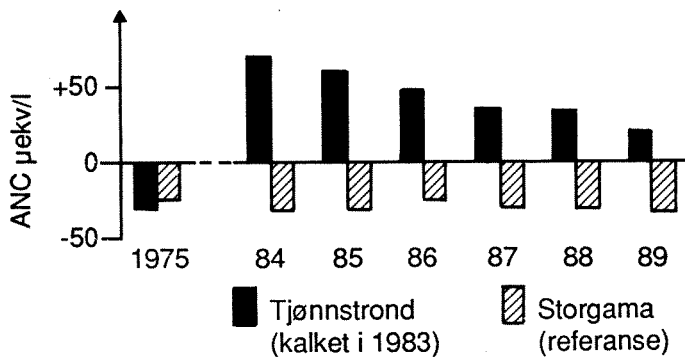


O-87116 E-88460

Overvåking av
Tjønnsstrondfeltet
 Vannkjemiske undersøkelser
 Årsrapport for 1989



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor
Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 89

Sørlandsavdelingen
Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752
Telefax (065) 78 402

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen-Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr:
0-87116
E-88460

Undernummer:

Løpenummer:
2432

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Overvåking av Tjønnestrondfeltet. Vannkjemiske undersøkelser. Årsrapport for 1989	Dato: 13.6.1990
	Prosjektnummer: 0-87116 E-88460
Forfatter (e): Tor S. Traaen	Faggruppe: Sur nedbør
	Geografisk område: Telemark
	Antall sider (inkl. bilag): 15

Oppdragsgiver: Direktoratet for Naturforvaltning, DN. Norsk institutt for vannforskning, NIVA.	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Tjønnestrondfeltet (0.25 km ²) ble tilført 73 tonn kalksteinsmel i 1983. Vannkvaliteten i avrenningsvannet fra feltet er overvåket med prøvetaking annen hver uke. pH har til utgangen av 1989 holdt seg over 5.0. I referansefeltet Storgama ble det i samme periode målt pH ned til 4.2. Utvaskingen av aluminium fra nedbørfeltet er vesentlig redusert som følge av markkalkingen. Årsmiddelkonsentrasjonen av kalsium er gått ned fra 3.1 mg/l i 1984 til 2.0 mg/l i 1989. Kalkutløsningen synes å være styrt av syrebelastningen. Ved utgangen av 1989 var 15% av tilsatt mengde kalsium vasket ut fra nedbørfeltet. Analysene i 1989 tyder på at det snart er nødvendig med tilleggskalking for å opprettholde en vannkvalitet som fisk kan leve i.

4 emneord, norske:

1. Sur nedbør
2. Kalking
3. Markkalking
4. Vannkjemi

4 emneord, engelske:

1. Acid rain
2. Liming
3. Catchment liming
4. Water chemistry

Prosjektleder:

Tor S. Traaen

For administrasjonen:

Dag Blunz

ISBN 82-577-1742-8

O - 87116

E - 88460

OVERVÅKING AV TJØNNSTRONDFELTET

Vannkjemiske undersøkelser

ÅRSRAPPORT FOR 1989

Saksbehandler: Tor S. Traaen

Norsk Institutt for Vannforskning

INNHOLDSFORTEGNELSE

	side
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	3
2. INNLEDNING	4
3. RESULTATER OG DISKUSJON	6
3.1 Vannkjemi.	6
3.2 Materialtransport av kalsium.	10
LITTERATUR	12
VEDLEGG	13

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Formålet med dette prosjektet har vært å undersøke langtidseffekten på vannkvaliteten av å kalke et helt nedbørfelt (markkalking) i et område som er sterkt belastet med sur nedbør.

I juni 1983 ble det spredd 73 tonn kalksteinsmel over Tjønnsstrondfeltet (0.25 km²), tilsvarende 934 kg Ca/ha. Feltet inneholder 2 små innsjøer. Etter kalkingen er vannkvaliteten av avrenningsvannet overvåket med prøvetaking hver annen uke. Det nærliggende nedbørfeltet Storgama er brukt som ukalket referansefelt. Før kalking var vannkvaliteten tilnærmet lik i de to feltene.

Frem til utgangen av 1989 (6.5 år etter kalking) var det ikke registrert pH under 5.0 i avrenningsvannet fra Tjønnsstrond. I referansefeltet Storgama ble det målt pH ned til 4.2. Årsmiddelverdiene for pH i Tjønnsstrond har imidlertid vist en jevn nedgang fra 6.3 i 1984 til 5.6 i 1989.

Markkalkingen har ført til at utvaskingen av aluminium er betydelig redusert. Høyeste registrerte verdi for reaktivt aluminium i avrenningen fra Tjønnsstrond i 1989 var 122 µg/l, mot hele 368 µg/l i Storgama.

Årsmiddelkonsentrasjonene av kalsium i avrenningen fra Tjønnsstrond har vist en jevnt synkende tendens fra 3.1 mg/l i 1984 til 2.0 mg/l i 1989. Årlig utvasking av kalsium tilført ved kalkingen er redusert fra 2.7% i 1984 til 2.0% i 1988 og 1.1% i 1989. Hovedårsaken til den markerte reduksjonen i utvaskingen fra 1988 til 1989 var at vannføringen ble omtrent halvert fra 1988 til 1989. Ved utgangen av 1989 var 15% av den tilsatte kalkmengden vasket ut av nedbørfeltet.

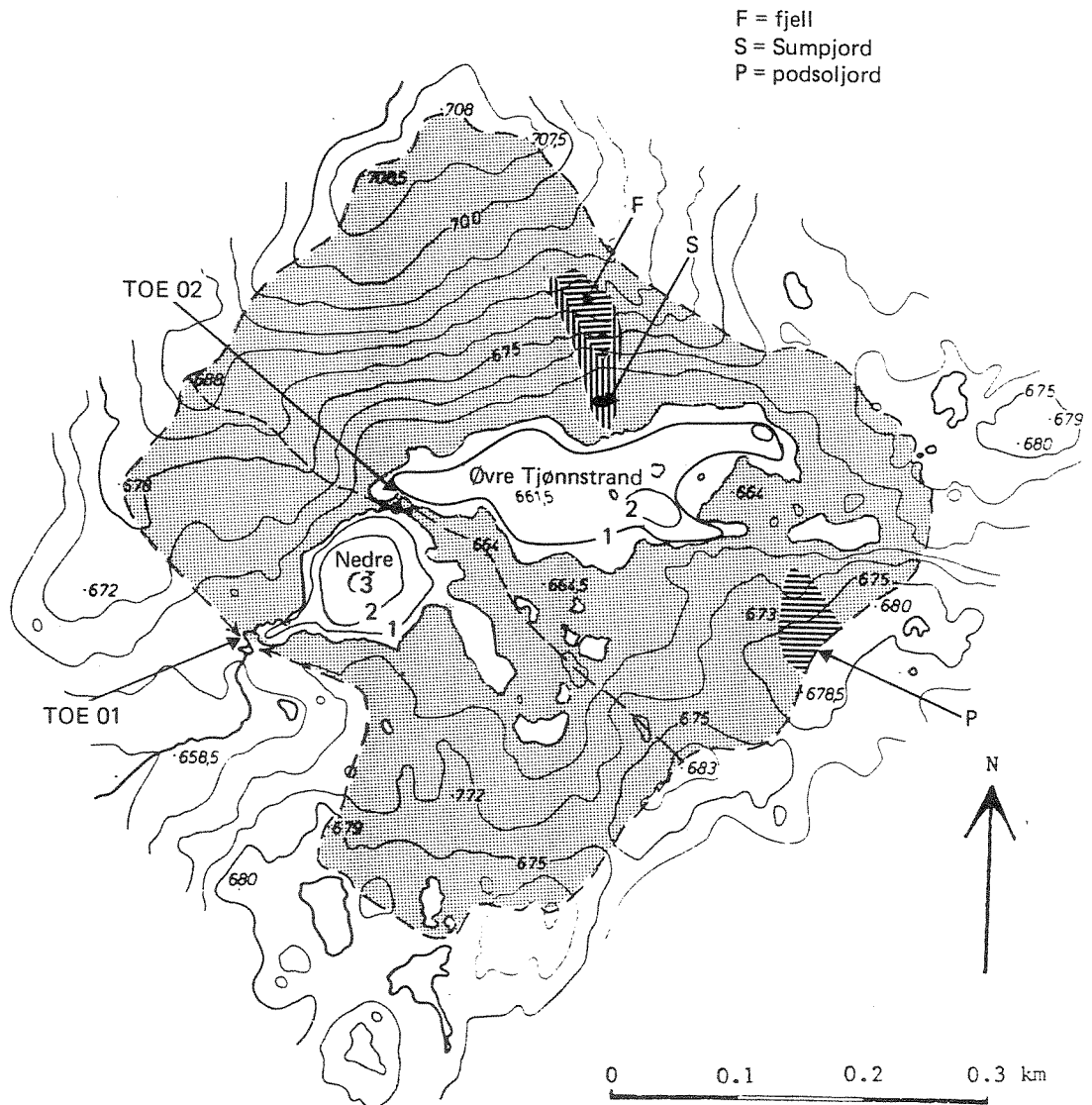
Utvaskingen av kalsium synes å være en funksjon av konsentrasjonene av de sure anionene sulfat og nitrat. Markkalkingen gir derved en innebygget automatisk kalkdosering som styres etter syrebelastningen.

Kalkingen i 1983 har fremdeles en gunstig effekt på vannkvaliteten. Målingene viser imidlertid at det snart vil være nødvendig med tilleggskalking for å unngå sure episoder som kan medføre fiskedød.

2. INNLEDNING

I Tjønnsstrondfeltet er det 2 små innsjøer på 3.0 og 1.5 ha. Hele nedbørfeltet er 0.25 km², og årlig nedbør er ca 1000 mm. Teoretisk oppholdstid for vannet i innsjøene er ca 2 måneder. Feltet ligger i et skrint heiområde 660-700 m.o.h. like øst for Nisservatn i Telemark. Området er sterkt belastet med sur nedbør, og inntil 1983 var der ikke levelige forhold for fisk i innsjøene. Nedbørfeltet er vist i figur 1.

I juni 1983 ble det spredd 73 tonn kalksteinsmel jevnt over hele nedbørfeltet, untatt innsjøoverflatene. Spredningen ble utført med helikopter. Kalkingen var et delprosjekt i Kalkingsprosjektet, tilknyttet daværende Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (nå DN). Etter kalkingen er det fulgt opp med vannprøvetaking hver 14. dag. Prosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom DN's Kalkingsgruppe og NIVA. Resultater er tidligere rapportert i sluttrapporten for Kalkingsprosjektet (Baalsrud, Hindar, Johannesen og Matzow 1985), i DN's årsrapport for kalkingsvirksomheten i perioden 1984-1986 (Hindar m.fl. 1987) og av Johannessen og Hindar 1987. Fiskeundersøkelsene er rapportert av L'Abée-Lund og Kleiven 1987, og Kleiven 1989. Vannkjemiske undersøkelser til og med 1988 er rapportert av Traaen 1989.



Figur 1. Tjønnsstrondfeltet. Prøver til vannkjemisk overvåking tas annen hver uke ved utløpet av den nedre innsjøen (stasjon TOE01).

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Vannkjemi.

Vannkjemiske analyseresultater er vist i tabell 1 i Vedlegg. Resultatene for pH, totalaluminium og kalsium er også vist i figur 2. I figur 2 erstattes totalaluminium (AL) med reaktivt aluminium (RAL) fra 1988. Sammen med data fra Tjønnsstrond (heltrukne linjer) er det vist resultater fra referansefeltet Storgama (stiplede linjer). Årsmiddelverdier for pH, ikke-marin kalsium og magnesium (ECM*), ikke-marin sulfat (ES04*), nitrat (EN03) og ANC (acid neutralizing capacity = syrenøyraliserende kapasitet) er vist i figur 3.

pH.

Den gunstige effekten av terrengekalkingen som ble registrert frem til og med 1988, ble markert svekket i 1989. pH ble målt ned til 5.17 om våren og ned til 5.04 om høsten. Fra slutten av oktober og ut året var der ingen bikarbonatalkalitet i avrenningsvannet. pH-verdiene var allikevel betydelig høyere enn i referansefeltet Storgama. Her ble pH målt helt ned til 4.20 i midten av desember.

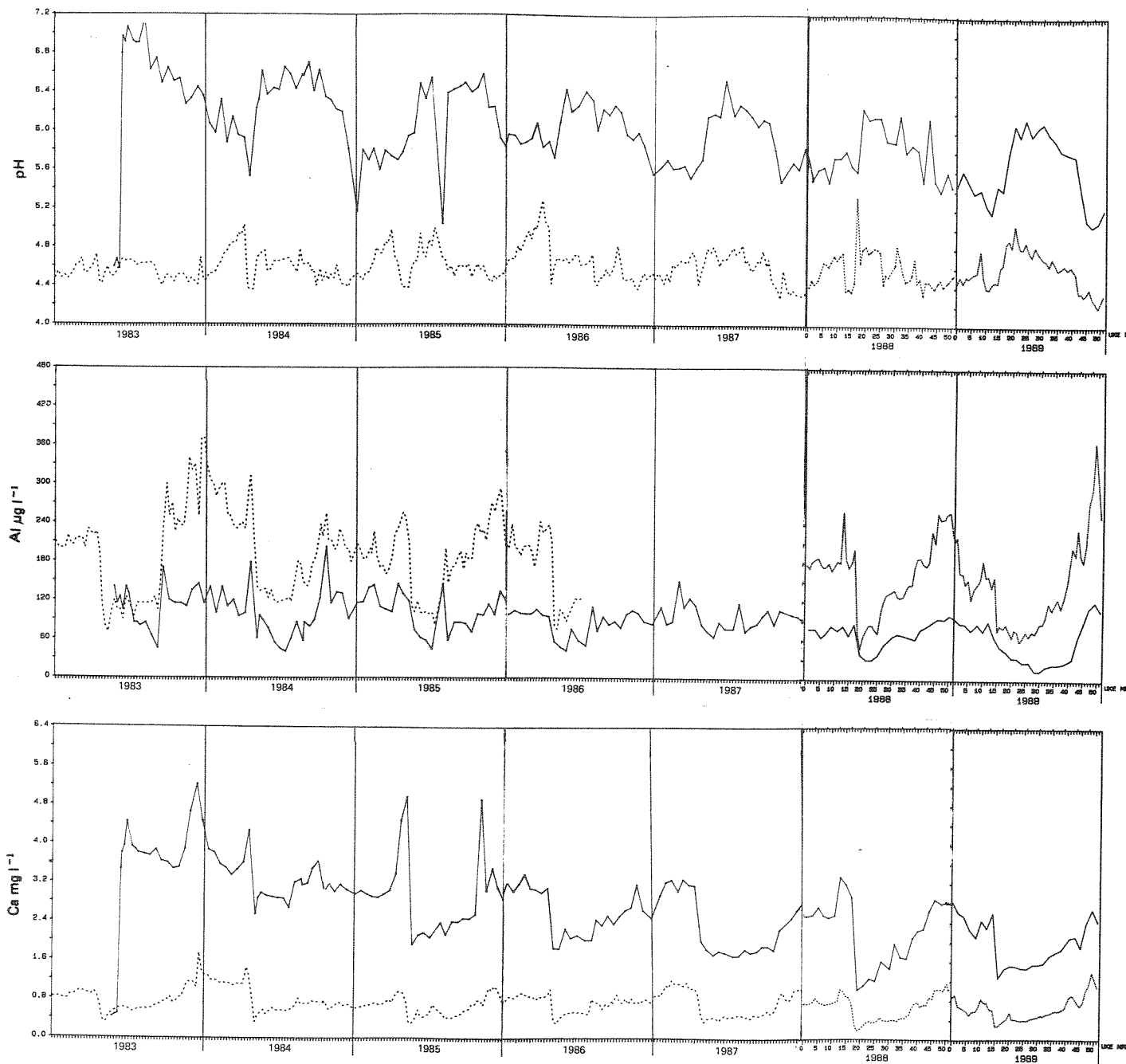
Aluminium.

En viktig effekt av kalkingen er at maksimalverdiene for konsentrasjonene av total-aluminium har vært tilnærmet halvert. Kalkingen har altså medført at utlekkingen av aluminium fra jordsmonnet er vesentlig redusert. Denne effekten var fremdeles markert i 1989. Maksimumsverdien av reaktivt aluminium i avrenningen fra Tjønnsstrondfeltet var 122 µg/l, hvorav 64 µg/l labilt aluminium. Samtidig var tilsvarende verdier for referansefeltet Storgama hele 368 µg/l (RAL) og 294 µg/l (LAL).

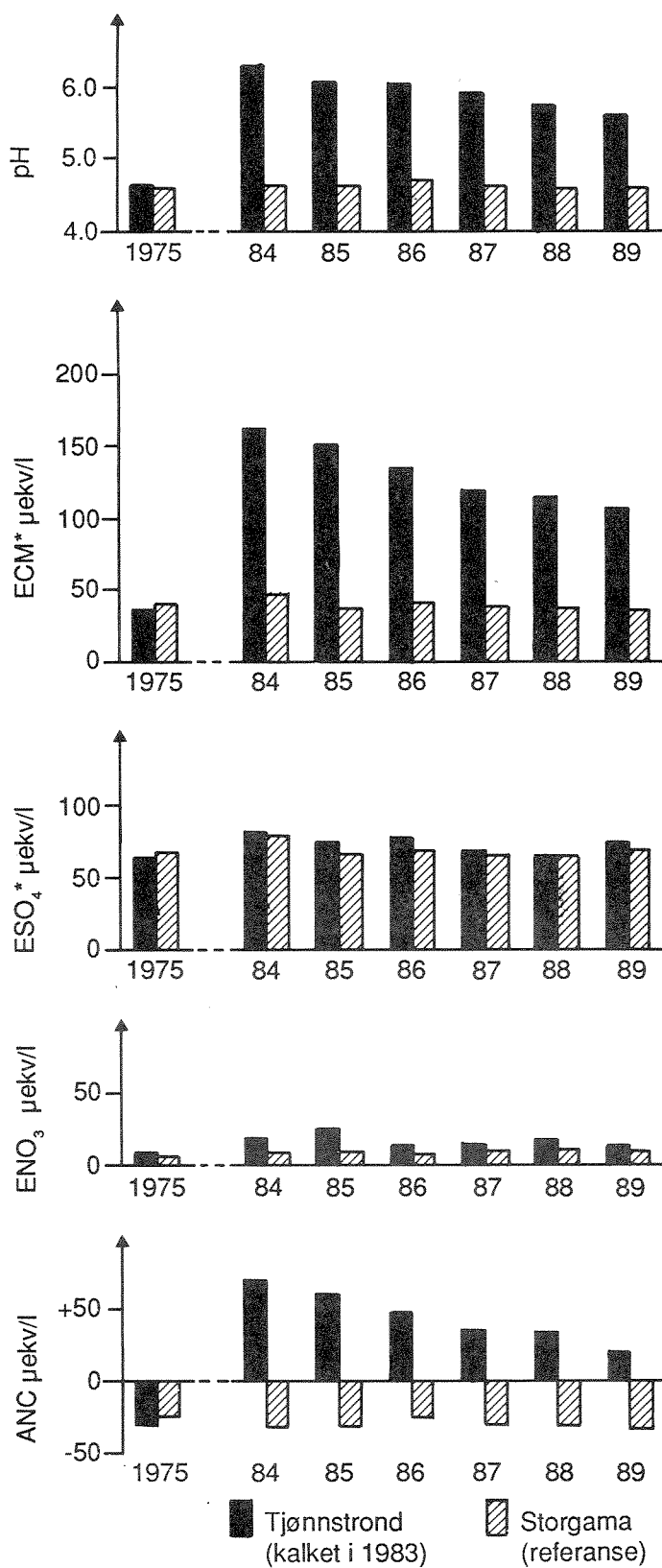
Sulfat og nitrat.

Årsmiddelverdiene av ikke-marin sulfat (ES04*) har ligget i området 65 til 75 µekv/l i hele undersøkelsesperioden (figur 3). Verdiene viste en synkende tendens fra 1986 til 1988. Økningen i sulfatverdiene fra 1988 til 1989 skyldes trolig hovedsakelig mindre avrenning i 1989 enn i 1988, og følgelig mindre fortykning.

Årsmiddelverdiene for nitrat har økt markert siden referanseåret 1975. Dette er i samsvar med den generelle tendensen som ble registrert i 1000-sjøers undersøkelsen (Henriksen et al. 1988). Årsmiddelverdiene for nitrat ligger gjennomgående høyere i Tjønnsstrond enn i Storgama



Figur 2. pH, kalsium og aluminium i avrenningsvannet fra Tjønnsstrond (heltrukne linjer) og referansefeltet Storgama (stiplede linjer). Tjønnsstrondfeltet ble kalket i juni 1983. Fra 1988 er verdiene for total-aluminium erstattet med reaktivt aluminium.



Figur 3. Årsmiddelverdier for pH, ikke-marin kalsium + magnesium (ECM*), ikke-marin sulfat (ESO4*), nitrat (ENO3) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i avrenningen fra Tjønnsstrond (fylte søyler) og referansefeltet Storgama (stiplede søyler). Tjønnsstrondfeltet ble kalket i juni 1983.

(figur 3). Det er påfallende at denne forskjellen er størst de to første årene etter kalking. En mulig årsak er at kalkingen kan ha medført økt nedbrytning av organisk materiale i nedbørfeltet, og derved økt utvasking av nitrogenforbindelser. Det er også mulig at nitrifiseringen har økt.

Kalsium.

Som det fremgår av figur 2 er det en nedadgående trend for kalsiumkonsentrasjonen. Det er gjennomgående at kalsiumkonsentrasjonene samvarierer med sulfatkonsentrasjonene (tabell 1). En lineær korrelasjon med ikke-marin sulfat + nitrat ($ESO_4^* + ENO_3$) som uavhengig variabel og ikke-marin kalsium + magnesium (ECM^*) som avhengig variabel ga følgende ligninger for data fra 1988 og 1989:

Tjønnsstrond	1988:	$ECM^* = 0.934 (ESO_4^* + ENO_3) + 38.8$	$r = 0.949$
"	1989:	$ECM^* = 0.762 (ESO_4^* + ENO_3) + 35.8$	$r = 0.893$
Storgama	1988:	$ECM^* = 0.399 (ESO_4^* + ENO_3) + 6.6$	$r = 0.901$
"	1989:	$ECM^* = 0.438 (ESO_4^* + ENO_3) + 0.7$	$r = 0.965$

Denne samvariasjonen skyldes delvis hydrologisk fortykning. Høye korrelasjonskoeffisienter gir allikevel en sterk indikasjon på at det er belastningen av sterke syrer som styrer utvaskingen av basekationer. Nedgangen i stigningskoeffisienten fra 1988 til 1989 for Tjønnsstrond kan være en indikasjon på at det i 1989 ble løst ut / byttet ut færre kalsiumioner mot hydroniumioner.

ANC.

Vannets syrenøytraliserende kapasitet (ANC) er definert som differansen mellom basekationer ($Ca + Mg + Na + K$) og sure anioner ($SO_4 + Cl + NO_3$). ANC er en kontinuerlig funksjon, dvs. at ANC også kan ha negative verdier. ANC er derfor velegnet til å beskrive forsuringstatus også når alkaliteten er null. ANC er tilnærmet lik:

$$(\text{alkalitet} + \text{organiske anioner}) - (H^+ + \text{labilt aluminium}).$$

Negative verdier av ANC betyr at vannets kjemisk definerte tålegrense for belastning av sure komponenter er overskredet. Den kjemisk definerte tålegrensen sammenfaller stort sett med grensen for når innsjøenes fiskebestander kan dø ut (Lien et al. 1989).

Årsmiddelverdiene av ANC (figur 3) har avtatt fra 68 $\mu\text{ekv/l}$ i 1984 til 18 $\mu\text{ekv/l}$ i 1989. I mars og april ble det registrert ANC-verdier rundt

null, og fra oktober og ut året var verdiene under 10 $\mu\text{ekv/l}$. Dette viser at vannkvaliteten i perioder ligger på grensen av hva fisken kan tåle. De relativt lave verdiene av labilt aluminium øker imidlertid mulighetene for at fisk kan overleve.

Selv om ANC nå nærmer seg kritiske verdier, ligger årsmiddelverdien for Tjønnsstrond i 1989 hele 53 $\mu\text{ekv/l}$ høyere enn ANC-verdien på -35 $\mu\text{ekv/l}$ for referansefeltet Storgama.

3.2 Materialtransport av kalsium.

Utvaskingen av tilført kalsium fra Tjønnsstrondfeltet er beregnet ut fra totaltransporten av kalsium med fratrukk av naturlig kalsiumavrenning beregnet ut fra data for referansefeltet Storgama. Tilsatt mengde kalsium i 1983 var 934 kg/ha. Resultatene av materialtransportberegningene er vist i tabell 2.

Tabell 2. Utvasking av kalsium tilsatt ved markkalking i juni 1983. Tallene for 1983 gjelder fra juni og ut året. I tillegg til verdiene i tabellen er ca 0.3% av tilsatt kalsium oppløst i innsjøenes vannmasser.

År	Utvasket Ca kg/ha	% utvasket	
		pr. år	sum
1983	29	3.1	3.1
1984	25	2.7	5.8
1985	22	2.4	8.2
1986	16	1.7	9.9
1987	18	1.9	11.8
1988	19	2.0	13.8
1989	11	1.1	14.8

Inkludert kalsiummengden som var oppløst i innsjøene var følgelig 15% av den tilsatte kalken utvasket fra nedbørfeltet ved årsskiftet 89/90. Frem til og med 1986 var der en markert nedgang i årlig utvasking. I 1987 og 1988 var utvaskingen noe høyere enn i 1986, til tross for at kalsiumkonsentrasjonene (figur 2) viser en nedadgående trend. Dette har sammenheng med hydrologiske og klimatiske forhold, som store høstflommer og milde vintre. I 1989 var utvaskingen av kalk bare vel halvparten av utvaskingen i 1988. Den viktigste årsaken til dette er

at årsavrenningen gikk ned fra $42 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ i 1988 til $22 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ i 1989.

Fordelen med markkalkingen er at nedbørfeltet får en innebygget evne til å utløse mer kalk ved økende kalkbehov. Dette har sørget for at kritiske forsuringsepisoder har vært unngått helt siden kalkingen i 1983. Det er imidlertid tydelig at systemet nå er hardt presset, selv om 85% av tilsatt kalkmengde fremdeles befinner seg i nedbørfeltet. Det er et åpent spørsmål i hvilken form den resterende kalsiummengden foreligger i nedbørfeltet. Det bør derfor undersøkes hvor stor del av den resterende kalsiummengden som foreligger som utbyttbare ioner og eventuelt oppløsbare partikler i jordsmonnet.

Når fisk ikke lenger får levelige forhold i innsjøene vil det være aktuelt å foreta en tilleggskalking. Målingene tyder på at kritiske episoder for fisk er nær forestående. Omfanget av tilleggskalkingen kan eksempelvis være tilnærmet lik den utvaskede kalkmengden eller noe høyere. Hvis tilleggskalking skulle bli nødvendig i 1991 vil dette innebære en dose på 12-15 tonn kalksteinsmel.

LITTERATUR

- Baalsrud, K., A. Hindar, M. Johannessen og D. Matzow 1985: Kalking av surt vann. Kalkingsprosjektet. Sluttrapport 1985.- Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Arendal.
- Henriksen, A., L. Lien, T.S. Traaen, I.S. Sevaldrud og D.F. Brakke 1988: Lake Acidification in Norway - Present and Predicted Status. - AMBIO 17, 259 - 266.
- Hindar, A., E. Kleiven, Ø. Haraldstad, G. Raddum, R.F. Wright, A. Fjellheim og M. Johannessen 1987: Kalkingsvirksomheten i Norge 1984 - 1986.- DN-rapport nr.2-1987. Direktoratet for Naturforvaltning. Trondheim.
- Johannessen, M. og A. Hindar 1987: Mitigation studies.- International symposium on acidification and water pathways. Proceedings, Vol.1. The Norwegian National Committee for Hydrology. Bolkesjø, 4.- 5. May 1987.
- Kleiven, E. 1989: Prøvefiske i Vegår og Tjønnsstrond i forbindelse med kalking.- I Kalking i vann og vassdrag. Referat fra fagmøte i Drammen 26.-27.april 1989. DN-notat nr.4 - 1989.
- L'Abée-Lund, J.H. og E. Kleiven 1987: Fisken i Tjønnsstrond, Telemark, etter markkalking.- DN-rapport nr. 3-1987. Direktoratet for Naturforvaltning, Trondheim.
- Lien, L., A. Henriksen, G. Raddum og A. Fjellheim 1989: Tålegrenser for overflatevann - fisk og evertebrater. Fagrapport nr.3 i MD's program Naturens Tålegrenser. NIVA-rapport nr.2373.
- Traaen, T.S. 1989: Markkalking av Tjønnsstrondfeltet.- I Kalking i vann og vassdrag. Referat fra fagmøte i Drammen 26.- 27.april 1989. DN-notat nr.4 - 1989.

VEDLEGG

	side
Forklaring til vannkjemiske tabeller	14
Tabell 1. Vannkjemiske analyseresultater fra Tjønnestrand i 1989.	15

Forklaring til vannkjemiske tabeller.

- PH : pH
- K25 : Ledningsevne ved 25°C, mS/m.
- CA : Kalsium, mg/l.
- MG : Magnesium, mg/l.
- NA : Natrium, mg/l.
- K : Kalium, mg/l.
- CL : Klorid, mg/l.
- SULF : Sulfat, mg/l.
- NO3N : Nitrat, µgN/l.
- ALK : Alkalitet til pH 4.5, mmol/l. Bestemmes vanligvis ikke når pH < 5.2 fordi ALK-E da vil være 0.
- ALK-E : Beregnet endepunktsalkalitet, µekv/l. Manglende verdi = 0.
- TOC : Total organisk karbon, mg/l.
- PERM : Kjemisk oksygenforbruk, permanganatmetoden, mgO/l.
- RAL : Reaktivt aluminium, µg/l.
- ILAL : Ikke-labil aluminium, µg/l.
- LAL : Labilt aluminium, µg/l.
- SKAT2 : Summen av kationer, µekv/l.
- SAN2 : Summen av anioner, µekv/l.
- DIFF2 : Avvik i ionebalansen, SKAT2 - SAN2, µekv/l.
- C-DIFF: Differanse mellom målt og beregnet ledningsevne, mS/m.
- C-PRO : Prosentvis avvik mellom målt og beregnet ledningsevne, $C-DIFF * 100 / K25$.
- ECM* : Ikke-marin kalsium + magnesium, µekv/l.
- ENA* : Ikke-marin natrium, µekv/l.
- ES04* : Ikke-marin sulfat, µekv/l.
- ANC : Syrenøytraliserende kapasitet, µekv/l. Definert som differansen mellom basekationer (Ca + Mg + Na + K) og sure anioner (SO₄ + NO₃ + Cl). Negative verdier av ANC betyr at den kjemisk definerte tålegrensen for tilførsler av sure komponenter er overskredet. Fisk vil da ofte ha problemer med å overleve.

Tabell 1. Vannkjemiske analyseresultater fra Tjønnsstrond i 1989.

1990-06-12 Page 1

Dataset: TDE01

AR	DATE	KLK	PH	K25	CA	MG	NA	K	CL	SULF	NO3N	NH4N	ALK	ALK-E	TOC	PERM	RAL	ILAL	LAL
1989	0102	5.95	2.39	2.85	0.15	0.81	0.11	1.6	4.4	340	61	0.052	22.9	5.17	98	55	43		
1989	0117	5.61	2.49	2.61	0.15	0.90	0.10	1.8	3.8	295	59	0.051	21.8	5.37	88	53	35		
1989	0130	5.50	2.46	2.54	0.15	0.87	0.09	1.5	3.6	270	41	0.056	27.2	5.25	87	52	35		
1989	0213	5.38	2.31	2.27	0.16	0.82	0.10	1.6	3.4	290		0.052	22.9	3.95	77	40	37		
1989	0301	5.42	2.19	2.10	0.14	0.74	0.09	1.4	3.8	245	36	0.048	18.6	4.52	87	45	42		
1989	0314	5.26	2.47	2.45	0.15	0.87	0.11	1.8	4.6	415	79			4.03	76	33	43		
1989	0327	5.17	2.29	2.29	0.15	0.89	0.11	1.8	4.7	405	81			4.07	91	36	55		
1989	0411	5.46	2.71	2.60	0.14	0.86	0.12	1.6	4.8	460	89	0.043	13.1	3.99	66	33	33		
1989	0424	5.41	1.28	1.27	0.09	0.47	0.10	0.9	2.4	230	72	0.036	5.3	3.12	52	24	28		
1989	0509	5.80	1.47	1.46	0.10	0.52	0.11	0.9	2.2	181	27	0.043	13.1	3.04	45	20	25		
1989	0524	6.07	1.43	1.51	0.11	0.59	0.10	1.0	2.4	149	19	0.045	15.3	2.71	35	16	19		
1989	0605	5.97	1.46	1.52	0.11	0.58	0.10	1.0	2.5	107		0.047	17.5	2.76	35	20	15		
1989	0619	6.15	1.52	1.47	0.11	0.62	0.10	1.0	2.3	36	12	0.044	14.2	2.96	28	17	11		
1989	0704	5.98	1.58	1.46	0.12	0.63	0.10	1.0	2.7	M 1	17	0.056	27.2	2.96	29	19	10		
1989	0719	6.07	1.91	1.54	0.11	0.70	0.12	1.2	3.0	M 1		0.054	25.0		15	13	2		
1989	0731	6.11	1.64	1.54	0.11	0.72	0.12	1.3	2.9	1	9	0.046	16.4	2.44	15	15	0		
1989	0814	6.00	1.64	1.57	0.11	0.73	0.15	1.2	3.3	26	33	0.046	16.4	3.04	22	13	9		
1989	0839	5.93	1.71	1.72	0.13	0.75	0.12	1.2	3.5	M 1	20	0.044	14.2	3.00	25	14	11		
1989	0912	5.83	1.97	1.79	0.14	0.74	0.13	1.2	3.6	6	59	0.039	8.7	4.2	25	M	10		
1989	0927	5.80	1.94	1.85	0.14	0.76	0.12	1.2	3.9	21	51	0.044	14.2	3.78	3.37	27	17		
1989	0927	5.77	2.14	2.09	0.16	0.72	0.10	1.4	4.9	40	18	0.038	7.6	4.07	3.85	34	20		
1989	1017	5.40	2.38	2.12	0.13	0.80	0.10	1.4	4.7	128	30	0.032	0.0	4.30	4.99	66	28		
1989	1031	5.10	2.39	1.89	0.13	0.85	0.08	1.5	3.7	205	53			4.88	87	41	46		
1989	1113	5.04	2.98	2.39	0.18	1.09	0.09	1.8	5.2	265	57			4.44	112	53	59		
1989	1127	5.08	3.24	2.68	0.20	1.20	0.10	2.0	5.8	295	55			4.71	6.0	122	58		
1989	1212	5.21	2.92	2.43	0.17	1.10	0.10	1.9	5.0	335	50	0.028	0.0	4.05	5.0	108	50		
1989	1226																		
AR	DATE	KLK	SKATZ	SANZ	DIFF2	D-PROZ	C-DIFF	C-PRO	ECH*	EMA*	ES04*	ANC							
1989	0102	205.3	203.3	2.0	1.0	0.9	-0.16	-6.6	144.1	-3.5	86.9	31.6							
1989	0117	194.8	193.0	1.8	3.0	3.0	0.12	4.6	130.8	-4.4	73.9	33.3							
1989	0130	189.2	183.5	5.7	1.4	1.4	0.18	7.2	129.2	1.6	70.6	42.7							
1989	0213	172.9	170.5	2.5	5.9	5.9	0.10	4.2	115.9	-3.0	66.1	28.0							
1989	0301	161.8	171.3	-9.5	-2.0	-2.0	0.08	3.9	107.1	-1.7	75.0	14.7							
1989	0314	191.2	194.9	-3.8	-2.0	-2.0	-0.10	-4.0	122.8	-5.7	94.7	-5.1							
1989	0327	186.8	192.3	-5.5	-3.0	-3.0	-0.26	-11.2	114.8	-4.8	92.6	-9.4							
1989	0411	195.2	205.5	-10.3	-5.3	-5.3	0.14	5.3	130.8	-1.3	95.3	3.8							
1989	0424	105.9	107.9	-2.0	-1.9	-1.9	-0.11	-8.5	64.9	-1.3	47.3	2.0							
1989	0509	112.8	107.8	5.0	4.4	4.4	0.11	7.8	75.2	0.9	43.2	22.4							
1989	0524	117.0	113.4	3.6	3.0	3.0	0.05	3.5	78.3	1.0	47.1	23.9							
1989	0605	115.4	110.6	4.8	4.1	4.1	0.01	0.6	77.8	1.5	49.1	24.7							
1989	0619	114.7	103.1	11.6	10.1	10.1	0.20	13.0	75.8	2.8	45.0	33.3							
1989	0704	116.1	121.9	-5.8	-5.0	-5.0	0.14	9.0	76.2	3.2	53.3	28.2							
1989	0719	120.5	128.8	-8.3	-6.9	-6.9	0.36	18.8	78.0	1.4	59.0	23.0							
1989	0731	121.7	121.8	-0.1	-0.1	-0.1	0.12	7.1	77.4	-0.1	56.6	23.2							
1989	0814	127.3	131.4	-4.1	-3.2	-3.2	0.04	2.2	79.5	2.7	65.2	18.6							
1989	0829	136.0	131.4	4.6	3.4	3.4	0.04	2.1	88.7	3.6	69.4	25.4							
1989	0912	143.7	133.2	10.5	7.3	7.3	0.26	13.4	93.0	3.2	71.5	27.1							
1989	0927	147.1	140.9	6.2	4.2	4.2	0.13	6.7	96.0	4.0	77.7	23.4							
1989	1017	156.5	163.5	-7.0	-4.5	-4.5	0.07	3.3	108.3	-2.5	97.9	7.0							
1989	1031	166.7	159.3	7.3	4.4	4.4	0.22	9.2	109.8	0.9	93.8	9.8							
1989	1113	160.9	144.9	16.0	9.9	9.9	0.27	11.3	95.2	0.7	72.7	10.0							
1989	1127	203.5	191.5	12.0	5.9	5.9	0.26	8.6	122.3	3.9	103.0	5.8							
1989	1212	224.3	213.3	11.0	4.9	4.9	0.27	8.3	137.1	3.8	114.9	6.7							
1989	1226	201.8	193.1	8.7	4.3	4.3	0.26	9.0	122.8	1.9	98.6	4.0							

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8

ISBN 82-577 -1742-8