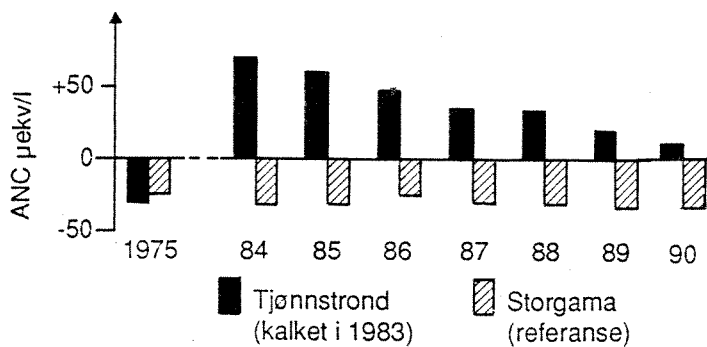


O-87116 E-88460

Overvåking av
Tjønnsstrondfeltet
Vannkjemiske undersøkelser
Årsrapport for 1990



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.:
O-87116
E-88460

Undernummer:

Løpenummer:

2584

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Overvåking av Tjønnsstrondfeltet. Vannkjemiske undersøkelser. Årsrapport for 1990.	Dato: 10.6.1991
	Prosjektnummer: O-87116 E-88460
Forfatter (e): Tor S. Traaen	Faggruppe: Sur nedbør
	Geografisk område: Telemark
	Antall sider (inkl. bilag): 17

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

Ekstrakt: Tjønnsstrondfeltet (0.25 km ²) ble tilført 73 tonn kalksteinsmel i 1983. Vannkvaliteten i avrenningsvannet fra feltet er overvåket med prøvetaking annen hver uke. I 1990 ble det målt pH ned til 4.92. Dette er første året etter kalkingen at pH er registrert under 5.0. I referansefeltet Storgama ble det i 1990 målt pH ned til 4.33. Utvaskingen av aluminium fra nedbørfeltet er vesentlig redusert som følge av markkalkingen. Årsmiddelkonsentrasjonen av kalsium gikk ned fra 2.0 mg/l i 1989 til 1.6 mg/l i 1990. På grunn av høyere avrenning i 1990 enn i 1989 var transporten av kalsium ut av nedbørfeltet tilnærmet lik i 1989 og 1990. Ved utgangen av 1990 var 16% av tilsatt mengde kalsium vasket ut fra nedbørfeltet.


4 emneord, norske:

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

4 emneord, engelske:

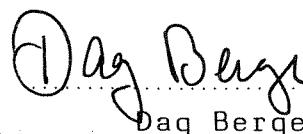
1. Acid rain
2. Liming
3. Catchment liming
4. Water chemistry

Prosjektleder:



Tor S. Traaen

For administrasjonen:



Dag Berge

ISBN 82-577-1916-1

INNHALDSFORTEGNELSE

	side
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	3
2. INNLEDNING	4
3. RESULTATER OG DISKUSJON	6
3.1 Vannkjemi.	6
3.2 Materialtransport av kalsium.	12
LITTERATUR	14
VEDLEGG	15

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.

I perioden januar til mars 1990 ble det for første gang etter kalkingen i 1983 registrert pH under 5.0 (4.92) i avrenningsvannet fra Tjønnsstrond. I referansefeltet Storgama ble det i samme periode målt pH ned til 4.35. Årsmiddelverdiene for pH i Tjønnsstrond har vist en jevn nedgang fra 6.3 i 1984 til 5.5 i 1990.

Markkalkingen har medført betydelig reduksjon i utvaskingen av aluminium. Høyeste registrerte verdi for reaktivt aluminium i avrenningen fra Tjønnsstrond i 1990 var 118 µg/l, mot 280 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 1.6 mg/l i 1990. Årlig utvasking av kalsium tilført ved kalkingen er redusert fra 2.7% i 1984 til 2.0% i 1988, 1.1% i 1989 og 1.0% i 1990. Ved utgangen av 1990 var 16% av den tilsatte kalkmengden vasket ut av nedbørfeltet.

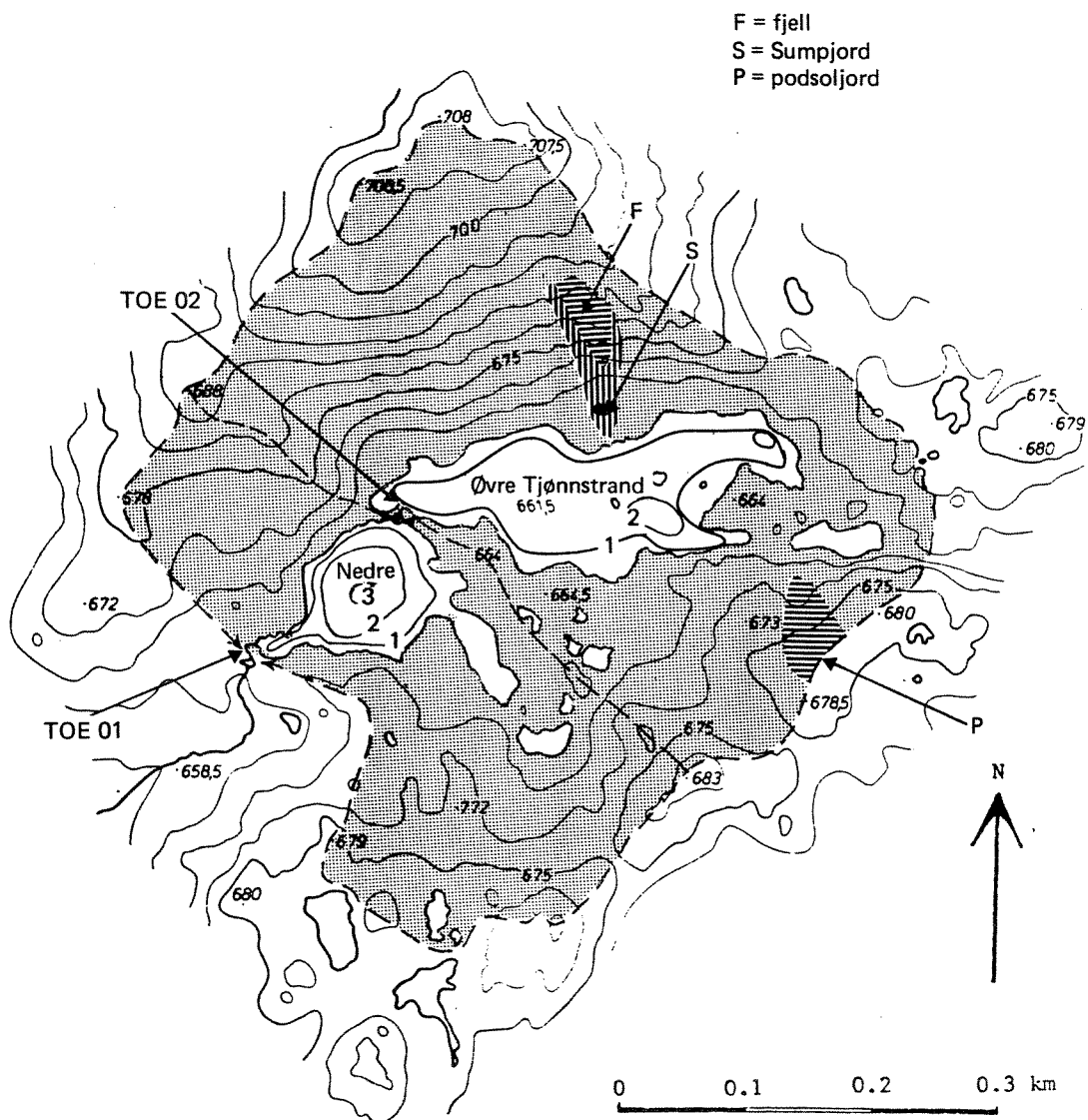
Utvaskingen av kalsium synes å være en funksjon av konsentrasjonene av de sure anionene sulfat og nitrat. Markkalkingen gir derved en innebygget automatisk kalkdosering som styres etter syrebelastningen.

Kalkingen i 1983 har fremdeles en gunstig effekt på vannkvaliteten. Målingene viser imidlertid at vannkvaliteten i perioder er marginal for oppvekst av fisk.

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 Nisseryatn 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, Johannessen og Matzow 1985), DN's årsrapport for kalkingsvirksomheten i perioden 1984-1986 (Hindar m.fl. 1987), Johannessen og Hindar 1987 og årsrapporten for Tjønnsstrond 1989 (Traaen 1990). Fiskeundersøkelsene er rapportert av L'Abée-Lund og Kleiven 1987, og Kleiven 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 for Tjønnsstrond i 1990 er vist i tabell 1 i Vedlegg. Resultatene for pH, reaktivt aluminium og kalsium fra 1983 - 1990 er vist i figur 2. Ikke-marin sulfat (ES04*), nitrat og TOC er vist i figur 3. I figur 2 er verdier for reaktivt aluminium (AL-R) før 1988 beregnet ut fra totalaluminium (AL) fra ligningen: $AL-R = 0.808 * AL - 10.1$. I figur 2 er verdier for total organisk karbon (TOC) før september 1989 beregnet fra permanganatverdier (PERM) ved ligningen: $TOC = 1.55 + (0.764 * PERM)$. Begge regresjonsligningene er beregnet ut fra parallellanalyser ved Tjønnsstrond. Sammen med data fra Tjønnsstrond (heltrukne linjer) er det vist resultater fra referansefeltet Storgama (prikkede 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 4.

pH.

Årsmiddelverdiene for pH har vist en jevnt fallende tendens fra 6.3 i 1984 til 5.5 i 1990. Der er markert svingninger over året, med de laveste pH-verdiene om vinteren og våren. I 1990 ble det for første gang siden kalkingen registrert pH-verdier under 5.0 (4.92). pH-verdiene var allikevel betydelig høyere enn i referansefeltet Storgama. Her ble pH målt helt ned til 4.33.

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 1990. Maksimumsverdien av reaktivt aluminium i avrenningen fra Tjønnsstrondfeltet var 118 µg/l, hvorav 71 µg/l labilt aluminium. Tilsvarende verdier for referansefeltet Storgama var 280 µg/l (RAL) og 225 µg/l (LAL).

Sulfat og nitrat.

Årsmiddelverdiene av ikke-marin sulfat (ES04*) har ligget i området 63 til 79 µekv/l i hele undersøkelsesperioden (figur 4). 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. I 1990 var årsmiddelverdien av ESO_4^* 64 $\mu\text{ekv/l}$, den nest laveste verdien siden målingene startet. Sulfatverdiene for Tjønnsstrond har i hele måleperioden vært tilnærmet lik verdiene for referansefeltet Storgama (fig. 3).

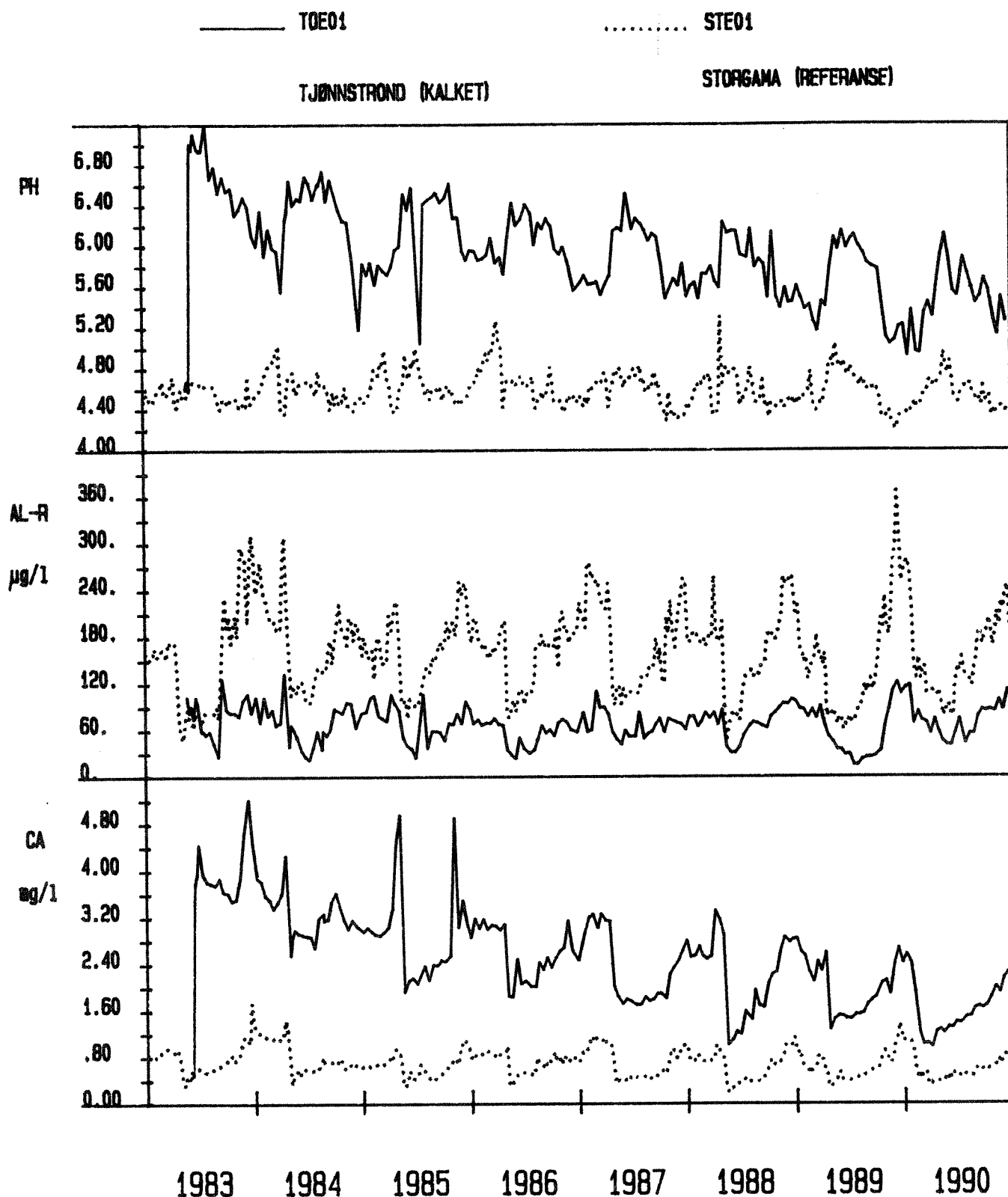
Årsmiddelverdiene for nitrat har økt markert siden referanseåret 1975. Dette er i samsvar med den generelle tendensen som ble registrert i 1000-sjøers undersøkelsen (Henriksen et al. 1988). Årsmiddelverdiene for nitrat har vært gjennomgående høyere i Tjønnsstrond enn i Storgama. Dette var spesielt markert det andre året etter kalkingen. Dette har trolig sammenheng med økt nedbrytning av organisk stoff (bl.a. destruksjon av mose i kalket myr) og økt nitrifisering. I 1990 var kurvene for nitrat i Tjønnsstrond og Storgama mer sammenfallende enn tidligere år (figur 3). Dette kan ha sammenheng med pH-nedgangen i Tjønnsstrond.

Kalsium.

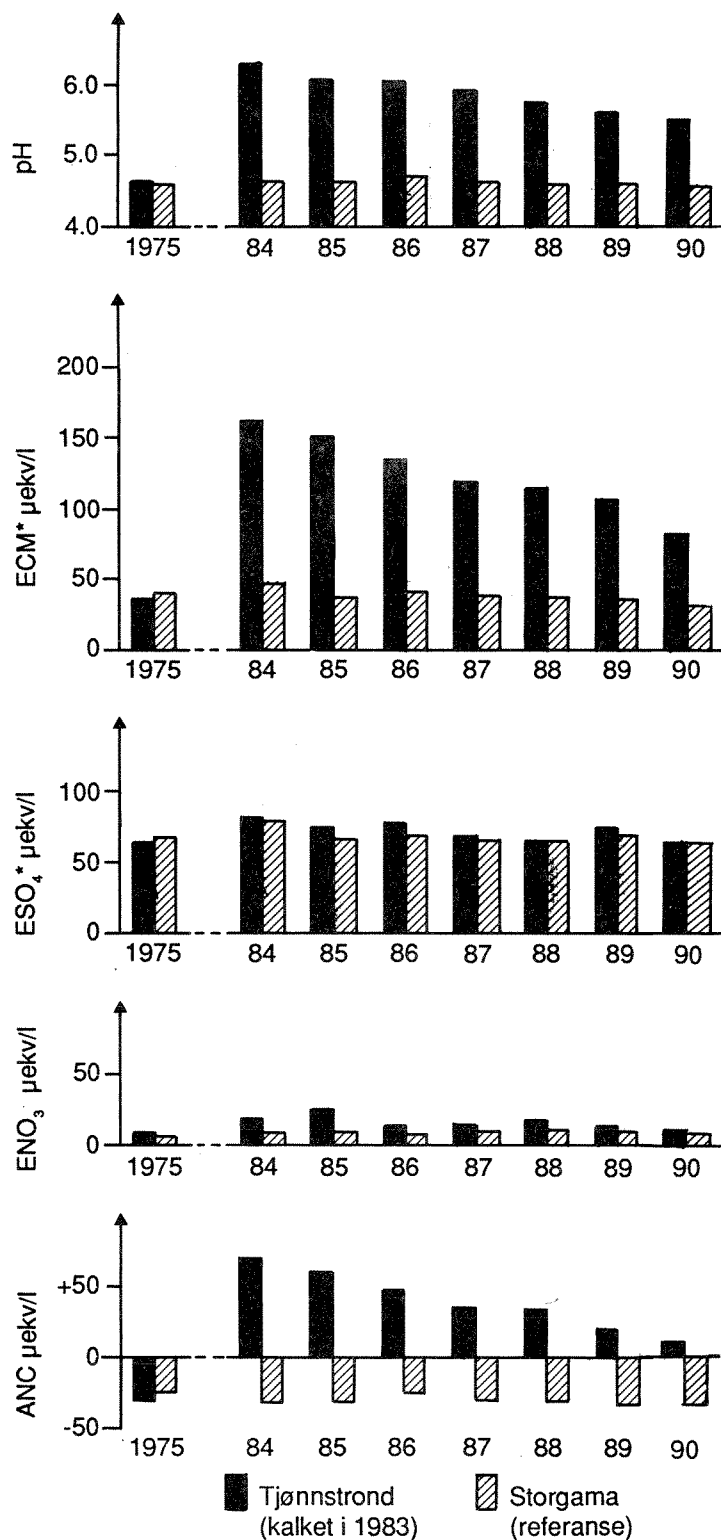
Som det fremgår av figur 2 er det en nedadgående trend for kalsiumkonsentrasjonen. Det er gjennomgående at kalsiumkonsentrasjonene samvarierer med sulfatkonsentrasjonene. En lineær korrelasjon med ikke-marin sulfat + nitrat ($ESO_4^* + ENO_3$) som uavhengig variabel og ikke-marin kalsium + magnesium (ECM^*) som avhengig variabel ga følgende ligninger for data fra 1988 - 1990.

Tjønnsstrond	1988:	$ECM^* = 0.934 (ESO_4^* + ENO_3) + 38.8$	$r = 0.949$
"	1989:	$ECM^* = 0.762 (ESO_4^* + ENO_3) + 35.8$	$r = 0.893$
"	1990:	$ECM^* = 1.060 (ESO_4^* + ENO_3) + 1.9$	$r = 0.919$
Storgama	1988:	$ECM^* = 0.399 (ESO_4^* + ENO_3) + 6.6$	$r = 0.901$
"	1989:	$ECM^* = 0.438 (ESO_4^* + ENO_3) + 0.7$	$r = 0.965$
"	1990:	$ECM^* = 0.449 (ESO_4^* + ENO_3) + 0.1$	$r = 0.944$

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. I 1990 var forholdet mellom basekationer og sure anioner i Tjønnsstrond tilnærmet 1:1, mot ca 1:2 i Storgama.



Figur 2. pH, kalsium og reaktivt aluminium i avrenningsvannet fra Tjønnsstrond (heltrukne linjer) og referansefeltet Storgama (prikkede linjer). Tjønnsstrondfeltet ble kalket i juni 1983.



Figur 4. Årsmiddelverdier for pH, ikke-marin kalsium + magnesium (ECM*), ikke-marin sulfat (ES04*), nitrat (EN03) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i avrenningen fra Tjønnsstrond (fylte søyler) og referansefeltet Storgama (stiplete søyler). Tjønnsstrondfeltet ble kalket i juni 1983.

ANC.

Vannets syrenøytraliserende kapasitet (ANC) er definert som differansen mellom basekationer (Ca + Mg + Na + K) og sure anioner (SO₄ + Cl + NO₃). ANC er en kontinuerlig funksjon, dvs. at ANC også kan ha negative verdier. ANC er derfor velegnet til å beskrive forsuringstatus ogå når alkaliteten er null. ANC er tilnærmet lik:
(alkalitet + organiske anioner) - (H⁺ + 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 4) har avtatt fra 68 µekv/l i 1984 til 8 µekv/l i 1990. I perioden januar - mai 1990 ble det registrert flere negative ANC-verdier .

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 Tjønnestrand i 1990 (8 µekv/l) 41 µekv/l høyere enn ANC-verdien på -33 µekv/l for referansefeltet Storgama.

3.2 Materialtransport av kalsium.

Utvaskingen av tilført kalsium fra Tjønnsstrondfeltet er beregnet ut fra totaltransporten av kalsium med fratrekk av naturlig kalsiumavrenning beregnet ut fra data for referensefeltet 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
1990	10	1.0	15.8

Inkludert kalsiummengden som var oppløst i innsjøene var 16% av den tilsatte kalken utvasket fra nedbørfeltet ved årsskiftet 90/91. 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 var 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. I 1990 var utvaskingen av kalk omtrent like stor som i 1989, selv om kalsiumkonsentrasjonen var fallende. Årsaken var høyere avrenning i 1990 ($31 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$).

Fordelen med markkalkingen er at nedbørfeltet får en innebygget evne til å utløse mer kalk ved økende kalkbehov. Det er imidlertid tydelig at buffersystemet nå er hardt presset, selv om 84% av tilsatt kalkmengde fremdeles befinner seg i nedbørfeltet. Det er et åpent

spørsmål i hvilken form den resterende kalsiummengden foreligger i nedbørfeltet. For å undersøke dette nærmere vil Norsk Institutt for Skogforskning (NISK) analysere jordprøver fra Tjønnsstrøndfeltet og referansefeltet Storgama i 1991.

Når fisk ikke lenger får levelige forhold i innsjøene vil det være aktuelt å foreta en tilleggskalking. En eventuell tilleggskalking bør foretas i utstrømningsområder. Dette er trolig en mer skånsom kalkingsmetode enn å kalke hele nedbørfeltet. Etter kalkingen i 1983 forsvant all kartlaven på steiner og bart fjell. Sommeren 1990 var rekoloniseringen av kartlaven fremdeles beskjeden. Med kalking i utstrømningsområder vil man unngå denne type skader. Den mest påfallende skaden vil bli ødeleggelse av torvmoser i kalkingsområdet.

Forsøk med kalking i utstrømningsområder foretas imidlertid andre steder. Tjønnsstrøndfeltet er den eneste lokaliteten hvor hele nedbørfeltet er kalket og hvor vannkjemi og fisk er systematisk undersøkt over flere år. Fordi man etter 8 år fremdeles har en markert effekt av kalkingen vil det være av stor interesse å følge den videre utviklingen. I alle fall bør man vente med tilleggskalking til man har registrert resultatet av fiskeutsettingen i 1990.

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'Abee-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.
- Traaen, T.S. 1990: Overvåking av Tjønnsstrondfeltet. Vannkjemiske undersøkelser. Årsrapport for 1989.- NIVA-rapport 2432.

VEDLEGG

	side
Forklaring til vannkjemiske tabeller	16
Tabell 1. Vannkjemiske analyseresultater fra Tjønnestrand i 1990.	17

Forklaring til vannkjemiske tabeller.

- PH : pH
- K25 : Ledningsevne ved 25⁰C, 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-labilt 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.
- ESO4* : 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 Tjønnestrand i 1990.

1991-06-10 Page 1

AR	DATE	KLK	PH	K25	CA	MS	NA	K	CL	SULF	NO3N	NH4N	ALK	ALK-E	TCC	PERM	RAL	ILAL	LAL	SKAT2
1990	0108	5.23	3.22	2.57	1.19	1.25	12	2.4	4.9	365	52	.018	0.0	4.74	5.5	115	45	70	218.7	
1990	0123	4.92	3.27	2.42	1.18	1.21	11	2.4	4.8	400	96	.034	2.9	4.21	5.0	118	47	71	217.8	
1990	0205	5.37	2.40	1.92	1.14	1.11	10	2.3	3.0	350	62			3.13	3.5	69	33	36	170.9	
1990	0220	4.96	2.14	1.22	1.12	1.09	10	1.8	2.7	280	71			2.75	3.43	84	35	49	155.0	
1990	0305	4.95	1.86	1.02	0.9	0.83	07	1.6	2.1	215	51			2.89	3.2	73	33	40	115.5	
1990	0320	5.35	1.53	1.04	0.9	0.72	08	1.3	2.1	117	37	.032	0.0	2.73	4.0	70	39	31	103.2	
1990	0403	5.45	1.26	.98	.08	.58	07	1.1	2.1	99	41	.031	0.0	2.72	3.68	56	33	23	91.5	
1990	0417	5.31	1.64	1.24	1.0	.68	07	1.2	2.9	159	56	.032	0.0	2.51	3.47	75	27	48	115.7	
1990	0501	5.65	1.53	1.28	1.0	.65	07	1.3	2.9	153	30	.037	6.4	2.27	3.3	58	24	34	110.8	
1990	0514	5.91	1.57	1.22	1.0	.70	08	1.3	2.8	104	56	.042	12.0	2.47	3.2	46	20	26	109.7	
1990	0529	6.12	1.56	1.32	1.0	.73	07	1.3	3.0	60	24	.044	14.2	2.56	1.9	41	22	19	112.2	
1990	0612	5.85	1.55	1.31	1.0	.74	09	1.3	2.9	31	25	.037	6.4	2.66	3.1	41	20	21	113.6	
1990	0625	5.51	1.57	1.41	1.1	.68	08	1.2	2.9	44	23	.036	5.3	3.24	4.1	57	30	27	116.9	
1990	0710	5.51	1.65	1.39	0.9	.62	05	1.0	3.4	37	23	.034	2.9	4.11	5.4	75	44	31	113.2	
1990	0730	5.87	1.74	1.50	1.0	.65	05	1.0	3.3	4	17	.039	3.7	3.74	4.22	43	33	10	116.2	
1990	0814	5.73	1.77	1.51	1.0	.67	04	1.2	3.2	M 1	16	.034	2.9	3.35	3.32	56	24	32	120.3	
1990	0827	5.59	1.77	1.65	1.0	.69	05	1.1	3.5	11	19	.035	4.1	3.96	5.6	56	33	23	127.0	
1990	0910	5.44	1.73	1.68	1.0	.66	05	1.0	3.6	23	19	.034	2.9	4.76	5.96	78	51	27	130.0	
1990	0924	5.51	1.72	1.65	1.1	.65	05	1.0	3.3	32	19	.039	8.7	4.91	5.58	87	63	24	128.1	
1990	1008	5.68	1.77	1.71	1.2	.66	04	1.1	3.1	78	39	.037	6.4	4.85	5.66	85	50	35	133.7	
1990	1022	5.57	1.86	1.85	1.2	.71	04	1.1	3.3	104	31	.046	16.4	4.68	6.30	87	46	41	143.6	
1990	1106	5.31	2.33	2.02	1.4	.89	07	1.5	4.1	210	98	.032	0.0	4.54	6.33	85	52	33	168.4	
1990	1119	5.13	2.24	1.92	1.3	.82	06	1.4	4.0	193	81	.041	10.9	4.78	5.77	99	46	53	162.8	
1990	1203	5.50	2.12	2.17	1.2	.80	06	1.4	4.0	183	49	.041	10.9	4.85	5.55	87	58	29	164.4	
1990	1217	5.26	2.54	2.27	1.6	.97	08	1.7	4.2	240	74	.033	1.6	5.38	5.71	112	64	48	186.8	

AR	DATE	KLK	SAN2	DIFF2	D-PRO2	C-DIFF	C-PRO	EDM*	ENA*	ESD4*	ANC
1990	0108	211.0	7.7	3.5	0.38	11.8	128.1	-3.7	95.0	5.5	5.2
1990	0123	208.5	9.2	4.2	0.28	8.5	119.8	-5.4	92.9	-5.2	5.8
1990	0205	162.1	8.7	5.1	0.20	8.2	92.2	-7.3	55.8	-13.5	-8.0
1990	0220	132.1	2.9	2.1	0.16	7.6	58.9	-3.1	51.0	3.9	3.9
1990	0305	110.0	5.5	4.8	0.14	7.8	47.6	-2.6	39.1	0.7	0.7
1990	0320	93.8	9.4	9.1	0.18	11.6	50.8	-0.1	39.9	4.1	4.1
1990	0403	86.6	4.7	5.1	0.05	3.6	48.3	-1.4	40.5	0.7	0.7
1990	0417	109.7	6.0	5.2	0.09	5.4	62.2	0.6	56.9	-4.1	-4.1
1990	0501	117.6	-6.8	-6.2	0.02	1.5	63.6	-2.7	56.6	-5.4	-5.4
1990	0514	118.4	-8.7	-7.9	0.12	7.9	60.6	-1.0	54.5	-0.8	-0.8
1990	0529	122.0	-9.8	-8.7	0.08	5.0	65.6	0.3	58.7	13.7	13.7
1990	0612	110.5	3.2	2.8	0.10	6.6	65.1	0.7	56.6	8.8	8.8
1990	0625	110.0	6.8	5.8	0.07	4.7	71.5	0.6	58.9	3.4	3.4
1990	0710	116.4	-3.2	-2.8	0.15	9.1	70.2	2.8	67.9	17.2	17.2
1990	0730	115.5	0.5	0.4	0.27	15.4	76.5	0.1	65.8	15.4	15.4
1990	0814	111.4	8.9	7.4	0.27	15.4	75.7	4.1	63.1	23.8	23.8
1990	0827	119.8	7.2	5.6	0.16	9.2	83.3	3.4	69.7	26.9	26.9
1990	0910	123.0	7.0	5.4	0.09	5.0	85.5	4.5	72.0	10.1	10.1
1990	0924	124.0	4.0	3.1	0.13	7.3	84.6	4.1	65.6	7.2	7.2
1990	1008	123.4	10.3	7.7	0.18	10.4	88.0	2.1	61.3	18.6	18.6
1990	1022	138.5	5.1	3.6	0.12	6.2	95.0	4.2	65.5	18.1	18.1
1990	1106	156.8	11.6	6.9	0.20	8.5	102.5	2.4	81.0	7.2	7.2
1990	1119	152.0	10.8	4.6	0.12	5.3	97.3	1.8	79.2	18.6	18.6
1990	1203	162.6	1.8	1.1	0.05	2.2	109.0	0.9	79.2	18.1	18.1
1990	1217	172.9	13.9	7.4	0.21	8.1	115.3	1.1	82.5	18.1	18.1

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, 0808 Oslo
ISBN 82-577-1916-1