

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. Mai 1996 - april 1997 | Løpenr. (for bestilling) | Dato |
| | 4175-2000 | 15.01.00 |
| Forfatter(e) Hobæk, A | Prosjektnr. Undernr. | Sider Pris |
| | O-93102 | 24 |
| | Fagområde | Distribusjon |
| | Sur nedbør | |
| | Geografisk område | Trykket |
| | Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag | NIVA |

| | |
|--|--|
| Oppdragsgiver(e) Statoil Tjeldbergodden | Oppdragsreferanse 45000509/29.08.96 |
|--|--|

| |
|---|
| Sammendrag Vannkvalitet er overvåket i områder omkring Tjeldbergodden i forbindelse med bygging av metanolfabrikk. På tre hovedstasjoner er vannkvalitet overvåket regelmessig: Reinsjøen ved Tjeldbergodden i Aure, Terningvatn i Agdenes, og i referanselokaliteten Øvre Neådalsvatn i Surnadal. I tillegg er det tatt årlige prøver etter høstomrøring i ytterligere 36 innsjøer i kommunene Hitra, Aure, Hemne, Snillfjord, Agdenes og Rissa. Rapporten dokumenterer måleresultater for perioden mai 1996 - april 1997, og variasjon i vannkvalitet gjennom perioden 1993-96. Med unntak for én innsjø i Hemne som er påvirket av lokale inngrep, er de vannkemiske endringene små, og området er generelt lite påvirket av både langtransportert og lokal forurensning. Resultatene inngår i en dataserie som dokumenterer naturlig variasjon i vannkjemi i metanolfabrikkens forventede influensområde. |
|---|

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

Anders Hobæk
Prosjektleder

Brit Lisa Monsen Skjelkvåle
Forskningsleder

Nils Roar Sælthun
Forskningssjef

ISBN 82-577-3791-7

**Overvåking av vannkvalitet i ferskvann
ved Tjeldbergodden.**

Mai 1996 – april 1997

Forord

Denne rapporten sammenfatter resultatene av overvåking av vannkvalitet i ferskvann i områdene rundt metanolfabrikken på Tjeldbergodden i perioden mai 1996- april 1997.

Innsamling av prøver på de faste stasjonene i programmet er utført av Erik Kårvatn (Todalen), Jan Øyan (Moldtun) og John O. Kjørsvik (Kjørsvikbugen). Leif Lien (NIVA) utførte innsamling av høsten 1996. Alle medarbeidere takkes for innsatsen.

Bergen, 15. januar 2000

Anders Hobæk

Innhold

| | |
|--|-----------|
| Sammendrag | 5 |
| 1. Innledning..... | 6 |
| 2. Materiale og metoder | 6 |
| 2.1 Lokalteter..... | 6 |
| 2.2 Analyser og beregninger..... | 6 |
| 3. Resultater | 8 |
| 3.1 Reinsjøen (Lok. 1)..... | 8 |
| 3.2 Terningvatn (Lok. 2) | 9 |
| 3.3 Øvre Neådalsvatn (Lok. 3) | 12 |
| 3.4 Høstundersøkelsen (Lok. 4 – 36)..... | 14 |
| 3.5 Vannkjemiske tidstrender | 14 |
| 4. Henvisninger | 19 |
| Vedlegg A..... | 20 |

Sammendrag

NIVA har på oppdrag for Statoil overvåket vannkvalitet i ferskvann er i området omkring metanolfabrikken på Tjeldbergodden. Fabrikken er under bygging, og har ikke vært i drift under måleperioden.

Måleprogrammet er en fortsettelse av en serie som startet i mai 1993. I programmet inngår regelmessig (prøver hver 14. dag) analyse av vannkvalitet (hovedkomponenter og forsuringsparametre) i tre hovedlokaliteter: Reinsjøen ved Tjeldbergodden (Aure kommune); Terningvatn (Agdenes kommune) og Øvre Neådalsvatn (Surnadal kommune). Sistnevnte fungerer som referanse-lokalitet, og ligger utenfor det forventede influensområdet for metanolfabrikken. I tillegg prøvetas 36 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. Det er tidligere gjort biologiske registreringer i hovedlokalitetene (1993-94).

Hovedlokalitetene Reinsjøen og Terningvatn er vannkjemisk sett ganske like. Vannkjemien er preget av variasjoner i mengden ioner som har marin opprinnelse (deposisjon av sjøsalter). Tilførslene av forsurende komponenter er små i hele området, og ingen av innsjøene viser tegn til forsuringsproblemer. De vannkjemiske variasjonene som kan påvises i området er små, og skyldes naturlig variasjon. Foruten tilførsler gjennom langtransportert forurensning, er det svingninger i deposisjon av sjøsalter som gir opphav til vannkjemiske variasjoner. Én innsjø er imidlertid preget av lokal forurensning, som skyldes inngrep i nedbørfeltet.

1. Innledning

NIVA har på oppdrag for Statoil overvåket vannkvalitet i ferskvann i områdene rundt metanol-fabrikken på Tjeldbergodden siden mai 1993. I tidsrommet fram til mai 1995 var overvåkings-programmet en del av et felles program under 4Ni-instituttene. Etter dette er programmet videreført direkte for Statoil Tjeldbergodden.

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 30 innsjøer hvor det tas prøve én gang pr. år.

Denne rapporten sammenfatter resultater for perioden mai 1996 – april 1997.

2. Materiale og metoder

2.1 Lokalteter

En liste over lokalitetene som inngår i programmet er gitt i vedleggstabell Tabell 1. For geografisk lokalisering vises til kart i tidligere rapporter (Hobæk *et al.* 1994, Thomassen 1995).

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 NIVAs laboratorium i Oslo for analyse. I snøsmeltingsperioden ble det tatt ukentlige prøver. En oversikt over lokalitetene framgår av Tabell 1. Innsamling av vannprøver fra 37 innsjøer fordelt i det forventede influensområdet for metanolfabrikken ble gjennomført 31.10.96 ved hjelp av helikopter. På Hitra fikk vi imidlertid ikke landingstillatelse, og de 10 lokalitetene der (lok. 4-13) ble prøvetatt av lokal kontaktperson 14.11-14.12.97. I forhold til tidligere innsamlinger ble fire nye lokaliteter prøvetatt, for å utvide antallet forsurningsfølsomme innsjøer. Disse innsjøene var: 32B i Snillfjord, 33B, 33C, 33D, alle i Agdenes (jfr Tabell 1).

2.2 Analyser og beregninger

Alle kjemiske analyser er utført ved NIVAs laboratorium. Samtlige vannprøver er blitt analysert for følgende parametre: 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 *et al.* (1992).

Det er tidligere gjort beregninger av tålegrenser og overskridelser av disse for alle lokaliteter (Hobæk m.fl. 1994; Hobæk 1995). Siden endringene i deposisjon av forsurende stoffer gjennom undersøkelsesperioden har vært minimale (Knudsen & Johnsrud 1996; Johnsrud & Knudsen 1996; Haugsbakk 1997), er disse beregningene ikke revidert i denne omgang.

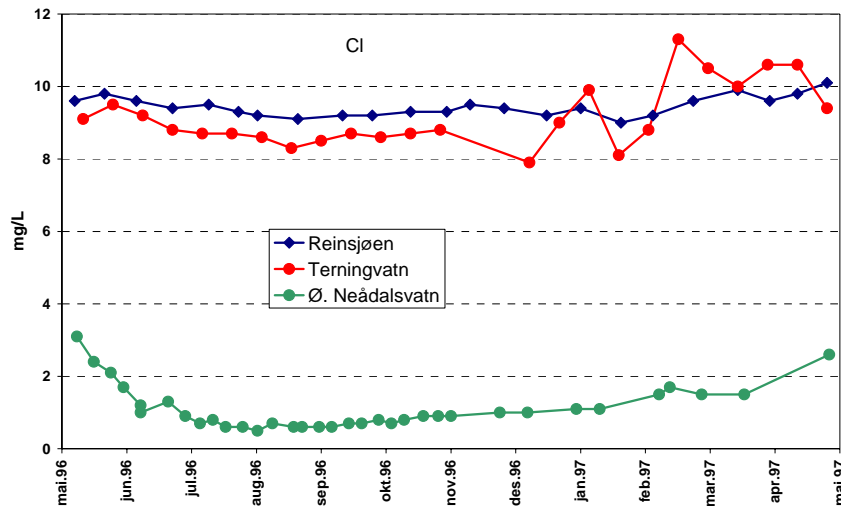
Tabell 1. Innsjøer som inngår i overvåkingsprogrammet for ferskvann på Tjeldbergodden.

| Nr | Innsjø | Hoh | Kommune | UTM Øst-Nord | Dato 1996 |
|-----|----------------------|-----|------------|-----------------|--------------|
| 1 | Reinsjøen | 66 | Aure | 4885-70303 | mange |
| 2 | Terningvatn | 93 | Agdenes | 5245-70456 | mange |
| 3 | Øvre Neådalsvatn | 728 | Surnadal | 4991-69610 | mange |
| 4 | Sagvatn | 19 | Hitra | 4705-70433 | 16.12.96 |
| 5 | Sandvatn | 50 | Hitra | 4695-70382 | 16.12.96 |
| 6 | St. Sandvatn | 92 | Hitra | 4725-70367 | 16.12.96 |
| 7 | Mørkdalsvatn | 118 | Hitra | 4758-70392 | 16.12.96 |
| 8 | St. Brattåvatn | 64 | Hitra | 4797-70387 | 16.12.96 |
| 9 | Lauvdalsvatn | 172 | Hitra | 4875-70445 | 16.12.96 |
| 10 | Elgfjellvatn | 55 | Hitra | 4910-70405 | 3.11.96 |
| 11 | Barlifjellvatn | 98 | Hitra | 4937-70440 | 16.12.96 |
| 12 | Terningsvatn | 51 | Hitra | 5006-70436 | 3.11.96 |
| 13 | Strandavatn | 56 | Hitra | 5055-70462 | 3.11.96 |
| 14 | Fonnavatn | 71 | Aure | 4866-70294 | 31.10.96 |
| 15 | Skålvatn | 58 | Aure | 4880-70290 | 31.10.96 |
| 16 | Holmvatn | 360 | Aure | 4905-70266 | 31.10.96 |
| 17 | Romundsetvatn | 113 | Aure | 4827-70234 | 31.10.96 |
| 18 | Rostollvatn | 445 | Aure | 4829-70198 | 31.10.96 |
| 19 | Steingeitvatn | 307 | Aure | 4847-70171 | 31.10.96 |
| 20 | Skarvatn | 346 | Aure | 4888-70191 | 31.10.96 |
| 21 | Åsgårdvatn | 214 | Aure | 4927-70234 | 31.10.96 |
| 22 | Taftøysvatn | 76 | Hemne | 4903-70324 | 31.10.96 |
| 23 | Svarttjønna | 337 | Hemne | 4935-70287 | 31.10.96 |
| 24 | Øydalsvatn | 78 | Hemne | 4967-70286 | 31.10.96 |
| 25 | Stengvatn | 377 | Hemne | 4983-70226 | 31.10.96 |
| 26 | Oternesvatn | 182 | Hemne | 5033-70345 | 31.10.96 |
| 27 | Kjønnsvikvatn | 209 | Hemne | 5047-70245 | 31.10.96 |
| 28 | Ånavatn | 272 | Hemne | 5053-70163 | 31.10.96 |
| 29 | Kjøsvatn | 96 | Snillfjord | 5117-70410 | 31.10.96 |
| 30 | Ø. Heggstadsætervatn | 78 | Snillfjord | 5137-70317 | 31.10.96 |
| 31 | Halsavatn | 105 | Snillfjord | 5176-70445 | 31.10.96 |
| 32 | N. Krogstadtjørna | 374 | Snillfjord | 5223-70318 | 31.10.96 |
| 32B | <navnløs> | 451 | Snillfjord | 5188-70319 | 31.10.96 |
| 33 | Svartvatn | 161 | Agdenes | 5335-70486 | 31.10.96 |
| 33B | Austvatn | 224 | Agdenes | 5378-70312 | 31.10.96 |
| 33C | Holtvatn | 236 | Agdenes | 5310-70473 | 31.10.96 |
| 33D | Nedre Hanstjern | 194 | Agdenes | 5352-70355 | 31.10.96 |
| 34 | Dørndalsvatn | 204 | Rissa | 5468-70538 | 31.10.96 |
| 35 | Roksetvatn | 193 | Rissa | 5527-70583 | 31.10.96 |
| 36 | Fessdalsvatn | 258 | Rissa | 5531-70636 | 31.10.96 |

3. Resultater

I det følgende gjennomgås resultatene fra de tre hovedlokalitetene, og deretter resultater fra innsjøene som er med i høstundersøkelsen. Avslutningsvis ser vi på vannkjemiske endringer over tid i alle lokalitetene. Alle vannkjemiske analysedata er samlet i vedleggstabellene.

En stor del av de vannkjemiske hovedkomponenter i disse områdene stammer fra sjøsalter som avsettes i nedbør eller som tørravsetning. Det er viktig å kunne skille mellom sjøsaltenes bidrag og hva som skyldes langtransportert (eller lokal) forurensning av forsurende stoffer, spesielt for sulfat. Som basis for å skille ut det marine bidraget brukes kloridkonsentrasjonen i avrenningsvannet. Figur 1 viser kloridmengden gjennom perioden i de tre hovedlokalitetene. Nivået i referanse-lokaliteten Øvre Neådalsvatn ligger vesentlig lavere enn de to andre, som følge av større avstand til kysten. Her finner vi også en markert sesongvariasjon, med høyest kloridkonsentrasjon under vårmeltingen. I de to andre lokalitetene varierer kloridnivået mer tilfeldig. Særlig for Terningvatn finner vi episoder med høy kloridmengde vinteren 1996 og våren 1997. Sjøsaltmengden i avrenningen preger mye av den vannkjemiske dynamikken i alle de tre aktuelle feltene.



Figur 1. Sesongvariasjon i kloridmengder i de tre hovedlokalitetene i perioden mai 1996 - april 1997.

3.1 Reinsjøen (Lok. 1)

Analysedata er vist i Vedleggstabell 1. Resultatene for perioden er også sammenfattet i Figur 2. Konduktiviteten, som er et uttrykk for totalt ioneinnhold, lå i gjennomsnitt på 4,2 mS/m, med liten variasjon gjennom perioden (4,0 - 4,7 mS/m). De høyeste verdiene om våren 1997 falt sammen med de høyeste konsentrasjoner av sjøsalter (Figur 1, Figur 2).

Surhetsgraden (pH) varierte mellom 5,7 og 6,3, med en middelvei på pH 6,0. Innholdet av organisk materiale (TOC) varierte lite (middel 2,7 mg/L). Mengden aluminium i avrenningen følger normalt TOC-innholdet godt. I Reinsjøen var middelveien for Reaktivt aluminium (RAL) 42,5 µg/L, med variasjon fra 30–50 µg/L. Av dette var bare en liten andel Labilt Aluminium (LAl), som er den potensielt giftige fraksjonen for ferskvannsorganismer. Maksimal verdi for LAl var 12 µg/L, og middelveien vel 2 µg/L.

Gjennom flere perioder viste vannkjemien "underskudd" på natrium i forhold til kloridmengden. Begge disse ioner antas generelt å gå direkte gjennom nedbørfeltet uten å være knyttet til spesiell biologisk aktivitet. I noen tilfelle kan likevel ionebytting i jordsmonnet holde Na tilbake. Ikke-marint natrium (Na^*) beregnes ut fra mengden Cl, og stammer fra normal forvitring i nedbørfeltet. I avrenningen fra Reinsjøen blir denne beregningen noen ganger negativ, og dette tyder på at Na holdes igjen i jordsmonnet. I den beregnede ionebalansen gir dette betydelige utslag i mengden ikke-marine basekationer (BC^*), og dermed også i beregningen av syrenøytraliserende kapasitet (ANC). Svingningen i BC^* og ANC (Figur 2) avhenger av variasjon i mengden Na^* , mens de andre basekationene varierte langt mindre.

Normalt vil ANC korrelere godt med ALK (Alkalitet, eller bufferevne målt direkte ved titrering til $\text{pH} = 4,5$). I Reinsjøen viste denne parameteren betydelig mindre variasjon enn ANC (Figur 2). Siden ionebalansen er så dynamisk, gir ALK sannsynligvis et riktigere bilde av svingningene i bufferevne. Alkaliteten varierte mellom 16 og 29 $\mu\text{ekv/L}$, med en middelvei på 21 $\mu\text{ekv/L}$.

Sulfatmengden varierte ubetydelig rundt middelveien på 2,0 mg/L i Reinsjøen. I Figur 2 er vist ikke-marint sulfat (SO_4^*), som også lå ganske konstant. Nivået for sulfat var litt lavere enn i 1993-96, mens den ikke-marine fraksjonen ikke viste nedgang. Mengden Total-nitrogen (Tot-N) lå på 147 $\mu\text{g/L}$ i middel, og varierte mellom 128 og 215 $\mu\text{g/L}$. Nitrat-nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$) varierte lite rundt middelveien på 37 $\mu\text{g/L}$ (Figur 2). For begge nitrogenparametrene var nivået svært likt det som er målt i 1993-96.

Nivået for hovedkomponentene viser ingen betydelige endringer fra målingene 1993-96, med unntak av at mengden Cl og Na viser en nedadgående trend gjennom denne perioden (se avsnitt 3.5).

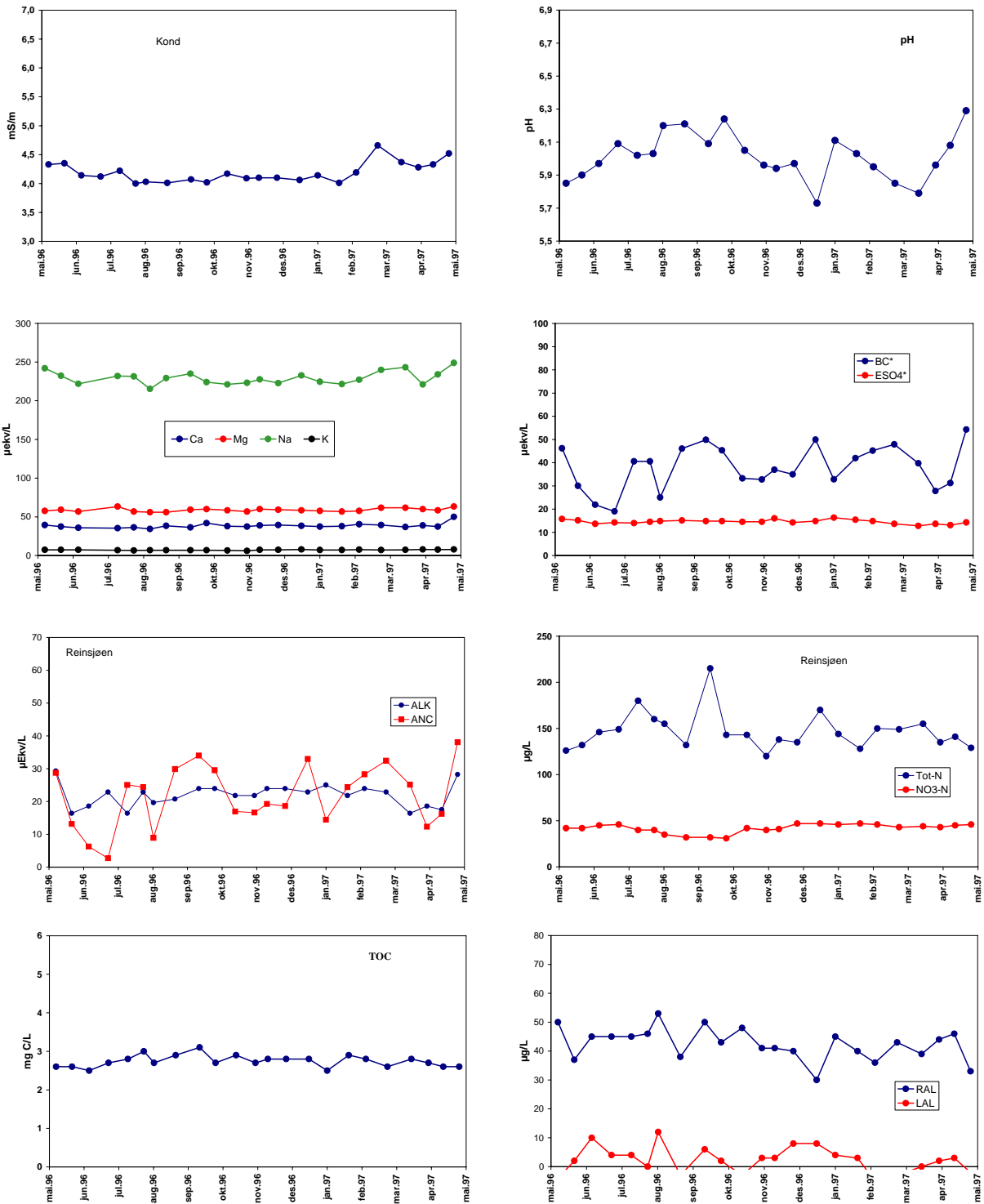
3.2 Terningvatn (Lok. 2)

Analysedata er vist i Vedleggstabell 2. Resultatene for perioden er også sammenfattet i Figur 3. Vannkjemisk sett ligner forholdene i Terningvatn mye på dem i Reinsjøen. Ioneinnholdet (målt som konduktivitet) var omtrent identisk, med middelvei på 4,2 mS/m.

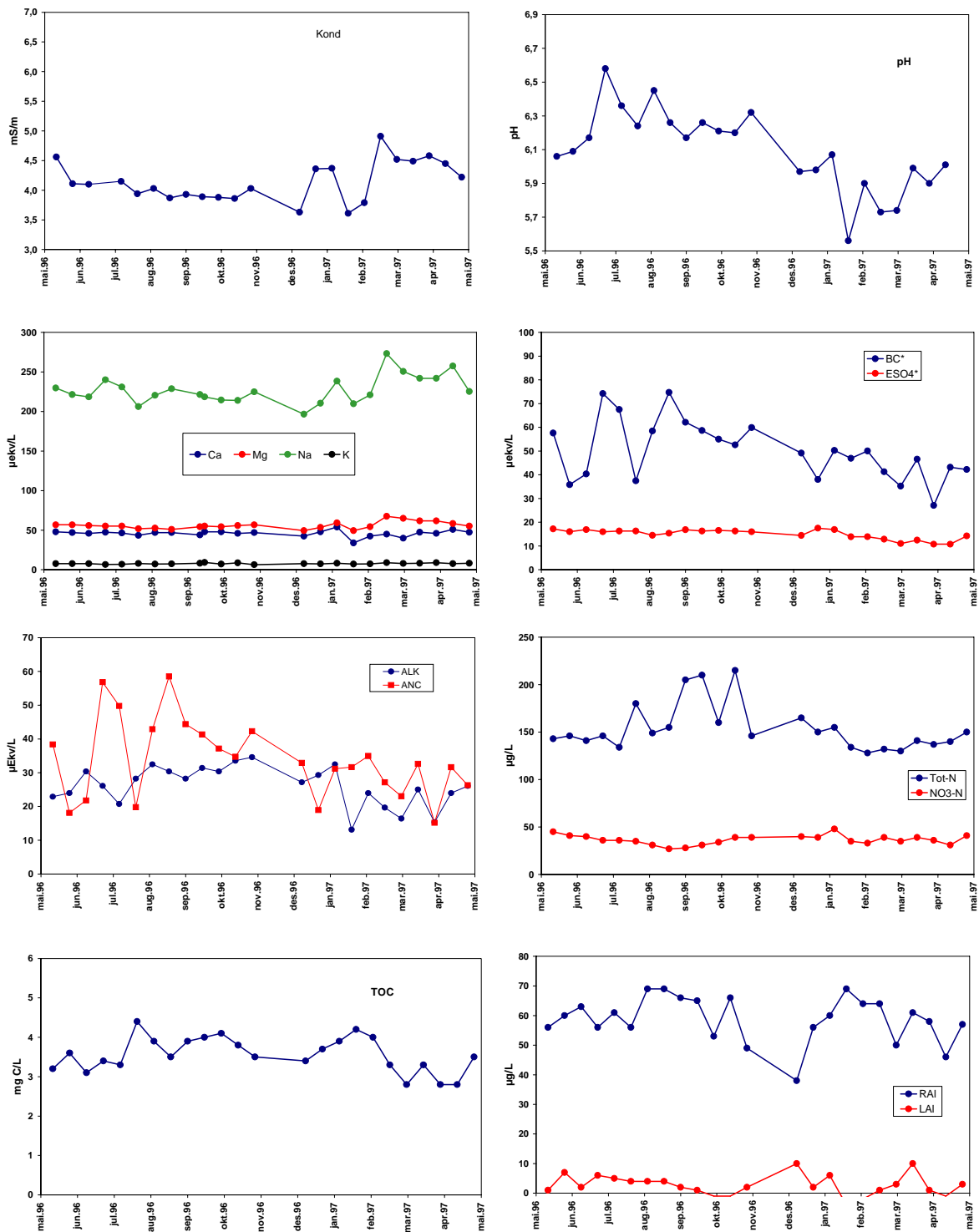
pH varierte mellom 5,6 og 6,6 (Vedleggstabell 2), med et middel på 6,09. Verdiene var høyest om sommeren, med lavere verdier vinteren 1997 (Figur 3). Innholdet av organisk materiale (TOC) lå noe høyere (middel 3,6 mg/l) enn i Reinsjøen, og varierte også mer (2,8 - 4,4 mg/L, Figur 3). RAl lå litt høyere i Terningvatn (middel 59 $\mu\text{g/L}$) enn i Reinsjøen, mens LAI fraksjonen også her lå lavt (middel 2,7 $\mu\text{g/L}$, max 10 $\mu\text{g/L}$).

Av basekationene (Figur 3) varierte først og fremst natrium, som viste økning i noen perioder vinteren og våren 1997 (parallelt med Cl-mengden, Figur 1). Mengden kalsium lå litt høyere enn i Reinsjøen, ellers er verdiene nokså like. Som i Reinsjøen fikk vi også i Terningvatn periodevis "underskudd" på Na^* , og dermed betydelige svingninger i BC^* (ikke-marine basekationer). Dette gjenspeiles i stor variasjon i ANC (Figur 3), som svingte mellom 15 og 60 $\mu\text{ekv/L}$ med et middel på 34 $\mu\text{ekv/L}$. Alkaliteten varierte mindre (13 - 35 $\mu\text{ekv/L}$), med en middelvei på 26 $\mu\text{ekv/L}$.

Sulfatmengdene (middel 2,0 mg/L) var omtrent identiske med Reinsjøens, og variasjonen var liten. Figur 3 viser SO_4^* (ikke marin sulfat), som også viste liten variasjon. Total-nitrogen lå i middel på 154 $\mu\text{g/L}$, med en maksimalverdi på 215 $\mu\text{g/L}$. Som i Reinsjøen var mengden høyest høsten 1997, men det ble registrert flere høy verdier i terningvatn enn i Reinsjøen. $\text{NO}_3\text{-N}$ varierte lite rundt middelveien på 32 $\mu\text{g/L}$. Mengdene av nitrogen og SO_4^* lå på samme nivå som i perioden 1993-96, mens ioner som helt eller delvis skriver seg fra sjøsalter har vist en reduksjon i den samme perioden (se avsnitt 3.5).



Figur 2. Vannkjemiske data fra Lok. 1, Reinsjøen. Øverst Konduktivitet (til venstre) og pH (til høyre); i rekke to basekationer (til venstre) og til høyre summen av ikke-marine basekationer (BC*) 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).



Figur 3. Vannkjemiske data fra Lok. 2, Terningvatn. Øverst Konduktivitet (til venstre) og pH (til høyre); i rekke to basekationer (til venstre) og til høyre summen av ikke-marine basekationer (BC^*) 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).

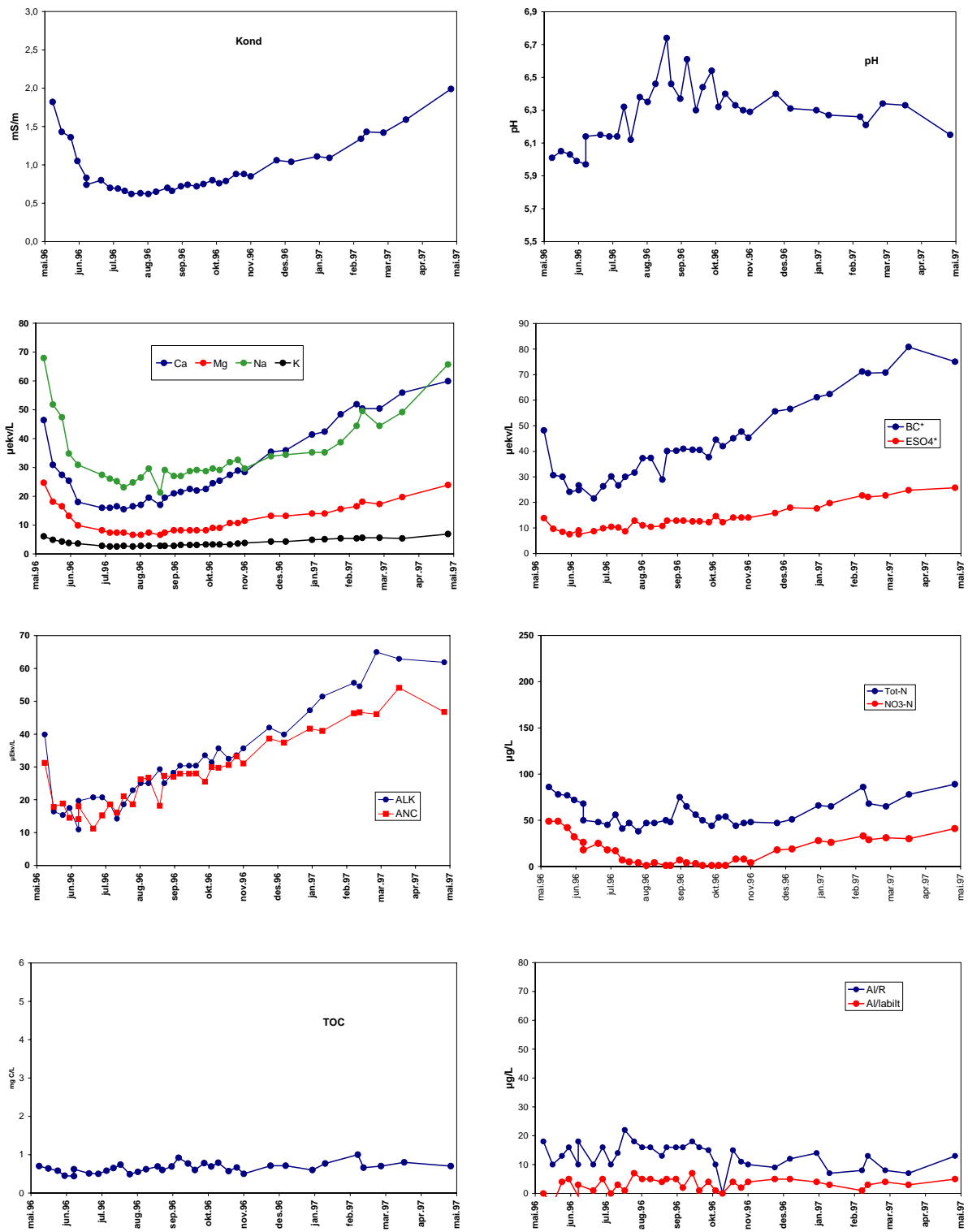
3.3 Øvre Neådalsvatn (Lok. 3)

Analysedata er vist i Vedleggstabell 3. Resultatene for perioden er også sammenfattet i Figur 4. I Ø. Neådalsvatn har vi en markert sesongsyklus i vannkjemien. Dette skyldes at innsjøen ligger både høyere og lenger inne i landet, og har en mye mer markert klimatisk sesong enn innsjøene ute ved kysten. Komponenter avsatt om vinteren akkumuleres i snø, og når innsjøen under snøsmeltingen. Totalt ioneinnhold (målt som konduktivitet) lå langt lavere enn i innsjøene ved kysten, og viste de høyeste verdiene (1,9-2,0 mS/m) under tidlig snøsmelting (ultmo april 1996; primo mai 1997; Figur 4). I løpet av sommeren sank konduktiviteten mot 0,6 mS/m. Dette mønsteret ble fulgt av alle ioner som har helt eller delvis marin opprinnelse, som vist i Figur 1 for klorid.

Surhetsgraden fulgte et motsatt sesongmønster, med lavest verider under slutten av snøsmeltingen (Figur 4). pH lå da like under 6,0. I løpet av sommeren steg pH til 6,7. Middelerdien for perioden var 6,3. Innholdet av organisk karbon lå stabilt lavt rundt 0,8 mg/L (Figur 4). Reaktivt aluminium (RAI) ble maksimalt målt til 22 µg/L (middel 13,4 µg/L). LAI fraksjonen lå ofte under deteksjonsgrensen. Middelerdien på 3 µg/L er derfor trolig overestimert. Maksimalverdien var 7 µg/L.

Basekationene (Na, Ca, Mg og K) fulgte sesongmønsteret for sjøsalter (Figur 4) med høyeste verdier under snøsmeltingen. Utslaget var størst for Na og Ca, som er de dominerende kationer i innsjøen, og minst merkbart for K. Også de ikke-marine fraksjonene av basekationene (summert til BC* i Figur 4) fulgte den samme syklus. Dette gav seg utslag i en markant sesongvariasjon i ANC og ALK. I dette tilfellet viser de to parametrene godt samsvar. Middelerdien for ANC var 29 µekv/L (variasjon mellom 11 og 54 µekv/L), og for ALK 30 µekv/L (variasjon mellom 11 og 65 µekv/L).

Nitrogenmengdene lå lavere i Ø. Neådalsvatn enn i innsjøene ute ved kysten. Tot-N varierte mellom 38 og 89 µg/L, med en middelerdi på 53 µg/L (Figur 4). Også for denne parameteren ser vi en sesongvariasjon med høyeste verdier i snøsmeltingen. For NO₃-N var nivået lavere (middel 17 µg/L), men sesongvariasjonen tydeligere som følge av biologisk opptak i produksjonssesongen (Figur 4). Nitratinnholdet lå <10 µg/L fra midt i juli til midt i november. Mengden sulfat varierte fra 0,5 mg/L til 1,6 mg/L, med de høyeste verdier under snøsmeltingen. Den ikke-marine fraksjonen (SO₄*) viste også en svak sesongvariasjon (Figur 4), med en jevn stigning utover vinteren mot snøsmeltingen. Både SO₄, NO₃-N og Tot-N lå på omtrent samme nivå som tidligere år, og det kan ikke påvises endringer.



Figur 4. Vannkjemiske data fra Lok. 3, Øvre Neådalsvatn.

I øverste rekke Konduktivitet (til venstre) og pH (til høyre); i rekke to basekationer (til venstre) og til høyre summen av ikke-marine basekationer (BC*) 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).

3.4 Høstundersøkelsen (Lok. 4 – 36)

En kommunevis sammenfatning av middelverdier for sentrale parametre er vist i Tabell 2. Måleresultater for alle lokalitetene er gitt i Vedleggstabell 4.

En av lokalitetene i Hemne (lok. 24 Øydalsvatn) har fra 1995 vist en markert endring i vannkjemi, med økt innhold av kationer (unntatt Na), og dermed også sterk økning i ALK og ANC. Der har også vært en tydelig økning i Tot-N og NO₃-N. Dette skyldes etter alt å dømme aktivitet i innsjøens nærområde. Innsjøen er derfor ikke tatt med i middelverdien i Tabell 2.

Tabell 2. Middelverdier av resultatene fra høstundersøkelsen (Lok. 4-36) for hver kommune. For Hemne kommune er lok. 24 (Øydalsvatn) ikke medregnet i middeltallene. N angir antall innsjøer i hver kommune.

| Kommune | N | pH | ALK µekv/L | ANC µekv/L | TOC mg/L | NO ₃ µg/L | Tot-N µg/L | Cl mg/L | SO ₄ * µekv/L | LAI µg/L |
|------------|----|------|---------------|---------------|-------------|-------------------------|---------------|------------|-----------------------------|-------------|
| Hitra | 10 | 6,08 | 46,6 | 77,9 | 8,5 | 15,5 | 218 | 10,3 | 12 | 2,3 |
| Aure | 8 | 6,09 | 34,7 | 43,0 | 4,7 | 21,8 | 145 | 5,9 | 15 | 1,6 |
| Hemne | 6 | 6,14 | 34,1 | 53,8 | 5,8 | 13,3 | 159 | 7,3 | 15 | 3,2 |
| Snillfjord | 5 | 5,97 | 24,3 | 41,1 | 4,7 | 15,4 | 139 | 7,5 | 15 | 5,4 |
| Agdenes | 4 | 5,60 | 16,9 | 45,2 | 7,8 | 11,8 | 177 | 5,8 | 11 | 4,8 |
| Rissa | 3 | 6,00 | 29,5 | 48,3 | 5,6 | 14,0 | 162 | 6,6 | 13 | 2,7 |

Innsjøene på Hitra skilte seg ut med høyest innhold av klorid og totalt ioneinnhold. De hadde også det høyeste TOC-innholdet, og både ALK og ANC lå høyest her. Dette er i samsvar med tidligere målinger. Forøvrig var forskjellene ellers ganske små. Lokalitetene i Snillfjord og Agdenes hadde lavest innhold av basekationer og dermed lavest ALK og ANC. Dette er også som observert tidligere, og de fire nye innsjøene som er tatt med i 1996 forsterker dette bildet.

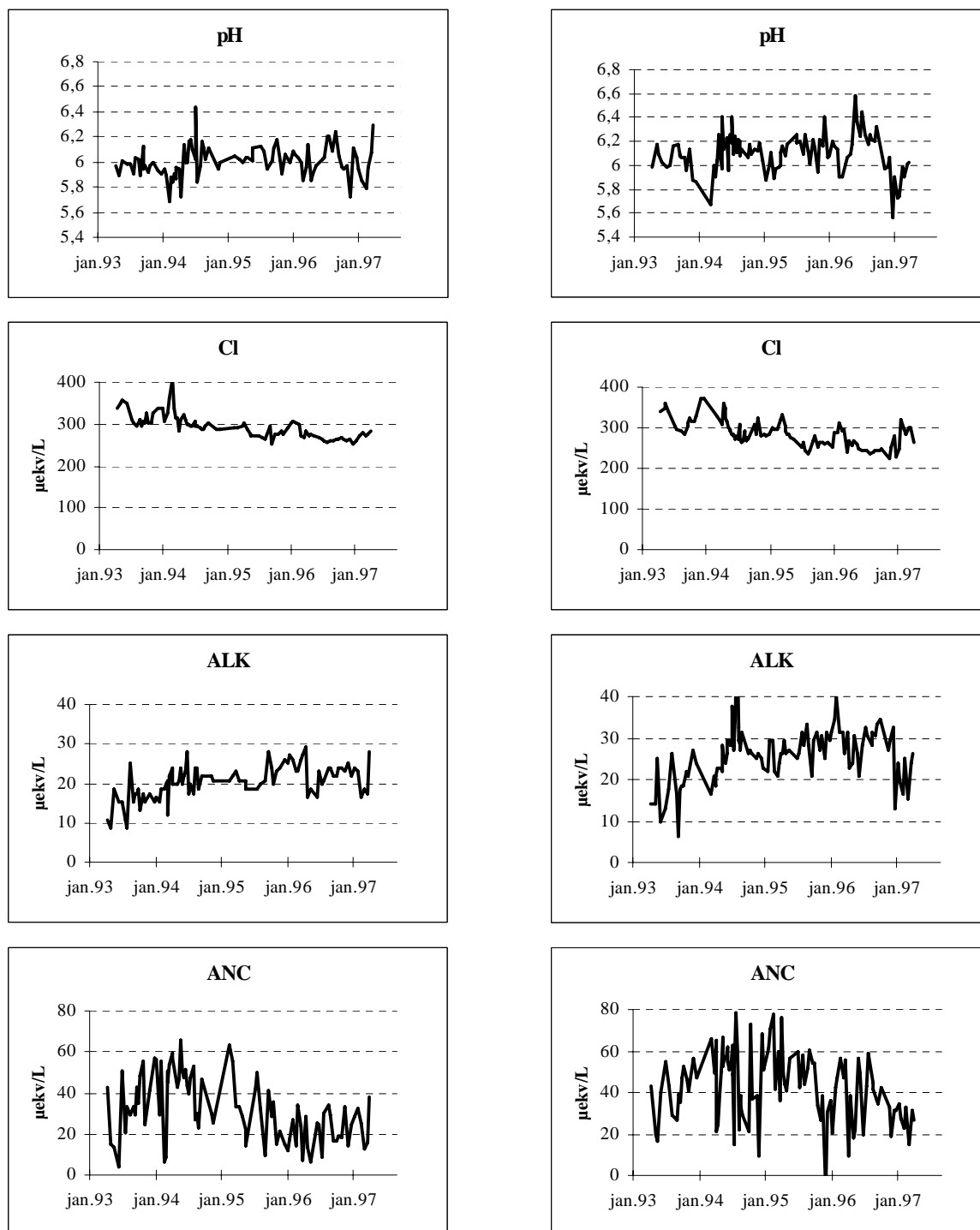
Med unntak for lok. 24 som nevnt over, er det ingen tegn til vannkjemiske endringer av betydning i forhold til tidligere. Nivåene for Tot-N og NO₃-N var uforandret. Forskjeller mellom enkelte år (jfr. avsnitt 3.5) i måleserien må så langt betraktes som naturlig variasjon.

3.5 Vannkjemiske tidstrender

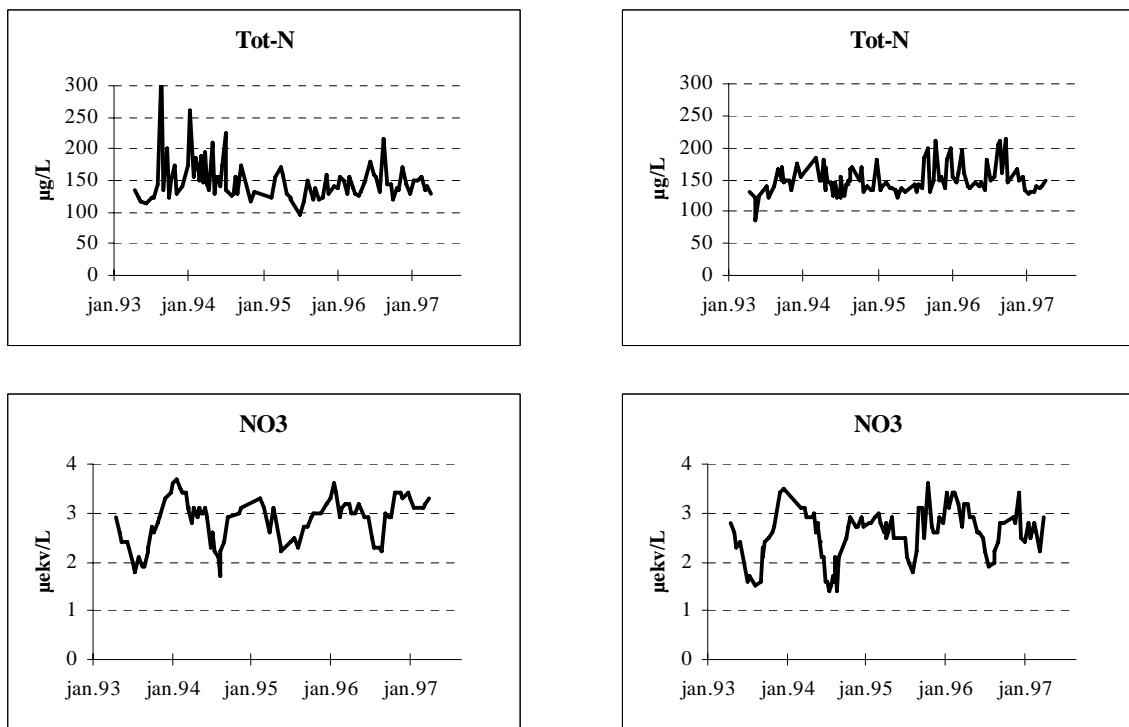
Målingene i lokalitetene ved Tjeldbergodden dekker så langt en periode på 4 år. Et viktig moment er å vurdere om variasjonen i vannkjemiske parametre viser noen trender over lengre tid enn det som fanges opp i en årsrapport.

Figur 5 viser variasjon i pH, klorid, Alkalitet og ANC i Reinsjøen og Terningvatn gjennom hele måleperioden 1993-97. Gjennom denne perioden har kloridmengden sunket systematisk. Dette har trolig sammenheng med stor deposisjon av sjøsalter under de kraftige stormene vinteren 1993. Fra denne perioden er det registrert store vannkjemiske endringer langs kysten av Sør-Norge (Hindar m.fl. 1993). Parallelt med reduksjonen i klorid følger naturlig nok en tilsvarende nedgang i Na, og i konduktivitet (totalt ioneinnhold). For pH i disse to lokalitetene er svingningene store, men det kan spores en svak tendens til økning over tid. Dette er imidlertid ikke statistisk signifikant.

Alkalitet viser en stigende tendens i begge lokaliteter (Figur 5). I Terningvatn sank alkaliteten igjen i løpet av vinteren 96-97, mens vi ikke fikk noen slik tendens i Reinsjøen. ANC-verdiene varierer atskillig mer enn alkaliteten. I begge innsjøene synes ANC å ha ligget høyere i 1994-95 enn i 1996-97.



Figur 5. pH, klorid (Cl), ALK og ANC i Lok. 1 Reinsjøen (figurene til venstre) og i Lok. 2 Terning-vatn (figurene til høyre) gjennom hele måleperioden 1993-97. Alle parametre unntatt pH er uttrykt i µekv/L.

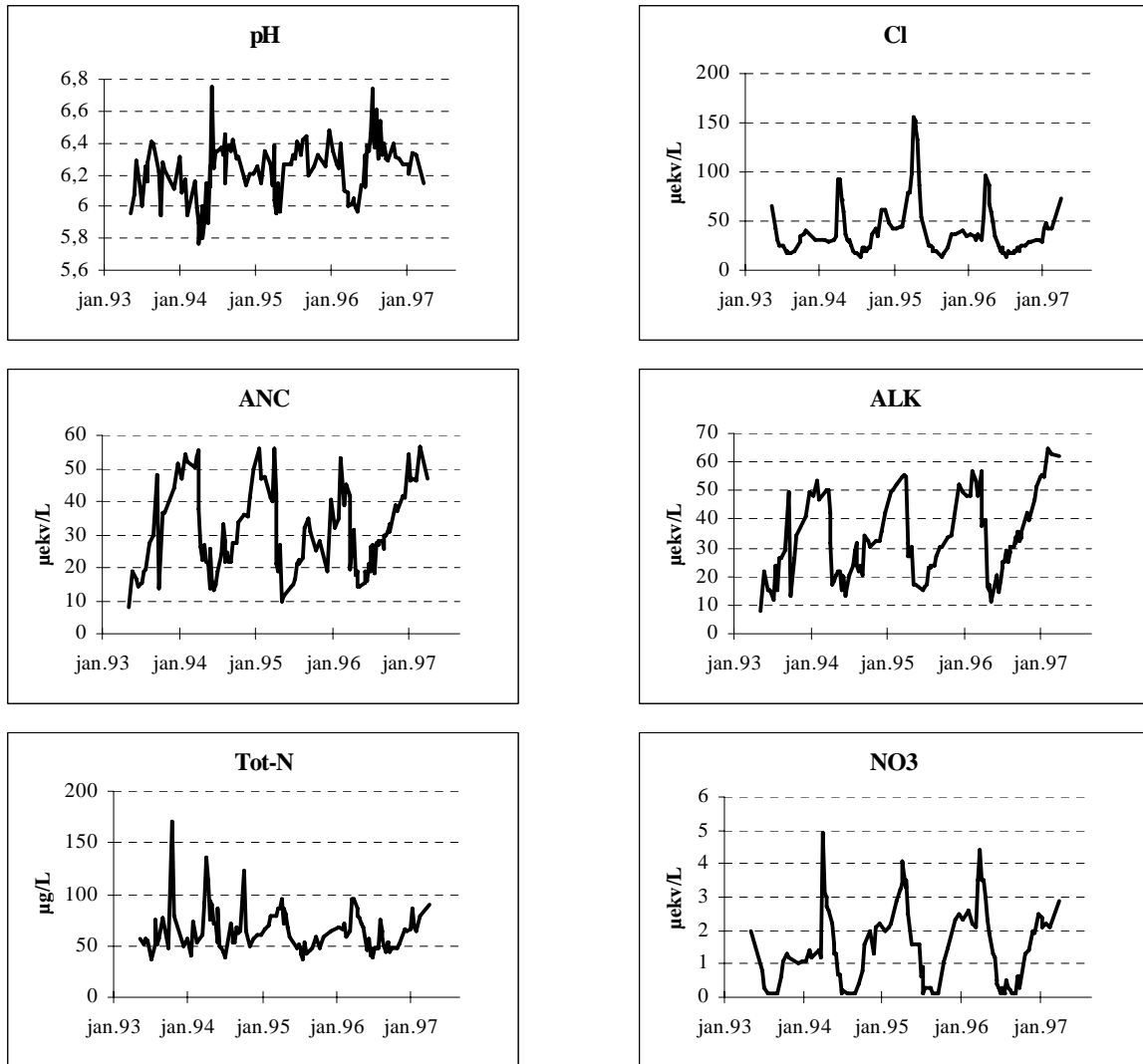


Figur 6. Nitrogenparametre i Reinsjøen (til venstre) og i Terningvatn (til høyre) gjennom hele måleperioden 1993-97. Total nitrogen (Tot-N) i µg/L, og nitrat (NO₃-N) i µekv/L.

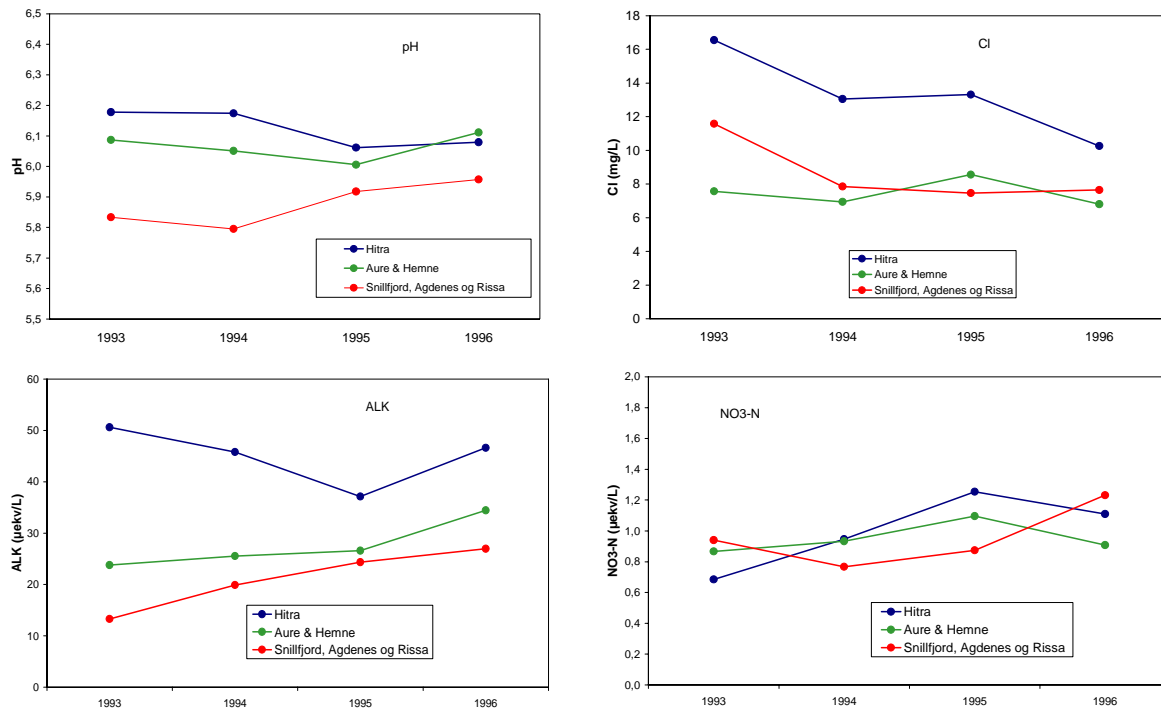
Mengden nitrogen er vist i de samme to innsjøer i Figur 6. Tot-N svinger i begge rundt 150 µg/L, uten noen tendens til endring over tid. NO₃-innholdet viser en klar årssrytme med lavest verdier sent i produksjonssesongen.

I referanselokaliteten Øvre Neådalsvatn er forholdene annerledes (Figur 7). Her karakteriseres vannkjemien av en utpreget sesongsyklus, som kan sees igjen i nesten alle parametre. Typisk har vi en markert økning av totalt ioneinnhold (ikke vist) og Cl-innhold under snøsmeltingen, med påfølgende avtak mot neste vinter. Det høyeste nivået av Cl fikk vi under snøsmeltingen i 1995.

Parallelt med de raske økningene i Cl-innhold finner vi en like klar reduksjon i ALK og ANC. Bufferkapasiteten bygger seg opp igjen i løpet av sommeren og høsten. Alle basekationer og anionene sulfat og nitrat følger samme syklus som Cl. Også i Tot-N kan vi skjelve dette mønsteret, men her kommer mer uregelmessige svingninger i tillegg. Det samme gjelder for pH. For pH kan data tyde på en svakt stigende tendens (Figur 7), mens for de andre parametrene kan ingen endringer over perioden 1993-97 spores.



Figur 7. pH, klorid (Cl), ALK, ANC, Tot-N og NO₃-N i Lok. 3 Øvre Neådalsvatn gjennom hele måleperioden 1993-97. Alle parametre unntatt pH og Tot-N er uttrykt i µkv/L.



Figur 8. Resultater fra høstundersøkelsen i lok. 4-36 gjennom måleperioden 1993-96. Parametrene pH, Cl, ALK og NO₃-N er vist som årlige midler for grupper av innsjøer. Grupperingen er gjort etter geografisk område: Hitra; Aure & Hemne; Snillfjord, Agdenes & Rissa. Lokalitetene 24, 32B, 33B, 33C og 33D er utelatt (se teksten).

En sammenfatning av tidsutvikling i lokalitetene 4-36 er gjort i Figur 8. I grunnlaget for disse figurene er det bare tatt med innsjøer som er undersøkt gjennom perioden 1993-96, slik at lokalitetene 32B, 33B, 33C og 33 D ikke er med. Også data fra Lok. 24 er utelatt, siden denne innsjøen antas å være forstyrret av aktivitet i nedbørfeltet.

Endringene vi kan observere over tid i disse lokalitetene er små. Vi finner et generelt avtak av Cl-mengden gjennom perioden 1993-96, bortsett fra i innsjøene som inngår i gruppen Aure & Hemne. Dette antas å være et generelt fenomen i hele kystområdet, slik det også var tydelig i de to hovedlokalitetene. Endringene i pH og NO₃-N er små og trolig ubetydelige. Alkaliteten viser en svak økning i to av innsjøgruppene, og tydeligst i gruppene som har lavest bufferevne.

Selv om det kan påvises små endringer over tid, er disse svært beskjedne, og representerer naturlige variasjoner knyttet til variasjon i klima og i deposisjon av sjøsalter. Unntaket er Lok. 24, men endringene i denne innsjøen må ha lokale årsaker.

4. Henvisninger

- Haugsbakk, I. 1997. Førundersøkelse av nedbørkvaliteten ved Tjeldbergodden i Aure kommune. Mai 1996-april 1997. NILU Rapport nr. OR59/97.
- 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 sjøsaltanriket 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.
- Knudsen, S. & M. Johnsrud. 1996. Førundersøkelse av luftforurensningssituasjonen på Tjeldbergodden i Aure kommune. Mai 1993-april 1994. NILU Rapport nr. OR32/96.
- Johnsrud, M. & S. Knudsen. 1996. Førundersøkelse av luftforurensningssituasjonen på Tjeldbergodden i Aure kommune. Mai 1994-april 1996. NILU Rapport nr. OR49/96.
- Thomassen, J. (red.) 1995. Miljøovervåking Tjeldbergodden. Etablering av overvåkingsprogram 1993-1994. NINA Oppdragsmelding 376: 20 s.

Vedlegg A.

Vannkjemiske resultater fra perioden mai 1996 – april 1997. Resultatene fra de tre hovedlokalitetene Reinsjøen (Lok. 1), Terningvatn (Lok. 2) og Øvre Neådalsvatn (Lok. 3) er satt opp i hver sin tabell, mens resultatene fra Høstundersøkelsen utgjør den fjerde tabellen.

I tabellene er det brukt følgende parametre og koder:

| Kode | Parameter | Enhet | Analysemetode |
|--------------------|------------------------|--------|--|
| pH | Surhetsgrad | - | Potensiometri |
| Kond | Elektrisk ledningsevne | mS/m | Elektrometri |
| Alk | Alkalitet | µekv/l | Potensiometriske titrering til pH = 4,5 |
| Cl | Klorid | mg/l | Ionekromatografi |
| SO ₄ | Sulfat | mg/l | Ionekromatografi |
| NO ₃ -N | Nitrat-nitrogen | µg N/l | Automatisert kolorimetri |
| Tot-N | Total-nitrogen | µg N/l | Fotometri (AA) |
| Ca | Kalsium | mg/l | ICP (induktivt koblet plasma-atomemisjon) |
| Mg | Magnesium | mg/l | ICP |
| Na | Natrium | mg/l | ICP |
| K | Kalium | mg/l | ICP |
| RAI | Reaktivt Aluminium | µg/l | Automatisert kolorimetri |
| IIAI | Ikke Labil Aluminium | µg/l | Automatisert kolorimetri |
| LAI | Labil Alimium | µg/l | Beregnes ved differensen mellom RAI og IIAI |
| TOC | Totalt organisk karbon | mg/l | Oksidasjon til CO ₂ og måling med IR-detektor |

Vedleggstabell 1. Vannkjemiske målinger i utløpet av Reinsjøen (St. 1) i perioden mai 1996- april 1997. Nederst er det gitt maksimum, minimum, middel, median, og standard avvik (SD) for hver parameter.

| Dato | pH | Kond mS/m | Alk µekv/L | Cl mg/L | SO ₄ mg/L | NO ₃ -N µg/L | Tot-N µg/L | Ca mg/L | Mg mg/L | Na mg/L | K mg/L | RAI µg/L | IIAI µg/L | Lal µg/L | TOC mg/L |
|----------|-------|--------------|---------------|------------|-------------------------|----------------------------|---------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 09.05.96 | 5,85 | 4,33 | 29,3 | 9,6 | 2,1 | 42 | 126 | 0,79 | 0,70 | 5,56 | 0,29 | 50 | 54 | -4 | 2,6 |
| 23.05.96 | 5,90 | 4,35 | 16,4 | 9,8 | 2,1 | 42 | 132 | 0,75 | 0,72 | 5,34 | 0,29 | 37 | 35 | 2 | 2,6 |
| 07.06.96 | 5,97 | 4,14 | 18,6 | 9,6 | 2,0 | 45 | 146 | 0,72 | 0,69 | 5,10 | 0,29 | 45 | 35 | 10 | 2,5 |
| 24.06.96 | 6,09 | 4,12 | 22,9 | 9,4 | 2,0 | 46 | 149 | 0,70 | 0,70 | 4,90 | 0,28 | 45 | 41 | 4 | 2,7 |
| 11.07.96 | 6,02 | 4,22 | 16,4 | 9,5 | 2,0 | 40 | 180 | 0,71 | 0,77 | 5,33 | 0,27 | 45 | 41 | 4 | 2,8 |
| 25.07.96 | 6,03 | 4,00 | 22,9 | 9,3 | 2,0 | 40 | 160 | 0,73 | 0,69 | 5,32 | 0,26 | 46 | 46 | 0 | 3,0 |
| 03.08.96 | 6,20 | 4,03 | 19,7 | 9,2 | 2,0 | 35 | 155 | 0,69 | 0,68 | 4,95 | 0,27 | 53 | 41 | 12 | 2,7 |
| 22.08.96 | 6,21 | 4,01 | 20,7 | 9,1 | 2,0 | 32 | 132 | 0,77 | 0,68 | 5,27 | 0,27 | 38 | 41 | -3 | 2,9 |
| 12.09.96 | 6,09 | 4,07 | 24,0 | 9,2 | 2,0 | 32 | 215 | 0,73 | 0,72 | 5,40 | 0,27 | 50 | 44 | 6 | 3,1 |
| 26.09.96 | 6,24 | 4,02 | 24,0 | 9,2 | 2,0 | 31 | 143 | 0,84 | 0,73 | 5,15 | 0,27 | 43 | 41 | 2 | 2,7 |
| 14.10.96 | 6,05 | 4,17 | 21,8 | 9,3 | 2,0 | 42 | 143 | 0,76 | 0,71 | 5,08 | 0,26 | 48 | 51 | -3 | 2,9 |
| 31.10.96 | 5,96 | 4,09 | 21,8 | 9,3 | 2,0 | 40 | 120 | 0,75 | 0,69 | 5,13 | 0,24 | 41 | 38 | 3 | 2,7 |
| 11.11.96 | 5,94 | 4,10 | 24,0 | 9,5 | 2,1 | 41 | 138 | 0,78 | 0,73 | 5,23 | 0,29 | 41 | 38 | 3 | 2,8 |
| 27.11.96 | 5,97 | 4,10 | 24,0 | 9,4 | 2,0 | 47 | 135 | 0,79 | 0,72 | 5,12 | 0,29 | 40 | 32 | 8 | 2,8 |
| 17.12.96 | 5,73 | 4,06 | 22,9 | 9,2 | 2,0 | 47 | 170 | 0,77 | 0,71 | 5,35 | 0,31 | 30 | 22 | 8 | 2,8 |
| 02.01.97 | 6,11 | 4,14 | 25,0 | 9,4 | 2,1 | 46 | 144 | 0,75 | 0,70 | 5,16 | 0,28 | 45 | 41 | 4 | 2,5 |
| 21.01.97 | 6,03 | 4,01 | 21,8 | 9,0 | 2,0 | 47 | 128 | 0,76 | 0,69 | 5,09 | 0,28 | 40 | 37 | 3 | 2,9 |
| 05.02.97 | 5,95 | 4,19 | 24,0 | 9,2 | 2,0 | 46 | 150 | 0,81 | 0,70 | 5,22 | 0,30 | 36 | 41 | -5 | 2,8 |
| 24.02.97 | 5,85 | 4,66 | 22,9 | 9,6 | 2,0 | 43 | 149 | 0,79 | 0,75 | 5,51 | 0,28 | 43 | 46 | -3 | 2,6 |
| 17.03.97 | 5,79 | 4,37 | 16,4 | 9,9 | 2,0 | 44 | 155 | 0,74 | 0,75 | 5,59 | 0,29 | 39 | 39 | 0 | 2,8 |
| 01.04.97 | 5,96 | 4,28 | 18,6 | 9,6 | 2,0 | 43 | 135 | 0,78 | 0,73 | 5,08 | 0,31 | 44 | 42 | 2 | 2,7 |
| 14.04.97 | 6,08 | 4,33 | 17,5 | 9,8 | 2,0 | 45 | 141 | 0,75 | 0,71 | 5,38 | 0,30 | 46 | 43 | 3 | 2,6 |
| 28.04.97 | 6,29 | 4,52 | 28,2 | 10,1 | 2,1 | 46 | 129 | 1,00 | 0,77 | 5,72 | 0,31 | 33 | 35 | -2 | 2,6 |
| max | 6,29 | 4,66 | 29,29 | 10,10 | 2,10 | 47,00 | 215 | 1,00 | 0,77 | 5,72 | 0,31 | 53 | 54 | 12 | 3,10 |
| min | 5,73 | 4,00 | 16,42 | 9,00 | 2,00 | 31,00 | 120 | 0,69 | 0,68 | 4,90 | 0,24 | 30 | 22 | -5 | 2,50 |
| Middel | 6,01 | 4,19 | 21,90 | 9,44 | 2,02 | 41,83 | 147 | 0,77 | 0,71 | 5,26 | 0,28 | 42,52 | 40,17 | 2,35 | 2,74 |
| Median | 6,02 | 4,14 | 22,89 | 9,40 | 2,00 | 43,00 | 143 | 0,76 | 0,71 | 5,23 | 0,28 | 43,00 | 41,00 | 3,00 | 2,70 |
| SD | 0,142 | 0,173 | 3,49 | 0,276 | 0,042 | 4,98 | 20,57 | 0,062 | 0,026 | 0,206 | 0,018 | 5,53 | 6,41 | 4,52 | 0,153 |

Vedleggstabell 2. Vannkjemiske målinger i utløpet av Terningvatn (St. 2) i perioden mai 1996- april 1997. Nederst er det gitt maksimum, minimum, middel, median, og standard avvik (SD) for hver parameter.

| Dato | pH | Kond mS/m | Alk µekv/L | Cl mg/L | SO ₄ mg/L | NO ₃ -N µg/L | Tot-N µg/L | Ca mg/L | Mg mg/L | Na mg/L | K mg/L | RAI µg/L | IIAI µg/L | Lal µg/L | TOC mg/L |
|----------|-------|--------------|---------------|------------|-------------------------|----------------------------|---------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 13.05.96 | 6,06 | 4,56 | 22,9 | 9,1 | 2,1 | 45 | 143 | 0,96 | 0,69 | 5,28 | 0,30 | 56 | 55 | 1 | 3,2 |
| 27.05.96 | 6,09 | 4,11 | 24,0 | 9,5 | 2,1 | 41 | 146 | 0,94 | 0,69 | 5,09 | 0,30 | 60 | 53 | 7 | 3,6 |
| 10.06.96 | 6,17 | 4,10 | 30,4 | 9,2 | 2,1 | 40 | 141 | 0,92 | 0,68 | 5,02 | 0,30 | 63 | 61 | 2 | 3,1 |
| 24.06.96 | 6,58 | | 26,1 | 8,8 | 2,0 | 36 | 146 | 0,95 | 0,67 | 5,52 | 0,26 | 56 | 50 | 6 | 3,4 |
| 08.07.96 | 6,36 | 4,15 | 20,7 | 8,7 | 2,0 | 36 | 134 | 0,93 | 0,67 | 5,31 | 0,27 | 61 | 56 | 5 | 3,3 |
| 22.07.96 | 6,24 | 3,94 | 28,2 | 8,7 | 2,0 | 35 | 180 | 0,87 | 0,63 | 4,74 | 0,31 | 56 | 52 | 4 | 4,4 |
| 05.08.96 | 6,45 | 4,03 | 32,5 | 8,6 | 1,9 | 31 | 149 | 0,94 | 0,64 | 5,07 | 0,28 | 69 | 65 | 4 | 3,9 |
| 19.08.96 | 6,26 | 3,87 | 30,4 | 8,3 | 1,9 | 27 | 155 | 0,94 | 0,62 | 5,26 | 0,29 | 69 | 65 | 4 | 3,5 |
| 02.09.96 | 6,17 | 3,93 | 28,2 | 8,5 | 2,0 | 28 | 205 | 0,88 | 0,66 | 5,09 | 0,32 | 66 | 64 | 2 | 3,9 |
| 16.09.96 | 6,26 | 3,89 | 31,4 | 8,7 | 2,0 | 31 | 210 | 0,96 | 0,67 | 5,02 | 0,36 | 65 | 64 | 1 | 4,0 |
| 30.09.96 | 6,21 | 3,88 | 30,4 | 8,6 | 2,0 | 34 | 160 | 0,96 | 0,66 | 4,93 | 0,28 | 53 | 54 | -1 | 4,1 |
| 14.10.96 | 6,20 | 3,86 | 33,5 | 8,7 | 2,0 | 39 | 215 | 0,92 | 0,68 | 4,92 | 0,34 | 66 | 67 | -1 | 3,8 |
| 28.10.96 | 6,32 | 4,03 | 34,6 | 8,8 | 2,0 | 39 | 146 | 0,94 | 0,69 | 5,17 | 0,25 | 49 | 47 | 2 | 3,5 |
| 09.12.96 | 5,97 | 3,63 | 27,2 | 7,9 | 1,8 | 40 | 165 | 0,85 | 0,60 | 4,52 | 0,30 | 38 | 28 | 10 | 3,4 |
| 23.12.96 | 5,98 | 4,36 | 29,3 | 9,0 | 2,1 | 39 | 150 | 0,96 | 0,65 | 4,84 | 0,29 | 56 | 54 | 2 | 3,7 |
| 06.01.97 | 6,07 | 4,37 | 32,5 | 9,9 | 2,2 | 48 | 155 | 1,08 | 0,72 | 5,48 | 0,32 | 60 | 54 | 6 | 3,9 |
| 20.01.97 | 5,56 | 3,61 | 13,1 | 8,1 | 1,8 | 35 | 134 | 0,68 | 0,60 | 4,82 | 0,28 | 69 | 73 | -4 | 4,2 |
| 03.02.97 | 5,90 | 3,79 | 24,0 | 8,8 | 1,9 | 33 | 128 | 0,85 | 0,66 | 5,08 | 0,29 | 64 | 66 | -2 | 4,0 |
| 17.02.97 | 5,73 | 4,91 | 19,7 | 11,3 | 2,2 | 39 | 132 | 0,90 | 0,82 | 6,28 | 0,35 | 64 | 63 | 1 | 3,3 |
| 03.03.97 | 5,74 | 4,52 | 16,4 | 10,5 | 2,0 | 35 | 130 | 0,80 | 0,79 | 5,76 | 0,31 | 50 | 47 | 3 | 2,8 |
| 17.03.97 | 5,99 | 4,49 | 25,0 | 10,0 | 2,0 | 39 | 141 | 0,95 | 0,75 | 5,56 | 0,32 | 61 | 51 | 10 | 3,3 |
| 31.03.97 | 5,90 | 4,58 | 15,3 | 10,6 | 2,0 | 36 | 137 | 0,92 | 0,75 | 5,56 | 0,35 | 58 | 57 | 1 | 2,8 |
| 14.04.97 | 6,01 | 4,45 | 24,0 | 10,6 | 2,0 | 31 | 140 | 1,02 | 0,71 | 5,92 | 0,30 | 46 | 47 | -1 | 2,8 |
| 28.04.97 | 6,03 | 4,22 | 26,1 | 9,4 | 2,0 | 41 | 150 | 0,95 | 0,67 | 5,18 | 0,32 | 57 | 54 | 3 | 3,5 |
| max | 6,58 | 4,91 | 34,60 | 11,30 | 2,20 | 48,00 | 215 | 1,08 | 0,82 | 6,28 | 0,36 | 69 | 73 | 10 | 4,40 |
| min | 5,56 | 3,61 | 13,14 | 7,90 | 1,80 | 27,00 | 128 | 0,68 | 0,60 | 4,52 | 0,25 | 38 | 28 | -4 | 2,80 |
| Middel | 6,09 | 4,14 | 26,07 | 9,18 | 2,00 | 36,58 | 154 | 0,92 | 0,68 | 5,23 | 0,30 | 58,83 | 56,13 | 2,71 | 3,56 |
| Median | 6,08 | 4,10 | 26,63 | 8,80 | 2,00 | 36,00 | 146 | 0,94 | 0,67 | 5,13 | 0,30 | 60,00 | 54,50 | 2,00 | 3,50 |
| SD | 0,235 | 0,336 | 5,84 | 0,878 | 0,100 | 5,02 | 24,69 | 0,076 | 0,054 | 0,399 | 0,028 | 7,74 | 9,34 | 3,48 | 0,445 |

Vedleggstabell 3. Vannkjemiske målinger i utløpet av Øvre Neådalsvatn (St. 3) i perioden mai 1996-april 1997. Nederst er det gitt maksimum, minimum, middel, median, og standard avvik (SD) for hver parameter.

| Dato | pH | Kond mS/m | Alk µekv/L | Cl mg/L | SO ₄ mg/L | NO ₃ -N µg/L | Tot-N µg/L | Ca mg/L | Mg mg/L | Na mg/L | K mg/L | RAI µg/L | IIAI µg/L | Lal µg/L | TOC mg/L |
|----------|-------|--------------|---------------|------------|-------------------------|----------------------------|---------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 10.05.96 | 6,01 | 1,82 | 39,9 | 3,1 | 1,1 | 49 | 86 | 0,93 | 0,30 | 1,56 | 0,24 | 18 | 18 | 0 | 0,70 |
| 18.05.96 | 6,05 | 1,43 | 16,4 | 2,4 | 0,8 | 49 | 78 | 0,62 | 0,22 | 1,19 | 0,19 | 10 | 14 | -4 | 0,64 |
| 26.05.96 | 6,03 | 1,36 | 15,3 | 2,1 | 0,7 | 42 | 77 | 0,55 | 0,20 | 1,09 | 0,17 | 13 | <10 | 4 | 0,58 |
| 01.06.96 | 5,99 | 1,05 | 17,5 | 1,7 | 0,6 | 32 | 72 | 0,51 | 0,16 | 0,80 | 0,15 | 16 | 11 | 5 | 0,45 |
| 09.06.96 | 5,97 | 0,83 | 10,9 | 1,2 | 0,6 | 26 | 68 | 0,36 | 0,12 | 0,71 | 0,14 | 10 | 11 | -1 | 0,44 |
| 09.06.96 | 6,14 | 0,74 | 19,7 | 1,0 | 0,5 | 18 | 50 | 0,36 | 0,11 | 0,64 | 0,12 | 18 | 15 | 3 | 0,62 |
| 22.06.96 | 6,15 | 0,80 | 20,7 | 1,3 | 0,6 | 25 | 48 | 0,38 | 0,12 | 0,69 | 0,13 | 10 | <10 | 1 | 0,51 |
| 30.06.96 | 6,14 | 0,70 | 20,7 | 0,9 | 0,6 | 18 | 45 | 0,32 | 0,10 | 0,63 | 0,11 | 16 | 11 | 5 | 0,50 |
| 07.07.96 | 6,14 | 0,69 | 18,6 | 0,7 | 0,6 | 17 | 56 | 0,32 | 0,09 | 0,60 | 0,10 | 10 | 10 | 0 | 0,58 |
| 13.07.96 | 6,32 | 0,66 | 14,2 | 0,8 | 0,6 | 7 | 41 | 0,33 | 0,09 | 0,58 | 0,10 | 14 | 11 | 3 | 0,65 |
| 19.07.96 | 6,12 | 0,62 | 18,6 | 0,6 | 0,5 | 5 | 47 | 0,31 | 0,09 | 0,53 | 0,11 | 22 | 21 | 1 | 0,74 |
| 27.07.96 | 6,38 | 0,63 | 22,9 | 0,6 | 0,7 | 4 | 38 | 0,33 | 0,08 | 0,57 | 0,10 | 18 | 11 | 7 | 0,49 |
| 03.08.96 | 6,35 | 0,62 | 25,0 | 0,5 | 0,6 | 1 | 47 | 0,34 | 0,08 | 0,61 | 0,11 | 16 | 11 | 5 | 0,55 |
| 10.08.96 | 6,46 | 0,65 | 25,0 | 0,7 | 0,6 | 4 | 47 | 0,39 | 0,09 | 0,68 | 0,11 | 16 | 11 | 5 | 0,62 |
| 20.08.96 | 6,74 | 0,70 | 29,3 | 0,6 | 0,6 | 1 | 50 | 0,34 | 0,08 | 0,49 | 0,11 | 13 | <10 | 4 | 0,69 |
| 24.08.96 | 6,46 | 0,66 | 25,0 | 0,6 | 0,7 | 1 | 48 | 0,39 | 0,09 | 0,67 | 0,11 | 16 | 11 | 5 | 0,60 |
| 01.09.96 | 6,37 | 0,72 | 28,2 | 0,6 | 0,7 | 7 | 75 | 0,42 | 0,10 | 0,62 | 0,11 | 16 | 11 | 5 | 0,69 |
| 07.09.96 | 6,61 | 0,74 | 30,4 | 0,6 | 0,7 | 4 | 65 | 0,43 | 0,10 | 0,62 | 0,12 | 16 | 14 | 2 | 0,92 |
| 15.09.96 | 6,30 | 0,72 | 30,4 | 0,7 | 0,7 | 3 | 56 | 0,45 | 0,10 | 0,66 | 0,12 | 18 | 11 | 7 | 0,77 |
| 21.09.96 | 6,44 | 0,75 | 30,4 | 0,7 | 0,7 | 1 | 50 | 0,44 | 0,10 | 0,67 | 0,12 | 16 | 15 | 1 | 0,60 |
| 29.09.96 | 6,54 | 0,80 | 33,5 | 0,8 | 0,7 | 1 | 44 | 0,45 | 0,10 | 0,66 | 0,13 | 15 | 11 | 4 | 0,78 |
| 05.10.96 | 6,32 | 0,76 | 31,4 | 0,7 | 0,8 | 1 | 53 | 0,49 | 0,11 | 0,68 | 0,13 | 10 | <10 | 1 | 0,69 |
| 11.10.96 | 6,40 | 0,79 | 35,7 | 0,8 | 0,7 | 1 | 54 | 0,51 | 0,11 | 0,67 | 0,13 | <10 | <10 | 0 | 0,79 |
| 20.10.96 | 6,33 | 0,88 | 32,5 | 0,9 | 0,8 | 8 | 44 | 0,55 | 0,13 | 0,73 | 0,13 | 15 | 11 | 4 | 0,57 |
| 27.10.96 | 6,30 | 0,88 | 33,5 | 0,9 | 0,8 | 8 | 47 | 0,58 | 0,13 | 0,75 | 0,14 | 11 | 9 | 2 | 0,67 |
| 02.11.96 | 6,29 | 0,85 | 35,7 | 0,9 | 0,8 | 4 | 48 | 0,57 | 0,14 | 0,68 | 0,15 | 10 | 6 | 4 | 0,50 |
| 25.11.96 | 6,40 | 1,06 | 42,0 | 1,0 | 0,9 | 18 | 47 | 0,71 | 0,16 | 0,78 | 0,17 | 9 | <5 | 5 | 0,71 |
| 08.12.96 | 6,31 | 1,04 | 39,9 | 1,0 | 1,0 | 19 | 51 | 0,72 | 0,16 | 0,79 | 0,17 | 12 | 7 | 5 | 0,71 |
| 31.12.96 | 6,30 | 1,11 | 47,2 | 1,1 | 1,0 | 28 | 66 | 0,83 | 0,17 | 0,81 | 0,19 | 14 | 10 | 4 | 0,60 |
| 11.01.97 | 6,27 | 1,09 | 51,4 | 1,1 | 1,1 | 26 | 65 | 0,85 | 0,17 | 0,81 | 0,20 | 7 | <5 | 3 | 0,77 |
| 08.02.97 | 6,26 | 1,34 | 55,6 | 1,5 | 1,3 | 33 | 86 | 1,04 | 0,20 | 1,02 | 0,21 | 8 | 7 | 1 | 1,00 |
| 13.02.97 | 6,21 | 1,43 | 54,6 | 1,7 | 1,3 | 29 | 68 | 1,01 | 0,22 | 1,14 | 0,22 | 13 | 10 | 3 | 0,66 |
| 28.02.97 | 6,34 | 1,42 | 65,0 | 1,5 | 1,3 | 31 | 65 | 1,01 | 0,21 | 1,02 | 0,22 | 8 | <5 | 4 | 0,70 |
| 20.03.97 | 6,33 | 1,59 | 62,9 | 1,5 | 1,4 | 30 | 78 | 1,12 | 0,21 | 1,13 | 0,21 | 7 | <5 | 3 | 0,80 |
| 29.04.97 | 6,15 | 1,99 | 61,9 | 2,6 | 1,6 | 41 | 89 | 1,20 | 0,29 | 1,51 | 0,27 | 13 | 8 | 5 | 0,70 |
| max | 6,74 | 1,99 | 65,0 | 3,1 | 1,6 | 49 | 89 | 1,20 | 0,30 | 1,56 | 0,27 | 22 | 21 | 7 | 1,00 |
| min | 5,97 | 0,62 | 10,9 | 0,5 | 0,5 | 1 | 38 | 0,31 | 0,08 | 0,49 | 0,10 | 7 | 6 | -4 | 0,44 |
| Middel | 6,28 | 0,97 | 32,6 | 1,13 | 0,82 | 17 | 59 | 0,58 | 0,14 | 0,79 | 0,15 | 13,35 | 11,38 | 3,03 | 0,66 |
| Median | 6,30 | 0,80 | 30,4 | 0,90 | 0,70 | 17 | 53 | 0,49 | 0,12 | 0,68 | 0,13 | 13,50 | 11,00 | 4,00 | 0,66 |
| SD | 0,175 | 0,362 | 14,7 | 0,625 | 0,278 | 15,1 | 14,4 | 0,262 | 0,059 | 0,258 | 0,046 | 3,72 | 3,28 | 2,36 | 0,124 |

Vedleggstabell 4. Vannkjemiske målinger fra høstundersøkelsen 1996 (lok. 4-36).

| Lok. nr. | Dato 1996 | pH | Kond mS/m | Alk μ ekv/L | Cl mg/L | SO ₄ mg/L | NO ₃ -N μ g N/L | Tot-N μ gN /L | Ca mg/L | Mg mg/L | Na mg/L | K mg/L | RAI μ g/L | IIAI μ g/L | LAI μ g/L | TOC mg/L |
|----------|-----------|------|-----------|-----------------|---------|----------------------|--------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|--------|---------------|----------------|---------------|----------|
| 4 | 16.12 | 6,19 | 6,10 | 44,1 | 14,8 | 2,6 | 24 | 195 | 1,19 | 1,00 | 9,08 | 0,47 | 71 | 61 | 10 | 7,3 |
| 5 | 16.12 | 5,91 | 5,98 | 39,9 | 14,1 | 2,3 | 15 | 220 | 1,06 | 0,97 | 8,89 | 0,46 | 76 | 66 | 10 | 9,6 |
| 6 | 16.12 | 5,98 | 4,24 | 39,9 | 9,3 | 2,0 | 19 | 200 | 0,87 | 0,68 | 5,82 | 0,34 | 80 | 85 | -5 | 8,1 |
| 7 | 16.12 | 6,02 | 4,83 | 24,0 | 11,4 | 2,2 | 32 | 140 | 0,78 | 0,79 | 6,49 | 0,31 | 32 | 33 | -1 | 3,1 |
| 8 | 16.12 | 5,73 | 2,32 | 19,7 | 4,9 | 1,1 | 8 | 175 | 0,34 | 0,34 | 3,26 | 0,12 | 25 | 29 | -4 | 5,7 |
| 9 | 16.12 | 6,47 | 3,18 | 72,3 | 6,1 | 1,4 | 10 | 155 | 1,35 | 0,56 | 3,99 | 0,25 | 36 | 33 | 3 | 5,9 |
| 10 | 03.11 | 5,81 | 5,56 | 46,2 | 11,8 | 2,2 | 5 | 295 | 1,17 | 1,08 | 7,79 | 0,46 | 116 | 123 | -7 | 13,8 |
| 11 | 11.12 | 5,92 | 3,79 | 36,7 | 7,9 | 1,8 | 14 | 190 | 0,85 | 0,66 | 5,21 | 0,20 | 73 | 78 | -5 | 8,8 |
| 12 | 03.11 | 6,51 | 5,79 | 85,8 | 12,0 | 2,2 | 20 | 320 | 1,96 | 1,06 | 7,38 | 0,54 | 42 | 42 | 0 | 9,6 |
| 13 | 03.11 | 6,25 | 4,86 | 57,7 | 10,3 | 2,5 | 8 | 285 | 1,41 | 0,91 | 6,61 | 0,37 | 107 | 107 | 0 | 12,6 |
| 14 | 31.10 | 6,19 | 3,97 | 50,4 | 7,9 | 1,6 | 4 | 170 | 0,99 | 0,74 | 4,98 | 0,31 | 76 | 76 | 0 | 8,8 |
| 15 | 31.10 | 5,89 | 3,44 | 33,5 | 6,8 | 2,0 | 8 | 160 | 0,89 | 0,59 | 4,32 | 0,28 | 80 | 79 | 1 | 6,9 |
| 16 | 31.10 | 6,37 | 2,51 | 42,0 | 5,0 | 1,3 | 15 | 120 | 0,93 | 0,44 | 2,74 | 0,18 | 26 | 25 | 1 | 3,0 |
| 17 | 31.10 | 6,01 | 4,03 | 38,8 | 8,3 | 1,6 | 8 | 215 | 0,86 | 0,76 | 4,97 | 0,35 | 65 | 64 | 1 | 9,0 |
| 18 | 31.10 | 6,34 | 2,43 | 38,8 | 4,8 | 1,2 | 8 | 96 | 0,72 | 0,44 | 2,66 | 0,20 | 22 | 20 | 2 | 2,0 |
| 19 | 31.10 | 6,33 | 2,30 | 31,4 | 4,3 | 1,6 | 40 | 96 | 0,72 | 0,38 | 2,42 | 0,23 | 15 | 11 | 4 | 1,3 |
| 20 | 31.10 | 5,31 | | 2,9 | 2,4 | 1,1 | 43 | 149 | 0,36 | 0,24 | 1,56 | 0,18 | 62 | 61 | 1 | 2,9 |
| 21 | 31.10 | 6,30 | 3,55 | 39,9 | 7,3 | 1,8 | 48 | 150 | 1,11 | 0,59 | 4,14 | 0,22 | 29 | 26 | 3 | 3,5 |
| 22 | 31.10 | 5,55 | 4,73 | 22,9 | 10,2 | 2,0 | 10 | 240 | 0,81 | 0,82 | 6,30 | 0,38 | 101 | 99 | 2 | 12,7 |
| 23 | 31.10 | 6,27 | 2,96 | 36,7 | 6,0 | 1,5 | 8 | 126 | 0,86 | 0,52 | 3,41 | 0,21 | 29 | 25 | 4 | 3,1 |
| 24 | 31.10 | 6,95 | 6,56 | 180,5 | 11,2 | 3,0 | 225 | 330 | 3,33 | 1,17 | 7,54 | 0,72 | 65 | 58 | 7 | 4,4 |
| 25 | 31.10 | 6,32 | 2,72 | 29,3 | 5,7 | 1,4 | 16 | 101 | 0,70 | 0,47 | 3,38 | 0,18 | 18 | 16 | 2 | 1,9 |
| 26 | 31.10 | 6,28 | 4,81 | 39,9 | 10,7 | 2,4 | 23 | 160 | 1,07 | 0,90 | 6,38 | 0,32 | 62 | 56 | 6 | 5,1 |
| 27 | 31.10 | 6,23 | 3,04 | 42,0 | 6,0 | 1,4 | 4 | 165 | 1,01 | 0,60 | 3,66 | 0,21 | 64 | 61 | 3 | 6,5 |
| 28 | 31.10 | 6,17 | 2,82 | 33,5 | 5,4 | 1,7 | 19 | 160 | 1,13 | 0,54 | 3,38 | 0,19 | 39 | 37 | 2 | 5,7 |
| 29 | 31.10 | 6,08 | 5,82 | 29,3 | 13,2 | 2,7 | 25 | 147 | 1,01 | 1,04 | 7,68 | 0,36 | 61 | 57 | 4 | 5,0 |
| 30 | 31.10 | 5,86 | 3,89 | 33,5 | 7,6 | 2,1 | 24 | 195 | 1,07 | 0,79 | 4,61 | 0,31 | 93 | 90 | 3 | 8,0 |
| 31 | 31.10 | 5,89 | 4,08 | 20,7 | 9,0 | 2,0 | 16 | 129 | 0,73 | 0,72 | 5,16 | 0,27 | 76 | 66 | 10 | 4,2 |
| 32 | 31.10 | 6,12 | 1,89 | 26,1 | 3,8 | 0,9 | 8 | 131 | 0,65 | 0,39 | 2,29 | 0,18 | 34 | 30 | 4 | 4,0 |
| 32B | 31.10 | 5,88 | 1,99 | 12,0 | 4,1 | 1,1 | 4 | 92 | 0,45 | 0,34 | 2,35 | 0,12 | 26 | 20 | 6 | 2,3 |
| 33 | 31.10 | 5,71 | 3,66 | 17,5 | 7,8 | 1,7 | 23 | 160 | 0,71 | 0,62 | 4,49 | 0,24 | 83 | 77 | 6 | 5,8 |
| 33B | 31.10 | 5,91 | 2,42 | 26,1 | 4,6 | 1,2 | 16 | 146 | 0,65 | 0,43 | 2,74 | 0,17 | 57 | 51 | 6 | 4,7 |
| 33C | 31.10 | 5,68 | 2,81 | 18,6 | 5,7 | 1,4 | 4 | 155 | 0,69 | 0,52 | 3,67 | 0,23 | 91 | 85 | 6 | 7,6 |
| 33D | 31.10 | 5,08 | 2,88 | 5,3 | 5,0 | 1,1 | 4 | 245 | 0,62 | 0,54 | 3,33 | 0,23 | 99 | 98 | 1 | 13,0 |
| 34 | 31.10 | 5,63 | 3,58 | 14,2 | 7,9 | 1,7 | 19 | 145 | 0,66 | 0,62 | 4,43 | 0,21 | 56 | 51 | 5 | 4,4 |
| 35 | 31.10 | 6,27 | 3,22 | 45,1 | 6,1 | 1,5 | 15 | 185 | 1,14 | 0,62 | 3,64 | 0,23 | 59 | 58 | 1 | 6,7 |
| 36 | 31.10 | 6,10 | 2,94 | 29,3 | 5,8 | 1,5 | 8 | 155 | 0,86 | 0,54 | 3,62 | 0,21 | 55 | 53 | 2 | 5,6 |