksempel på at Modalselva kan være utsatt for sjøsaltavsetninger. Denne prøven ble tatt like etter en kraftig vinterstorm, og kloridkonsentrasjonen var fire ganger høyere enn normalt, pH droppet til 4,96 og ANC sank til -19 µekv/L, mens labilt aluminium økte til nesten 100 µg/L. Til sammen utgjør dette en svært dårlig vannkvalitet for fisk og andre organismer i elva. I tiden etter denne episoden har stikkprøvene i overvåkingen ikke avdekket flere sterke sjøsaltepisoder.



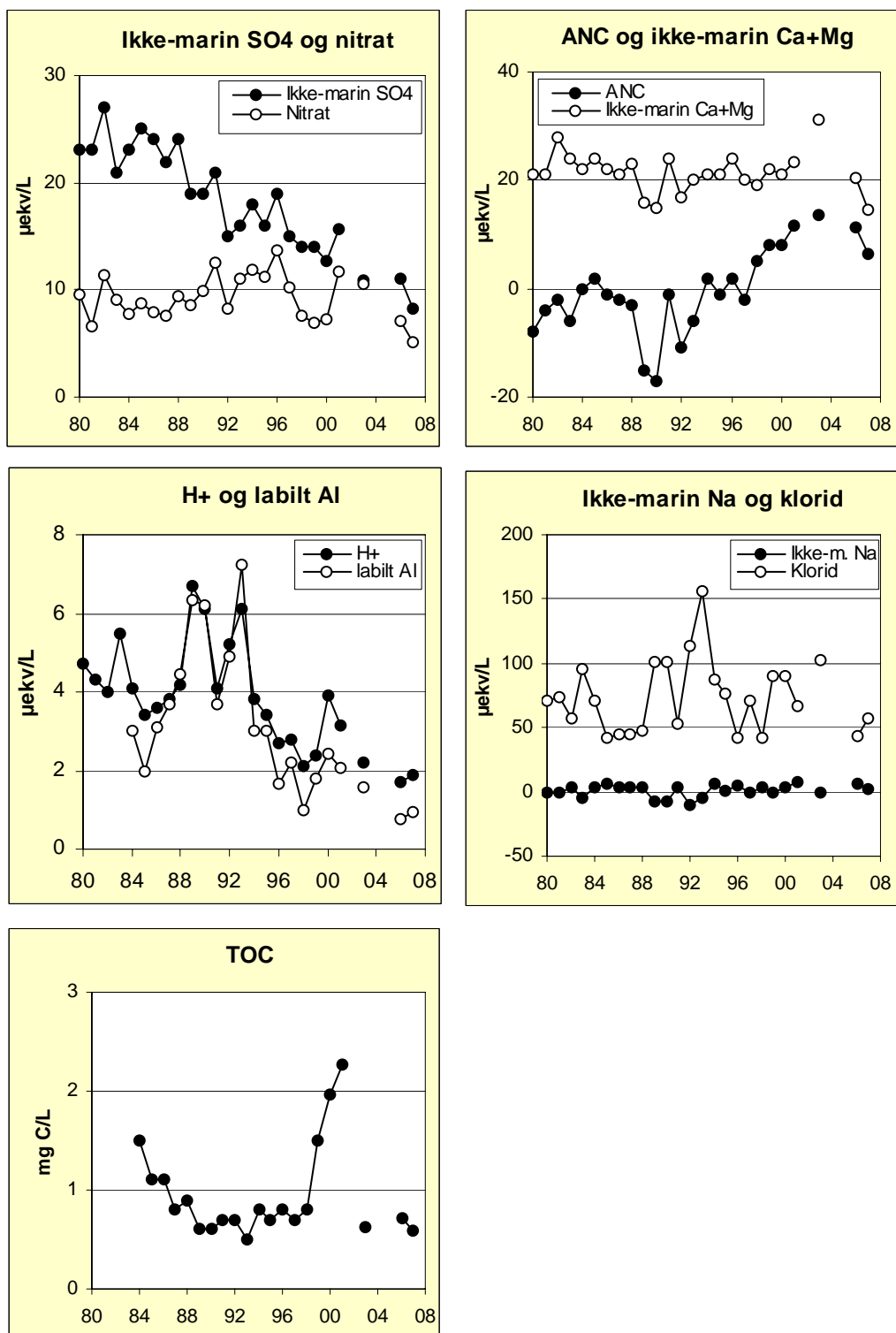
Figur 7. Alle enkeltobservasjoner av "sjøsalter" – klorid og natrium fra 1980 og ut 2007.

Organisk materiale

Dataene fra slutten av 1999 til mai 2002 viste uvanlig høye konsentrasjoner av TOC, med konsentrasjoner opp mot 5 mg C/l mens et normalt nivå vanligvis var < 1 mg C/L før 1999. I denne perioden var det også større variabilitet enn vanlig på en rekke andre kjemiske parametere; kanskje spesielt nitrat og alkalitet, men også pH og ANC. Etter at stasjonen ble flyttet viser nå TOC igjen stabile konsentrasjonsnivåer < 1 mg C/L. I 2007 varierte verdiene i området 0,35-0,85 mg C/L.



Figur 8. Alle enkeltobservasjoner av total organisk karbon fra slutten av 1984 og ut 2007. Legg merke til perioden 1999-2002, som er omtalt og forklart spesielt i teksten.



Figur 9. Trender i et utvalg av vannkjemiske måleparametere fra 1980 til 2007. Hvert punkt representerer aritmetisk middelverdi av alle målingene gjennom året. Det er ingen verdier for årene 2002, 2004 og 2005. Punktene for 2003 er basert på kun fire prøver.

4. Litteraturliste

- Bjerknes, V., Gabrielsen, S.E., Halvorsen, G.A. 2007. Vurdering av vannkjemiske og biologiske tiltak i Modalsvassdraget. En pilotstudie. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). LNO-5508. 38 s
- Kroglund, F., Wright, R., Burchart, C. 2002. Acidification and Atlantic salmon critical limits for Norwegian rivers. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). LNO-4501. 61 s.
- Henriksen, A., Lien, L., Traaen, T. S., Sevaldrud, I. S., and Brakke, D. F. 1988. Lake acidification in Norway-present and predicted chemical status. *Ambio* **17**: 259-266.
- Henriksen, A., Posch, M., Hultberg, H., and Lien, L. 1995. Critical loads of acidity for surface waters - Can the ANClimit be considered variable? *Water Air Soil Pollut.* **85**: 2419-2424.
- SFT 2007. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – effekter 2006. Statlig program for forurensningsovervåking 1000/2007. TA-2322/2007.

Vedlegg A. Vannkjemiske analyser

Tabell 1. Enkeltobservasjoner i Modalselva i 2007.

Dato	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ µg N/l	Alk µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAL µg/l	TOC mg C/l	Tot-N µg N/l	NH ₄ µg N/l	H+	ANC	CM*	SO ₄ *	Na*
																µekv/l	µekv/l	µekv/l	µekv/l	µekv/l
25.01.2007	5,45	0,39	0,22	1,59	0,16	2,94	0,74	92	0	26	14	12	0,47	147	<2	3,5	6	18	7	-2
21.02.2007	5,69	0,38	0,19	1,43	0,17	2,67	0,73	94	6	25	14	11	0,50	185	25	2,0	4	17	7	-2
29.03.2007	5,50	0,41	0,21	1,48	0,16	2,79	0,82	115	0	27	12	15	0,35	150	4	3,2	2	19	9	-3
20.04.2007	5,77	0,43	0,22	1,80	0,24	3,39	0,80	110	6	24	12	12	0,49	205	19	1,7	4	18	7	-4
30.05.2007	5,55	0,30	0,20	1,54	0,15	2,79	0,84	95	0	38	17	21	0,57	142	3	2,8	-1	13	9	-1
25.06.2007	5,74	0,20	0,12	0,95	0,14	1,75	0,68	54	4	17	12	5	0,63	120	2	1,8	-3	8	9	-1
24.07.2007	5,99	0,21	0,10	0,90	0,10	1,29	0,56	40	10	16	12	4	0,50	97	6	1,0	10	10	8	8
31.08.2007	5,94	0,25	0,09	1,06	0,14	1,42	0,65	51	11	17	12	5	0,81	135	4	1,1	12	11	9	12
20.09.2007	6,11	0,28	0,10	0,75	0,09	1,09	0,52	31	15	16	8	8	0,68	83	<2	0,8	13	15	8	6
19.10.2007	5,95	0,32	0,14	0,88	0,11	1,47	0,59	42	6	12	9	3	0,85	107	<2	1,1	12	18	8	3
23.11.2007	5,76	0,30	0,12	0,85	0,13	1,39	0,59	45	6	21	19	2	0,79	106	3	1,7	10	16	8	3
18.12.2007	5,74	0,24	0,10	0,98	0,12	1,44	0,66	76	3	15	10	5	0,51	126	4	1,8	6	11	10	8

Tabell 2. Gjennomsnittsverdier for perioden 1980 til 2007. Hvert tall representerer aritmetisk middelværdi for alle observasjoner gjennom året. Ingen data for 2002 (prøvetaksstasjonen ble flyttet i mai dette året), 2004 (kun to prøver) og 2005 (ingen prøvetaking). Dataene for 2003 er basert på kun fire prøver.

År	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ µg N/l	Alk µekv/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	TOC mg C/l	Tot-N µg N/l	NH ₄ µg N/l	H+ µekv/l	ANC µekv/l	CM* µekv/l	SO ₄ * µekv/l	Na* µekv/l	
1980	5,33	0,43	0,19	1,37	0,21	2,5	1,5	135	3,8	57						4,7	-8	21	23	-1	
1981	5,37	0,43	0,2	1,41	0,2	2,6	1,5	92	2,2	52						4,3	-4	21	23	0	
1982	5,40	0,49	0,2	1,17	0,23	2,0	1,6	160	4,7	48						4,0	-2	28	27	3	
1983	5,26	0,48	0,27	1,78	0,22	3,4	1,5	126	0,7	64						5,5	-6	24	21	-5	
1984	5,38	0,43	0,21	1,49	0,21	2,5	1,4	108	1,5	41	14	27	1,5			4,1	0	22	23	4	
1985	5,47	0,41	0,17	1,01	0,20	1,5	1,4	122	1,7	37	19	18	1,1			3,4	2	24	25	7	
1986	5,44	0,39	0,16	1,00	0,18	1,6	1,4	110	0,4	45	17	28	1,1			3,6	-1	22	24	4	
1987	5,42	0,37	0,16	0,98	0,17	1,6	1,3	107	0,1	46	13	33	0,8			3,8	-2	21	22	3	
1988	5,38	0,40	0,18	1,01	0,17	1,7	1,4	131	2,3	52	12	40	0,9	198	10	4,2	-3	23	24	3	
1989	5,18	0,37	0,26	1,83	0,19	3,6	1,4	119	0,2	69	12	57	0,6	170		6,7	-15	16	19	-7	
1990	5,22	0,37	0,25	1,81	0,21	3,6	1,4	138	1,1	66	10	56	0,6	191		6,1	-17	15	19	-8	
1991	5,38	0,44	0,18	1,17	0,22	1,9	1,3	175	2,9	46	13	33	0,7	238		4,1	-1	24	21	4	
1992	5,28	0,42	0,28	2,01	0,22	4,0	1,3	116	0,8	62	18	44	0,7	169		5,2	-11	17	15	-10	
1993	5,22	0,52	0,38	2,99	0,24	5,5	1,5	155	0,4	80	15	65	0,5	210		6,1	-6	20	16	-4	
1994	5,42	0,44	0,23	1,85	0,22	3,1	1,3	166	2,4	50	23	27	0,8	225		3,8	2	21	18	6	
1995	5,47	0,42	0,22	1,55	0,19	2,7	1,2	156	4,0	50	23	27	0,7	202		3,4	-1	21	16	1	
1996	5,56	0,41	0,16	0,94	0,25	1,5	1,1	192	6,4	35	19	15	0,8	259		2,7	2	24	19	5	
1997	5,55	0,40	0,21	1,39	0,21	2,5	1,1	144	4,5	38	19	20	0,7	194		2,8	-2	20	15	-1	
1998	5,68	0,35	0,14	0,94	0,15	1,5	0,9	106	8,3	28	18	9	0,8	172		2,1	5	19	14	4	
1999	5,62	0,46	0,25	1,8	0,29	3,2	1,1	97	6,6	55	39	16	1,5	202		2,4	8	22	14	0	
2000	5,41	0,45	0,24	1,85	0,18	3,2	1,1	102	2,1	84	62	22	2,0	194		3,9	8	21	13	4	
2001	5,50	0,44	0,21	1,49	0,31	2,3	1,1	165	7,7	74	56	18	2,3	274		3,2	11	23	16	8	
2002																					
2003	5,66	0,58	0,32	2,00	0,24	3,6	1,0	148	2	29	15	14	0,63	204		2,2	13	31	11	-1	
2004																					
2005																					
2006	5,77	0,39	0,13	0,99	0,14	1,53	0,74	100	6	18	11	7	0,72	166	7	1,7	11	20	11	6	
2007	5,72	0,31	0,15	1,18	0,14	2,04	0,68	70	6	21	13	9	0,60	134	6	1,9	6	15	8	2	

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no