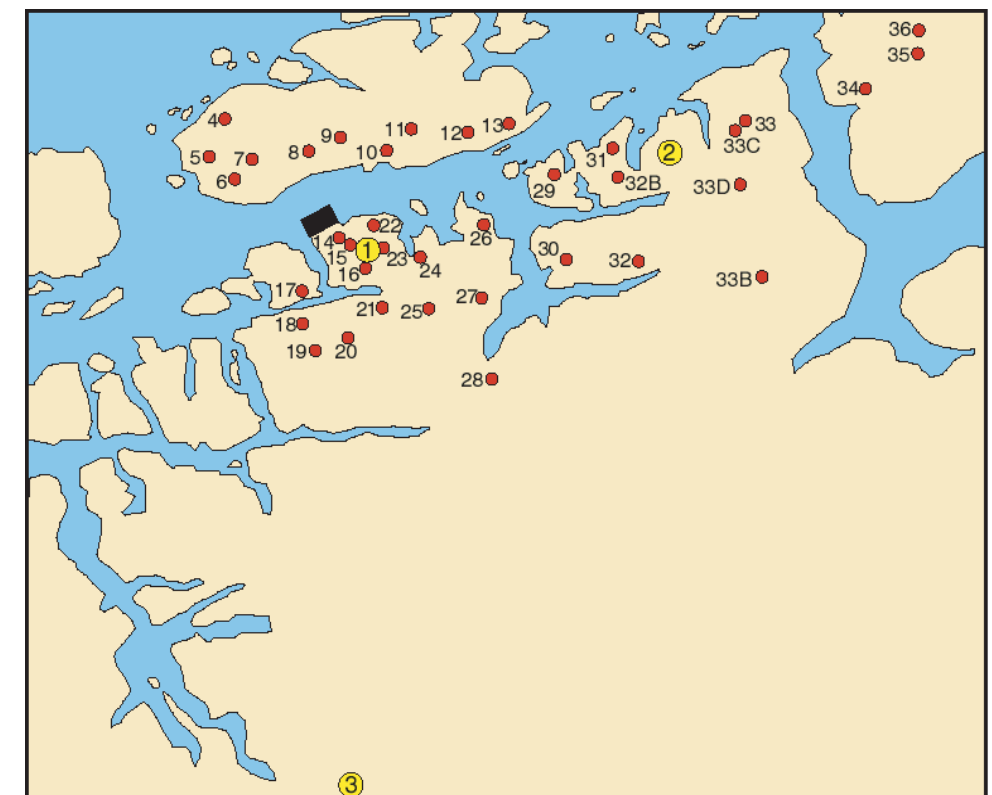




RAPPORT LNR 4899-2004

Overvåking av
vannkvalitet i ferskvann
ved Tjeldbergodden 2004



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Overvåking av vannkvalitet i ferskvann ved Tjeldbergodden 2004	Løpenr. (for bestilling) 4899-2004	Dato 4.11.2004
	Prosjektnr. Undernr. O-23337	Sider Pris 28
Forfatter(e) De Wit, Heleen Skjelkvåle, Brit Lisa Skancke, Liv Bente	Fagområde Sur nedbør	Distribusjon
	Geografisk område Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statoil Tjeldbergodden	Oppdragsreferanse 4500612035/28.05.03
--	--

Sammendrag

Vannkvalitet er overvåket i områder rundt Tjeldbergodden i forbindelse med utslipp av nitrogenoksider fra metanolfabrikken på stedet. På tre hovedstasjoner er det foretatt vannprøvetakinger med en eller to ukers mellomrom gjennom et helt år; Reinsjøen ved Tjeldbergodden i Aure, Terningvatn i Agdenes, og referanselokaliteten Øvre Neådalsvatn i Surnadal. Ytterligere 37 innsjøer i kommunene Hitra, Aure, Hemne, Snillfjord, Agdenes og Rissa ble prøvetatt en gang. Overvåkingsprogrammet har hatt samme omfang og metodologi som tidligere undersøkelser i området. Rapporten dokumenterer måleresultater for perioden juni 2003 – juni 2004 og variasjonen i vannkjemi fra begynnelsen av overvåkingen i 1993 til 2004. Området er generelt lite påvirket av langtransportert forurensing. Nitratkonsentrasjonen i Terningvatn har økt noe mens alkalitet, et mål for vannets bufferevne mot forsurening, økte litt i Reinsjøen og Terningvatn, men ikke i referanselokaliteten. Variasjonen i vannkjemi i Reinsjøen og Terningvatn blir i hovedsak styrt av sjøsaltepisoder, mens i referanselokaliteten er variasjonen i vannkjemi sesongavhengig. Effekter av nitrogenutslippene fra metanolfabrikken på vannkvalitet er så langt ikke påvist.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Overvåking	1. Monitoring
2. Forsuring	2. Acidification
3. Ferskvann	3. Inland waters
4. Vannkvalitet	4. Water quality



Brit Lisa Skjelkvåle
Prosjektleder / Forskningsleder



Nils Roar Sælthun
Forskningsdirektør

**Overvåking av vannkvalitet i ferskvann
ved Tjeldbergodden**

2004

Forord

NIVA har på oppdrag fra Statoil overvåket vannkvalitet i ferskvann i områdene rundt metanolfabrikken på Tjeldbergodden i to perioder, nemlig 1993 til 2000 og juni 2003 til juni 2004.

Denne rapporten sammenfatter resultatene i perioden juni 2003 til juni 2004.

Innsamling av prøver på de hovedlokalitetene i programmet er utført av Gudmund Kårvatn (Todalen), Jan Øyan (Moldtun) og John Kjørsvik (Kjørsvikbugen). Torstein Kristiansen (NIVA) har utført innsamling av prøvene høsten 2003.

Alle medarbeidere takkes for innsatsen.

Oslo, september 2004

Brit Lisa Skjelkvåle

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Materiale og metoder	8
2.1 Lokalteter	8
2.2 Analyser og beregninger	9
3. Resultater	10
3.1 Reinsjøen, Terningvatn og Øvre Neådalsvatn (Lok. 1-3)	10
3.2 Høstundersøkelsen (Lok. 4 – 36)	16
4. Konklusjoner	20
5. Henvisninger	21
Vedlegg A.	22

Sammendrag

NIVA har på oppdrag fra Statoil overvåket vannkvalitet i ferskvann er i området rundt metanolfabrikken på Tjeldbergodden. Fabrikken ble bygget i perioden 1993-1997, og har siden vært i drift. Overvåkingen har vært innrettet mot mulige forsurelseffekter av nitrogenutslipp fra fabrikken, fordi disse kan bidra til forsurelse i vassdragene.

Måleprogrammet har gått fra 1993 til 2000 og fra 2003 til 2004. I programmet inngår regelmessige analyser av vannkvalitet (hovedkomponenter og forsuringparametre) i tre hoved-lokaliteter: Reinsjøen ved Tjeldbergodden (Aure kommune); Terningvatn (Agdenes kommune) og Øvre Neådalsvatn (Surnadal kommune). Sistnevnte ligger utenfor influensområdet og fungerer som referanselokalitet. I tillegg prøvetas 37 innsjøer spredt i det forventede influensområdet i kommunene Hitra, Aure, Hemne, Snillfjord, Agdenes og Rissa. Disse lokalitetene undersøkes en gang årlig etter mønster av SFTs overvåking av langtransportert forurensning.

Hovedlokalitetene Reinsjøen og Terningvatn er vannkjemisk sett ganske like. Tilførslene av forsurende komponenter fra luften er små i hele området. Ingen av innsjøene viser tegn til forsurelseproblemer. De vannkjemiske variasjonene som kan påvises i området skyldes i all hovedsak naturlig variasjon, primært styrt av svingninger i deposisjon av sjøsalter. I løpet av perioden 1993-2004 har det skjedd en liten økning i alkalitet og en liten nedgang i reaktivt aluminium i de to hovedlokalitetene. Ikke-marint sulfat har hatt en meget svak reduksjon i alle hovedlokaliteter, som er forårsaket av nedgang i langtransporterte forurensninger og i overensstemmelse med den generelle situasjonen i denne regionen. Konsentrasjonen av nitrogen målt i innsjøene viser stor variasjon avhengig av årstidene. I Terningvatn viste nitrat en svak med signifikant økning. Det var ingen tilsvarende endring i nitrogen i de andre hovedlokalitetene. Resultatene fra den årlige undersøkelsen av 37 innsjøer i influensområdet viste ingen signifikante endringer i nitrogen og er i samsvar med resultatene fra hovedlokalitetene.

De undersøkte innsjøene er lite påvirket av langtransporterte forurensninger, de er ikke forsuret på en slik måte at tålegrensen for forsurelse er overskredet. Det er så langt lite som tyder på at innsjøene er påvirket av N-utslipp fra metanolfabrikken. Økningen av nitrat i avrenning fra Terningvatn kan skyldes naturlig variasjon.

Vi anbefaler at Statoil Tjeldbergodden gjennomfører overvåking med 3-5 års mellomrom for å følge utviklingen av vannkvaliteten i innsjøene.

Summary

Title: Monitoring of freshwater quality around the Tjeldbergodden methanol plant. 2004.

Year: 2004

Author: H. de Wit, B.L. Skjelkvåle, L.B. Skancke

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4586-3

NIVA has monitored water quality of freshwaters in the airshed of Statoil's methanol plant at Tjeldbergodden, Møre and Romsdal County, Norway, over the period 1993-2004. The factory was built 1993-97, and production was initiated in 1997. The target of the monitoring was to detect the possible acidification of freshwaters through acid fallout from the plant's atmospheric emissions of nitrogen oxides. Water samples were analysed for all major ions as well as acidification parameters. The monitoring program included fortnightly sampling of the runoff of two main lakes Reinsjøen and Terningvatn, plus the reference lake Øvre Neådalsvatn outside the airshed. In addition, 37 lakes scattered over the entire influence area were sampled once each autumn, following the methodology used in monitoring of long-range atmospheric pollution by the Norwegian Pollution Control Authority.

The two main monitoring lakes Reinsjøen and Terningvatn have similar water quality. The region receives only small amounts of acidifying atmospheric pollution, and none of the monitored lakes showed signs of acidification. Variability in water chemistry was ascribed to natural variations, particularly in the deposition of salts of marine origin. Over the monitoring period 1993-2004, a small increase in alkalinity and decrease in reactive Al was observed in Reinsjøen and Terningvatn. A general very slight reduction of non-marine sulphate was observed in all three main localities. The nitrogen contents in runoff oscillated with season, and also showed large short-term variations. In Terningvatn a slight increase in runoff concentrations of nitrate was observed, which was not discernable in the other main localities. The results of the 37-lake monitoring were in agreement with the results of the main localities.

We recommend that Statoil Tjeldbergodden repeats the monitoring program at 3-5 year intervals.

1. Innledning

NIVA har på oppdrag fra Statoil overvåket vannkvalitet i ferskvann i områdene rundt metanolfabrikken på Tjeldbergodden siden mai 1993. Måleprogrammet har hatt et avbrekk fra juni 2000 til juni 2003 og er gjenopptatt for perioden juni 2003 til juni 2004.

Hensikten med overvåkingen er å følge med om NO_x-utslipp fra metanolfabrikken har innvirkning på nitratnivået og forsureingssituasjonen i innsjøene i influensområdet .

Overvåkingsprogrammet omfatter én referanselokalitet utenfor, og to lokaliteter innenfor forventet influensområde for fabrikken. Alle tre ligger på fastlandet, og prøvetas regelmessig gjennom hele året. I tillegg inngår ytterligere 37 innsjøer hvor det tas prøve én gang per år.

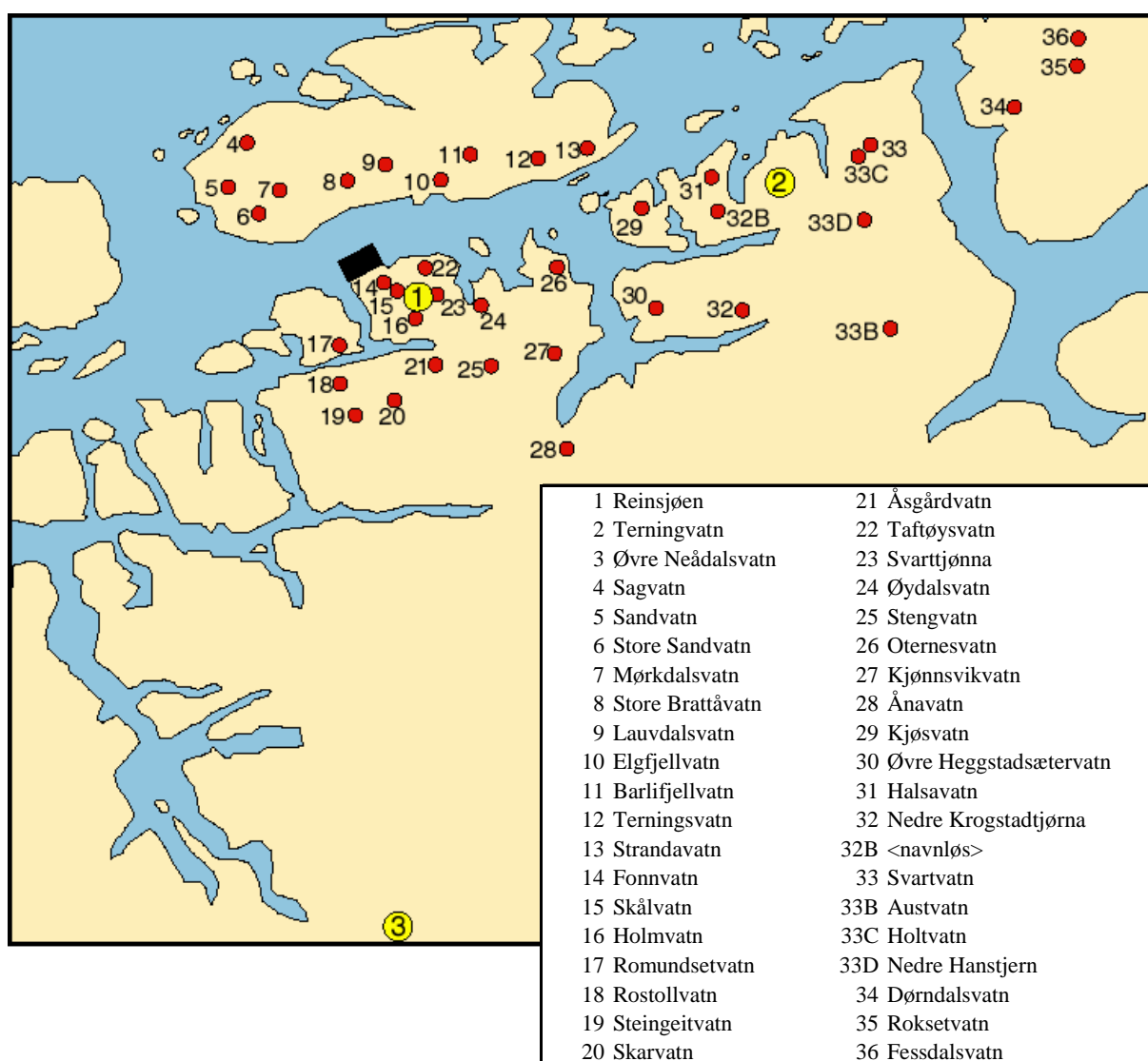
Vannkjemiske data for perioden 1993-2000 er rapportert tidligere (Hobæk m. fl. 1994; Hobæk 2000; Hobæk 2003). I denne rapporten sammenfattes resultatene for hele overvåkingsperioden perioden mai 1993 - juli 2004. Som vedlegg gjengis måledata for perioden juni 2003 - juni 2004 (Vedlegg A).

Tidligere undersøkelser viser at området inneholder mange forsurefølsomme vannforekomster. Tålegrensene i innsjøene er stort sett lave, nemlig mellom 25-75 mekv/m²/år. Noen få innsjøer har en tålegrense under 25 mekv/m²/år. I ca 10% av de undersøkte sjøene var tålegrensene overskredet (Hobæk, 2003). Tidligere vannundersøkelser i området har ikke kunnet påvise økt forsurening på grunn av luftutslipp fra metanolfabrikken.

2. Materiale og metoder

2.1 Lokalteter

En liste over lokalitetene som inngår i programmet er gitt i Tabell 1. Geografisk lokalisering er vist i Figur 1. Hovedlokaliteter er Reinsjøen ved Tjeldbergodden og Terningvatnet ved Moldtun (Agdenes kommune), samt referanselokaliteten Øvre Neådalsvatn (Todalen i Surnadal kommune). Vannprøver er tatt i utløpet av disse innsjøene ca. hver 14. dag av lokale observatører, og sendt direkte til NIVAs laboratorium i Oslo for analyse. Innsamling av vannprøver fra 37 innsjøer fordelt i det forventede influensområdet for metanolfabrikken ble gjennomført hver høst i slutten av oktober ved hjelp av helikopter. Hitra kommune gir ingen landingstillatelse for helikopter, og de 10 lokalitetene der (lok. 4-13) er blitt prøvetatt av en lokal kontaktperson i mars 2004. Av ulike praktiske årsaker lyktes det ikke ta prøver i lokalitet 20 i Aure i 2003.



Figur 1. Innsjøer i overvåkingsprogrammet. De tre hovedlokalitetene er vist som gule sirkler, og innsjøene som er med i høstundersøkelsene som røde sirkler. Metanolfabrikken på Tjeldbergodden er vist som en mørk firkant. Flere data om innsjøene er vist i Tabell 1.

Tabell 1 Innsjøer som inngår i overvåkingsprogrammet for ferskvann på Tjeldbergodden.

Nr	Innsjø	Hoh	Kommune	UTM Øst-Nord
1	Reinsjøen	66	Agdenes	4885-70303
2	Terningvatn	93	Agdenes	5245-70456
3	Øvre Neådalsvatn	728	Surnadal	4991-69610
4	Sagvatn	19	Hitra	4705-70433
5	Sandvatn	50	Hitra	4695-70382
6	St. Sandvatn	92	Hitra	4725-70367
7	Mørkdalsvatn	118	Hitra	4758-70392
8	St. Brattåvatn	64	Hitra	4797-70387
9	Lauvdalsvatn	172	Hitra	4875-70445
10	Elgfjellvatn	55	Hitra	4910-70405
11	Barlifjellvatn	98	Hitra	4937-70440
12	Terningsvatn	51	Hitra	5006-70436
13	Strandavatn	56	Hitra	5055-70462
14	Fonnavatn	71	Aure	4866-70294
15	Skålvatn	58	Aure	4880-70290
16	Holmvatn	360	Aure	4905-70266
17	Romundsetvatn	113	Aure	4827-70234
18	Rostollvatn	445	Aure	4829-70198
19	Steingeitvatn	307	Aure	4847-70171
20	Skarvatn	346	Aure	4888-70191
21	Åsgårdvatn	214	Aure	4927-70234
22	Taftøysvatn	76	Hemne	4903-70324
23	Svarttjønna	337	Hemne	4935-70287
24	Øydalsvatn	78	Hemne	4967-70286
25	Stengvatn	377	Hemne	4983-70226
26	Otnesvatn	182	Hemne	5033-70345
27	Kjønnsvikvatn	209	Hemne	5047-70245
28	Ånavatn	272	Hemne	5053-70163
29	Kjøsvatn	96	Snillfjord	5117-70410
30	Ø. Heggstadsætervatn	78	Snillfjord	5137-70317
31	Halsavatn	105	Snillfjord	5176-70445
32	N. Krogstادتjørna	374	Snillfjord	5223-70318
32B	<navnløs>	451	Snillfjord	5188-70319
33	Svartvatn	161	Agdenes	5335-70486
33B	Austvatn	224	Agdenes	5378-70312
33C	Holtvatn	236	Agdenes	5310-70473
33D	Nedre Hanstjern	194	Agdenes	5352-70355
34	Dørndalsvatn	204	Rissa	5468-70538
35	Roksetvatn	193	Rissa	5527-70583
36	Fessdalsvatn	258	Rissa	5531-70636

2.2 Analyser og beregninger

Alle kjemiske analyser er utført ved NIVAs laboratorium. Samtlige vannprøver er blitt analysert for følgende parametere: pH, konduktivitet, klorid, sulfat, nitrat, totalt nitrogen, kalsium, magnesium, natrium, kalium, alkalitet, reaktivt og ikke labilt aluminium (RAI og IAI), og totalt organisk karbon. Parametrene og analysemetoder er kort beskrevet i Vedlegg A. Basert på måleresultatene er det beregnet ANC (Acid Neutralizing Capacity eller syrenøytraliserende evne). Dette er et uttrykk for vannets bufferevne mot forsuring, og beregnes som basekationer minus sterke syrers anioner (Henriksen *m.fl.*, 1992).

Statistiske analyser av tidstrender er foretatt med en t-test og et signifikansnivå på 0.05.

3. Resultater

3.1 Reinsjøen, Terningvatn og Øvre Neådalsvatn (Lok. 1-3)

I det følgende gjennomgås resultatene fra de tre hovedlokalitetene. Alle vannkjemiske analysedata fra perioden juni 2003 til juli 2004 er samlet i Vedleggstabellene. Noen sentrale parametere vises i Figur 2 samlet for alle hovedlokalitetene. Figurene 3 til 5 viser utvalgte parametere fra 1993 til 2004 for hver hovedlokalitet.

Reinsjøen Lok. 1

Reinsjøen er en typisk norsk ionefattig klarvannsjø, som er sterkt påvirket av sjøsalter på grunn av sin beliggenhet nær kysten. Innsjøen har lavt innhold av Ca (< 1 mg/L) og Mg (< 1 mg/l) og relativt høye konsentrasjoner av sjøsaltene Cl (ca 10 mg/l) og Na (ca 6 mg/l). Gjennomsnittlig pH på 6,1 og alkalitet på > 20 $\mu\text{ekv/L}$ viser at vannet er uforsuret og har god bufferkapasitet. Konsentrasjonen av løst organisk materiale (TOC) er relativt lav (< 3 mg C /L). Konsentrasjonen av nitrat varierer mellom 15 – 50 $\mu\text{g N/L}$ gjennom året. Det overraskende her er de relativt høye sommerverdiene av NO_3 . I vekstsesongen er det vanligvis veldig lave konsentrasjoner av nitrat siden dette brukes til plantenes vekst. Årsaken til de relativt høye sommerverdiene av nitrat kan være lang oppholdstid for vannet.

Konduktivitet, et uttrykk for total ionekonsentrasjon, varierer betydelig i Reinsjøen gjennom hele måleperioden fra 1993 – 2004, men totalt sett var det en signifikant ($r^2 = 0,22$; $p < 0,0001$) nedgang. pH var rundt 5.9 i starten av måleperioden og varierte mellom 5.9 og 6.2 i slutten av måleperioden. Konsentrasjonene av klorid (Cl) og natrium (Na) avtok sett hele måleperioden under ett, men var noe høyere i 2003 og 2004 enn sent på nittitallet. Variasjonen i Cl og Na henger nøye sammen med tilførsel av sjøsalter som fluktuierer fra år til år og er typisk for innsjøer som ligger nær kysten. Summen av ikke-marine kationer, altså kationer korrigert for bidraget fra sjøsaltene, økte signifikant ($r^2 = 0,13$; $p < 0,001$) mens sulfat viste en liten men signifikant nedgang ($r^2 = 0,08$; $p < 0,001$). Alkalitet, et mål for vannets bufferevne mot forsuring, viste en signifikant økning ($r^2 = 0,07$; $p < 0,001$). Syreneutraliserende evne (Acid Neutralizing Capacity, ANC) varierer betydelig mer enn alkalitet fordi ANC er en beregnet størrelse basert på differanse mellom kationer og anioner, mens alkalitet er en målt parameter. Reaktiv aluminium viste en svak men signifikant nedgang over tid ($r^2 = 0,10$; $p < 0,001$) mens nitrat, totalt organisk karbon (TOC) og total-nitrogen var konstant.

Terningvatn Lok 2

Terningvatn er kjemisk sett veldig lik Reinsjøen. Innsjøen har lavt innhold av Ca (ca. 1 mg/L) og Mg (< 1 mg/l) og relativt høye konsentrasjoner av sjøsaltene Cl (ca 10 mg/l) og Na (ca 6 mg/l). Gjennomsnittlig pH på 6,1 og alkalitet på 28 $\mu\text{ekv/L}$ viser at vannet er uforsuret og har god bufferkapasitet. Konsentrasjonen av TOC er relativt lav (< 4 mg C/L). Konsentrasjonen av nitrat varierer mellom 30 – 60 $\mu\text{g N/L}$ gjennom året og har altså enda mindre sesongsvingninger enn Reinsvatn. Årsaken til dette kan være som på samme måte som i Reinsvatn lang oppholdstid for vannet.

Konduktivitet i Terningvatn (Lok. 2) hadde en signifikant ($r^2 = 0,10$; $p < 0,0001$) nedgang fra 1993 til 2004, mens pH holdt seg konstant på et nivå rundt 6,1. Klorid og natrium viste det samme mønsteret som i Reinsjøen: en liten nedgang sett for hele måleperioden under ett, men noe høyere i 2003 og 2004 i forhold til sent på nittitallet. Alkalitet økte signifikant ($r^2 = 0,04$; $p < 0,005$) mens ANC holdt seg konstant. Total-nitrogen hadde en tydelig og signifikant økning ($r^2 = 0,12$; $p < 0,0001$) mens økningen var noe svakere, men fortsatt signifikant ($r^2 = 0,05$; $p < 0,05$) for nitrat. Reaktivt aluminium gikk noe ned, mens totalt organisk karbon holdt seg konstant.

Det er mulig at økningen i nitrat i Terningvatn har en sammenheng med nitrogenutslippene fra metanolfabrikken, men andre faktorer som for eksempel utslipp fra lokalt jordbruk eller nedsatt opptak i skog på grunn av hogst kan være en like god forklaring. Videre overvåking må gi svar på om denne svake trenden fortsetter. Det er viktig å notere seg at en annen viktig parameter som karakteriserer vannkvalitet, nemlig alkalitet, økte noe hvilket betyr en økt bufferevne mot forsuring i sjøene i influensområdet.

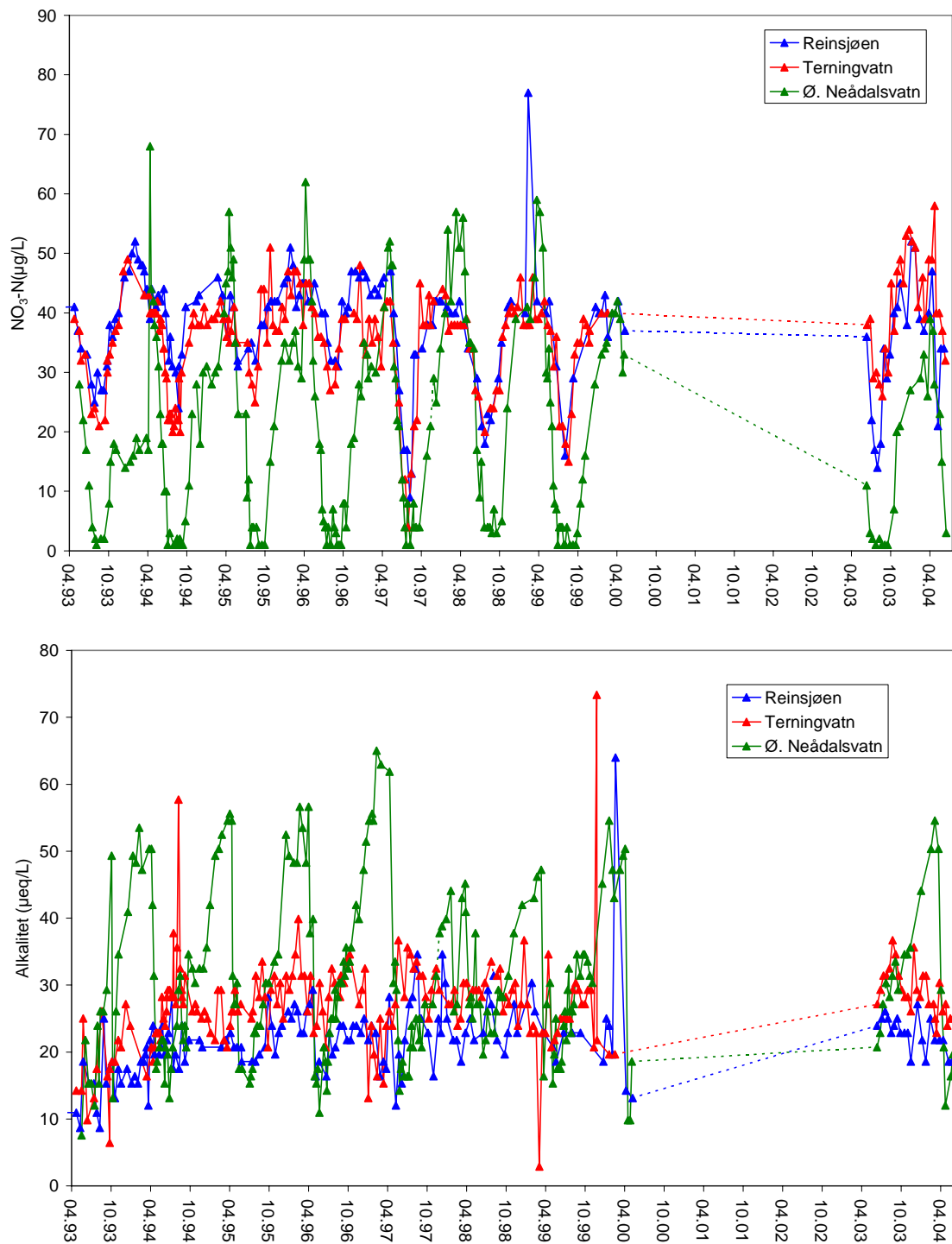
Øvre Neådalsvatn Lok. 3

Øvre Neådalsvatn er en typisk ionefattig norsk høyfjellsjø. Konsentrasjoner av Ca og Mg er lavere enn henholdsvis 0,7 mg/L og 0,2 mg/L, mens Na og Cl er gjennomsnittlig ca 1,2 mg/l og 1,7 mg/L. Konsentrasjonene av Na og Cl skiller seg klart fra de kystnære innsjøene Reinsvatn og Terningvatn. Innlandsjøer uten påvirkning av marin Cl har gjerne Cl-konsentrasjoner < 1 mg/L. pH og alkalitet i Øvre Neådalsvatn er ganske likt med de to andre undersøkte innsjøene, gjennomsnittlig pH er på ca 6,1 mens alkaliteten er på omkring 30 $\mu\text{ekv/L}$. TOC er gjennomsnittlig < 1 mg C/l. Nitrat varierer fra lave verdier < 10 $\mu\text{g N/L}$ i vekstsesongen fra midt i juni til midt i november, og med høyere verdier opp til 40 $\mu\text{g N/L}$ i den biologiske hvilesesongen når det er frost og snødekke.

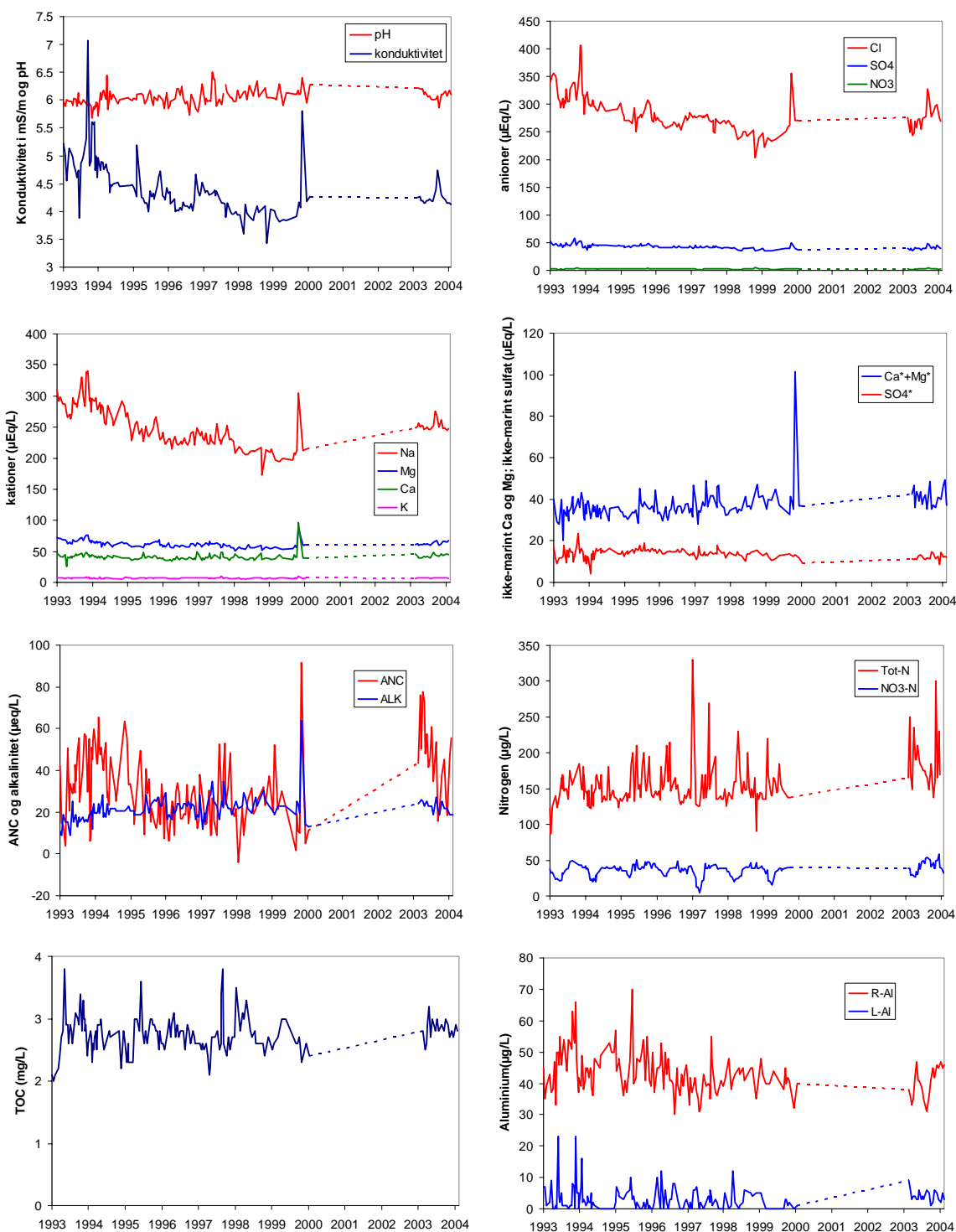
Den markerte sesongsvariasjonen i vannkjemien i Øvre Neådalsvann henger sammen med større kontraster mellom årstidene her enn lenger ut ved kysten. Snødekket er mer stabilt og samler opp komponenter som blir avsatt med snø. Disse komponenter havner i løpet av kort tid i innsjøene under snøsmeltingen om våren. Deretter får man en kraftig fortykning når all snøen smelter. I denne sjøen var det ingen andre signifikante trender enn for sulfat, som viste en liten nedgang ($r^2 = 0,05$; $p < 0,01$).

Ikke-marint sulfat viste en svak reduksjon i alle hovedlokaliteter som er i overenstemmelse med den generelle vannkemiske utviklingen i hele Norge, men som er mest utperget i den sørligste delen av Norge (SFT, 2004). Nedgangen i sulfat er en effekt av reduksjonen i sulfatdeposisjon over hele fastlands Norge, som er følge av internasjonale avtaler om reduksjoner i utslipp av svoveldioksid (Aas et al., 2003). Siden sulfat utgjør kun en liten del av summen av anioner har denne reduksjonen ingen betydning for vannkvaliteten i hovedlokalitetene.

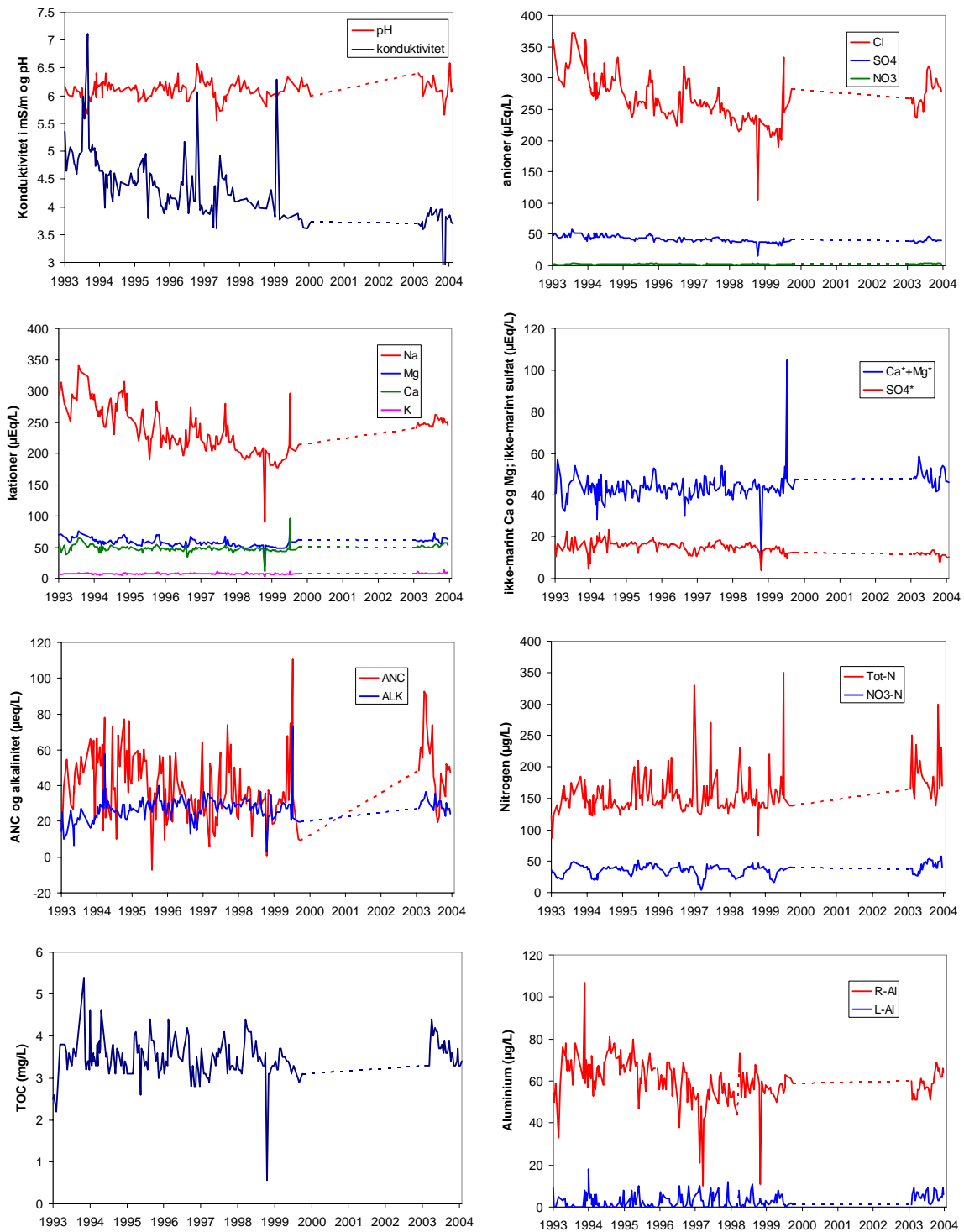
For en inngående diskusjon av sjøsaltets betydning for variasjon i vannkjemien i hovedlokalitetene refereres til Hobæk (2003) og for en generell gjennomgang av temaet refereres til Hindar *m.fl.* (1993).



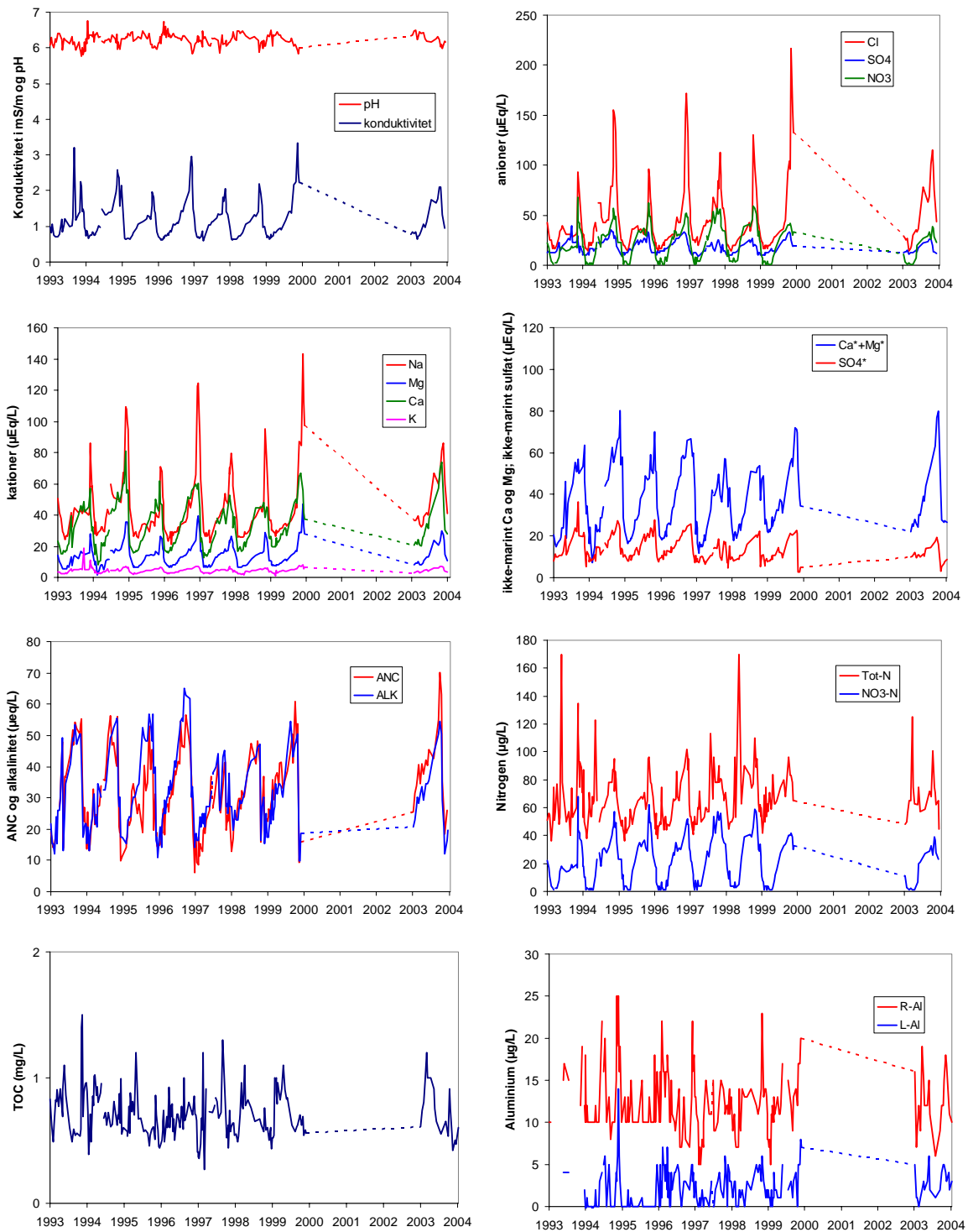
Figur 2 Alkalitet (øverst) og nitrat (nederst) ved prøvelokalitetene i perioden 1993-2004. Avbrevet i måleperioden er vist med stiplet linje



Figur 3. Vannkjemiske data fra Lok. 1 Reinsjøen gjennom overvåkingsperioden 1993-2004. Øverst pH og konduktivitet (til venstre) og anioner (til venstre); i rekke to basekationer (til venstre) og til høyre summen av ikke-marine basekationer ($\text{Ca}^{*} + \text{Mg}^{*}$) sammen med ikke-marint sulfat (SO_4^{*}), i rekke tre alkalitet og ANC (til venstre) og nitrogen (til høyre); i rekke fire totalt organisk karbon (til venstre) og to fraksjoner av aluminium (til høyre). Stiplet linje viser til avbrekket i måleperioden.



Figur 4. Vannkjemiske data fra Lok. 2 Terningvatn gjennom overvåkingsperioden 1993-2004. Øverst pH og konduktivitet (til venstre) og anioner (til venstre); i rekke to basekationer (til venstre) og til høyre summen av ikke-marine basekationer (Ca^*+Mg^*) sammen med ikke-marint sulfat (SO_4^*), i rekke tre alkalitet og ANC (til venstre) og nitrogen (til høyre); i rekke fire totalt organisk karbon (til venstre) og to fraksjoner av aluminium (til høyre). Stiplet linje viser til avbrevet i måleperioden.



Figur 5. Vannkjemiske data fra Lok. 3, Øvre Neådalsvatn, gjennom overvåkingsperioden 1993-2004. Øverst pH og konduktivitet (til venstre) og anioner (til venstre); i rekke to basekationer (til venstre) og til høyre summen av ikke-marine basekationer (Ca*+Mg*) sammen med ikke-marint sulfat (SO₄*), i rekke tre alkalitet og ANC (til venstre) og nitrogen (til høyre); i rekke fire totalt organisk karbon (til venstre) og to fraksjoner av aluminium (til høyre). Stiplet linje viser til avbrevet i måleperioden.

3.2 Høstundersøkelsen (Lok. 4 – 36)

Måleresultater for alle lokalitetene i 2003 er gitt i Vedlegg A. Lokalitetene på Hitra (nr 4 til 13) ble prøvetatt våren 2004 i stedet for høsten 2003. Noen av de målte parametere er sesongavhengige og derfor må eventuelle endringer i vannkjemi på Hitra tolkes med forbehold. Øydalsvatn i Hemne (lok. 24) er utelatt fra resultatene på grunn av en markert endring i vannkjemi fra 1995 som sannsynligvis skyldes aktivitet i innsjøens nærrområde. Det er også enkelte hull i datasettet fordi innsamlingen praktiske årsaker ikke har latt seg gjøre enkelte år.

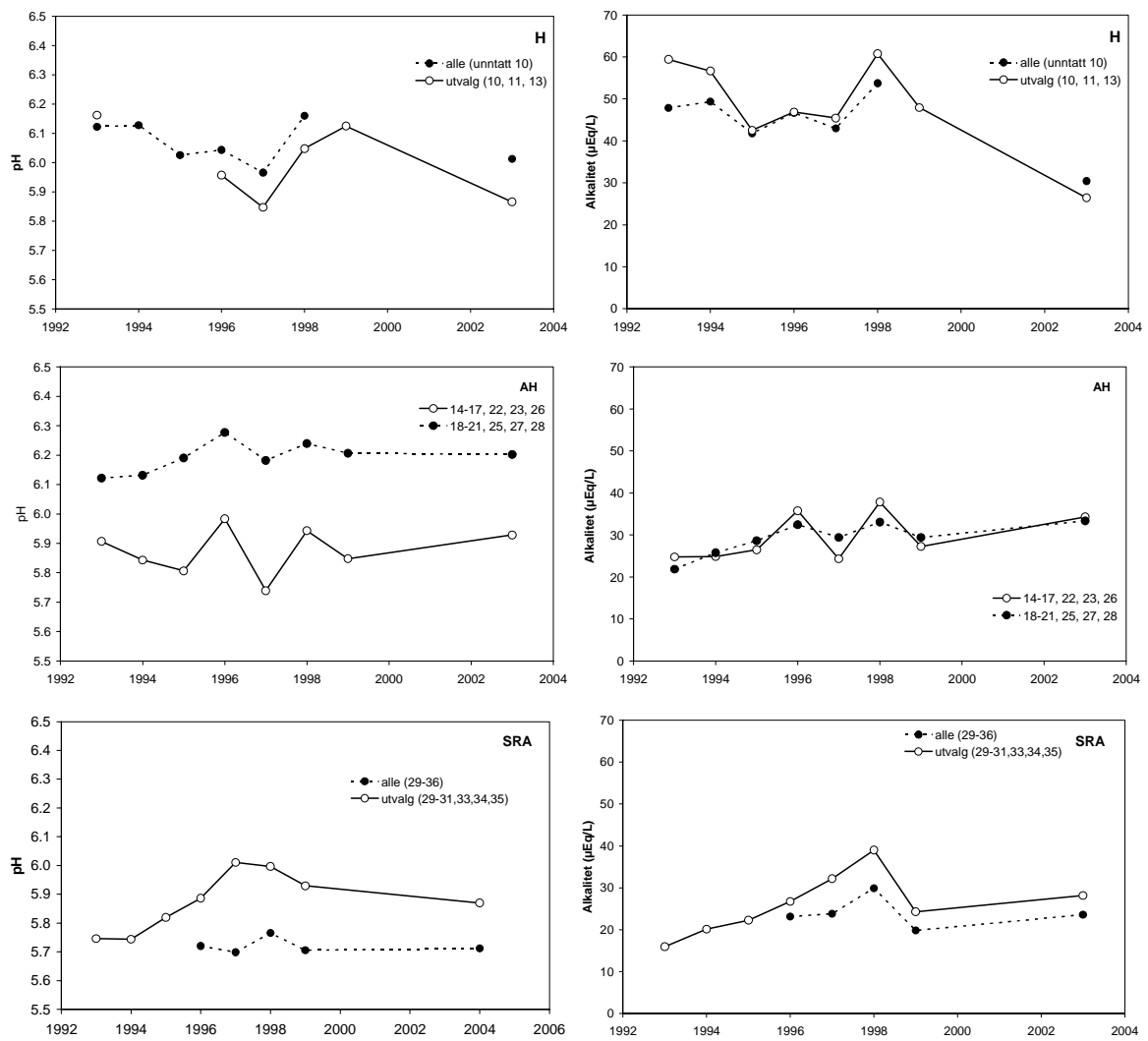
Figurene 6 til 8 viser vannkjemi i innsjøene i hele måleperioden for hvert av områdene Hitra (H); Aure og Hemne (AH); og 3. Agdenes, Rissa og Snillfjord (ARS). I Aure og Hemne er innsjøene delt inn i to grupper etter avstand fra kysten. Gruppering av innsjøer er ellers gjort slik at manglende data i ett år ikke påvirker beregningen av middeltall. I år hvor det manglet data for en lokalitet i en gruppe vises ikke middeltall.

Mange innsjøer har et lavt innhold av basekationer og er dermed følsomme for forsurening. Årsvariasjonen i alle parametere var nokså lik per område for de ulike innsjø-grupperinger. I Aure og Hemne økte for eksempel alkalitet og pH i 1996 og 1998 for begge utvalgene, om enn sterkere i de kystnære innsjøene (lok. 14-17, 22, 23, 25). Dette tyder på at det er noen dominerende regionale faktorer som styrer vannkjemien, som for eksempel nedbør og sjøsaltepisoder.

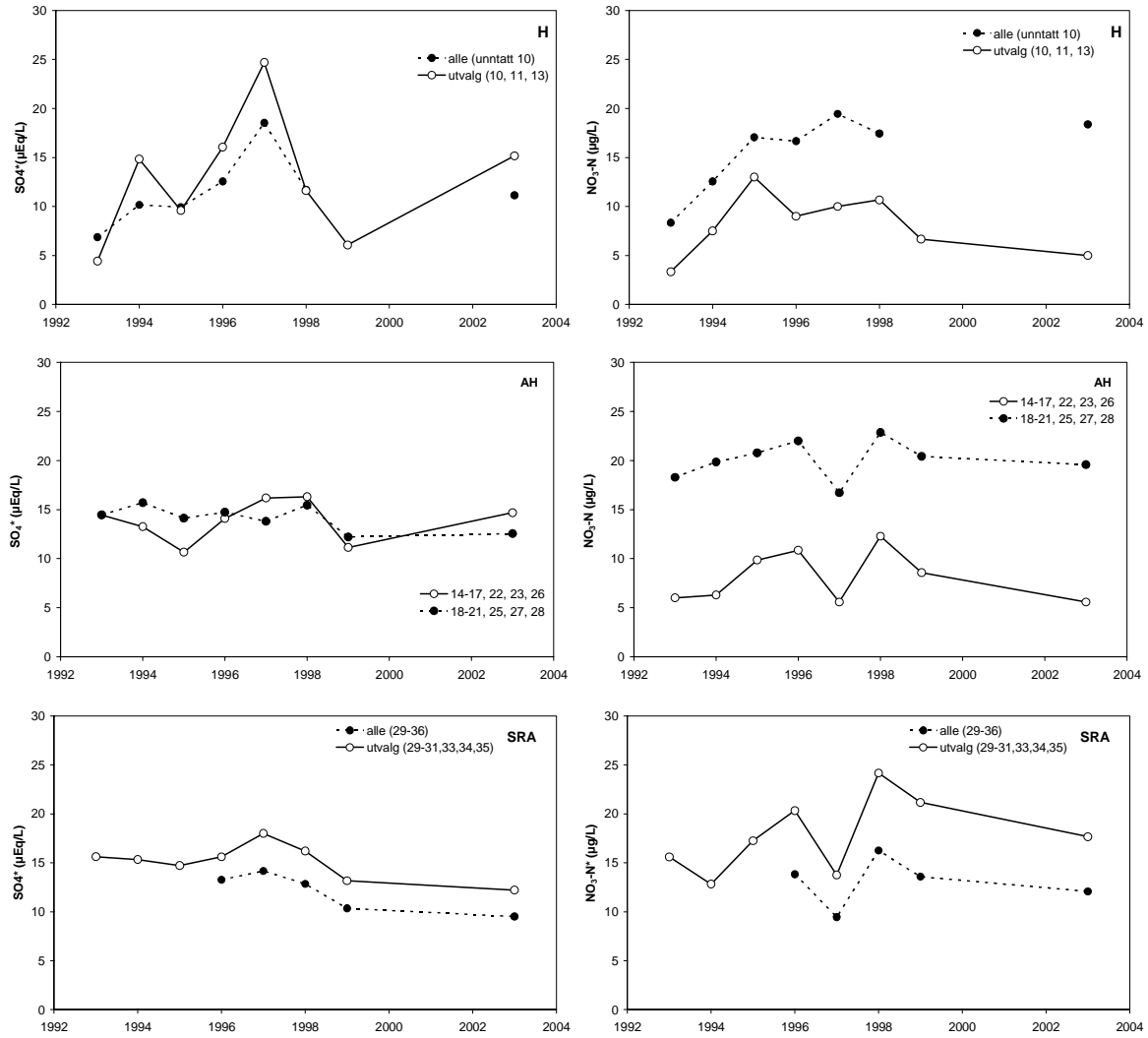
Innsjøene på Hitra viste gjennomgående høyere konsentrasjon av klorid og basekationer, og høyere alkalitet enn de andre områdene. Unntaket for alkalitet er i det siste prøvetakingsåret hvor alkalitet på Hitra var lik alkalitet i de andre områdene. I dette året ble vannprøvene på Hitra tatt i mars 2004. Alkalitet kan vise en sesongavhengighet med store forskjeller om våren (jfr. Ø. Neådalsvatn, se Figur 5) slik at nedgangen på Hitra kan skyldes prøvetakingstidspunkt. I de andre områdene viste alkalitet en svak økning, i likhet med hovedlokalitetene Reinsjøen og Terningvatn. Nitrat var mellom 5 og 25 $\mu\text{g L}^{-1}$ $\text{NO}_3\text{-N}$ og viste ingen økning i noen områder. Ikke-marint sulfat viste en liten nedgang i Snillfjord og omegn.

Årsvariasjonen i pH var størst på Hitra og i de kystnære sjøene i Aure og Hemne, mens pH i de andre innsjøene holdt en nokså konstant nivå. Antageligvis er denne relativt store variasjonen i pH en effekt av sjøsaltdeposisjon som naturlig nok er størst i de mer kystnære områdene.

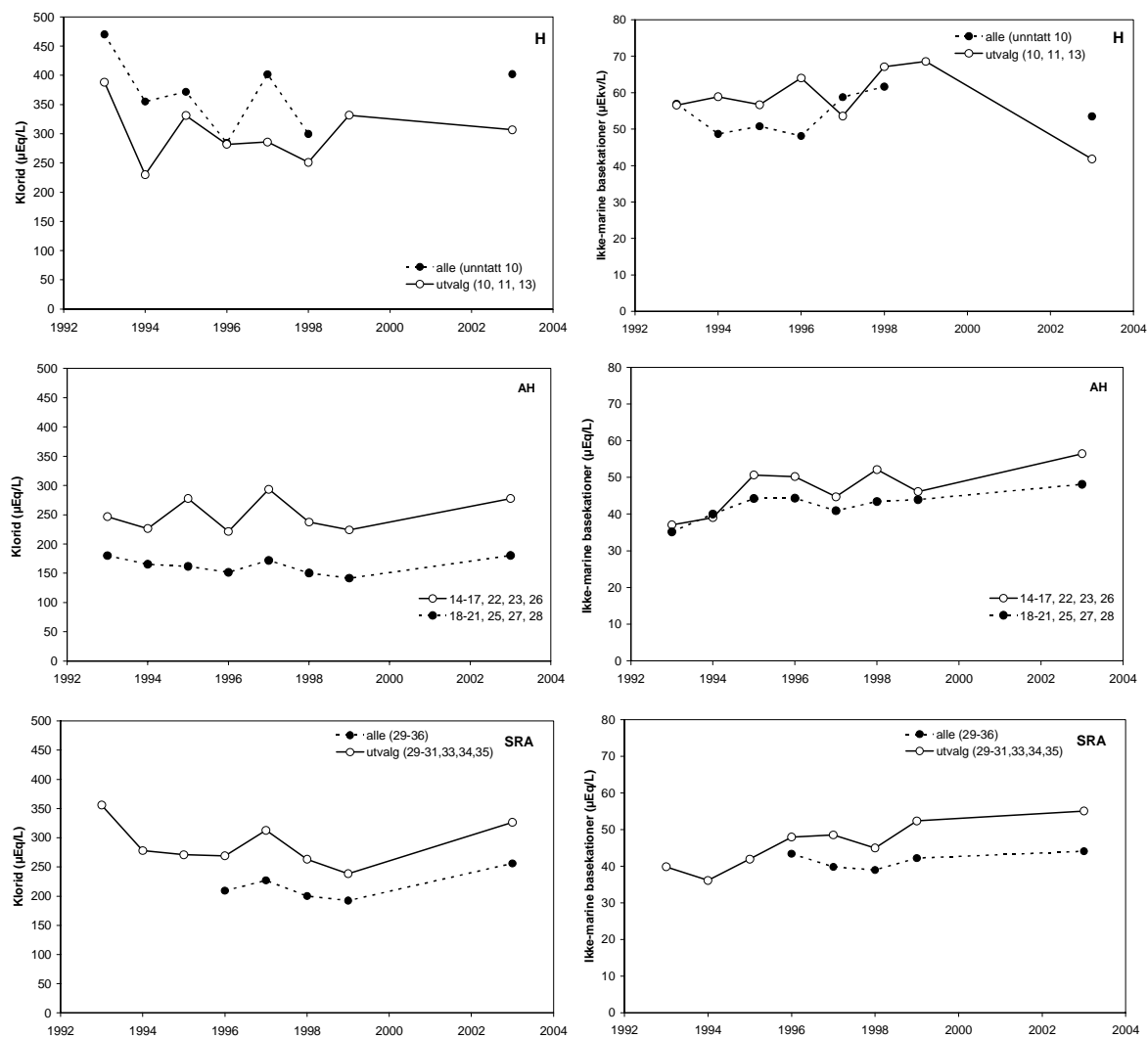
Ikke-marine basekationer økte noe, i likhet med trenden observert i hovedlokalitetene. Nitrat varierte nokså mye fra år til år men viste ingen klare trender.



Figur 6. Utvikling i pH (venstre paneler) og alkalitet (høyre paneler). Figurene viser middelerdier for hvert år i perioden 1993-2003 for innsjøer prøvetatt i høstundersøkelsene. Innsjøene er gruppert til Hitra (H, øvre paneler), Aure og Hemne (AR, midtre paneler) og Snillfjord, Rissa og Agdenes (SRA, nedre paneler)



Figur 7. Utvikling i ikke-marint sulfat (venstre paneler) og nitrat-nitrogen (høyre paneler). Figurene viser middelerdier for hvert år i perioden 1993-2003 for innsjøer prøvetatt i høstundersøkelsene. Innsjøene er gruppert til Hitra (H, øvre paneler), Aure og Hemne (AR, midtre paneler) og Snillfjord, Rissa og Agdenes (SRA, nedre paneler)



Figur 8. Utvikling i klorid (venstre paneler) og ikke-marine basekationer (Mg*, Ca*; høyre paneler). Figurene viser middelerverdier for hvert år i perioden 1993-2003 for innsjøer prøvetatt i høstundersøkelsene. Innsjøene er gruppert til Hitra (H, øvre paneler), Aure og Hemne (AR, midtre paneler) og Snillfjord, Rissa og Agdenes (SRA, nedre paneler).

4. Konklusjoner

Måleprogrammet for overvåking av innsjøer i området rundt metanolfabrikken på Tjeldbergodden har gått fra mai 1993 til mai 2000 og fra juni 2003 til juni 2004. Generelt for regionen gjelder at vassdragene er lite påvirket av langtransportert forurensing og at de undersøkte innsjøene ikke har overskridelser av tålegrensen for forsuring. Innsjøene i undersøkelsen er generelt forsuringfølsomme innsjøer, med lavt innhold av basekationer, lav alkalitet (20-30 $\mu\text{ekv/L}$). De kystnære innsjølokalitene er generelt sterkt påvirket av sjøsalter. Variasjonen i vannkjemien i de to hovedlokalitene Reinsjøen og Terningvatn er derfor også sterkt preget av tilførsel av sjøsalter. Dette er naturlig i slike kystnære vassdrag. I referanselokaliteten Øvre Neådalsvatn er årstidsvariasjon mest fremtredende, noe som henger sammen med innsjøens beliggenhet lengre inn i landet og høyere opp i fjellet.

I løpet av måleperioden er det påvist en tendens til økt nitrogen konsentrasjon i avrenning fra Terningvatn, mens nitrat i avrenning fra Reinsjøen er konstant. Om økningen i Terningvatn skyldes nitrogenutslippene fra metanolfabrikken, andre lokale kilder eller naturlig variasjon er for tidlig å si. Alkalitet, et mål på vannets bufferevne mot forsuring, har vist en svak økning i begge hovedlokaliteter og det peker mot en liten forbedring av vannkvaliteten. Undersøkelsen av 37 innsjøer i området viser ingen endringer i nitrat.

5. Henvisninger

- 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, Lnr. 2819, 29 s.
- Hindar, A., A. Henriksen, K. Tørseth og L. Lien. 1993. Betydningen av sjøsaltanrikt nedbør i vassdrag og mindre nedbørfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport, Lnr. 2917, 42 s.
- Hobæk, A., L. Lien og T.M. Johnsen. 1994. Miljøovervåking Tjeldbergodden. Delprosjekt A2 ferskvann. Resultater fra grunnlagsundersøkelser 1993. NIVA-rapport Lnr. 3108. 24 s.
- Hobæk, A. 2000. Overvåking av vannkvalitet i ferskvann ved Tjeldbergodden. Mai 1996 - april 1997. NIVA-rapport, Lnr. 4175-00. 25 s.
- Hobæk, A. 2003. Overvåking av vannkvalitet i ferskvann ved Tjeldbergodden. 1993-2000. NIVA-rapport, Lnr. 4107-03. 38 s.
- SFT, 2004. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2003. SFT-rapport 913/2004, TA-2056/2004.
- Aas, W., Solberg, S., Berg, T., Manø, S. og Yttri, K.E. 2003. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2002. NILU Rapport nr. OR23/2003

Vedlegg A.

Vedleggstabell 1. Analysemetode, analyseinstrument og deteksjonsgrense for parametere som er målt i overvåkingsprogrammet. Alle analysene utføres ved NIVAs laboratorier. NIVAs analyselaboratorium er akkreditert siden august 1993 (P 009). Akkrediteringen fornyes regelmessig etter oppfølgingsbesøk fra en gruppe med tekniske bedømmere ledet av Norsk Akkreditering.

Kode	Variabelnavn	Enhet	Analysemetode	Analyseinstrument	Deteksjonsgrense
pH	pH		Potensiometri	Methrom Titrino E702 SM	-
Kond	Konduktivitet	mS/m 25C	Elektrometri	WTW LF 539 RS	0,2
Ca	Kalsium	mg/l	Ionekromatografi	Dionex DX 320 duo	0,02
Mg	Magnesium	mg/l	"	"	0,02
Na	Natrium	mg/l	"	"	0,02
K	Kalium	mg/l	"	"	0,02
Cl	Klorid	mg/l	"	"	0,03
SO4	Sulfat	mg/l	"	"	0,04
NO3-N	Nitrat	µg N/l	"	"	1
Alk	Alkalitet	mmol/l	Potensiometrisk titrering til pH = 4.5	Methrom Titrino E702 SM	0,01
TOC	Total organisk karbon	mg C/l	Oksidasjon til CO2 med UV/persulfat og måling med IR-detektor	Phoenix 8000	0,10
Al/R, Al/II	Reaktiv og ikke labil	µg/l	Automatisert fotometri	Skalar SAN Plus Autoanalysator	5
LAl	Labil Aluminium	µg/l		Beregnes ved differansen mellom Al/R og Al/II	5
Tot-N	Total Nitrogen	µg N/l	Automatisert fotometri	S208 oksidasjon i autoklav Skalar SAN Plus Autoanalysator	10

Vedleggstabell 2. Vannkjemiske målinger i utløpet av Reinsjøen (St. 1), Terringvatn (St. 2) og Øvre Neådalsvatn (St. 3) i perioden juni 2003- juni 2004.

Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Alk	Cl	SO4	NO3-N	Tot-N	RAI	IIAI	LAI	TOC	H+	ANC	SO4*	(Ca+Mg)*	ENa*	
		mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µEq/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L	µekv/L	µekv/L	µekv/L	µekv/L	µekv/L	
Reinsjøen	29.06.2003	6,22	4,25	0,92	0,74	5,72	0,26	24	9,79	1,92	36	123	35	30	5	2,8	0,60	44	11,53	37,92	11,60
	22.07.2003	6,21	4,27	0,84	0,76	5,79	0,28	25	8,84	1,76	22	119	33	30	3	2,5	0,62	76	10,96	23,76	37,66
	05.08.2003	6,21	4,20	0,80	0,73	5,89	0,29	26	9,65	1,89	17	125	35	31	4	2,6	0,62	50	11,31	18,89	22,39
	18.08.2003	6,20	4,19	0,80	0,74	5,75	0,29	25	8,62	1,74	14	195	42	38	4	2,9	0,63	77	11,18	15,74	41,26
	02.09.2003	6,10	4,15	0,78	0,74	5,82	0,29	23	8,80	1,83	18	137	47	44	3	3,2	0,79	73	12,53	19,83	39,94
	16.09.2003	6,15	4,16	0,81	0,75	5,78	0,29	24	9,56	1,95	34	132	41	38	3	2,7	0,71	48	12,83	35,95	19,78
	01.10.2003	6,10	4,20	0,83	0,76	5,66	0,29	25	9,16	1,91	29	146	41	35	6	3,0	0,79	57	13,15	30,91	24,26
	15.10.2003	6,06	4,19	0,81	0,74	5,70	0,28	23	9,63	1,94	33	140	39	36	3	2,9	0,87	42	12,41	34,94	14,61
	03.11.2003	6,07	4,22	0,84	0,76	5,75	0,28	23	9,68	1,90	40	141	37	33	4	2,8	0,85	46	11,44	41,90	15,57
	18.11.2003	6,02	4,20	0,81	0,74	5,68	0,28	23	9,03	1,79	41	150	35	32	3	3,0	0,95	61	11,03	42,79	28,28
	02.12.2003	6,01	4,18	0,80	0,72	5,67	0,27	19	9,74	1,93	45	137	31	25	6	2,8	0,98	35	11,89	46,93	10,64
	02.01.2004	6,02	4,40	0,96	0,79	5,81	0,29	27	9,82	1,91	38	155	36	31	5	2,9	0,95	54	11,24	39,91	14,79
	23.01.2004	6,08	4,74	0,90	0,81	6,34	0,31	22	11,60	2,33	52	165	41	40	1	2,8	0,83	16	14,81	54,33	0
	09.02.2004	5,86	4,59	0,87	0,82	6,18	0,30	19	11,20	2,24	51	143	45	43	2	3,0	1,38	21	14,10	53,24	0
	02.03.2004	6,10	4,30	0,83	0,72	5,75	0,28	25	9,82	1,92	39	155	42	36	6	2,9	0,79	38	11,45	40,92	12,18
	22.03.2004	6,10	4,26	0,91	0,76	6,03	0,30	22	10,20	2,02	37	125	46	41	5	2,7	0,79	45	12,42	39,02	15,15
	13.04.2004	6,16	4,21	0,86	0,81	5,69	0,29	22	10,50	1,88	40	143	45	42	3	2,8	0,69	26	8,64	41,88	0
	29.04.2004	6,07	4,15	0,88	0,80	5,72	0,29	22	10,60	2,18	47	150	47	45	2	2,7	0,85	18	14,59	49,18	0
	25.05.2004	6,17	4,16	0,92	0,79	5,65	0,28	19	9,77	1,95	21	145	45	40	5	2,9	0,68	46	12,22	22,95	9,04
	09.06.2004	6,11	4,13	0,89	0,82	5,70	0,27	19	9,52	1,93	34	149	46	43	3	2,8	0,78	56	12,53	35,93	17,27
	23.06.2004	6,13	4,10	0,95	0,84	5,74	0,28	19	9,86		34	42	36	6	2,8	0,74	52	12,16	34,00	10,78	
gjennomsnitt																					
Reinsjøen	for perioden	6,09	4,25	0,86	0,77	5,80	0,29	23	9,78	1,95	34	144	41	37	4	2,8	0,81	47	12,11	36,23	16,44

Vedleggstabell 2 fortsatt

Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Alk	Cl	SO4	NO3-N	Tot-N	RAI	IIAI	LAI	TOC	H+	ANC	SO4*	(Ca + Mg)*	ENa*
		mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µEq/L	mg/L	mg/L	µg/l/N	µg/l/N	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L C	µekv/L	µekv/L	µekv/L	µekv/L	µekv/L
Terningvatn	01.07.2003	4,30	1,00	0,74	5,52	0,31	27	9,50	1,89	38	165	51	45	6	3,3	0,56	48	11,75	47,93	9,93
	15.07.2003	4,60	1,04	0,73	5,74	0,42	29	9,55	1,89	39	250	54	45	9	3,3	0,51	61	11,61	49,02	18,29
	29.07.2003	4,24	0,99	0,72	5,63	0,31	31	9,18	1,86	29	170	51	48	3	3,3	0,83	62	12,06	48,17	22,47
	12.08.2003	4,29	1,02	0,74	5,66	0,31	31	9,52	1,92	30	149	51	44	7	3,3	0,60	56	12,32	49,45	15,53
	26.08.2003	4,29	1,07	0,74	5,68	0,33	32	8,47	1,74	28	235	56	49	7	3,8	0,60	93	11,62	58,52	41,84
	09.09.2003	4,22	1,03	0,71	5,67	0,32	37	8,37	1,72	26	190	56	51	5	4,4	0,71	91	11,49	54,88	43,83
	23.09.2003	4,15	1,02	0,73	5,73	0,32	35	8,93	1,84	34	190	61	57	4	4,0	0,71	76	12,37	52,10	32,87
	07.10.2003	4,20	1,00	0,74	5,68	0,35	31	9,27	1,88	30	210	59	53	6	4,2	0,68	64	12,21	49,39	22,46
	21.10.2003	4,21	1,00	0,73	5,69	0,32	29	9,40	1,88	45	190	60	54	6	4,1	0,76	58	11,83	47,96	19,75
	04.11.2003	4,23	1,01	0,74	5,68	0,32	28	9,22	1,84	37	185	56	53	3	4,1	0,83	65	11,52	50,43	23,67
	18.11.2003	4,24	0,98	0,74	5,60	0,31	28	8,72	1,80	47	180	57	49	8	3,7	0,71	74	12,14	51,91	32,31
	02.12.2003	4,27	1,00	0,74	5,62	0,29	26	9,70	1,93	49	175	57	48	9	3,7	0,79	45	12,00	46,61	9,43
	16.12.2003	4,43	1,02	0,73	5,58	0,31	36	9,89	1,92	45	175	56	54	2	3,8	0,81	39	11,24	45,95	3,09
	30.12.2003	4,50	1,07	0,88	5,82	0,32	29	11,10	2,15	53	170	51	50	1	3,6	0,68	25	12,52	52,84	0
	13.01.2004	4,63	1,09	0,77	6,04	0,31	28	11,30	2,23	54	165	59	57	2	3,9	0,91	19	13,60	43,47	0
	27.01.2004	4,61	1,09	0,76	5,99	0,31	31	11,10	2,20	52	149	59	55	4	3,6	0,79	23	13,56	43,96	0
	10.02.2004	4,50	1,07	0,75	5,89	0,31	31	10,20	1,97	51	170	62	53	9	3,6	0,69	47	11,38	48,06	9,06
	24.02.2004	5,95	4,42	0,98	0,71	5,82	0,33	27	10,00	41	185	69	61	8	3,9	1,12	43	11,55	41,59	10,86
	16.03.2004	4,34	1,06	0,66	5,91	0,31	27	10,20	2,00	46	138	68	63	5	3,4	0,63	40	12,01	42,25	9,93
	23.03.2004	4,21	1,09	0,78	5,74	0,31	25	10,60	1,87	39	150	65	62	3	3,6	0,62	35	8,14	48,89	0
	30.03.2004	4,38	1,08	0,78	5,72	0,30	23	10,60	1,87	39	160	66	63	3	3,6	0,63	34	8,14	48,39	0
	13.04.2004	4,46	1,14	0,78	5,87	0,52	30	10,40	1,96	49	300	62	57	5	3,3	0,65	52	10,59	52,70	3,35
	27.04.2004	4,28	1,13	0,78	5,73	0,31	26	10,10	1,96	49	165	62	57	5	3,3	0,83	49	11,46	54,18	4,53
	11.05.2004	4,37	1,13	0,77	5,76	0,40	27	10,10	1,95	58	230	66	57	9	3,4	0,68	51	11,26	53,35	5,83
	18.05.2004	4,33	1,07	0,76	5,65	0,31	24	9,89	1,93	40	170	64	58	6	3,7	0,89	48	11,45	50,92	6,13
	01.06.2004	4,29	1,14	0,76	5,65	0,29	25	10,10		40		64	57	7	3,3	0,63	45	10,42	53,03	1,05
	15.06.2004	4,28	1,14	0,76	5,63	0,28	25	10,10		37		65	56	9	3,3	0,60	45	10,01	53,03	0,18
	29.06.2004	4,30	1,13	0,77	5,66	0,28	27	9,98		32		61	54	7	3,4	0,56	50	10,36	54,14	4,39
Terningvatn	gjennomsnitt	6,15	4,35	1,06	0,75	0,33	29	9,84	1,93	41	185	60	54	6	3,6	0,72	51	11,45	49,75	12,53

Vedleggstabell 2 fortsatt

Dato	pH	Kond mS/m	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Alk µEq/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/l/N	Tot-N µg/l/N	RAI µg/L	IIAl µg/L	LAl µg/L	TOC mg/L C	H+ µekv/L	ANC µekv/L	SO4* µekv/L	(Ca + Mg)* µekv/L	ENa* µekv/L	
Ø. Neådalsvatn																					
29.06.2003	6,33	0,77	0,41	0,10	0,84	0,12	21	1,04	0,61	11	48	7	6	1	0,6	0,47	26	9,68	11,61	11,34	
13.07.2003	6,36	0,83	0,46	0,11	0,84	0,14	23	0,96	0,63	3	50	9	8	1	0,7	0,44	32	10,33	3,63	13,28	
26.07.2003	6,47	0,80	0,43	0,11	0,89	0,15	27	0,90	0,66	2	56	12	12	0	0,8	0,34	34	11,13	2,66	16,91	
10.08.2003	6,50	0,84	0,49	0,12	0,91	0,15	30	0,94	0,72	1	65	9	8	1	1,0	0,32	36	12,26	1,72	16,81	
26.08.2003	6,23	0,65	0,42	0,10	0,78	0,12	28	0,50	0,53	2	65	19	17	2	1,2	0,59	41	9,58	2,53	21,81	
07.09.2003	6,27	0,71	0,40	0,10	0,75	0,13	31	0,59	0,61	1	125	15	12	3	1,0	0,54	35	10,99	1,61	18,33	
21.09.2003	6,45	0,76	0,52	0,11	0,78	0,15	34	0,66	0,62	1	75	12	10	2	1,0	0,35	41	10,99	1,62	17,94	
05.10.2003	6,40	0,87	0,52	0,13	0,90	0,17	29	1,05	0,62	1	63	12	9	3	1,0	0,40	38	9,86	1,62	13,71	
03.11.2003	6,43	1,05	0,69	0,16	0,95	0,19	35	1,27	0,73	7	62	15	9	6	0,9	0,37	42	11,51	7,73	10,55	
16.11.2003	6,26	0,98	0,63	0,16	0,92	0,16	35	1,18	0,66	20	75	11	9	2	0,8	0,55	40	10,31	20,66	11,43	
30.11.2003	6,19	1,12	0,76	0,17	1,01	0,18	36	1,28	0,85	21	57	6	5	1	0,7	0,65	46	13,98	21,85	12,92	
18.01.2004	6,16	1,75	0,96	0,29	1,54	0,24	44	2,77	1,07	27	59	9	7	2	0,6	0,69	43	14,23	28,07	0	
05.03.2004	6,24	1,65	1,15	0,25	1,38	0,24	50	2,24	1,15	29	72	12	8	4	0,7	0,58	55	17,44	30,15	5,75	
22.03.2004	6,32	1,77	1,40	0,28	1,55	0,27	55	2,43	1,26	33	68	12	7	5	0,5	0,48	70	19,17	34,26	8,54	
08.04.2004	6,22	2,10	1,48	0,36	1,88	0,28	50	3,59	1,26	26	101	15	10	5	0,9	0,60	63	15,80	27,26	0	
20.04.2004	6,02	2,09	1,06	0,33	1,98	0,25	29	4,08	0,93	39	75	18	14	4	0,8	0,95	35	7,51	39,93	0	
02.05.2004	6,09	1,72	0,79	0,29	1,66	0,18	21	3,50	0,63	37	71	17	14	3	0,6	0,81	26	2,95	37,63	0	
09.05.2004	5,98	1,32	0,61	0,18	1,38	0,16	12	2,69	0,63	28	62	12	8	4	0,4	1,05	18	5,30	28,63	0	
04.06.2004	6,18	0,94	0,56	0,13	0,94	0,13	16	1,55	11,45	23	65	11	9	2	0,5	0,66	26	6,95	34,45	3,33	
13.06.2004	6,17	96,00	0,58	0,14	0,96	0,14	20	1,61	12,28	15	45	10	7	3	0,5	0,68	27	7,61	27,28	2,75	
04.07.2004	6,32	0,77	0,55	0,12	0,81	0,13	21	1,07	11,87	3		6	5	1	0,6	0,48	34	8,76	14,87	9,31	
Ø. Neådalsvatn	gjennomsnitt for perioden	6,24	5,69	0,71	0,18	1,13	0,18	31	1,71	2,37	16	68	12	9	3	0,7	0,57	38	10,78	18,08	9,27

Vedleggstabell 3. Vannkjemiske målinger høstundersøkelsen 2003 (lok. 4-36). Lokaltet 20 ble ikke prøvetatt. Lokaltet 4-13 ble prøvetatt i vår 2004

Lokalitet	Dato	pH	Kond mS/m	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Alk µEq/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/L	Tot-N µg/L	RAI µg/L	IIAI µg/L	LAI µg/L	TOC mg/L	H+	ANC µekv/L	SO4* µekv/L	(Ca+Mg)* µekv/L	ENa* µekv/L	
4	06.03.04	6,07	7,84	31	19,50	3,17	20	200	1,39	1,38	11,10	0,48	82	80	2	6,2	0,85	61	9,35	54,73	10,35	
5	06.03.04	5,92	8,68	28	21,10	3,52	20	210	1,38	1,56	12,20	0,51	103	95	8	7,3	1,20	71	11,99	58,52	19,43	
6	07.03.04	6,07	7,16	34	17,70	2,97	12	150	1,32	1,26	10,00	0,41	83	73	10	5,1	0,85	53	10,41	53,20	6,12	
7	20.03.04	6,09	5,64	21	13,70	2,37	29	141	0,94	0,97	7,71	0,35	40	34	6	2,5	0,81	33	9,54	36,66	3,43	
8	20.03.04	5,94	4,20	14	10,10	1,82	8	114	0,63	0,67	5,92	0,23	32	30	2	2,7	1,15	27	8,55	20,90	12,79	
9	05.03.04	6,41	5,06	48	11,30	2,14		275	1,58	0,91	6,60	0,32	40	37	3	3,6	0,39	75	11,73	79,44	13,29	
10	06.03.04	5,84	5,22	24	11,80	2,62	5	200	0,97	0,83	7,59	0,33	116	109	7	7,9	1,45	68	20,27	39,13	44,24	
11	07.03.04	5,99	4,80	32	10,90	2,24	2	150	0,98	0,81	6,73	0,29	74	70	4	5,3	1,02	61	14,97	43,90	28,64	
12	07.03.04	6,07	6,18	42	14,00	2,60	48	280	1,82	1,13	8,17	0,49	77	75	2	8,9	0,85	99	13,46	91,77	16,17	
13	07.03.04	5,79	4,40	23	9,94	1,88	8	165	0,97	0,72	6,16	0,29	64	63	1	6,6	1,62	63	10,26	42,31	27,11	
14	22.10.03	6,02	4,54	42	9,77	2,27	1	195	1,19	0,83	6,42	0,33	104	103	1	8,5	0,95	92	18,88	63,29	42,53	
15	22.10.03	5,93	4,21	30	8,88	2,15	5	195	0,98	0,69	5,93	0,32	102	100	2	7,3	1,17	76	18,96	46,79	42,79	
16	15.10.03	6,39	3,06	43	6,08	1,30	13	150	1,04	0,52	3,87	0,27	31	29	2	3,3	0,41	70	9,40	54,55	21,02	
17	15.10.03	5,95	5,02	36	10,60	1,93	4	295	1,06	0,95	6,90	0,43	81	78	3	9,2	1,12	102	9,39	60,97	43,30	
18	15.10.03	6,32	2,86	38	5,82	1,31	3	126	0,80	0,53	3,72	0,22	24	17	7	2,6	0,48	59	10,37	44,76	20,80	
19	15.10.03	6,21	3,01	31	6,50	1,38	15	114	0,78	0,51	3,87	0,23	20	17	3	1,9	0,62	42	9,85	38,12	10,85	
20	Ingen prøve																					
21	15.10.03	6,28	3,87	39	8,28	1,75	43	190	1,20	0,68	4,88	0,29	28	25	3	3,4	0,52	63	12,38	61,57	11,65	
22	15.10.03	5,42	5,82	23	12,40	2,50	7	345	1,00	1,06	8,16	0,41	142	129	13	14,3	3,80	100	16,03	55,61	54,50	
23	15.10.03	6,29	3,38	38	6,95	1,54	4	160	0,96	0,58	4,40	0,28	37	35	2	3,8	0,51	66	11,87	50,14	23,00	
24	15.10.03	6,99	6,57	174	11,40	2,95	52	230	3,58	1,01	7,48	0,76	47	41	6	4,8	0,10	220	28,30	186,81	49,15	
25	15.10.03	6,30	2,84	36	5,67	1,77	36	120	0,86	0,48	3,43	0,32	13	9	4	1,2	0,50	40	20,38	45,04	11,82	
26	15.10.03	6,23	6,20	40	14,20	2,86	5	175	1,35	1,09	8,40	0,39	65	59	6	4,7	0,59	72	18,29	63,71	21,32	
27	15.10.03	6,10	3,36	39	6,73	1,44	4	230	1,00	0,59	4,54	0,29	84	82	2	7,6	0,79	83	10,43	53,88	34,42	
28	15.10.03	6,07	3,30	36	6,34	1,63	19	205	1,24	0,59	3,95	0,26	52	50	2	6,5	0,85	75	15,52	69,07	18,20	
29	15.10.03	6,11	6,51	35	15,20	2,82	18	175	1,19	1,15	9,01	0,46	62	59	3	5,3	0,78	69	14,55	54,09	23,63	
30	15.10.03	5,71	4,16	28	8,32	2,06	18	275	1,12	0,82	5,42	0,36	126	123	3	10,4	1,95	89	18,72	68,50	34,17	

Vedleggstabell 3. fortsatt

Lokalitet	Dato	pH	Kond mS/m	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Alk µEq/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/l N	Tot-N µg/l N	II Al µg/L	L Al µg/L	TOC mg/L C	H+	ANC µekv/L	SO4* µekv/L	(Ca + Mg)* µekv/L	ENa* µekv/L
31	15.10.03	5,87	4,94	21	11,40	2,12	14	175	0,91	0,86	6,85	0,34	84	10	5,1	1,35	56	11,02	40,92	21,75
32	15.10.03	5,84	1,95	13	4,16	0,93	1	175	0,46	0,31	2,56	0,12	34	5	2,6	1,45	26	7,28	21,12	10,56
32B	15.10.03	6,05	2,25	25	4,50	0,89	5	165	0,75	0,42	2,86	0,17	48	3	4,5	0,89	55	5,46	42,02	15,37
33	15.10.03	5,72	4,25	19	9,51	1,81	22	215	0,88	0,75	5,76	0,30	94	6	6,3	1,91	56	10,06	42,45	20,13
33B	27.10.03	5,91	3,14	25	6,66	24,57	10	190	0,89	0,58	4,02	0,22	69	12	4,9	1,23	51	8,75	37,53	17,88
33C	15.10.03	5,86	3,75	23	8,31	1,58	17	215	0,81	0,63	5,04	0,31	82	6	5,5	1,38	60	5,22	37,60	13,49
33D	03.11.03	5,03	2,71	0	4,95	19,57	2	215	0,54	0,44	3,32	0,11	95	1	9,8	9,33	51	5,19	21,83	24,48
34	15.10.03	5,85	4,24	19	9,68	1,80	14	205	0,85	0,72	5,68	0,36	59	6	4,7	1,41	47	9,35	38,51	12,53
35	15.10.03	6,22	3,90	48	7,94	1,57	20	240	1,30	0,71	4,96	0,27	66	0	6,3	0,60	88	9,62	71,34	23,37
36	15.10.03	5,99	3,53	28	7,52	1,48	4	255	0,94	0,61	4,70	0,26	67	2	6,1	1,02	65	8,97	47,95	22,23