




O-93102

# Miljøovervåking Tjeldbergodden

Delprosjekt A2  
FERSKVANN

Resultater fra  
grunnlagsundersøkelser  
1993

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-93102	Undernr.:
Løpenr.: 3108	Begr. distrib.:

<b>Hovedkontor</b> Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	<b>Serlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	<b>Vestlandsavdelingen</b> Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Miljøovervåking Tjeldbergodden. Delprosjekt A2 Ferskvann. Resultater fra grunnlagsundersøkelser 1993	Dato: 5. juni 1994	Trykket: NIVA 1994
	Faggruppe: Sur nedbør	
Forfatter(e): Anders Hobæk Leif Lien Arne Fjellheim	Geografisk område: Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag	
	Antall sider: 24 + vedlegg	Opplag: 50

Oppdragsgiver: Statoil/4Ni	Oppdragsg. ref.: Jørn Thomassen
-------------------------------	------------------------------------

## Ekstrakt:

I forbindelse med bygging av metanolfabrikk på Tjeldbergodden, Aure kommune i Møre og Romsdal, er det utført grunnlagsundersøkelser med tanke på forurensning av ferskvann via utslipp av forsurende stoffer til luft. Det er valgt ut 36 innsjølokaliteter for overvåking. 3 av disse (derav én referanselokalitet utenfor forventet påvirkningsområde) følges med vannkjemiske analyser hver 14. dag. 33 andre innsjøer prøvetas mhp. vannkjemiske analyser én gang hver høst. Dette programmet ble startet opp mai-juni 1993, og 33 innsjøer ble prøvetatt i 1993.

Hovedlokalitetene ble også inventert mhp. vannbiologi. Her inngikk prøvafiske samt prøvetaking av bunndyr, dyreplankton og planteplankton. I referanselokaliteten måtte inventeringene utsettes til 1994 pga. tidlig islegging.

I rapporten presenteres resultatene fra 1993. For alle innsjøer er tålegrenser for forsurende stoffer beregnet og diskutert. Videre bearbeidelse av resultatene avventer oppdatering av depositionsdata for svovel i de aktuelle områdene. Det er påvist en rekke forsuringfølsomme organismer i hovedlokalitetene.

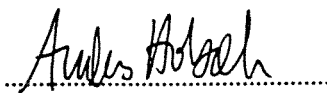
4 emneord, norske

1. Overvåking
2. Forsuring
3. Vannkvalitet
4. Hydrobiologi

4 emneord, engelske

1. Surveillance
2. Acidification
3. Water quality
4. Freshwater biology

Prosjektleder



Anders Hobæk

For administrasjonen



Bjørn Olav Rosseland

ISBN82-577-2575-7

**Miljøovervåking Tjeldbergodden**  
**Delprosjekt A2 Ferskvann**  
**Resultater fra grunnlagsundersøkelser 1993**

**Norsk institutt for vannforskning**

Ansvarlig:	Anders Hobæk
Medarbeidere:	Leif Lien
	Arne Fjellheim (UiB)
	Torbjørn M. Johnsen

## FORORD

---

Miljøovervåkingsprogrammet i forbindelse med industriutbyggingen på Tjeldbergodden tok til i 1993. De første årene før metanolfabrikken startes opp blir det samlet inn data som grunnlag for vurdering av eventuelle effekter av forurensning fra fabrikken. For ferskvann er utslipp av forsurende komponenter ( $\text{NO}_x$ ) spredd gjennom luft det mest aktuelle. Prosjektbeskrivelsen i denne rapporten er identisk med beskrivelsen i avtaledokumentet mellom Statoil og 4Ni.

Her rapporteres resultater fra 1993 for programmet på ferskvann. Materialet som foreligger er bearbeidet så langt det synes hensiktsmessig på dette stadiet i overvåkingsprogrammet. Særlig med hensyn til vurdering av overskridelse av tålegrenser for sure tilførsler vil materialet bli revurdert vesentlig når mer informasjon om deposisjon av svovel i de aktuelle områdene foreligger.

Programmet er blitt gjennomført med god hjelp fra medarbeidere, både lokalt i de utvalgte områdene, ved NIVA og ved Universitetet i Bergen. Jeg takker alle medarbeidere for godt samarbeid i 1993.

Bergen, juni 1994

Anders Hobæk

# INNHold

---

FORORD.....	2
INNHold .....	3
SAMMENDRAG .....	4
PROSJEKTPERSONELL .....	5
PROSJEKTBEskRIVELSE .....	5
Bakgrunn .....	5
Overvåkingsprogram .....	6
Grunnlagsundersøkelser 1993.....	6
Årlig overvåking .....	7
ARBEID UTFØRT 1993.....	7
Utvalg av lokaliteter .....	7
Hovedlokaliteter .....	7
Prøvetaking høsten 1993.....	8
Vannbiologi.....	8
Dyre- og planteplankton .....	8
Bunndyr.....	8
Fisk .....	8
RESULTATER 1993 .....	11
Deposisjon av svovel .....	11
Vannkjemi.....	11
Lok. 1 Reinsjøen .....	11
Lok. 2 Temingvatn.....	12
Lok. 3 Øvre Neådalsvatn (referanselokalitet) .....	12
Lok. 4 - 36: Høstundersøkelsen .....	13
Diskusjon.....	18
Utvikling over tid i området .....	19
Vannbiologi.....	20
Dyre- og planteplankton .....	20
Bunndyr.....	20
Fisk .....	21
AVVIK FRA PROSJEKTBEskRIVELSEN .....	23
Konsekvenser for 1994 .....	23
HENVISNINGER .....	24
VEDLEGGSTABELLER 1 - 11.....	25

## SAMMENDRAG

---

I forbindelse med industriutbygging på Tjeldbergodden i Møre og Romsdal er det satt i gang et omfattende program for miljøovervåking. Som en del av 4Ni-programmet har NIVA gjennomført grunnlagsundersøkelser i ferskvannsføremønstre, med henblikk på mulige effekter av utslipp til luft fra planlagt metanolfabrikk.

Overvåkingsprogrammet for ferskvann omfatter regelmessig overvåking av kjemisk vannkvalitet i to hovedlokaliteter, Reinsjøen ved Tjeldbergodden og Terningvatnet i Agdenes. På samme måte følges en innsjø utenfor området som ikke forventes påvirket av utslipp fra Tjeldbergodden (Øvre Neådalsvatn i Surnadal). I disse innsjøene er det lagt opp til et program med vannprøver i utløpet hver 14. dag. Programmet ble startet opp i mai - juni 1993. I tillegg er det valgt ut ytterligere 33 innsjøer der det skal tas vannprøver hver høst. Disse innsjøene ble valgt ut basert på forventet spredning av luftutslipp, og på forsuringfølsom berggrunn. Alle aktuelle innsjøer er ellers lite påvirket av forurensning. 31 av disse innsjøene ble prøvetatt i oktober 1993.

I de to hovedlokalitetene er det også gjennomført inventerende undersøkelser av bunndyr, dyre- og planteplankton, og gjennomført prøvefiske som dokumentasjon av tilstanden før metanolfabrikken starter opp. Tilsvarende inventeringer i referanselokaliteten Ø. Neådalsvatn ble hindret av is, og vil bli utført sommeren 1994.

Her rapporteres resultatene fra innsamlingsarbeidet i 1993.

Basert på de vannkjemiske data er innsjøenes tålegrense for belastning av forsurende stoffer beregnet. Basert på deponisjonsdata for svovel fra stasjonen Kårvatn i 1992 er det få av lokalitetene som har overskredet sine tålegrenser. Imidlertid tyder foreløpige estimer av svoveldeponisjon i de aktuelle områdene på at tilførselene er større i disse enn på Kårvatn. Beregningene av overskridelser av tålegrenser vil derfor revurderes når det foreligger fullstendige data for deponisjon av svovel.

De biologiske inventeringene påviste at en rekke forsuringfølsomme organismer i dag finnes i de aktuelle innsjøene.

Overvåkingsprogrammet for vannkjemi forsetter i 1994, og det foreslås utført kompletterende innsamlinger av biologiske prøver.

## PROSJEKTPERSONELL

---

Anders Hobæk; prosjektleder  
Leif Lien; medarbeider vannkjemi og fiskebiologi  
Torbjørn M. Johnsen; medarbeider planteplankton  
Arne Fjellheim, Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske, Univ. i Bergen;  
medarbeider bunndyr  
Arne Henriksen; kvalitetssikring  
Erik Kårvatn, Todalen; Prøvetaker Ø. Neådalsvatn  
Martin Buhaug, Kjørsvik; Prøvetaker Reinsjøen  
Jan Øyan, Snillfjord; Prøvetaker Terningvatn

## PROSJEKTBEKRIVELSE

---

### Bakgrunn

I tillegg til svovel inneholder forurenset luft og nedbør mye nitrogen i form av nitrat ( $\text{NO}_3$ ) og ammonium ( $\text{NH}_4$ ). Svovel tas i liten grad opp i vegetasjonen og de tilførte sulfationene vil normalt renne gjennom jorda og ut i vassdragene. Sulfat kalles derfor et mobilt anion og kan forsure jorda og avrenningsvannet. Nitrogen er derimot et plantenæringsstoff som normalt tas opp i vegetasjonen, og oftest renner det lite nitrogen ut i vassdragene. Kommer det mer nitrogen enn vegetasjonen kan bruke, vil "overskuddet" renne ut i vassdragene som nitrat. Da vil nitraten forsure på samme måte som sulfat. På Sørlandet er det i dag indikasjoner på at det renner mer nitrat ut enn tidligere. Det er bl. a. jord- og vegetasjonsforholdene som avgjør dette.

Det finnes områder med tynt jorddekke som vil bli utsatt for nedfall av nitrogen fra metanolfabrikken på Tjeldbergodden. Den planlagte metanolfabrikken vil avgi  $\text{NO}_x$  som kan omsettes til salpetersyre i lufta. Når denne treffer jorda, har den et like stort forsuringspotensial som en tilsvarende mengde svovelsyre. Det vil derfor være avgjørende i hvilken grad nitraten tas opp i de nedbørfeltene som kan påvirkes av utslippet fra metanolfabrikken.

Ved å se på det aktuelle geografiske området i forhold til kartet med de beregnede tålegrenser for Norge viser vedlegg 1 i Henriksen *et al.* (1992) at Tjeldbergodden og flere ruter sønnenfor har meget lave tålegrenser, mens rett øst er tålegrensene relativt høye. Større områder på Fosenhalvøya har også lave tålegrenser. Hitra har imidlertid relativt høye tålegrenser.

Tabell 1 viser tålegrenser (CL) samt dagens overskridelser av tålegrensene ( $\text{EX}_S$ ) utfra dagens tilførsler av svovel gjennom nedbøren for noen innsjøer på Fosenhalvøya og på Tjeldbergodden. Tar vi også hensyn til nitratavrenning, får vi overskridelsesverdier som angitt i den siste kolonnen i tabell 1 ( $\text{EX}_{S+N}$ ).

**Tabell 1.** Tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for innsjøer på Fosenhalvøya (1-3) og på Tjeldbergodden (4-7). Dataene er fra Statlig program for forurensningsovervåking (SFT 1993). Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Verdiene er angitt som mekv/m<sup>2</sup> år.

Innsjø	Tålegrense (CL)	Overskridelse av tålegrense for svovel (EX <sub>S</sub> )	Overskridelse av tålegrense for svovel og nitrogen (EX <sub>S+N</sub> )
1 Grovlivatn	0	28	31
2 Storvatn	0	21	27
3 Skjerivatn	0	24	28
4 Skarvatn	0	27	28
5 Åsgårdvatn	36	-16	-12
6 Reinsjøen	7	13	16
7 Steingeitvatn	17	2	6

Det fremgår at tålegrensene for tilførsler av sterke syrer er null for de fleste innsjøene, dvs. at de ikke tåler noen økte tilførsler av sterke syrer. Allerede dagens belastning av svovel og nitrogen er faktisk tilstrekkelig til at tålegrensene er overskredet for mange innsjøer i de aktuelle områdene. Ethvert tillegg av nitrat i avrenningsvannet vil derfor øke overskridelsene av tålegrensene for overflatevann.

## Overvåkingsprogram

Programforslaget som prosjektet bygger på hadde følgende ordlyd:

Som det fremgår ovenfor, kan utslippene fra de planlagte anleggene føre til negative effekter i innsjøer og vassdrag i betydelige deler av de arealer som kan bli utsatt for nedfall av nitrogen fra den planlagte metanolfabrikken. Det vil derfor være viktig over noen år å registrere forholdene i de områdene som kan bli påvirket av når anleggene startes. Disse undersøkelsene bør fortsette når anleggene startes opp, for dermed å kunne følge eventuelle effekter på forsøringsforholdene i berørte vassdrag. Slike undersøkelser bør være mest mulig kostnadseffektive.

### Grunnlagsundersøkelser 1993

Første år kartlegges de vannkjemiske forholdene i et større utvalg innsjøer (30 innsjøer) i de områder som kan påvirkes av nedfallet fra anleggene. Det velges ut innsjøer som ligger i områder med forsøringsfølsom berggrunn og som kan påvirkes av nitrogen-nedfall fra anleggene. Valg av lokaliteter koordineres så langt mulig med de øvrige overvåkingsaktiviteter. Tålegrensekartet og geologikartet for Norge kan brukes for denne utvelgelsen. I tillegg bør to forsøringsfølsomme innsjøer som kan påvirkes av nedfallet velges og følges opp med prøvetaking annenhver uke, og hver uke under snøsmeltingsperioden om våren. En av disse er Reinsjøen som ligger nær metanolfabrikken, og hvor fabrikken planlegger vannforsyning fra. Hvis praktisk mulig bør den andre velges ut fra tabell 1, slik at prøvetakingen kan starte allerede tidlig i 1993. Alle prøver analyseres med fullt analyseprogram som i overvåkingsprogrammet. Dette er nødvendig for å kunne beregne varierende forsøringsforhold. De to valgte innsjøene inventeres med hensyn til fiskestatus, zooplankton, fyttoplankton og invertebrater. I tillegg inventeres en referansesjø utenfor nedfallsområdet.



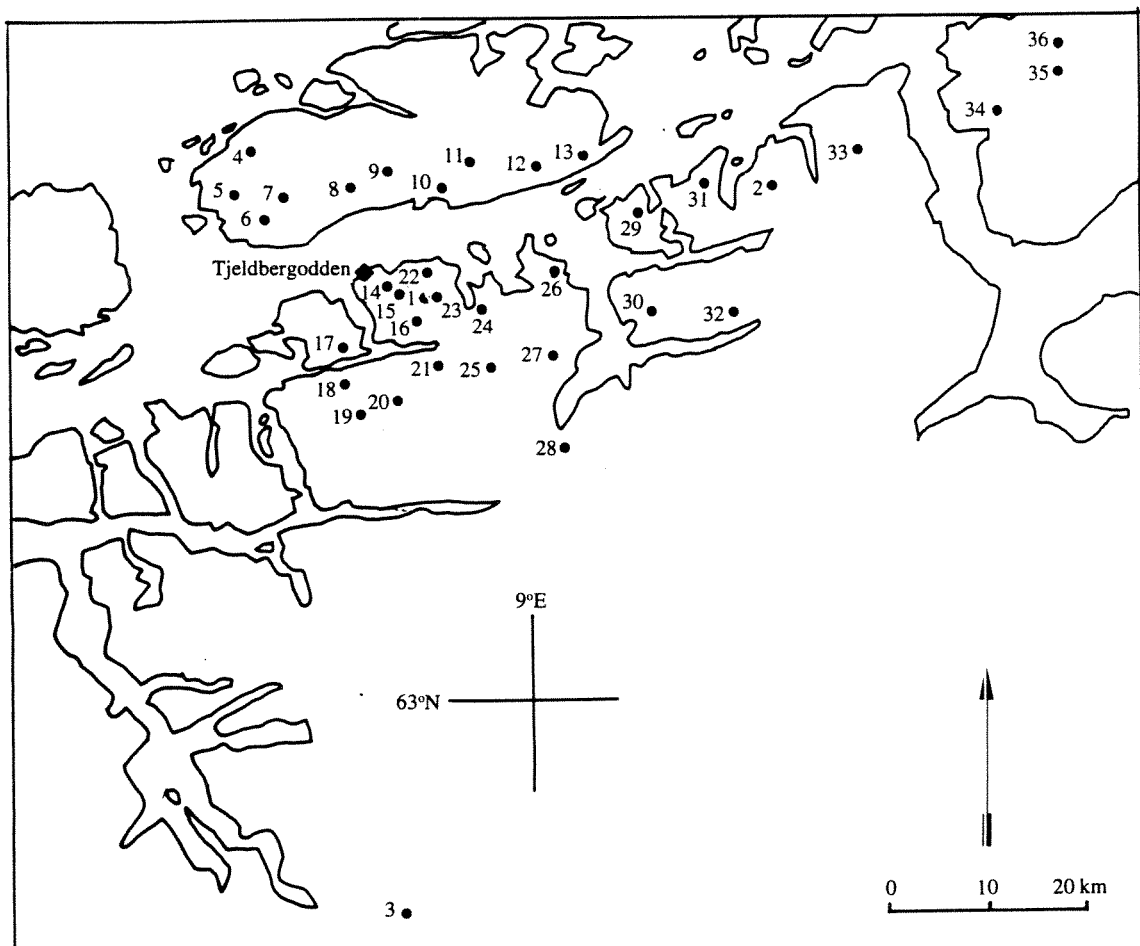
## Årlig overvåking

For den videre overvåking følges de 30 kartlagte innsjøene, samt prøvetaking av de to spesielt utvalgte innsjøene annenhver uke, og ukentlig under snøsmeltingen om våren. Det tas prøver fra de 30 innsjøene hver høst etter samme opplegg som for 100-sjøers undersøkelsene, og prøvetakingen kan koordineres med dette overvåkingsprogrammet. Avhengig av de kjemiske endringene i innsjøene gjentas de biologiske inventeringene i de tre innsjøene, minst hvert femte år.

## ARBEID UTFØRT 1993

### Utvalg av lokaliteter

Det ble valgt ut 36 innsjøer i det aktuelle området. Utvalget av innsjøer er basert på nærhet i til metanolfabrikken, forventet transportretning av utslipp til luft, og forsurningsfølsom berggrunn. Grovt kan innsjøene deles inn i følgende grupper: Metanolfabrikkenes nærområde (Aure og Hemne kommuner); Områder N-NØ langs den dominerende transportretning (Snillfjord, Agdenes og Rissa kommuner); og Hitra i V-NV. Innsjøene som inngår i programmet er vist i tabell 2 og figur 1.



Figur 1. Plassering av innsjøer (se tabell 2) som inngår i overvåkingsprogrammet for ferskvann.

Alle vannprøver er blitt analysert for følgende parametre: pH, konduktivitet, klorid, sulfat, nitrat, totalt nitrogen, kalsium, magnesium, natrium, kalium, alkalitet, reaktivt og ikke labilt aluminium ( $Al_r$  og  $Al_o$ ), og totalt organisk karbon. Pr. 10 april 1994 er prøver ferdig analysert til og med februar 1994. Basert på måleresultatene er det beregnet ANC (Acid Neutralizing Capacity eller syrenøytraliserende evne) etter flere forskjellige metoder. Dette er en del av kvalitetsvurderingen av analyseresultatene, som også omfatter ionebalanse. Her presenteres ANC-verdier basert på den tradisjonelle beregningsmåten (basekationer minus sterke syrers anioner, se Henriksen *et al.* 1992).

For alle lokaliteter er det beregnet en tålegrense for tilførsel av sterke syrer. Dette gir også grunnlag for å beregne overskridelser av tålegrensene. Her er det benyttet depositionsstall for svovel fra Kårvatn i 1992 (SFT 1993), siden det ikke foreligger data fra et helt år på overvåkingsstasjonene i dette programmet. Senere vil depositionsdata fra nedbørstasjonene Tjeldbergodden, Terningvatn, Solem og Vårli bli benyttet i beregninger av overskridelse.

## Hovedlokaliteter

Hovedlokaliteter er Reinsjøen ved Tjeldbergodden og Terningvatnet ved Moldtun (Agdenes kommune), samt referanselokaliteten Øvre Neådalsvatn (Todalen i Surnadal kommune). Vannprøver tas i utløpet av disse innsjøene hver 14. dag av lokale observatører, og sendes direkte til NIVA's laboratorium i Oslo for analyse. Prøvetakingen kom i gang i mai i Reinsjøen og Terningvatn, og i juni i Øvre Neådalsvatn. Sistnevnte er også med i AL:PE programmet, og ligger i nærheten av feltforskningsområdene på Kårvatn som inngår i SFT's overvåkingsnett for langtransportert forurensning. Denne stasjonen er en av de minst belastede i overvåkingsnettet.

## Prøvetaking høsten 1993

Innsamling av vannprøver fra 36 innsjøer fordelt i det forventede nedbørfeltet for utslipp fra metanolfabrikken ble gjennomført i tiden 13–19.10.93. I dette tallet inngår de to hovedlokalitetene Reinsjøen og Terningvatn, samt referanselokaliteten Øvre Neådalsvatn. Dette ble koordinert med innsamling av prøver til 100-sjøers programmet, og det ble benyttet småfly til mange av lokalitetene. På forhånd var landingstillatelse innhentet fra de aktuelle kommuner (Aure, Hemne, Snillfjord, Agdenes og Rissa). På Hitra fikk vi imidlertid ikke landingstillatelse, og lokalitetene der ble oppsøkt til fots. Disse prøvene ble samlet inn 23–24.10, og et par vanskelige tilgjengelige vann ikke før 6.11 (vha. lokale kontaktpersoner).

Værforholdene var tildels vanskelige i innsamlingsperioden med kulde og snø. Ett planlagt vann i Rissa (lok. 36) og ett i Agdenes (lok. 32) måtte utgå pga. tidlig islegging. Det hadde også lagt seg is på Øvre Neådalsvatn, slik at de planlagte undersøkelsene ikke kunne gjennomføres. Utbyttet av innsamlingen ble derfor prøver fra 33 innsjøer. Vi ønsker likevel å ha de aktuelle innsjøene på listen for prøvetaking i 1994, siden de ble prøvetatt i 1986 (1000-sjøers undersøkelsen).

## Vannbiologi

### Dyre- og planteplankton

Prøver ble samlet inn i Terningvatnet 30.09.93 og i Reinsjøen 1.10.93. Det ble benyttet vertikale hovtrekk (maskevidde 90 µm, diameter 30 cm) for dyreplankton, og blandprøver fra 0–10 m dyp for planteplankton. Det lyktes ikke å få tatt prøver i Ø. Neådalsvatn, da vannet var islagt ved befaringen i oktober.

### Bunndyr

Bunndyr ble samlet i Reinsjøen og Terningvatnet og i innsjøenes utløpselver 13.05.93 og samtidig med prøvefisket 15–17.10.93. Innsamling av bunndyr i Ø. Neådalsvatn lot seg ikke gjennomføre ved befaringen i oktober, da vannet var islagt.

### Fisk

Det ble utført prøvefiske i Terningvatn 15-16/10 og i Reinsjøen 16-17/10. I begge innsjøer ble det benyttet to prøvegarnserier: Ett besto av 8 garn, 26 m lange og 1,5 m høye, og med maskevidder på 10, 12,5, 16,5, 22, 25, 30, 38, og 46 mm. Det andre settet besto av 3 fler-omfars garn, 32 m lange og 1,5 m høye, og sammensatt av de samme maskeviddene som det første garnsettet. Begge settene sto ute én natt i hver av innsjøene.

I Reinsjøen ble all fisk registrert med lengde, vekt, kjønn, stadium og kjøttfarge, og det ble tatt skjell og ørestein for aldersbestemmelse. Det ble tatt mageprøver av 29 røye og 30 aurer. I Terningvatnet var fangsten av røye stor, og uttak av prøver ble ikke gjort for hele fangsten. Her ble alle aurene (29) og 50 røyer fra 3-garnserien registrert som nevnt over. Dertil ble ytterligere 140 røyer fra 3-garnserien lengdemålt og veid. Røyefangsten på 8-garnserien ble veid samlet.

Tabell 2. Innsjøer som inngår i overvåkingsprogrammet for ferskvann på Tjeldbergodden.

Nr	Innsjø	Hoh	Kommune	Kart- blad	UTM	Merknad	Dato 1993
1	Reinsjøen	66	Aure	14211	4885-70303	1000	mange
2	Terningsvatn	93	Agdenes	15223	5245-70456	1000	mange
3	Øvre Neådalsvatn	728	Surnadal	14201	4991-69610	AL:PE	mange
4	Sagvatn	19	Hitra	14214	4705-70433	Tålegr.	14.10
5	Sandvatn	50	Hitra	14214	4695-70382	1000	06.11
6	St. Sandvatn	92	Hitra	14214	4725-70367	1000	23.10
7	Mørkdalsvatn	118	Hitra	14214	4758-70392		23.10
8	St. Brattåvatn	64	Hitra	14214	4797-70387		23.10
9	Lauvdalsvatn	172	Hitra	14222	4875-70445		23.10
10	Elgfjellvatn	55	Hitra	14211	4910-70405		14.10
11	Barlifjellvatn	98	Hitra	14222	4937-70440		23.10
12	Terningsvatn	51	Hitra	14222	5006-70436	Tålegr.	14.10
13	Strandavatn	56	Hitra	14222	5055-70462		14.10
14	Fonnavatn	71	Aure	14211	4866-70294		14.10
15	Skålvatn	58	Aure	14211	4880-70290		14.10
16	Holmvatn	360	Aure	14211	4905-70266		23.10
17	Romundsetvatn	113	Aure	14214	4827-70234		16.10
18	Rostollvatn	445	Aure	14214	4829-70198		16.10
19	Steingeitvatn	307	Aure	14214	4847-70171	1000	16.10
20	Skarvatn	346	Aure	14211	4888-70191	100	16.10
21	Åsgårdvatn	214	Aure	14211	4927-70234	1000	14.10
22	Taftøysvatn	76	Hemne	14211	4903-70324		14.10
23	Svarttjønnna	337	Hemne	14211	4935-70287		23.10
24	Øydalsvatn	78	Hemne	14211	4967-70286		14.10
25	Stengvatn	377	Hemne	14211	4983-70226		23.10
26	Otnesvatn	182	Hemne	14211	5033-70345		16.10
27	Kjønnsvikvatn	209	Hemne	14211	5047-70245		23.10
28	Ånavatn	272	Hemne	14211	5053-70163	1000	16.10
29	Kjøsvatn	96	Snillfjord	15214	5117-70410		15.10
30	Ø. Heggstadsætervatn	78	Snillfjord	15214	5137-70317		16.10
31	Halsavatn	105	Snillfjord	15223	5176-70445		15.10
32	N. Krogstadtjørna	374	Snillfjord	15214	5223-70318	1000	
33	Svartvatn	161	Agdenes	15223	5335-70486	1000	16.10
34	Dørndalsvatn	204	Rissa	15222	5468-70538	1000	16.10
35	Roksetvatn	193	Rissa	15222	5527-70583	1000	16.10
36	Fessdalsvatn	258	Rissa	15222	5531-70636	1000	

Merknader: Noen innsjøer er med i tidligere/pågående undersøkelser vedr. langtransporterte forurensninger

\* 1000: med i 1000-sjøers programmet 1986

\* AL:PE: med i AL:PE programmet (internasjonalt) 1991

\* 100: med i 100-sjøers programmet (SFT) hver høst fra 1986

\* Tålegr: med i Tålegransevurderingen 1989

## RESULTATER 1993

### Deposisjon av svovel

Tallene som i det følgende presenteres for overskridelse av tålegrenser er basert på deposisjonsdata fra SFT's program for forurensningsovervåking fra 1992. De mest aktuelle stasjonene i dette nettverket er Kårvatn og Kårvatn 2, begge like ved Ø. Neådalsvatn. Både våt- og tørravsetning av svovel er medregnet. Deposisjonsdata brukes bare for svovel, mens nitrogenbidraget beregnes ut fra målte konsentrasjoner i de enkelte lokaliteter. Deposisjonsdata for 1993 er ikke ferdig bearbeidet enda, men foreløpige tall viser at våtavsetningen på Kårvatn i 1993 var svært lik den året før. Fra NILU's nedbørstasjoner (Tjeldbergodden, Terningvatn, Solem og Vårli) foreligger data for våtavsetning i perioden april - desember 1993, mens estimerer for tørravsetning mangler enda.

Tørravsetning spiller størst rolle når nedbørmengden er lav. Nedbørmengden ved kysten var i den aktuelle perioden nokså tilsvarende Kårvatn, men middelkonsentrasjonen av S\* (ikke-marint svovel) var høyere (tabell 3). Våtdeposisjon av svovel ble dermed 150-200% av den på Kårvatn. Både nedbørmengde og våtavsetning var høyest ved Solem på Fosenhalvøya.

*Tabell 3. Nedbør, middelkonsentrasjon av ikke-marint svovel (S\*) og våtdeposisjon i perioden april - desember 1993 på bakgrunns-stasjonene Kårvatn og Kårvatn 2 (data fra SFT's program for forurensningsovervåking) og på stasjonene Tjeldbergodden, Terningvatn, Vårli og Solem i dette overvåkingsprogrammet.*

	Kårvatn	Kårvatn 2	Tjeldberg odden	Terning vatn	Vårli	Solem
Nedbør (mm)	880	920	778	843	908	1078
Middel S* (mg/l)	0,13	0,15	0,23	0,22	0,19	0,21
Deposisjon (mg/m <sup>2</sup> )	113	135	177	184	171	222

### Vannkjemi

#### Lok. 1 Reinsjøen

De vannkjemiske analysedata er samlet i Vedlegg 1. Resultatene er også sammenfattet i figur 2. Innsjøen har en konduktivitet mellom 3,88-5,22 mS/m, gjennomsnittet var 4,8. Det meste av denne ledningsevnen kan tilskrives sjøsalter, og den sjøsaltkorrigerede ledningsevnen vil ligge rundt 0,8 mS/m. pH lå i snitt på 5,97, og varierte lite i perioden (5,89 - 6,13). Kalsiuminnholdet var lavt (snitt 0,84 mg/l, varierende fra 0,51 - 1,10 mg/l). Som ventet lå innholdet av ioner av marin opprinnelse relativt høyt, f.eks. lå klorid i gjennomsnitt på 11,4 mg/l (Vedlegg 1). Sulfatnivået var 2,0 - 2,5 mg/l, mens nitrat lå på 25 - 46 µg/l (snitt 33,9). Innholdet av totalt nitrogen (tot-N) varierte fra 115 - 325 µg/l. Gjennomsnittsverdien var 152 µg/l. Innholdet av organisk karbon (TOC) var i gjennomsnitt 2,7 mgC/l, og økte fra rundt 2 om våren til rundt 3 om høsten. Parallelt

med TOC økte også reaktivt aluminium fra under 40 opp til 70 µg/l om høsten. Gjennomsnittet var på 46 µg/l. Det meste av aluminiumet var organisk bundet (ikke labilt), mens den uorganiske (labile, Al<sub>i</sub>) fraksjonen bare utgjorde 3 µg/l i gjennomsnitt. Høyeste måling var 23 µg Al<sub>i</sub>/l (27.09.93).

På ekvivalentbasis lå den ikke-marine fraksjon av sulfat lavere enn summen av de ikke-marine basekationer (figur 1). Dette samsvarer godt med det generelle bildet at regionen er lite belastet med langtransportert svovel. På Sørlandet finner vi det motsatte forholdet (SFT 1993). Foreløpige beregninger av ANC gir i gjennomsnitt 31 µekv/l. ANC varierte en del gjennom perioden (figur 1). Tålegrensen (CL) ligger rundt 36,5 kekv/km<sup>2</sup>·år. Enkelte datoer gir beregningene en overskridelse av tålegrensen, men i gjennomsnitt ligger overskridelse for svovel (EX<sub>S</sub>) på -17,8 kekv/km<sup>2</sup>·år. Negativ overskridelse innebærer at tålegrensen ikke er overskredet. Dersom nitrat tas med i vurderingen (EX<sub>S+N</sub>), blir overskridelsen -14,2 kekv/km<sup>2</sup>·år, og bidraget fra nitrogen er altså beskjedent.

## Lok. 2 Terningvatn

Vannkjemisk er denne innsjøen svært lik Reinsjøen, og vi fant at ionesammensetningen i stor grad varierte i takt i de to innsjøene. Analysedata er samlet i Vedlegg 1, mens en del parametre er oppsummert i figur 3. Konduktiviteten varierte fra 4,59 - 5,99 mS/m, med et gjennomsnitt på 5,04. pH-verdiene lå mellom 5,88 og 6,17. Kalsium mellom 0,75 og 1,29 mg/l, mens snittverdien på 1,04 mg Ca/l var litt høyere enn i Reinsjøen. Ellers lå også TOC litt høyere (snitt 3,27 mgC/l), og assosiert med dette var et noe høyere innhold av reaktivt aluminium (snitt 64 µg/l). Igjen var den vesentligste fraksjonen ikke labilt aluminium (figur 1), mens den labile (uorganiske) fraksjonen i snitt lå på 3 µg/l. I Terningvatn var høyeste måling 9 µg Al<sub>i</sub>/l.

Forholdet mellom ikke-marine basekationer og sulfat (figur 1) var omtrent som i Reinsjøen, med overvekt av basekationer. ANC i Terningvatn (figur 1) varierte etter samme mønster som i Reinsjøen, og gjennomsnittsverdien (39 µekv/l) var også ganske lik. Tålegrensen ligger på omtrent 46 kekv/km<sup>2</sup>·år, altså litt høyere enn for Reinsjøen. Ikke ved noen prøvetidspunkt ble tålegrensen overskredet i 1993. EX<sub>S</sub> lå i snitt på -27 kekv/km<sup>2</sup>·år, og EX<sub>S+N</sub> på -24 kekv/km<sup>2</sup>·år.

## Lok. 3 Øvre Neådalsvatn (referanselokalitet)

Alle analysedata er samlet i Vedlegg 1, og data er sammenfattet i figur 4 på samme måte som for de foregående innsjøer. Istedet for aluminium er det imidlertid her vist klorid-konsentrasjonen. Ø. Neådalsvatn har lavere ioneinnhold enn de foregående, med konduktivitet varierende fra 0,71 - 1,32 mS/m (snitt 0,80). Kalsium lå lavt, med en snittverdi på 0,41 mg/l. pH-verdien var imidlertid god, og varierte fra 5,97 til 6,41. Den laveste verdien ble målt i begynnelsen av juni, og den høyeste i september. Som for hovedlokalitetene ved kysten lå de ikke-marine basekationer samlet høyere enn ikke-marint sulfat (figur 4). Ioner av vesentlig marin opprinnelse lå relativt høyt like etter snøsmeltingen, og avtok utover sommeren. Et eksempel er vist i figur 3 for klorid. En ny økning i disse ionene kom i oktober-november. Det samme mønsteret gjorde seg gjeldende for konduktiviteten (Vedlegg 1). Dette har sammenheng med økt deposisjon av sjøsalter under kraftige uværperioder. Slike tilfeller har ført til sur avrenning i forsurete nedbørfelt lengre sør på Vest- og Sørlandet (såkalte sjøsaltepisoder, Hindar *et al.* 1993).

Innholdet av organisk karbon var markert lavere enn i de to hovedlokalitetene, og lå hele tiden under 1 mg C/l (figur 4). Reaktivt og ikke labilt aluminium lå under eller på deteksjonsgrensen (10 µg/l) gjennom hele perioden, bare med unntak for november da vi målte 15 µg/l  $Al_r$ . Av dette var 11 µg  $Al_o$  og 4 µg  $Al_r$ .

ANC-verdiene lå lavt etter snøsmeltingen i juni (ned til 8 µekv/l), men økte utover sesongen til rundt 40 µekv/l (figur 4). Gjennomsnittet for 1993 var 27 µekv/l. Tålegrensen fulgte rimeligvis samme mønster, og lå i snitt på 26 kekv/km<sup>2</sup>·år. Beregninger av overskridelser basert på disse målingene viste svak overskridelse tidlig i perioden, men negative verdier fra september. I gjennomsnitt ble  $EX_S$  og  $EX_{S+N}$  hhv. -8 og -6 kekv/km<sup>2</sup>·år.

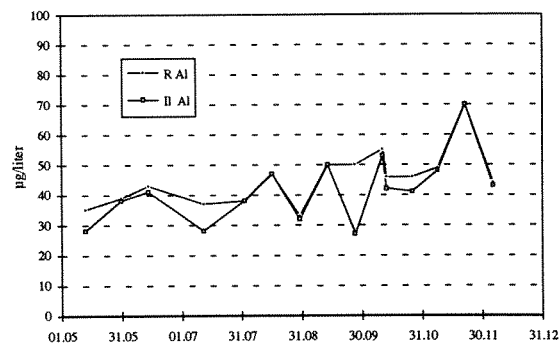
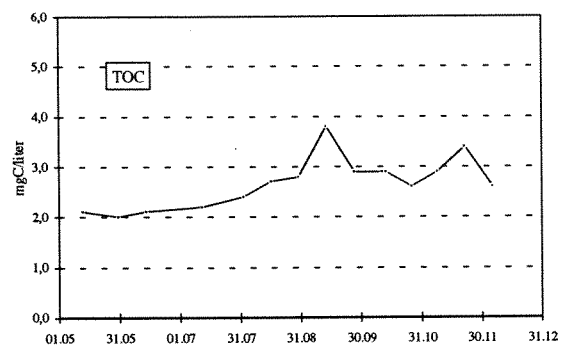
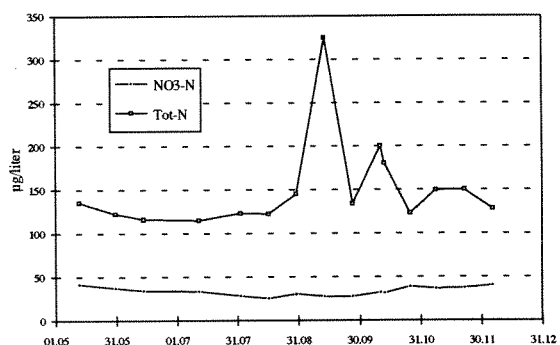
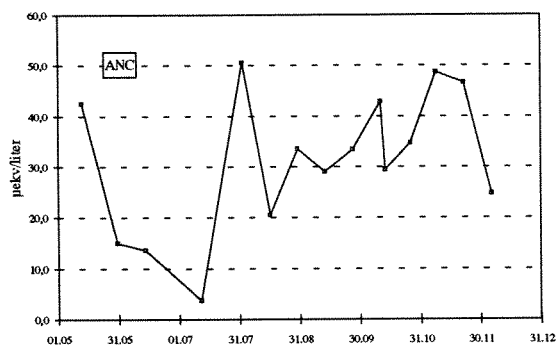
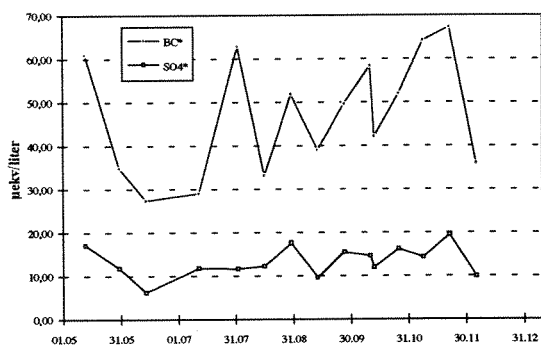
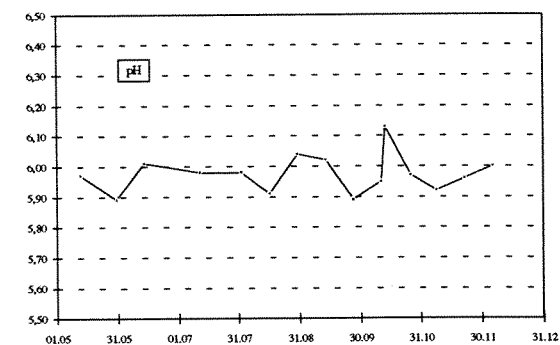
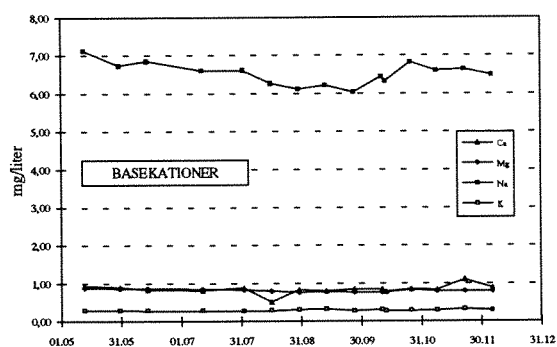
#### Lok. 4 - 36: Høstundersøkelsen

Analysedata er samlet i Vedlegg 4. Data er sammenfattet som ANC, tålegrense og overskridelse for ulike geografiske områder i tabell 3. Innsjøene er gruppert i områdene Hitra, nærområdene rundt Tjeldbergodden og områdene i nordlig retning. Data viser ganske klart at innsjøene på Hitra som gruppe har størst bufferevne (høyest ANC og tålegrense, snitt CL 126 kekv/km<sup>2</sup>·år), og overskridelsene er markert negative (gjennomsnittlig  $EX_{S+N}$  -107 kekv/km<sup>2</sup>·år). Blant innsjøene på Hitra er det likevel én med lav tålegrense og positiv overskridelse (lok. 7 Mørkdalsvatn).

Innsjøene i nærområdet (Aure og Hemne) har som gruppe lavere ANC og tålegrense (gjennomsnitt CL var 68 kekv/km<sup>2</sup>·år).  $EX_{S+N}$  lå i snitt på -48 kekv/km<sup>2</sup>·år. Bare én av innsjøene her var overskredet (lok. 20 Skarvatn). Denne innsjøen har fra 1986 blitt prøvetatt innen SFT's program for permanent overvåking av sur nedbør (100-sjøene), og har vist overskridelser mellom 0 og 20 kekv/km<sup>2</sup>·år gjennom hele denne perioden.

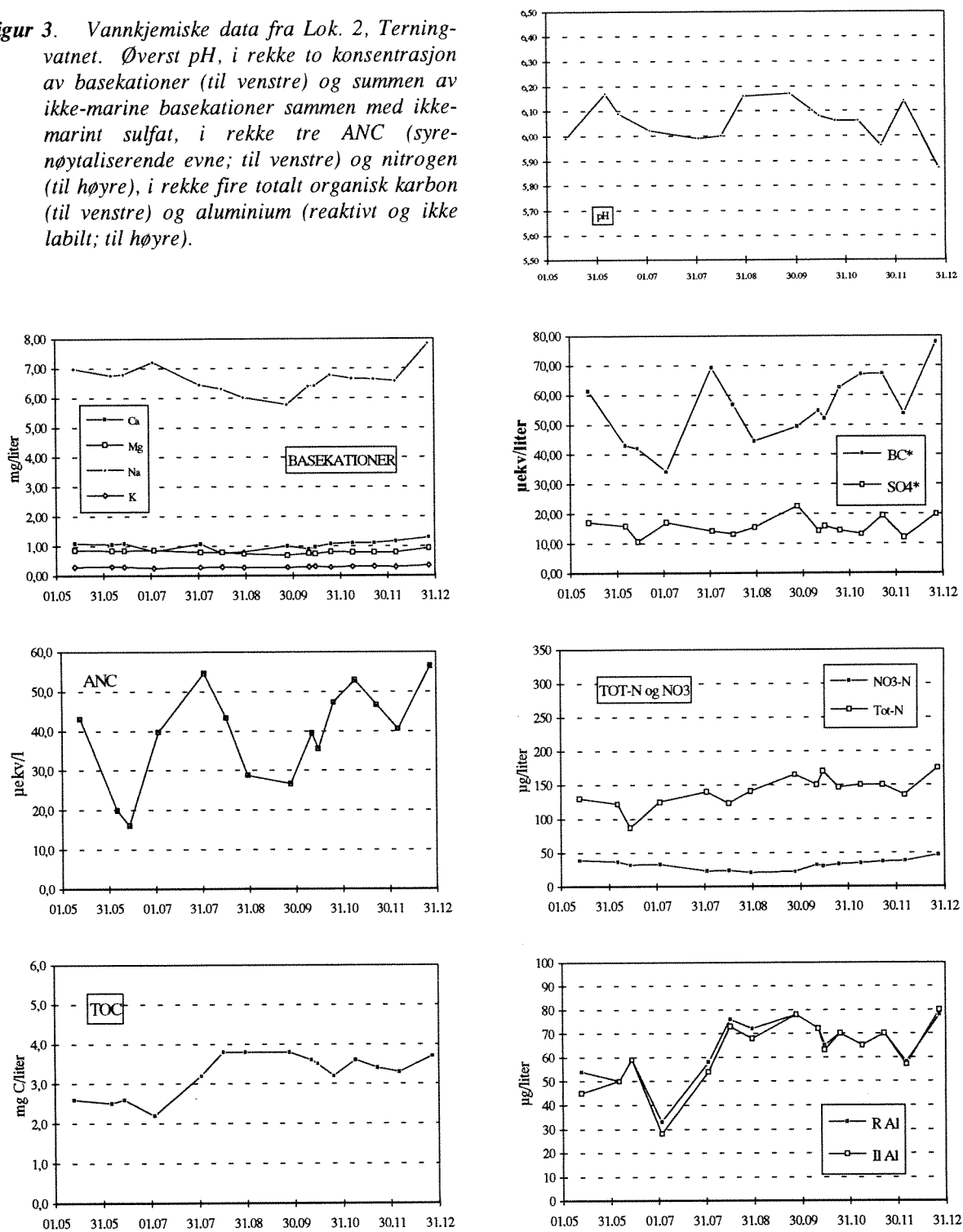
Innsjøene nord for Tjeldbergodden (Snillfjord, Agdenes og Rissa) har som gruppe det dårligste utgangspunktet for å stå imot forsuring, men nivået på ANC og CL ligger ikke mye under den forrige gruppen (tabell 3). Middelerdien for CL var 56 kekv/km<sup>2</sup>·år, og for  $EX_{S+N}$  -36 kekv/km<sup>2</sup>·år. En innsjø var såvidt overskredet (lok. 34 Dørndalsvatn). Den samme innsjøen inngikk også i 1000-sjøers programmet, og var i 1986 meget nær overskridelse ( $EX_{S+N}$  var -2 kekv/km<sup>2</sup>·år; se SFT 1987).

**Figur 2.** Vannkjemiske data fra Lok. 1, Reinsjøen. Øverst pH, i rekke to konsentrasjon av basekationer (til venstre) og summen av ikke-marine basekationer sammen med ikke-marint sulfat, i rekke tre ANC (syrenøytraliserende evne; til venstre) og nitrogen (til høyre), i rekke fire totalt organisk karbon (til venstre) og aluminium (reaktivt og ikke labilt; til høyre).

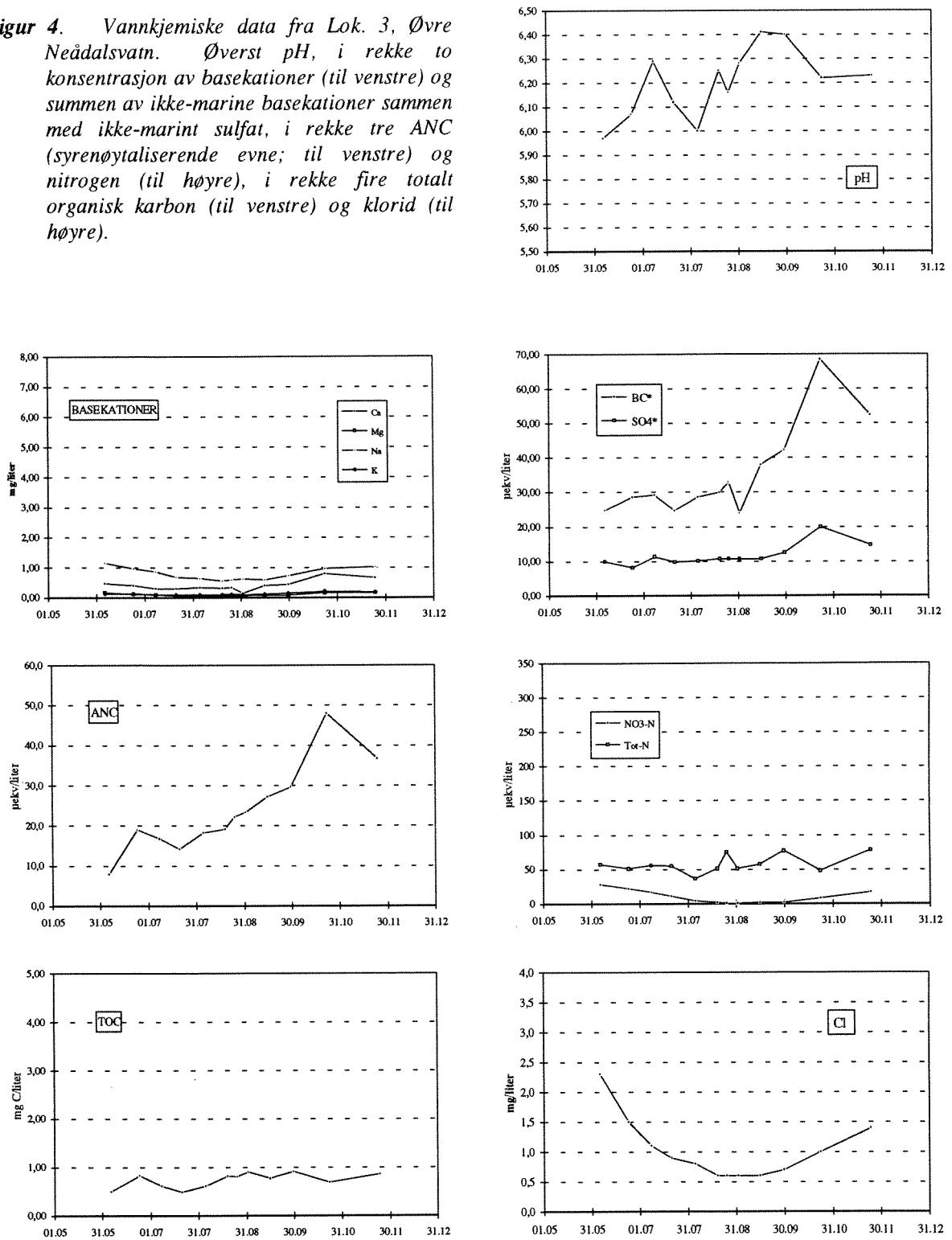




**Figur 3.** Vannkjemiske data fra Lok. 2, Terningvatnet. Øverst pH, i rekke to konsentrasjon av basekationer (til venstre) og summen av ikke-marine basekationer sammen med ikke-marint sulfat, i rekke tre ANC (syrenøytraliserende evne; til venstre) og nitrogen (til høyre), i rekke fire totalt organisk karbon (til venstre) og aluminium (reaktivt og ikke labilt; til høyre).



**Figur 4.** Vannkjemiske data fra Lok. 3, Øvre Neådalsvatn. Øverst pH, i rekke to konsentrasjon av basekationer (til venstre) og summen av ikke-marine basekationer sammen med ikke-marint sulfat, i rekke tre ANC (syrenøytraliserende evne; til venstre) og nitrogen (til høyre), i rekke fire totalt organisk karbon (til venstre) og klorid (til høyre).



**Tabell 4.** Syrenøytraliserende evne (ANC,  $\mu\text{ekv/liter}$ ), tålegrenser (CL,  $\text{kek}/\text{km}^2\cdot\text{år}$ ) og overskridelser ( $\text{EX}_S$  for svovel og  $\text{EX}_{S+N}$  for svovel + nitrogen, begge i  $\text{kek}/\text{km}^2\cdot\text{år}$ ) i områder rundt Tjeldbergodden, basert på målinger høsten 1993. Data er gruppert i geografiske områder i forhold til metanolfabrikken. Estimer for svoveldeposisjon er fra Kårvatn 1992.

**HITRA**

DATO	INNSJØ	CL	$\text{EX}_S$	$\text{EX}_{S+N}$	ANC
1021	Sagvatn	127	-109	-108	110,9
1106	Sandvatn	123	-104	-103	108,9
1023	Store Sandvatn	138	-119	-118	114,8
1023	Mørkdalsvatn	9	9	11	22,4
1023	Store Brattåvatn	66	-47	-47	69,3
1024	Lauvdalsvatn	200	-181	-181	152,4
1021	Elgfjellvatn	187	-168	-168	148,7
1024	Barlifjellvatn	126	-107	-107	98,5
1021	Terningsvatn	154	-135	-134	144,1
1021	Strandavatn	133	-114	-113	132,2
	<b>Middel</b>	<b>126</b>	<b>-108</b>	<b>-107</b>	<b>110</b>

**AURE & HEMNE**

DATO	INNSJØ	CL20	$\text{EX}_S$	$\text{EX}_{S+N}$	ANC
1021	Fonnavatn	118	-99	-99	101,3
1021	Skålvatn	88	-69	-68	68,7
1023	Holmvatn	78	-59	-58	61,1
1016	Romundsetvatn	89	-70	-69	81,5
1016	Rostollvatn	40	-21	-21	39,7
1016	Steingeitvatn	36	-17	-14	24,3
1016	Skarvatn	5	13	15	12,9
1021	Åsgårdvatn	63	-44	-40	49,4
1021	Taftøysvatn	109	-90	-90	104,5
1023	Svarttjønna	65	-47	-46	54,5
1021	Øydalsvatn	49	-30	-28	44,0
1024	Stengvatn	59	-40	-38	44,9
1016	Oternesvatn	74	-56	-55	61,5
1023	Kjønnsvikvatn	77	-58	-57	56,2
1018	Ånavatn	76	-57	-55	52,2
	<b>Middel</b>	<b>68</b>	<b>-50</b>	<b>-48</b>	<b>57</b>

**SNILLFJORD, AGDENES & RISSA**

DATO	INNSJØ	CL20	$\text{EX}_S$	$\text{EX}_{S+N}$	ANC
1015	Kjøsvatn	82	-64	-63	74,6
1016	Ø. Heggstadsætervatn	84	-65	-63	63,4
1015	Halsavatn	25	-7	-6	28,5
1016	Svartvatn	41	-22	-20	35,9
1016	Dørndalsvatn	14	5	6	20,1
1016	Roksetvatn	90	-71	-69	74,7
	<b>Middel</b>	<b>56</b>	<b>-37</b>	<b>-36</b>	<b>50</b>

## Diskusjon

Beregningene av overskridelser av tålegrenser er basert på estimert deposisjon av svovel på Kårvatn. De tall som til nå er tilgjengelige fra nedbørstasjonene i dette programmet tyder på at deposisjonen er større enn de estimatene som er lagt til grunn for beregning av overskridelser. Dette betyr at beregningene av overskridelser etter alt å dømme er underestimert. I så fall er tålegrensen for tilførsler av sterk syre overskredet i større grad enn resultatene i det følgende viser. Denne konklusjonen er likevel avhengig av at tørravsetningen i det aktuelle området ikke er vesentlig forskjellig fra Kårvatn.

Beregningene av overskridelser vil bli oppjustert med mer aktuelle deposisjonsdata så snart det foreligger estimater for totaldeposisjon (tørr og våt) for et helt år. Siden forskjellene i deposisjon synes å være større enn tidligere antatt, må derfor resultatene for overskridelser i de følgende avsnitt betraktes som foreløpige.

Data fra de 36 innsjøene gir et godt grunnlag for å vurdere den videre utvikling av forsuringssituasjonen i området. Det kan tenkes at det blir ønskelig å utvide antall lokaliteter på Fosenhalvøya. Dette avhenger av deposisjonstallene for 1993, og bør revurderes i sammenheng med beregnet transport av utslipp fra metanolfabrikken. Derimot synes antall lokaliteter på Hitra å være noe høyere enn nødvendig, tatt i betraktning områdets generelt høye tålegrenser for forsurende tilførsler.

Andre forurensningskilder i området kan selvsagt bidra til forsuring av innsjøresipienter, og derved gjøre dem mer ømfintlige for ytterligere tilførsler, og det kan da selvsagt være vanskelig å dokumentere bidragene fra de ulike kildene. I de aktuelle områdene synes utslipp fra Holla smelteverk å kunne utgjøre et slikt problem. Imidlertid er de forsurende utslipp fra smelteverket først og fremst svovel, mens de mulige effektene av metanolfabrikken vil skyldes nitrogen. Svovel har en nokså umiddelbar effekt i forhold til nitrogen, som vil holdes tilbake i nedbørfeltets vegetasjon og jordsmonn så lenge det er et begrensende næringssalt. Det vil heller ikke være noe problem å dokumentere økende nitrogenavrenning selv om innsjøene er forsuret av svovel. Derfor er det viktig at overvåkingsprogrammet omfatter lokaliteter også innen området som påvirkes av Holla smelteverk, eller andre tilsvarende kilder til forsurende forurensning. De undersøkte innsjøene som ligger nær Kyrksæterøra har relativt høye ANC-verdier, og tålegrensen er ikke overskredet i disse (tabell 4). Hvilke innsjøer som påvirkes av smelteverket er imidlertid noe usikkert.

Som figurene 2-4 viser, varierer ANC i hovedlokalitetene betraktelig gjennom sesongen. Denne tendensen var tydelig også i Øvre Neådalsvatn. Trolig skyldes dette stor deposisjon av sjøsalter under kraftig uvær de siste vintrene. Særlig kraftig var sjøsaltepisoden vinteren 1993 (Hindar *et al.* 1993). Ved ionebytting av natrium i jordsmonnet og senere utlekking får vi da et overskudd av natrium i forhold til klorid, og dette slår ut i høyere ANC-verdier. For å eliminere denne effekten, kan det bli aktuelt med andre beregningsmetoder for ANC. Erfaringsmessig ligger vannkvaliteten i innsjøer ved sirkulasjon om høsten nokså nær årsmiddel, og derfor er innsamling i de årlige undersøkelser lagt til dette tidsrommet. Analysene fra de tre hovedlokalitetene i dette programmet illustrerer også dette. Svakheten ved dette er selvsagt at organismene ikke reagerer på middelverdier, men på ekstremisituasjoner. Middelveidene gir like fullt mulighet for å vurdere sannsynligheten for at ekstremisituasjoner oppstår. Fenomenet demonstrerer tydelig hvor viktig referansestasjonen er i overvåkingsprogrammet.

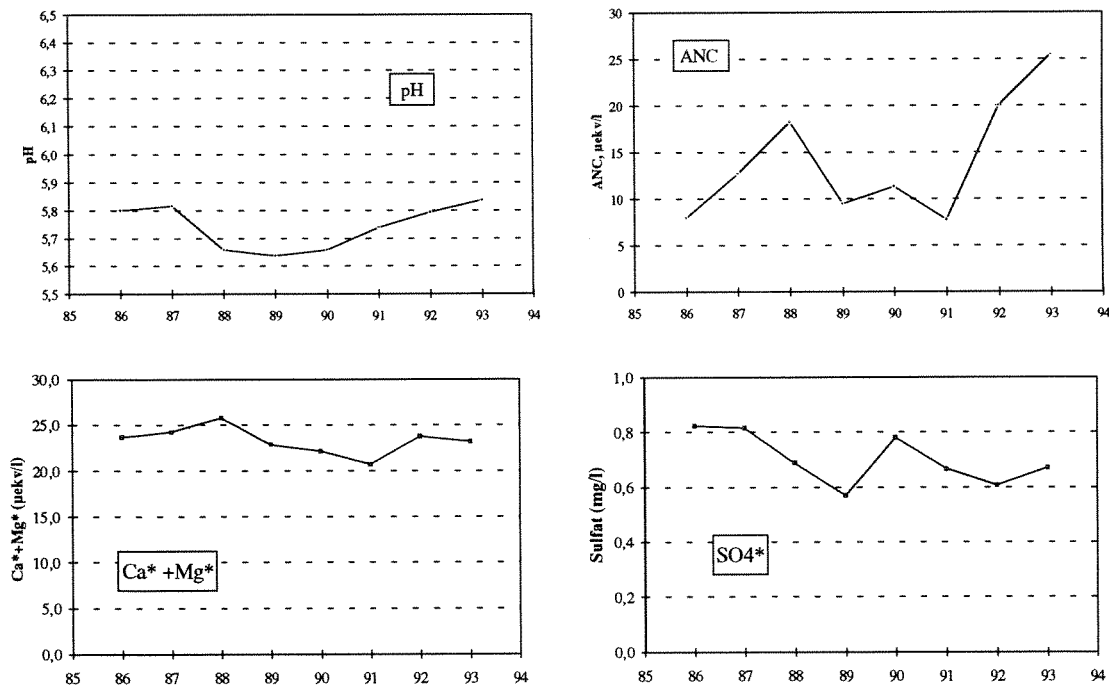
## Utvikling over tid i området

For å kunne se på forsurningsutviklingen over tid i det aktuelle området, har vi sammenfattet resultater fra 8 innsjøer som inngår i 100-sjøers undersøkelsene, og er prøvetatt hver høst fra 1986. En av disse (lok. 20 Skarvatn) er også med i programmet for Tjeldbergodden fra 1993. Analyse-data for disse innsjøene finnes i SFT's årlige rapporter for langtransportert forurensning, f. eks. SFT (1993). De aktuelle innsjøene i denne framstillingen er listet i tabell 5. Figur 5 viser middelverdier fra disse innsjøene.

I dette området, som er generelt lite belastet med forsurende nedfall, har perioden 1991 - 93 vist en gunstig utvikling. Både pH og ANC har øket noe, og overskridelsene var i 1993 negative (dvs. tålegrensen ikke overskredet). Årsaken til økningen i ANC ligger i økt transport av sjøsalter, mens både basekationene Ca og Mg samt sulfat-nivået har ligget nokså konstant. For Sør-Norge er det funnet en generell nedgang i nedfall av svovel, mens nitrat-deposisjonen har økt. Nitrat-mengden i de 100-sjøer som er aktuelle her har ligget nokså konstant rundt 20 µg/l.

**Tabell 5.** Innsjøer som inngår i 100-sjøersundersøkelsene i det aktuelle området rundt Tjeldbergodden. Data fra disse innsjøene i perioden 1986 - 93 er brukt som grunnlag for figur 5 nedenfor.

Kommune	Innsjø
Eid	Movatn
Molde	Lundalsvatn
Vanylven	Blæjevatt
Aure	Skarvatn
Åfjord	Grovlivatn
Åfjord	Skjerivatn
Namdalseid	Bjørnfarvatn
Grong	Grytsjøen



**Figur 5.** Utvikling i noen forsurningsparametre i aktuelle innsjøer rundt Tjeldbergodden 1986 -1993. Figurene viser middelverdier av målinger i 8 innsjøer fra 100-sjøersundersøkelsen (se tabell 4).

## Vannbiologi

De innsamlete data vil først og fremst tjene som dokumentasjon for basistilstand før metanol-fabrikken starter opp. Resultatene presenteres her uten særlig omfattende omtale. For prøvefiskets del gjenstår det å bestemme alder ut fra skjell og otolitter. En videre omtale av aldersstruktur og størrelsesfordeling vil bli presentert når dette materialet er ferdig bearbeidet.

### Dyre- og planteplankton

Sammensetningen av dyreplankton er vist i tabell V5. Artslister for planteplankton er vist i tabell V6 for Reinsjøen og tabell V7 for Terningvatn.

Dyreplanktonsamfunnene i de to innsjøene er ganske like, og nokså typisk for innsjøer med bestander av både aure og røye. Fiskebestanden er trolig den enkelt-faktor som har størst betydning for artssammensetning og dominans i disse innsjøene.

Artslistene omfatter de forsuringfølsomme arter av slekten *Daphnia* og *Cyclops*. Også en rekke av de registrerte hjuldyrartene ser ut til å bli borte i forsurete innsjøer (Hobæk og Raddum 1980). Ved forsuring har det vist seg at dominansforholdene endrer seg ganske markert, i tillegg til at enkelte følsomme arter forsvinner. For å dokumentere disse forholdene i innsjøene, bør det analyseres prøver fra flere årstider. Det er derfor foreløpig ikke gått nærmere inn på dominansforholdene i disse enkeltprøvene.

### Bunndyr

Innholdet i prøvene er sammenstilt i tabell V8 og V9 for Reinsjøen og tabell V10 og V11 for Terningvatn.

Bunndyrsamfunnene i strandsonen og utløpselva i Reinsjøen var dominert av fjærmygglarver, men også døgnfluelarver og vårfluelarver var vanlige i flere av lokalitetene. Det ble registrert til sammen tre døgnfluearter, fem steinfluearter og åtte arter vårfluer i Reinsjøen ved de to innsamlingstidspunktene. I strandsonen ble det registrert småmuslinger, *Pisidium* sp. og en snegleart, *Lymnaea peregra*. Sistnevnte art er svært følsom ovenfor forsuringer (Økland og Økland 1986). Noen av de andre registrerte artene, døgnfluen *Centropilum luteolum* og steinfluene *Capnia* sp. og *Isoperla* sp., må betegnes moderat forsuringfølsomme.

I Terningvatnet var faunaen noe rikere enn i Reinsjøen. Antall registrerte arter innen gruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer var henholdsvis 4, 9 og 8. I utløpselva ble det registrert en døgnflueart, *Baetis rhodani*, som er svært sensitiv ovenfor surt vann. I tillegg ble det registrert flere moderat sensitive arter: *Capnia* sp., *Isoperla grammatica*, *Diura nanseni*, to arter *Hydropsyche* og *Apatania* sp.

Funn av grupper med både høy og moderat sensitivitet overfor surt vann viser at begge lokaliteter i dag er lite påvirket av forsuring. Slike lokaliteter er også velegnet i overvåkingssammenheng (Raddum *et al.* 1988, Fjellheim og Raddum 1990). En moderat forsuring vil først slå ut de mest ømfintlige artene, dersom tilstanden forverres ytterligere vil de moderat sensitive artene rammes.

## Fisk i Reinsjøen

Fangsten i Reinsjøen fordelte seg slik:

Garnsett	Aure	Røye
8-garn	32	19
3-garn	33	10
Sum	65	29

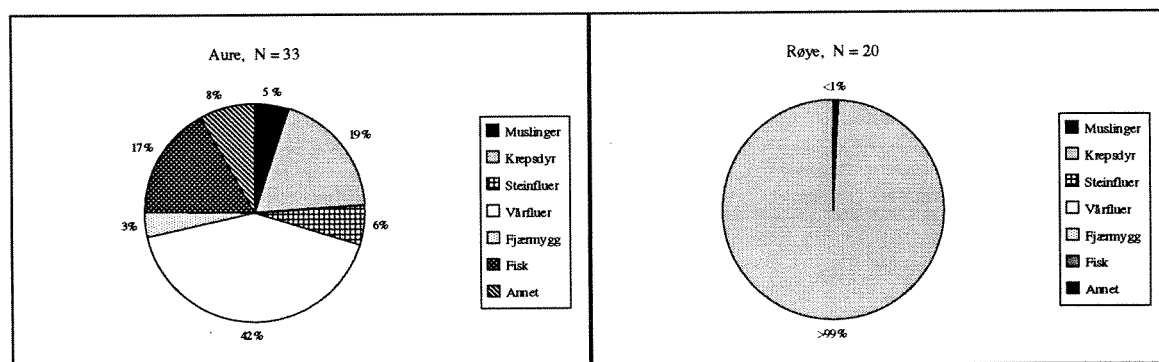
Alle fiskene ble registrert med lengde, vekt, kjønn, stadium, kjøttfarge, og det ble tatt prøver av skjell/ørstein fra samtlige fisk for senere aldersbestemmelse. Det har ikke vært rom for å gjøre aldersbestemmelser på 1993-budsjettet. Det ble tatt mageprøver av alle røyene og et tredve-talls aure. Disse er opparbeidet av Arne Fjellheim sammen med bunndyrmaterialet.

De 65 aurene hadde en snittlengde på 18,1 cm, og en snittvekt på 56,4 g. Største fisk var 26,7 cm lang og veide 140 g. De fleste fiskene hadde hvit kjøttfarge, og en del var lys røde. Gjennomsnittlig K- faktor (kondisjonsfaktor) var 0,83.

Gjennomsnittslengden for de 29 røyene var 20,6 cm, med en snittvekt på 68,7 g. Den største var 22,1 cm og veide 82 g. K-faktoren lå i snitt på 0,79, og de aller fleste fiskene var hvite i kjøttet.

Innholdet i magene til fisken er vist i figur 6. Auren hadde en relativt variert diett, der vårfluer var det viktigste elementet. Røya derimot hadde nesten utelukkende spist dyreplankton, i alt vesentlig vannlopper.

I Reinsjøen fant vi også stingsild, men for denne arten har vi ingen ytterligere opplysninger.



Figur 6 . Volumprosent mageinnhold hos aure og røye fra Reinsjøen 17.10.93

## Fisk i Terningvatn

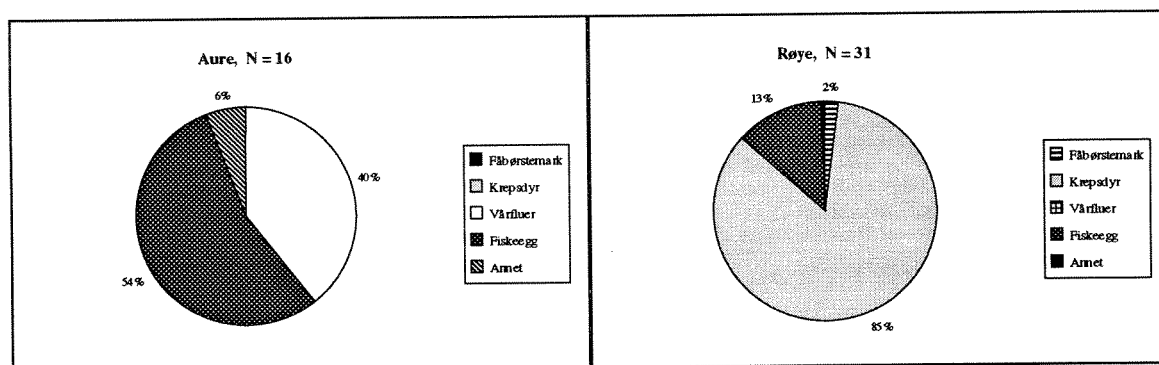
Fangsten av aure og røye i Terningvatnet fordelte seg slik:

Garnserie	Aure	Røye
8-garn	7	199
3-garn	11	190
Sum	18	389

Alle aurene og 50 røyer fra 3-garnserien ble registret med lengde, vekt, kjønn, stadium, kjøttfarge, og skjell/ørestein for aldersbestemmelser. Det ble også tatt mageprøver av alle aurene og 31 røyer. De resterende røyene fra 3-garnserien ble veid og lengdemålt.

De 18 aurene hadde en snittlengde på 22,1 cm, og snittvekt på 114,4 g. Største fisk var 28,5 cm lang og veide 234 g. 12 av fiskene var hvite, og de resterende 6 lys røde i kjøttet. Gjennomsnittlig K-faktor lå på 0,92. For de 189 målte røyene var snittlengden 17,6 cm, og snittvekten 38 g. Den største var 22,2 cm og veide 68 g. 199 røyer fra 8-garnserien ble veid samlet (7292 g, middelvekt 36,64 g). Røya hadde en gjennomsnittlig K-faktor på rundt 0,70, og var altså relativt mager.

Mageinnholdets sammensetning er vist i figur 7. Næringsvalget hos auren i Terningvatnet var ganske forskjellig fra det i Reinsjøen, med kraftig dominans av fiskeegg i auren's mageinnhold. Dette har sammenheng med at røya var midt i gytingen under prøvofisaket. Innslaget av vårfluer var omtrent som Reinsjøen, rundt 40 volumprosent. Røya hadde spist mest vannlopper fra dyreplanktonet, men hadde også et markert innslag av fiskeegg.



Figur 7 . Volumprosent mageinnhold hos aure og røye fra Terningvatnet 16.10.93



## AVVIK FRA PROSJEKTBEKRIVELSEN

---

Bunndyrundersøkelsene er gjennomført både vår og høst, istedet for bare én gang som beskrevet i programmet. Dette er gjort for at ihvertfall én av de mer følsomme biologiske parametrene skulle få rimelig god dekning (se nedenfor).

Øvre Neådalsvatn er relativt tungt tilgjengelig, og var derfor planlagt undersøkt mht. bunndyr, dyreplankton og planteplankton under innsamlingstoktet i oktober. Dette lot seg ikke gjennomføre pga. værforholdene. Vannet var på dette tidspunktet islagt. Vi har imidlertid en del tidligere data å støtte oss til, både fra 1978 (SNSF-prosjektet) og fra AL:PE programmet (1992). Dette gjelder vannkjemi, dyreplankton, planteplankton, bunndyr og fisk. Det er f. eks. dokumentert forsuringsfølsomme arter blant dyreplankton (*Cyclops scutifer*) og bunndyr (flimmerormen *Crenobia alpina*; døgnfluen *Siphonurus lacustris*).

Vi tar sikte på å få gjennomført de planlagte undersøkelsene i Ø. Neådalsvatn i august 1994.

### Konsekvenser for 1994

I prosjektbeskrivelsen er det lagt opp til én befaring mht. vannbiologi (fisk, plankton, bunndyr) i de tre hovedinnsjøene, og denne skal gjentas hvert 5. år. Dette er svært knapt for en rimelig beskrivelse av de biologiske samfunn i lokalitetene. Dette gjelder spesielt mht. planteplankton-samfunnet, som normalt gjennomgår meget raske svingninger i biomasse og sammensetning gjennom sesongen. Vi foreslår derfor at det i 1994 gjennomføres en noe mer omfattende registrering enn i 1993, og at denne gjentas når metanolfabrikken starter opp driften. En fornuftig beskrivelse av samfunnets dynamikk kan oppnås med månedlig befaring mai-oktober, med 5-6 innsamlinger istedet for 1. I Øvre Neådalsvatn er det ikke nødvendig med så hyppig prøvetaking, fordi dette ligger høyere og har kortere sesong. 4 prøver (juni -september) er tilstrekkelig.

## HENVISNINGER

---

- Fjellheim, A. og Raddum, G. G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. - *The Science of the Total Environment* 96: 57-66.
- Henriksen, A., L. Lien, T.S. Traaen og S. Taubøll. 1992. Tålegrenser for overflatevann - Kartlegging av tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for tilførsler av sterke syrer. *Naturens tålegrenser, Rapport 34. NIVA-rapport, l.nr. 2819, 29 s.*
- Hindar, A., A. Henriksen, K. Tørseth og L. Lien. 1993. Betydningen av sjøsaltanriket nedbør i vassdrag og mindre nedbørfelt. *Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport, l.nr. 2917, 42 s.*
- Hobæk, A. og Raddum, G.G. 1980. Zooplankton communities in acidified lakes in South Norway. *SNSF-prosjektet, IR 75/80. 132 s.*
- Raddum, G.G., Fjellheim, A. og Hesthagen, T. 1988. Monitoring of acidification by the use of aquatic organisms. - *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23: 2291 -2297.
- Økland, J. og Økland, K. A. 1986. The effects of acid deposition on benthic animals in lakes and streams. - *Experientia* 42: 471-486.
- SFT 1987. 1000 sjøers undersøkelsen 1986. Rapport 282/87.
- SFT 1993. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Rapport 533/93.

## VEDLEGGSTABELLER 1 - 11

---

Tabell V1.	Analysedata fra lok. 1 Reinsjøen
Tabell V2.	Analysedata fra lok. 2 Terningvatn
Tabell V3.	Analysedata fra lok. 3 Øvre Neådalsvatn
Tabell V4.	Analysedata fra lok. 4 - 36 (høstundersøkelsen)
Tabell V5.	Dyreplankton i Reinsjøen og Terningvatn
Tabell V6.	Planteplankton i Reinsjøen
Tabell V7.	Planteplankton i Terningvatn
Tabell V8.	Bunndyr i Reinsjøen 13.05.93
Tabell V9.	Bunndyr i Reinsjøen 17.10.93
Tabell V10.	Bunndyr i Terningvatn 13.05.93
Tabell V11.	Bunndyr i Terningvatn 16.10.93

Tabell VI. Analyseresultater fra lok. 1 Reinsjøen 1993

Dato	pH	Kond mS/m	ALK mmol/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al <sub>r</sub> µg/l	Al <sub>o</sub> µg/l	Al <sub>i</sub> µg/l	TOC mgC/l	ANC µekv/l
13.05	5,97	5,22	0,041	12,0	2,5	41	135	0,93	0,88	7,12	0,29	35	28	7	2,1	42,4
31.05	5,89	5,03	0,039	12,4	2,3	37	122	0,89	0,86	6,73	0,29	39	38	1	2,0	15,0
14.06	6,01	4,55	0,048	13,6	2,2	34	116	0,83	0,86	6,85	0,28	43	41	2	2,1	13,6
12.07	5,98	5,14	0,045	12,4	2,3	33	115	0,81	0,84	6,60	0,28	37	28	9	2,2	3,7
02.08	5,98	5,03	-	11,0	2,1	28	123	0,88	0,83	6,61	0,27	38	38	0	2,4	50,6
16.08	5,91	4,97	0,041	10,8	2,1	25	122	0,51	0,80	6,26	0,28	47	47	0	2,7	20,6
30.08	6,04	4,85	0,039	10,4	2,3	30	145	0,82	0,76	6,11	0,30	33	32	1	2,8	33,5
13.09	6,02	-	0,054	11,0	2,0	27	325	0,80	0,78	6,22	0,32	50	50	0	3,8	29,0
27.09	5,89	4,61	0,045	10,4	2,2	27	134	0,85	0,76	6,04	0,27	50	27	23	2,9	33,5
11.10	5,95	4,51	0,047	10,7	2,2	32	200	0,85	0,76	6,44	0,30	55	53	2	2,9	42,8
13.10	6,13	4,74	0,047	10,9	2,1	31	180	0,78	0,76	6,31	0,27	46	42	4	2,9	29,4
26.10	5,97	3,88	0,048	11,6	2,4	38	123	0,85	0,83	6,82	0,28	46	41	5	2,6	34,6
08.11	5,92	4,87	0,043	10,8	2,2	36	149	0,83	0,80	6,60	0,29	49	48	1	2,9	48,7
22.11	5,96	4,96	0,051	11,2	2,5	37	150	1,10	0,80	6,63	0,32	70	70	0	3,4	46,6
06.12	6,00	5,00	0,045	11,6	2,1	40	128	0,87	0,80	6,48	0,29	44	43	1	2,6	24,7
median	5,97	4,92	0,045	11,0	2,2	33,0	134,0	0,85	0,80	6,60	0,29	46	41	1	2,7	33,5
middel	5,97	4,81	0,045	11,4	2,2	33,1	151,1	0,84	0,81	6,52	0,29	45,5	41,7	3,7	2,7	31,2
SD	0,06	0,34	0,004	0,9	0,1	5,0	53,7	0,12	0,04	0,30	0,02	9,2	11,3	6,0	0,5	13,9
max	6,13	5,22	0,054	13,6	2,5	41	325	1,10	0,88	7,12	0,32	70	70	23	3,8	50,6
min	5,89	3,88	0,039	10,4	2,0	25	115	0,51	0,76	6,04	0,27	33	27	0	2,0	3,7

Tabell V2. Analyseresultater fra lok. 2 Terningvatn 1993

Dato	pH	Kond mS/m	ALK mmol/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al <sub>r</sub> µg/l	Al <sub>o</sub> µg/l	Al <sub>i</sub> µg/l	TOC mgC/l	ANC µekv/l
13.05	5,99	5,36	0,044	12,0	2,5	39	130	1,09	0,86	6,98	0,30	54	45	9	2,6	43,1
06.06	6,17	5,36	0,044	12,4	2,5	37	122	1,06	0,85	6,75	0,31	50	50	0	2,5	19,9
14.06	6,09	4,65	0,054	12,8	2,3	32	87	1,09	0,85	6,79	0,30	59	59	0	2,6	16,1
03.07	6,02	4,86	0,040	12,0	2,5	33	125	0,83	0,86	7,21	0,27	33	28	5	2,2	39,8
02.08	5,99	5,07	0,043	10,8	2,2	23	140	1,07	0,80	6,44	0,29	58	54	4	3,2	54,6
16.08	6,00	4,97	0,047	10,5	2,1	24	123	0,75	0,80	6,30	0,30	76	73	3	3,8	43,3
30.08	6,16	4,77	0,055	10,4	2,2	21	141	0,81	0,73	6,02	0,28	72	68	4	3,8	28,8
27.09	6,17	4,75	0,046	10,1	2,5	22	165	1,01	0,69	5,76	0,29	78	78	0	3,8	26,6
11.10	6,10	4,59	0,037	10,8	2,2	32	150	0,90	0,75	6,39	0,30	72	72	0	3,6	39,5
15.10	6,08	4,86	0,047	11,0	2,3	30	170	0,97	0,74	6,40	0,32	65	63	2	3,5	35,5
25.10	6,06	4,96	0,048	11,5	2,3	33	146	1,07	0,81	6,77	0,29	70	70	0	3,2	47,3
08.11	6,06	4,95	0,048	11,2	2,2	35	150	1,10	0,79	6,65	0,31	65	65	0	3,6	52,8
22.11	5,96	4,96	0,051	11,2	2,5	37	150	1,10	0,80	6,63	0,32	70	70	0	3,4	46,6
06.12	6,14	5,00	0,050	11,6	2,2	38	135	1,16	0,80	6,55	0,30	58	57	1	3,3	40,5
27.12	5,87	5,99	0,056	13,2	2,8	47	175	1,29	0,93	7,83	0,35	78	80	0	3,7	56,4
median	6,06	4,96	0,047	11,20	2,30	33,00	141,0	1,07	0,80	6,63	0,30	65,00	65,00	0,00	3,40	40,5
middel	6,06	5,01	0,047	11,43	2,35	32,20	140,6	1,02	0,80	6,63	0,30	63,87	62,13	1,87	3,25	39,4
SD	0,09	0,35	0,005	0,90	0,19	7,27	22,1	0,14	0,06	0,49	0,02	12,22	13,79	2,67	0,53	12,14
max	6,17	5,99	0,056	13,2	2,8	47	175	1,29	0,93	7,83	0,35	78	80	9	3,8	56,4
min	5,87	4,59	0,037	10,1	2,1	21	87	0,75	0,69	5,76	0,27	33	28	0	2,2	16,1

Tabell V3. Analyseresultater fra lok. 3 Øvre Neådalsvatn 1993

	pH	Kond	ALK	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N	Ca	Mg	Na	K	Al <sub>r</sub>	Al <sub>n</sub>	Al <sub>i</sub>	TOC	ANC
Dato	mS/m	mmol/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l
06.06	5,97	1,32	0,038	2,3	0,8	28	57	0,47	0,17	1,16	0,14	10	<10	0	0,50	7,9
24.06	6,07	1,00	0,051	1,5	0,6	22	51	0,41	0,12	0,96	0,13	10	<10	0	0,83	19,0
08.07	6,29	0,82	0,045	1,1	0,7	17	56	0,30	0,10	0,87	0,10	<10	<10	0	0,62	16,8
21.07	6,12	1,06	0,045	0,9	0,6	11	55	0,30	0,07	0,68	0,10	<10	<10	0	0,49	14,2
05.08	6,00	0,74	0,042	0,8	0,6	4	36	0,34	0,07	0,65	0,10	<10	<10	0	0,62	18,2
19.08	6,25	0,71	0,053	0,6	0,6	2	51	0,32	0,07	0,56	0,10	<10	<10	0	0,82	19,1
25.08	6,16	0,71	0,045	0,6	0,6	1	75	0,34	0,07	0,60	0,11	10	10	0	0,81	22,1
01.09	6,28	0,71	0,055	0,6	0,6	1	51	0,15	0,07	0,62	0,10	<10	<10	0	0,90	23,3
15.09	6,41	0,71	0,055	0,6	0,6	2	57	0,41	0,09	0,60	0,11	<10	<10	0	0,77	27,2
30.09	6,40	0,77	0,078	0,7	0,7	2	77	0,44	0,08	0,73	0,15	<10	<10	0	0,91	29,7
23.10	6,22	1,20	0,077	1,0	1,1	8	48	0,79	0,16	0,96	0,21	<10	<10	0	0,69	48,0
24.11	6,23	1,21	0,063	1,4	0,9	17	78	0,66	0,17	1,02	0,19	15	11	4	0,86	36,7
median	6,23	0,80	0,05	0,85	0,60	6,00	55,50	0,38	0,09	0,71	0,11	<10	<10	0,00	0,79	20,61
middel	6,20	0,91	0,05	1,01	0,70	9,58	57,67	0,41	0,10	0,78	0,13	<10	<10	0,33	0,74	23,53
SD	0,14	0,23	0,01	0,51	0,16	9,34	12,77	0,17	0,04	0,20	0,04	-	-	1,15	0,15	10,75
max	6,41	1,32	0,08	2,3	1,1	28	78	0,79	0,17	1,16	0,21	15	11	4	0,91	48,0
min	5,97	0,71	0,04	0,6	0,6	1	36	0,15	0,07	0,56	0,10	<10	<10	0	0,49	7,9

Tabell V4. Vannkjemiske målinger fra lok. 4-36 (høstundersøkelsen 1993)

Lok.		pH	Kond	ALK	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N	Ca	Mg	Na	K	Al <sub>r</sub>	Al <sub>o</sub>	Al <sub>i</sub>	TOC	ANC
nr.	Dato		mS/m	mmol/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l
4	11.09	6,17	10,70	0,094	25,0	4,0	8	190	1,55	1,63	15,50	0,56	77	77	0	6,2	110,9
5	23.10	6,56	10,60	0,134	24,0	3,8	28	380	2,54	1,52	16,20	0,68	117	114	3	10,5	215,7
6	23.10	6,26	8,40	0,066	20,0	3,2	9	210	1,45	1,33	12,70	0,47	103	100	3	7,4	114,8
7	23.10	6,08	7,18	0,041	18,0	2,7	16	116	1,01	1,13	10,00	0,36	44	42	2	2,5	22,4
8	23.10	5,87	3,79	0,044	7,9	1,5	6	235	0,56	0,54	5,64	0,46	60	60	0	7,0	74,9
9	24.10	6,62	4,45	0,111	8,2	1,6	6	180	1,76	0,75	5,96	0,34	55	60	0	6,7	152,4
10	23.10	6,26	7,12	0,102	15,5	2,2	1	335	1,30	1,10	10,70	0,43	157	157	0	14,5	148,7
11	24.10	6,06	5,72	0,076	12,8	2,2	1	240	1,22	0,93	8,28	0,31	100	104	0	10,4	98,5
12	14.10	6,34	8,43	0,108	18,5	2,7	13	350	2,07	1,33	11,40	0,57	67	67	0	9,0	144,1
13	14.10	6,19	6,11	0,082	13,0	2,0	8	285	1,44	0,93	8,83	0,34	97	97	0	11,5	132,2
14	14.10	6,22	3,30	0,063	5,7	1,4	3	235	0,70	0,47	4,88	0,22	122	120	2	9,5	101,3
15	14.10	5,94	3,82	0,068	7,5	2,1	4	170	0,80	0,52	5,40	0,26	102	101	1	6,5	68,7
16	23.10	6,32	2,26	0,060	3,9	1,2	8	119	0,79	0,36	2,84	0,16	41	42	0	3,3	61,1
17	16.10	5,97	4,39	0,038	9,1	1,8	8	270	0,75	0,68	6,35	0,26	97	96	1	9,8	81,5
18	16.10	6,33	2,55	0,060	5,1	1,3	8	105	0,58	0,41	3,31	0,18	32	28	4	2,5	39,7
19	16.10	6,26	2,82	0,053	5,8	1,8	30	90	0,71	0,44	3,42	0,28	14	<10	4	1,0	24,3
20	16.10	5,96	2,18	0,034	4,6	1,2	13	98	0,28	0,32	2,86	0,15	28	24	4	1,5	12,9
21	14.10	6,35	4,40	0,031	9,5	2,0	37	137	1,16	0,67	5,57	0,25	40	40	0	3,3	49,4
22	14.10	5,39	6,15	0,041	13,0	2,1	7	355	0,83	0,89	8,99	0,38	157	156	1	15,0	104,5
23	23.10	6,27	2,91	0,056	5,5	1,4	4	132	0,79	0,47	3,92	0,18	50	52	0	3,9	68,6
24	14.10	5,70	5,53	0,035	12,4	2,5	25	170	0,84	0,89	7,45	0,33	84	81	3	4,8	44,0
25	24.10	6,19	3,29	0,047	7,0	1,6	16	84	0,82	0,52	4,31	0,22	21	20	1	1,8	44,9
26	16.10	6,03	9,94	0,047	16,0	3,4	8	180	1,18	1,11	9,73	0,42	77	74	3	5,4	61,5
27	23.10	6,07	2,87	0,055	5,0	1,5	7	190	0,83	0,44	4,00	0,22	85	88	0	7,1	84,5
28	18.10	5,91	3,36	0,048	6,7	1,7	17	180	0,95	0,53	4,17	0,21	57	53	4	5,9	52,2
29	15.10	6,34	7,40	0,046	17,2	3,3	<1	170	1,43	1,19	10,30	0,44	62	63	0	5,7	74,6
30	16.10	5,70	4,65	0,027	9,7	2,2	20	235	0,94	0,77	6,10	0,34	120	116	4	8,7	63,4
31	15.10	5,78	5,77	0,043	13,6	2,7	11	135	0,79	0,88	8,02	0,33	100	90	10	4,4	28,5
33	16.10	5,54	4,95	0,039	11,2	2,2	17	180	0,72	0,74	6,78	0,28	100	91	9	5,7	35,9
34	16.10	5,52	4,82	0,033	11,2	2,2	13	155	0,63	0,73	6,55	0,25	70	63	7	4,7	19,9
35	16.10	6,12	3,44	0,068	6,6	1,6	17	230	0,96	0,54	4,54	0,22	87	85	2	6,9	74,7

**Tabell V5.** Sammensetning av dyreplankton i Lok. 1 Reinsjøen og Lok. 2 Terningvatn. Andelen av de ulike arter er indikert slik: +++ (dominerende), ++ (vanlig), + (sparsom), e (enkelte individer).

	Reinsjøen	Terningvatn
Dyp	25 - 0 m	30 - 0 m
Dato	30.09.93	1.10.93
Gruppe/art		
Vannlopper		
<i>Holopedium gibberum</i>	e	e
<i>Daphnia galeata</i>	++	++
<i>Bosmina longispina</i>	+	+++
<i>Bythotrephes longimanus</i>	e	e
<i>Leptodora kindti</i>	e	e
Hoppekreps		
<i>Arctodiaptomus laticeps</i>	+	+
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i>	++	++
<i>Cyclops scutifer</i>	e	+
Cyclopide copepodittlarver	+	++
Cyclopoide naupliuslarver	+++	++
Hjuldyr		
<i>Kellicottia longispina</i>	+++	+++
<i>Keratella cochlearis</i>		e
<i>Keratella hiemalis</i>	e	e
<i>Asplanchna priodonta</i>	++	
<i>Conochilus sp.</i>	+	+
<i>Ploesoma sp.</i>	e	e



Tabell V6. Planteplankton i lok. 1 Reinsjøen 30.09.93 (blandprøve 0-10 m dyp).

Gruppe/art	Celler pr. liter
<b>CYANOPHYCEAE</b>	
Aphanothece clathrata (kolonier)	8.700
Chroococcus cf. giganteus	5.900
Merismopedia sp.	4.891.700
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>	
Cryptomonas spp.	3.700
Rhodomonas lacustris	
var. nannoplanktonica	6.700
Ubest. cryptophyce (6 µm)	23.100
<b>DINOPHYCEAE</b>	
Ubest. thecat dinofl. 6 µm	11.800
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>	
Dinobryon (løse celler)	11.500
Mallomonas sp.	1.500
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>	
Melosira sp. (d = 4 µm)	11.500
Ubest . pennat diatome (23 µm)	200
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>	
Trachelomonas volvocina	28.800
<b>CHLOROPHYCEAE</b>	
Ankistrodesmus fusiformis	57.700
Cosmarium sp. (5 µm)	2.900
Elakatothrix genevensis	1.600
Monoraphidium dybowskii	2.900
M. komarkowae	63.400
<b>UKLASSIFISERT</b>	
Små coccoide celler, <5 µm	2.792.000
Små coccoide celler, 5-10 µm	415.300
Små flagellater, <5 µm	876.800
Små flagellater, <5-10 µm	207.700

Tabell V7. Planteplankton i Terningvatnet 1.10.93 (blandprøve 0 - 10 m dyp)

Gruppe/art	Celler pr. liter
<b>CYANOPHYCEAE</b>	
Aphanothece clathrata (kolonier)	5.800
Merismopedia sp.	646.000
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>	
Cryptomonas spp.	2.900
Rhodomonas lacustris	
var. nannoplanktonica	10.300
Ubest. cryptophyce (6 µm)	17.300
<b>DINOPHYCEAE</b>	
Gyrodinium/Gymnodinium sp. (4 µm)	2.900
Ubest. thecat dinofl. 6 µm	11.500
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>	
Bitrichia chodati	8.700
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>	
Melosira sp. (d = 6 µm)	14.400
Ubest . pennat diatome (3 µm)	2.900
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>	
Trachelomonas volvocina	51.900
<b>CHLOROPHYCEAE</b>	
Ankistrodesmus fusiformis	54.800
Chlamydomonas sp.	2.900
Dictyosphaerium pulchellum	214.300
Elakatothrix genevensis	10.300
Monoraphidium dybowskii	2.900
M. komarkowae	46.100
Oocystis cf. borgei	46.100
<b>UKLASSIFISERT</b>	
Små coccoide celler, <5 µm	2.076.700
Små coccoide celler, 5-10 µm	207.700
Små flagellater, <5 µm	715.300
Små flagellater, <5-10 µm	369.200

Tabell V8. Bunndyr (antall individer) i Reinsjøen 13.05.93

Dyregruppe/art:	St. 1 Strandsone	St. 2 Utløpsos	St. 3 Utløpselv
Rundmark:	1		7
Fåbørstemark:	8	2	
Krepsdyr:	14	9	7
Snegl:			
<i>Lymnaea peregra</i>	3		
Muslinger:			
<i>Pisidium sp.</i>	2		
Midd:	1	4	5
Døgnfluer:			
<i>Leptophlebia vespertina</i>	28	2	2
<i>Centropilum luteolum</i>	1	2	7
Steinfluer:			
<i>Leuctra fusca</i>	4	3	2
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	3		
<i>Isoperla sp.</i>			2
Vårfluer:			
<i>Hydroptila sp.</i>			2
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1		2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	4	29	11
<i>Halesus sp.</i>			2
Limnephilidae indet.	1		
Fjærmygg larver:	61	60	49
Fjærmygg pupper:	4	6	9
Knott:			3
Andre tovinger:	1		3
Biller:	6	2	1
Fiskeegg:	7		
Fisk:			1

Tabell V9. Bunndyr (antall individer) i Reinsjøen 16.10.93.

Dyregruppe/art:	St. 1 Strandsone	St. 2 Utløpsos	St. 3 Utløpselv
Rundmark:	7	7	1
Fåbørstemark:	3	4	2
Krepsdyr:	25	13	5
Snegl:			
<i>Lymnaea peregra</i>	2		
Midd:	9	9	4
Døgnfluer:			
<i>Baetis rhodani</i>			3
<i>Leptophlebia vespertina</i>		1	
<i>Leptophlebia sp.</i>		2	
<i>Centropilum luteolum</i>		1	
Steinfluer:			
<i>Nemoura avicularis</i>	3	3	
<i>Leuctra fusca</i>	29		
<i>Capnia sp.</i>		2	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	2		
Vårfluer:			
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		11	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	7	25	28
<i>Neureclipsis bimaculata</i>			15
<i>Cyrnus trimaculatus</i>	1		
<i>Oxyethira sp.</i>		2	4
Limnephilidae indet.	1		
Fjærmygg larver:	48	56	46
Andre tovinger:	2	2	
Biller:	6		

Tabell V10. Bunndyr (antall individer) i Terningvatn 13.05.93

Dyregruppe/art:	St. 1 Strandsone	St. 2 Utløpsos:	St. 3 Utløpselv:
Rundmark:	1		3
Fåbørstemark:	17	3	1
Krepsdyr:	22	39	9
Muslinger:			
<i>Pisidium sp.</i>			
Midd:	1		6
Døgnfluer:			
<i>Baetis rhodani</i>			3
<i>Leptophlebia vespertina</i>	5		
<i>L. marginata</i>	14		
<i>Centropilum luteolum</i>	6		
Steinfluer:			
<i>Nemoura cinerea</i>	1		
<i>Leuctra fusca</i>		2	5
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		1	
<i>Isoperla sp.</i>		2	37
Vårfluer:			
<i>Rhyacophila nubila</i>			10
<i>Hydropsyche pellucidula</i>		1	7
<i>Plectrocnemia conspersa</i>			5
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		4	11
Limnephilidae indet.	4		
Fjærmygg larver:	5	19	37
Knott:		1	2
Andre tovinger:		7	22

Tabell V11. Bunndyr (antall individer) i Terningvatn 15.10.93

Dyregruppe/art:	St. 1 Strandsone	St. 2 Utløpsos:	St. 3 Utløpselv:
Rundmark:	2	2	1
Fåbørstemark:	27	8	2
Krepsdyr:	21	41	17
Midd:	10	1	7
Døgnfluer:			
<i>Baetis rhodani</i>		4	2
<i>Leptophlebia sp.</i>	1		
Steinfluer:			
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		8	2
<i>Nemoura avicularis</i>	4		
<i>Leuctra hippopus</i>		4	11
<i>Capnia sp.</i>	3		
<i>Isoperla grammatica</i>			2
<i>Isoperla sp.</i>		15	15
<i>Diura nanseni</i>		1	
Vårfluer:			
<i>Rhyacophila nubila</i>		10	6
<i>Hydropsyche pellucidula</i>		10	7
<i>H. siltalai</i>			7
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	7	1	2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		13	8
<i>Apatania sp.</i>			1
<i>Potamophylax latipennis</i>	1		
Limnephilidae indet.	2		
Fjærmygg larver:	60	27	34
Fjærmygg pupper:			
Knott:		2	1
Andre tovinger:	5	34	



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2575-7