



RAPPORT LNR 4016-1999

Undersøkelse av  
vannkvalitet og økologiske  
forhold i vassdrag i  
Østmarka berørt av  
lekkasjene til  
Romeriksporten



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 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 Undersøkelse av vannkvalitet og økologiske forhold i Østmarka berørt av lekkasjene til Romeriksporten	Løpenr. (for bestilling) 4016-99	Dato 18.mars 1999
	Prosjektnr. Udemnr. 97234	Sider Pris 137 + vedlegg
Forfatter(e) Pål Brettum Dag Berge Jarl Eivind Løvik Marit Mjelde	Fagområde Vassdrag	Distribusjon
	Geografisk område Oslo	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) NSB Gardermobanen A/S	Oppdragsreferanse
---	-------------------

**Sammendrag** Rapporten omhandler undersøkelser av vannkvalitet og økologiske forhold som er fortatt i vassdrag i Oslo Østmark i 1998. Dette var vassdrag som en antok var eller kunne bli berørt av lekkasjene til Romeriksporten. Undersøkelsene skulle belyse eventuelle skader og være et grunnlag for avbøtende tiltak, og har vært et samarbeid mellom Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI). NIVA har hatt ansvaret for undersøkelsene av de kjemisk-fysiske forholdene, planteplankton, dyreplankton og vannvegetasjon, mens LFI har hatt ansvaret for undersøkelsene av bunndyr og fisk.

Basert på de fysiske-kjemiske analyseresultatene har en forsøkt å gi en bedømmelse av vannkvaliteten i de ulike lokalitetene ut fra SFT-veiledning 97:04: "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann". **Bekke-/elvestasjoner:** Ellingsrudvassdraget: Puttjernsbekken og Munkebekken klasse III (Mindre god tilstand), Ellingsrudelva v. Nuggerud klasse II (God tilstand), Ellingsrudelva v. Gamleveien klasse III (Mindre god tilstand), Ellingsrudelva v. Strømsveien klasse IV (Dårlig tilstand) og Ellingsrudelva v. Lørenskogveien klasse III-IV (Mindre god til dårlig tilstand). Ljanselvassdraget: Ljanselva v. Skullerudstua klasse II-III (God til Mindre god tilstand) og Ljanselva v. Munkerudkleiva klasse IV-V (Dårlig til Meget dårlig tilstand). **Innsjølokaliteter:** Lutvann klasse I (Meget god tilstand), Nøkle vann, Krok tjern og Søndre Puttjern klasse II (God tilstand), Nordre Puttjern klasse IV (Dårlig tilstand). Planteplankton og klorofyllanalysene viser at vannmassene i Lutvann var svært næringsfattige (oligo- til ultraoligotrofe), i Krok tjern næringsfattige (oligotrofe), i Nøkle vann, Søndre Puttjern og Nordre Puttjern i en overgangsfase mellom næringsfattige og middels næringsrike (oligomesotrofe). Mens planteplanktonsamfunnene i Lutvann, Nøkle vann, Krok tjern og Søndre Puttjern var normalt med stor artsdiversitet, viste analysene i Nordre Puttjern et utarmet planteplanktonsamfunn med liten artsdiversitet. Lekkasjene fra områdene rundt Nordre Puttjern til Romeriksporten har ført til at grunnvannspeilet er senket og vannmassene i myrområdene rundt tjernet, som tidligere hadde anoksiske forhold, kom i kontakt med luft. Dette førte bl.a. til at sulfider som pyritt ( $FeS_2$ ) ble oksydert til sulfater og at tilførselsvannet til Nordre Puttjern ble sterkt forurenet. Også kraftig økning i mengden av salter i dypvannet, med midlertidige meromiktiske forhold som resultat. Dyreplanktonet viste at det var et betydelig beitepress fra planktonspisende fisk i alle de undersøkte innsjøene, med unntak av Nordre Puttjern, men med et normalt artssamfunn for næringsfattige innsjøer. I Lutvann ble det registrert en mindre biomasse av vannlopper og cyclopoide hoppekreps utover høsten. I Nordre Puttjern var dyreplanktonsamfunnet fattig og biomassen liten hele sesongen. Flere vanlige grupper var praktisk talt fraværende. Det synes som om mange arter hadde problemer med å overleve/reprodusere i den sure vannkvaliteten. Den delen av vannvegetasjonen (kortskuddsengene) i Lutvann, som ble tørrlagt i 1997 ble ødelagt men resten av vannvegetasjonen hadde samme utbredelse som tidligere. En regner med at vannvegetasjonen i Lutvann forholdsvis raskt vil etablere seg på ny i forhold til normalvannstanden, på samme måte som vegetasjonen har re-etablert seg på ny etter tidligere nedtappinger av innsjøen. Bunndyrfaunaen i Lutvann var variert med hoveddelen av steinfluer. Krok tjernsbekken hadde et fattigere samfunn. Viktige næringsdyr for fisk som marflo, snegl og større insektlarver er følsomme for vannstandsvariasjoner. De produktive grunnområdene i Lutvann med vannvegetasjon vil være utsatt for vannstandsenkning og kan føre til reduserte bestander av viktige næringsdyr for fisk. Ørreten i Lutvann var stor og av god kvalitet, men opprettholdelse av bestanden er avhengig av utsetting. Bare abbor som rovfisk i Lutvann. I Nøkle vann mye abbor og gjedde. Større predasjon på ørret her. Ørret fra Lutvann bidro tidligere med hoveddelen av rekrutteringen til Nøkle vann. Denne rekrutteringen er avhengig av stabil vannføring i Lutvannsbekken. Ny dam reduserer ørretens mulighet til å vandre mellom Lutvann og Lutvannsbekken. Det er gjort en vurdering av hvilke effekter redusert overføring av vann fra Nøkle vann til Østensjøvann vil ha på algeproduksjonen ved at fosforbelastningen øker pga. redusert fortykning. Effekten av ulike reduksjoner i overføringsmengde er beregnet. For at en skal få økologisk bedre forhold i Østensjøvann må fosforkonsentrasjonen reduseres med 200 µg/l P. Overføring slik den skjer idag (40 l/s) reduserer med 50 µg/l P. Overføring av vann om vinteren er særdeles viktig for å hindre at fullstendig oksygenvinn kan inntre med fiskedød som resultat.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Limnologiske undersøkelser	1. Limnological investigations
2. Vannkvalitetsvurderinger	2. Water quality
3. Økologiske forhold	3. Ecological conditions
4. Østmarka, Oslo	4. Østmarka area, Oslo

  
**Pål Brettum**  
Prosjektleder

ISBN 82-577-3619-8

  
**Nils Roar Sæthun**  
Forskningsjef

O-97234

**Undersøkelse av vannkvalitet og økologiske forhold i  
vassdrag i Østmarka berørt av lekkasjene til  
Romeriksporten**

Til belysning av eventuelle skader, og som grunnlag for  
avbøtende tiltak



## Forord

*I forbindelse med de registrerte lekkasjene til Romeriksporten i 1997 ble det klart at det var behov for å undersøke nærmere en del vassdrag i Østmarka som en mente kunne være berørt av disse lekkasjene.*

*Allerede ettersommeren og høsten 1997 ble det gjennomført en undersøkelse i Søndre og Nordre Puttjern av bunndyr, fisk og høyere vegetasjon, på initiativ av Oslomarkas Fiskeadministrasjon (OFA). Disse undersøkelsene ble gjennomført i regi av Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI). LFI tok seg av undersøkelsene av fisk og bunndyr i tjernene, under ledelse av forsker Åge Brabrand. Undersøkelsene av vannvegetasjonen ble utført av forsker Tor Erik Brandrud fra Norsk institutt for vannforskning (NIVA).*

*NSB Gardermobanen A/S henvendte seg høste 1997 til NIVA og ba instituttet å utforme et mer omfattende undersøkelsesprogram for de berørte vassdrag. LFI ble trukket inn på fisk- og bunndyrsiden.*

*Etter ønske fra flere berørte organisasjoner ble det nedsatt et ekspertutvalg bestående av Professor dr.philos. Dag O.Hessen UiO, cand. real. Dag Hognve SIFF, dr.philos. Øyvind Løvstad Limnoconsult og dr.scient. Gunnhild Riise NLH. Dette utvalget skulle kvalitetssikre det fremlagte undersøkelsesprogrammet og påse at det var relevant i forhold til de problemene en sto overfor. Ekspertutvalget ble forelagt et undersøkelsesprogram der NIVA hadde hovedansvaret for gjennomføringen.*

*Undersøkelsene har omfattet innsjøene Lutvann, Nøklevann, Kroktjern, Søndre og Nordre Puttjern, foruten ni bekke-/elvestasjoner i Ellingsrudvassdraget, Ljanselva og Lutvannsbekken.*

*Undersøkelsene ble gjennomført i 1998. Prosjektansvarlig ved LFI har vært I.amanuensis Svein Jakob Saltveit som har arbeidet sammen med forsker Åge Brabrand og forsker Trond Bremnes.*

*Alle kjemiske analyser av innsamlete vannprøver er utført ved Kjemisk laboratorium på NIVA. Videre har forsk.ass. Jarl Eyvind Løvik hatt ansvaret for undersøkelsene av dyreplanktonet og forsker Marit Mjelde har hatt hovedansvaret for undersøkelsene av vannvegetasjonen i Lutvann og Nøklevann. Dykking, fotografering og innsamling av vannvegetasjonmateriale er utført av forskerne Stein W.Johansen, Bjørn Faafeng, Tone Jøran Oredalen og Bjørn Rørslett, alle fra NIVA*

*Hovedansvarlig og koordinator for NIVAs feltarbeide har vært forskn.ass. Sigbjørn Andersen.*

*Planteplanktonanalysene er utført av forsker Pål Brettum, som også har sammenstilt de fysiske-kjemiske analyseresultatene og er ansvarlig for utformingen av NIVAs del av denne rapporten samt ferdigstilling av den samlede rapport.*

Oslo, 18.mars 1999

Pål Brettum

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>13</b>
<b>2. Prøvetakingsstasjoner, -program og –frekvens</b>	<b>14</b>
2.1 Innsjølokalitetene	14
2.2 Bekke-/elvelokalitetene	15
<b>3. Nedbør- og lufttemperatur</b>	<b>17</b>
<b>4. Vannstands- og vannføringsvariasjoner</b>	<b>17</b>
4.1 Vannstandsvariasjoner	19
4.2 Vannføringsmålinger	21
<b>5. Resultater</b>	<b>23</b>
5.1 Fysisk-kjemiske forhold	23
5.1.1 Innsjøer	23
5.1.2 Bekke-/elvestasjoner	63
5.2 Planteplankton og klorofyll	90
5.3 Dyreplankton	100
5.4 Vannvegetasjon	104
5.4.1 Materiale og metoder	104
5.4.2 Resultater og diskusjon	107
5.5 Bunndyr og fisk	116
5.5.1 Stasjonsbeskrivelser	116
5.5.2 Materiale og metode	117
5.5.3 Resultater.	118
5.5.4 Kommentarer	131
<b>6. Effekter på Østensjøvann av redusert overføring av vann fra Nøklevann</b>	<b>133</b>
<b>7. Referanser</b>	<b>134</b>
<b>8. Vedlegg</b>	<b>138</b>

---

## Sammendrag

Undersøkelsene er foretatt i innsjøene Lutvann, Nøklevann, Kroktjern, Søndre Puttjern og Nordre Puttjern, og har omfattet fysisk-kjemiske forhold, planteplankton, dyreplankton, vannvegetasjon, bunndyr og fisk. Videre omfatter undersøkelsene analyser av de fysisk-kjemiske forhold på ialt ni bekke-/elvestasjoner i vassdrag i området. Disse har vært; Puttjernsbekken (P1), Munkebekken (M1), Nuggerudbekken/Ellingsrudelva ved Nuggerud (E0), Ellingsrudelva ved Gamleveien (E1), Ellingsrudelva ved Strømsveien (E2) og Ellingsrudelva ved Lørenskogveien (E3) i Ellingsrudvassdraget. Videre Ljanselva v/Skullerudstua (Lj1) og ved Munkerudkleiva (Lj2) foruten Lutvannsbekken (L1) mellom Lutvann og Nøklevann.

Hensikten med undersøkelsene har vært å få et grunnlag til å bedømme vannkvaliteten i innsjøene og på bekke-/elvestasjonene, og beskrive de økologiske forhold i innsjøene. Undersøkelsene skulle belyse eventuelle skader som følge av lekkasjene til Romeriksporten og være et grunnlag for arbeidet med å finne frem til avbøtende tiltak.

Undersøkelsene har vært et samarbeid mellom Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA) der LFI har hatt ansvaret for undersøkelser av bunndyr og fisk, mens NIVA har hatt ansvaret for prøvetaking og analyse av fysisk-kjemiske parametre, planteplankton, dyreplankton og vannvegetasjon.

En undersøkelse av bunndyr, fisk og høyere vegetasjon i Søndre og Nordre Puttjern ble gjennomført i 1997 og er rapportert som egen rapport av LFI (LFI rapport nr. 172: 1998).

### **De fysisk-kjemiske forholdene, vannkvalitet og tilstand**

Nedenfor har en gitt en bedømmelse av vannkvaliteten / tilstanden på de ulike bekke-/elvestasjonene og i innsjøene/tjernene på grunnlag av analyseresultatene for de fysisk-kjemiske parametrene. Som retningslinjer for bedømmelsen har en benyttet SFT-veiledning nr. 97:04: "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann".

#### **Bekke-/elvestasjonene**

##### **Ellingsrudvassdraget**

###### **Puttjernsbekken (st. P1):**

Denne stasjonen ligger langt ned i Puttjernsbekken i den vestre gren av vassdraget før samløp med Grønliabekken. Da det, med unntak for noen dager i månedskiftet oktober/november 1998, ikke har rent vann ut av Nordre Puttjern til bekken etter at lekkasjene til Romeriksporten tok til, har vannet i bekken vært avrenning fra ulike sidebekker og myrområder nedstrøms Nordre Puttjern. Det er store variasjoner i en del parametre avhengig av om vannet i bekken er dominert av avrenning fra myrområder eller andre deler av nedbørfeltet.

Bekken har gjennomgående ganske sure vannmasser, og er til tider betydelig påvirket av humus-stoffer. Tilstandsbedømmelse klasse III ("Mindre god" tilstand).

###### **Munkebekken (st. M1)**

Denne stasjonen i den vestre gren av vassdraget ligger i et område med en del bebyggelse. Dette preger analyseresultatene en del. Tilstandsbedømmelse klasse III ("Mindre god" tilstand).

**Nuggerudbekken/Ellingsrudelva (v/Nuggerud) (st. E0):**

Dette er den øverste stasjonen i den østre gren av Ellingsrudvassdraget. Den representerer relativt uberørte områder og er i store trekk preget av utløpsvann fra Nord-Elvåga. Tilstandsbedømmelse klasse II ("God" tilstand).

**Ellingsrudelva (v/Gamleveien) (st. E1):**

Denne stasjonen ligger lenger ned i østre gren av Ellingsrudvassdraget i et område med nærliggende bebyggelse og noe jordbruksareal. Vannkvaliteten her er noe forringet i forhold til stasjon E0. Tilstandsbedømmelse klasse III ("Mindre god" tilstand).

Fra denne stasjonen har det vært samlet inn og analysert prøver i 1988. Med unntak av noen få enkeltobservasjoner synes det ikke å ha vært noen generell økning i konduktivitet eller innholdet av totalfosfor og totalnitrogen i vannmassene på denne stasjonen siden 1988.

**Ellingsrudelva (v/Strømsveien) (st. E2):**

Denne stasjonen er lagt etter samløp av de to grener av Ellingsrudvassdraget, rett oppstrøms Strømsveien. Vannmassene i området er i stor grad påvirket av dreinsvann fra nærliggende bebyggelse og tilløp fra sidebekker. Tilstandsbedømmelse klasse IV ("Dårlig" tilstand).

**Ellingsrudelva (v/Lørenskogveien) (st. E3):**

Stasjonen ligger lenger ned i Ellingsrudelva der elven går under Lørenskogveien ved Lørenskog stasjon. Vannkvaliteten er preget av avrenning fra nærliggende bebyggelse og industriområder. Analyseresultater viser at tilstanden her i stor grad var lik tilstanden på stasjon E2, eller litt bedre. Tilstandsbedømmelse klasse III-IV ("Mindre god" til "Dårlig" tilstand).

Også fra denne stasjonen foreligger analyseresultater for noen parametre fra tidligere år, 1988 og 1997. Med unntak av noen få enkeltobservasjoner synes det heller ikke her å ha vært noen generell økning i konduktivitet eller innhold av totalfosfor og totalnitrogen i vannmassene.

**Ljanselvassdraget****Ljanselva (v/Skullerudstua) (st. Lj1):**

Stasjonen ligger nedstrøms Skraperudtjern på høyde med Skullerudstua. Relativt store variasjoner for en del parametre. Tilstandsbedømmelse klasse II-III ("God" til "Mindre god" tilstand). I området nær denne stasjonen foreligger det analyseresultater fra tidligere år, 1994 og 1996. I den grad prøvene er tatt fra samme området viser de en økning i pH fra tidligere. Konduktiviteten var generelt på det samme nivået, og det samme var tilfelle med totalfosfor og totalnitrogen med unntak av et par prøver tidlig i 1998, som ble samlet inn lenger ned i elven. Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) ser ut til å ha hatt en svak økning.

**Ljansleva (v/Munkerudkleiva) (st. Lj2):**

Stasjonen ligger ved Munkerudkleiva i bebyggelsesområde og er sterkt påvirket av næringsrikt vann pga. overløpsvann og tilførsel av kloakkvann til tider. Tilstandsbedømmelse klasse IV-V ("Dårlig" til "Meget dårlig" tilstand). For denne stasjonen foreligger analyseresultater fra 1994. I 1998 ble det registrert enkelte høye verdier for både totalfosfor og totalnitrogen, som må skyldes tilførsel av kloakkvann til tider. Ser en bort fra disse virker det imidlertid som om innholdet av totalfosfor lå omtrent på nivå for 1994 eller litt høyere. For totalnitrogen synes det derimot å ha skjedd en økning.

## **Lutvann/Nøklevannvassdraget**

### **Lutvannsbekken (st. L1):**

Stasjonen ligger relativt langt ned i bekken. Tidligere ble vann fra Lutvann tilført Lutvannsbekken ved lekkasje gjennom dammen. Ny dam har tettet dette, men en anordning ved dammen sørger for at en minstevannføring på 200 l/min tilføres bekken. Vann fra Kroktjern er kanalisert til bekken like nedenfor dammen. Ved mye nedbør og stor avrenning fra Kroktjernsbekken vil det være dette som i størst grad påvirker vannkvaliteten i Lutvannsbekken. Tilstandsbedømmelse klasse II ("God" tilstand).

## **Innsjølokalitetene**

### **Lutvann**

Denne innsjøen har lite av definerte overflatetilløp, slik at kontakt med og tilførsler fra grunnvann i hovedsak bestemmer vannkvaliteten.

Tilstandsbedømmelse klasse I ("Meget god" tilstand).

Vannprøver har vært samlet inn og analysert for en rekke miljøparametre gjennom flere år i Lutvann. Dette viser at det ikke har skjedd noen endring i vannkvaliteten i Lutvann i negativ retning de seneste årene.

### **Nøklevann**

I motsetning til Lutvann har denne innsjøen definerte overflatetilløp fra flere tjern i nedbørfeltet. I tillegg kommer tilførsler fra myrområder. Resultatene viser da også noe påvirkning av humusstoffer på vannmassene.

Tilstandsbedømmelse klasse II ("God" tilstand).

Vannprøver har også i Nøklevann vært samlet inn og analysert for en rekke miljøparametre gjennom flere år. Disse viser at det ikke har skjedd noen endring i vannkvaliteten i Nøklevann i negativ retning de seneste årene.

### **Kroktjern**

Bare to analyseserier fra dette tjernet. Det representerer et vanlig skogstjern i området, som tidligere var svært surt, men som senere er kalket.

Tilstandsbedømmelse klasse II ("God" tilstand).

En har bare funnet noen få analyseresultater for kjemiske parametre med relevans til denne undersøkelsen fra tidligere år i Kroktjern. Ut fra dette beskjedne sammenligningsmaterialet ser det ikke ut til å ha skjedd noen forverring av vannkvaliteten i Kroktjern de seneste årene.

### **Søndre Puttjern**

Dette tjernet representerer også et tidligere surt skogstjern som senere har vært kalket. Lekkasjen til Romeriksporten påvirker vannstanden i dette tjernet, men i mindre grad enn i Nordre Puttjern.

Lekkasje kompenseres i tørre perioder ved at vann fra Kroktjern pumpes opp.

Tilstandsbedømmelse klasse II ("God" tilstand).

Også fra Søndre Puttjern var det relativt få analyseresultater for kjemiske miljøparametre fra tidligere år med relevans til denne undersøkelsen. Det beskjedne sammenligningsmaterialet viser imidlertid at det ikke har skjedd noen vesentlige endringer av vannkvaliteten i Søndre Puttjern de seneste årene.

**Nordre Puttjern**

I dette tjernet har det skjedd store endringer i vannkvaliteten som en følge av lekkasjene til Romeriksporten. Fordi grunnvannsspeilet sank kraftig, ble store deler av vannet i områdene, særlig myrområdene rundt tjernet, som tidligere hadde anoksiske forhold, eksponert mot luft og en oksydasjon fant sted. Dette førte blant annet til sterk økning av sulfat- og hydrogenionekonsentrasjonen (forsuring) i avrenningsvannet til tjernet på grunn av oksydasjon av sulfidforbindelser (f.eks. pyritt  $\text{FeS}_2$ ). Dette førte igjen til sterk forsurning av vannet, særlig bunnvannet, i Nordre Puttjern. En følge av dette er kraftig økning i løste salter i vannmassene i de dypere vannlag, blant annet jern, mangan og aluminiumssalter. Det store saltinnholdet har gitt en midlertidig meromiksis, det vil si at dypvannet ikke blandes med vann i de øvre vannlag under sirkulasjonsperiodene, og en får oksygenfrie forhold i dypvannet. Det vil derfor etterhvert dannes sulfider igjen, men denne prosessen går foreløpig senere enn tilførselen av sulfat- og hydrogenioner. Lekkasjene har også ført til store variasjoner i vannstanden.

Tilstandsbedømmelse klasse IV ("Dårlig" tilstand).

Også fra Nordre Puttjern er det relativt få analyseresultater for kjemiske miljøparametre fra tidligere år med relevans til denne undersøkelsen. Det som foreligger viser likevel at det har skjedd en kraftig forverring av vannkvaliteten i Nordre Puttjern de seneste par årene som en følge av lekkasjene til Romeriksporten og senkning av grunnvannsspeilet.

Samlet oversikt for alle de undersøkte lokalitetene er vist på neste side.





dyreplankton over sesongen var middels høy, men biomassen av vannløpper og cyclopoide hoppekreps var svært lav fra juli og ut sesongen.

Beitepresset fra planktonspisende fisk så ut til å være relativt sterkt også i **Nøklevann**. Dette er rimelig ettersom innsjøen har en bestand av mort. Nøklevann hadde et artsrikt dyreplankton med et betydelig innslag av gelekrepseren *Holopedium gibberum* som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer med lavt kalsiuminnhold. Relativt høy middelbiomasse for sesongen tydet likevel på god næringstilgang for dyreplanktonet.

Dyreplanktonet i **Kroktjern** er vanskelig å vurdere ettersom grunnlaget er bare én observasjon. Artssammensetningen og biomassen indikerte likevel et "normalt" samfunn som muligens var utsatt for et betydelig beitepress fra fisk.

**Søndre Puttjern** hadde et "normalt" dyreplankton for regionen med en sammensetning som kunne tyde på næringsfattige forhold og et betydelig beitepress fra planktonspisende fisk. Gjennomsnittsbiomassen var middels høy i Søndre Puttjern.

I **Nordre Puttjern** var dyreplanktonet artsfattig, og biomassen var svært lav hele sesongen. Flere vanlige grupper av arter var praktisk talt fraværende. Til sammen tyder dette på at mange arter hadde problemer med å overleve og/eller reprodusere i denne vannkvaliteten. Det vil si at dyreplanktonet så ut til å være tydelig skadet.

## Vannvegetasjon

Lutvann er en oligotrof, middels kalkrik innsjø med svært gode lysforhold. Selv om vannvegetasjonen ikke er spesielt artsrik, har den sitt særpreg. Stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) er registrert med bestander ned til 7 m og mer spredte forekomster ned til 9 m dyp, og er dermed blant de dypeste forekomstene som er kjent i Skandinavia. Dypvannsformen av småtjønnaks, *Potamogeton berchtoldii* subsp. *lacustris*, som har en forholdsvis stor og frisk forekomst i Lutvann, er ikke tidligere beskrevet for norske innsjøer. *Chara globularis* forekommer stort sett bare i vann med kalsium > 5 mg/l Ca, mens vasspest (*Elodea canadensis*) helst forekommer i mesotrofe og eutrofe innsjøer. Begge disse artene har i Lutvann miljøbetingelser som sannsynligvis er på grensen av hva de krever.

De deler av kortskuddsvegetasjonen som ble tørrlagt i 1997-98, ble ødelagt i løpet av vinteren. En regner imidlertid med at vannvegetasjonen på de tørrlagte områdene forholdsvis raskt vil etablere seg i forhold til normalvannstanden på samme måte som vegetasjonen har re-etablert seg etter tidligere nedtappinger av innsjøen. Den vannvegetasjonen som ikke ble tørrlagt ser generelt sett ut til å være lite påvirket av lekkasjene. Unntaket er kortskuddsvegetasjonen helt i nord, som i utgangspunktet hadde en svært oppdelt forekomst. Det ser ut til at denne er blitt noe redusert, også på dypere vann. Dette kan ha sammenheng med det løse og ustabile substratet, som er spesielt utsatt ved ekstraordinære vannstandsvekslinger.

## Bunndyr og fisk

Bunndyr ble innsamlet med sparkeprøvemethoden i Lutvann, Nøklevann, Lutvannsbekken, Kroktjernsbekken og Nøklevannsbekken. Fisk ble innsamlet i strandsonen av Lutvann og Nøklevann og i tre bekker, med elektrisk fiskeapparat. Det ble fisket med to serier à 10 bunngarn av ulik maskevidde i Lutvann og i Nøklevann. I Lutvann ble det også fisket med flytegarn.

Bunndyrfaunaen i Lutvann var variert med marflo, asell og snegler som vanlige grupper. Dette viser at graden av forurensning er liten, og at vannet ikke er surt. Faunaen i Nøklevann virket noe fattigere. Det ble ikke registrert asell og marflo var sjelden, men det var flere sneglearter tilstede. Lutvannsbekken og Nøklevannsbekken hadde en sammensatt rentvannsfauna med flere arter av

steinfluer. Kroktjernsbekken hadde en fattigere fauna, muligens på grunn av periodevis noe surere vann. Tilstedeværelsen av flere arter døgnfluer fra slekten *Baëtis* i Lutvannsbekken viste at det ikke er noen forsuring her.

Viktige næringsdyr for fisk som marflo, snegl og større insektlarver er følsomme overfor variasjoner i vannstanden. Variasjonene i Lutvann vil ikke bli så store som i regulerte vann, men vil likevel redusere bestanden av viktige næringsdyr. De produktive grunnområdene med bunnvegetasjon av isoëtider vil være særlig utsatt ved en vannstandssenkning.

Ørreten i Lutvann var stor og av god kvalitet. Abbor og 3-pigget stingsild var tallrike. I Lutvannsbekken ble det funnet årsunger (0+) av ørret og bekkerøye. I Nøklevann ble det funnet mye abbor og gjedde. Det ble også fanget endel mort og én ørret.

Bestanden av ørret i begge vann er begrenset av få muligheter for naturlig reproduksjon og av predasjon fra større abbor og gjedde. Av disse to vannene har Lutvann best forutsetning for produksjon av ørret fordi bestanden av rovfisk er mindre og synes bare å bestå av abbor. Opprettholdelse av en ørretbestand i Lutvann er helt avhengig av utsetting. Ørret er avhengig av skjul og næring i strandsonen, og en reduksjon i vannstanden vil kunne redusere begge disse faktorene markert. Ørret kan bare vandre opp fra Nøklevann og gyte i de nederste ca. 25 m av Lutvannsbekken, mens vandring videre oppover mot Lutvann trolig ikke er mulig. Derfor bidrar ørreten fra Lutvann med hoveddelen av den naturlige rekrutteringen av ørret til Nøklevann. Denne rekrutteringen er avhengig av stabil vannføring i bekken hele året, og at ørret kan vandre fra Lutvann ned i bekken. Inntil sommeren 1998 var det mulig for fisk å vandre igjennom dammen, og dermed mulighet for en viss egenrekruttering av ørret til Lutvann.

Sommeren 1998 ble det etablert en ny betongdam ved utløp av Lutvann. Denne gir ikke mulighet for fisk til å vandre mellom Lutvann og Lutvannsbekken. Den nye dammen vil derfor bidra til redusert egenrekruttering av ørret i Lutvann

### **Effekter på Østensjøvann av redusert overføring av vann fra Nøklevann**

Det er gjort en vurdering av hvilke effekter en reduksjon i overføring av vann fra Nøklevann til Østensjøvatn vil ha på algeproduksjonen ved at fosforbelastningen øker på grunn av redusert fortynning. Effekter av ulike reduksjoner i overføringsmengde er beregnet. For at en skal få økologisk bedre forhold i Østensjøvatn må fosforkonsentrasjonene reduseres med 200 µg/l P. Overføring av vann fra Nøklevann slik det skjer i dag (40 l/s) reduserer avlastningsbehovet med 50 µg/l P. Overføring av vann om vinteren er særdeles viktig for å hindre at fullstendig oksygenvinn kan inntre med fiskedød som resultat.

# 1. Innledning

Det ble tidlig klart at det var behov for undersøkelser av vannkvalitet og økologiske forhold i en del vassdrag i Østmarka som var eller kunne være berørt av lekkasjene til Romeriksporten. En del undersøkelser av fisk, bunndyr og høyere vegetasjon i Puttjernene ble derfor gjennomført allerede på ettersommeren og høsten 1997 av personer fra LFI (Laboratorium for ferskvannsökologi og innlandsfiske) og NIVA (Norsk institutt for vannforskning) etter initiativ av Oslomarkas Fiskeadministrasjon (OFA) ( Brabrand og medarb. 1998 ).

NIVA ble av Gardermobanen A/S bedt om å utforme et mer omfattende program for undersøkelser i de berørte vassdrag i Østmarka. LFI skulle trekkes inn på fiske- og bunndyrsiden. Etter ønske fra flere berørte organisasjoner ble det nedsatt et ekspertutvalg for undersøkelsene i Østmarka bestående av Professor dr. philos Dag O. Hessen, UiO, cand.real. Dag Hongve, SIFF, dr. philos Øivind Løvstad, Limnoconsult og dr. scient Gunnhild Riise, NLH.

Utvalget skulle kvalitetssikre det fremlagte undersøkelsesprogrammet og påse at det var relevant i forhold til de problemene en sto overfor. Et undersøkelsesprogram ble forelagt ekspertutvalget til uttalelse, der NIVA hadde hovedansvaret for gjennomføringen av undersøkelsene. Hensikten med undersøkelsene var å fremskaffe et basismateriale om tilstanden i de berørte vassdrag som et grunnlag for å vurdere eventuelle skader av lekkasjene til Romeriksporten har påført vassdragene. Undersøkelsene skulle også være grunnlagsmateriale for vurdering av mulige fremtidige tiltak.

Basisundersøkelsene som er gjennomført av NIVA og LFI omfatter:

- Fysisk-kjemiske forhold
- Planteplankton
- Dyreplankton
- Høyere vannvegetasjon/begroing
- Bunndyr
- Fisk

LFI fikk ansvaret for undersøkelsene av bunndyr og fisk.

Etter at ekspertutvalget hadde kommet med sine kommentarer og ønskede justeringer til undersøkelsesprogrammet, ble programmet vedtatt med start for undersøkelsene i mars 1998.

En del undersøkelser har vært gjennomført i de berørte innsjøene fra tidligere. I første rekke gjelder det Lutvann og Nøklevann, der Oslo vann- og avløpsverk (OVA) samler inn og analyserer prøver jevnlig med hensyn på en rekke fysisk-kjemiske parametre. En rapport med data fra hver av disse innsjøene i perioden 1983–1993 er gitt ut av OVA (Wold 1993 a,b).

Data fra undersøkelser gjort i 1983 og 1996 for Lutvann, Nøklevann, Kroktjern og Søndre Puttjern finnes i Riise (1987) og Gabestad og Krogstie (1997). Noen få analysedata for fysisk-kjemiske parametre i Kroktjern, Søndre- og Nordre Puttjern var tilgjengelig hos OFA (Oslomarkas Fiskeadministrasjon). Det er vannprøver samlet inn og analysert i forbindelse med kalking av disse tjernene. Forøvrig må en anta at vannmassene i Søndre- og Nordre Puttjern tidligere, før lekkasjene til Romeriksporten, i store trekk var fysisk-kjemisk relativt like. Vann fra Søndre Puttjern rant da til Nordre Puttjern og derfra ut i Puttjernsbekken.

Det undersøkte området hører til Oslo Østmark i den nord-vestre del. Området er en del av grunnfjellsområdet øst for Oslofjorden og består for det meste av ulike former av gneis. Dette er bergarter som vanligvis er motstandsdyktige mot forvitring og har liten nøytraliserende evne, bufferkapasitet, mot forsurening. Dette gjør at mange av de mindre vannforekomstene har sure vannmasser. For at fisk skal kunne reproducere har det derfor vært nødvendig å kalke en del av disse.

Den marine grensen i området ligger omkring 210 m.o.h. Dekket av løsmasser er tynt i området over den marine grensen og består for det meste av morenemasser med noe lynchumus og torvjord enkelte steder. Flere steder ligger fjellet bart i dagen. Områdene under den marine grense er rikere på løsmasser, tildels med større mektighet av morenemasse. I grenseområdet for den marine grense er det områder med mye sand.

## 2. Prøvetakingsstasjoner, -program og -frekvens

Alle prøvetakingsstasjonene både fra innsjøene og fra bekke-/elvestrekningene er vist i oversiktskartet figur 1.

### 2.1 Innsjølokalitetene

De fem aktuelle innsjøene for undersøkelsene i denne sammenheng har vært: Lutvann, Nøklevann, Krokstjern, Nordre- og Søndre Puttjern. I det opprinnelige programmet var det meningen at det fra alle lokalitetene skulle gjennomføres en mer omfattende innsamling av prøver i forbindelse med vinterstagnasjonen mens innsjøene var islagte, og under sommerstagnasjonen i august. Fra Lutvann og Nøklevann skulle det i tillegg samles inn prøver én gang i måneden fra mai til og med oktober.

De spesielle forholdene en registrerte, i første rekke i Nordre Puttjern, gjorde at en fikk aksept for å foreta en innsamling én gang i måneden også i begge Puttjernene. I tillegg ble programmet utvidet med en prøveserie fra 45 m dyp (dypvannsområdet) i Lutvann for å følge med utviklingen der hvis dreisvann fra tunnelen skulle infiltreres i grunnen under innsjøen (dette har vist seg ikke å bli aktuelt). Programmet for Krokstjern ble ikke utvidet i forhold til det opprinnelige programmet da en mente at dette ikke ble direkte berørt av lekkasjene til Romeriksporten. Hovedprøvene har vært blandprøver fra 0-10 m dyp i Lutvann og Nøklevann, 0-8 m dyp i Krokstjern og Søndre Puttjern og 0-4 m dyp i Nordre Puttjern. Grunnen til at det bare er fra 0-4 m dyp i Nordre Puttjern er for å unngå å få med H<sub>2</sub>S-holdig vann i blandprøvene.

Første innsamlingsrunde ble gjennomført 2. og 3. mars 1998. Dette var perioden for vinterstagnasjon i innsjøene og på dette tidspunktet var det barfrost og tykk is på innsjøene, men fritt for snø i nedbørfeltet. Det ble da samlet inn prøver for kjemiske analyser som en vertikalserie fra 5 ulike dyp jevnt fordelt gjennom vannsøylen fra de øvre vannlag til rett over bunnen, i de dypeste områdene i hver innsjø (i Nordre Puttjern bare 3 dyp pga. redusert vannvolum).

Et tilsvarende prøvetakingsprogram ble gjennomført under sommerstagnasjonen i august for alle fem innsjølokalitetene.

Prøvene for fysisk-kjemiske analyser fra de andre tidspunktene var i hovedsak blandprøver fra epilimnion. I tillegg kom prøvene fra profundalsonen i Lutvann (45 m dyp). Analyseprogrammet for de fysisk-kjemiske prøvene omfattet pH, konduktivitet, turbiditet, farge, TOC, tot-P, PO<sub>4</sub>-P, tot-N, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, Fe, Mn, Na, Ca, Mg, K, alkalitet, Cl og SO<sub>4</sub>. Innholdet av aluminium ble analysert ved et par prøvetakingstidspunkter. For på en enkel måte å følge med i utviklingen i de ulike dyp i Nordre

Puttjern, ble det samlet inn ekstra prøver fra 2, 4 og 6(7) m dyp, ved hver prøvetakingsdato. Disse ble analysert med henyn på pH, konduktivitet, Fe, og SO<sub>4</sub>.

Prøver for planteplankton og dyreplankton ble samlet inn som blandprøver i epilimnion, ved hvert prøvetakingstidspunkt i vekstsesongen mai-oktober. Samtidig ble vannprøver for analyse av klorofyllinnholdet samlet inn.

I forbindelse med prøvetakingsinnsamlingen ble temperatur og oksygen målt i ulike dyp langs en vertikal gradient fra overflaten til bunnen over det dypeste området i innsjøene.

Undersøkelse av bunndyr og fisk er gjennomført fra november 1997 til desember 1998. LFI har gjennomført innsamling av bunndyrprøver i Nøkle vann, Lutvann, Lutvannsbekken, Krokstjernesbekken og Nøkle vannsbekken. Videre er det foretatt prøvefiske i Lutvann og Nøkle vann. Registrering av bunndyr og fisk i Puttjernene ble gjennomført i 1997 av LFI for OFA, og er rapportert i Brabrand og medarb. (1998).

Innsamling av prøver og inventering av vannvegetasjon i Nøkle vann /Lutvann ble gjennomført sent på høsten 1997 og sommer-/høstsesongen 1998.

I tabell 1 nedenfor er gitt en del hydrologiske og morfometriske data for de undersøkte innsjøene. Dataene er innhentet fra Oslo vann- og avløpsverk (OVA) for Lutvann og Nøkle vann. For Krokstjern og Puttjernene er data hentet fra Oslomarkas fiskeadministrasjon (OFA). Nærmere om feltarbeidet og prøvetaking her, se under kapittel om vannvegetasjon i rapporten.

Tabell 1 Hydrologiske og morfometriske data for de undersøkte innsjøene.

	Lutvann	Nøkle vann	Krokstjern	Søndre Puttjern	Nordre Puttjern
Høyde over havet (m)	204	164	279	265	264 *
Overflateareal (da)	420	830	40.8	4.5	4.0 *
Vannvolum (mill.m <sup>3</sup> )	9.2	11.3	0.22	0.016	0.018 *
Største dyp (m)	53	34	13	10	10-12 **
Middeldyp (m)	22.3	17.6	5.3	5.0	5.0 *
Areal nedbørfelt (km <sup>2</sup> )	1.43	10.8	0.5	0.22	0.33 <sup>1)</sup>
Teoretisk oppholdstid (år)	14.6	2.4	0.98	0.17	0.12 *

\* Verdiene gjelder for fullt basseng \*\* Største dyp ved fullt basseng nå er usikkert

<sup>1)</sup> Inkludert Søndre Puttjern

## 2.2 Bekke-/elvelokalitetene

I tillegg til prøveinnsamling og analyse av prøver fra innsjøene omfattet undersøkelsesprogrammet også fysisk-kjemiske analyser av prøver samlet inn fra stasjoner i bekker / elver med tilknytning til de berørte områder.

Disse stasjonene var:

- Puttjernsbekken P1 (før samløp med Grønnliabekken)
- Munkebekken M1 (rett oppstrøms Munkebekkveien)
- Nuggerudbekken (Ellingsrudelva) E0 (oppstrøms Nuggerud)
- Ellingsrudelva E1 (ved kulvert nedstrøms bru, Gamleveien)
- Ellingsrudelva E2 (oppstrøms kulvert, Strømsveien)
- Ellingsrudelva E3 (ved kulvert Lørenskogveien)
- Ljanselva Lj 1 (ved Skullerudstua)
- Ljanselva Lj 2 (ved Munkerudkleiva)
- Lutvannsbekken L1 ( i nedre del av bekken )

Fra disse bekke- / elvestasjonene ble det samlet inn prøver hver annen uke i 1998. Første prøveinnsamling ble foretatt 3. mars.

Analyseprogrammet for prøvene fra bekkene / elvene omfattet analyse av pH, konduktivitet, alkalitet, turbiditet, farge, tot-P, tot-N, TOC, Al/R og Al/II.

I Lutvannsbekken ble det på høsten 1998 samlet inn prøver for begroingsanalyse.

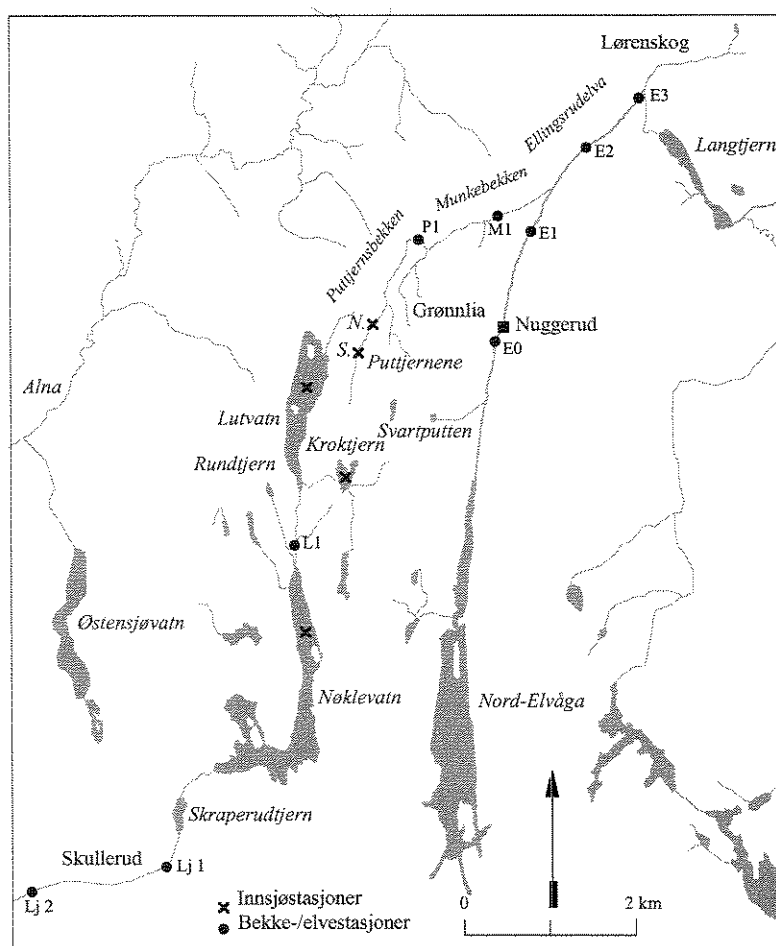


Fig. 1 Kartskisse som viser plasseringen av prøvetakingsstasjonene i innsjølokalitetene og bekke-/elvelokalitetene ved undersøkelsene i Østmarka.

### 3. Nedbør- og lufttemperatur

I figur 2 er fremstilt variasjonene i nedbør og lufttemperatur målt av DNMI, Det norske meteorologiske institutt, på Blindern. Disse registreringene bør være representative i store trekk for variasjonene i nedbør og lufttemperatur slik de var i Østmarkas vestre deler i 1997 og 1998, selv om enkelte lokale forhold vil spille inn. Figurene viser månedsmiddel for temperaturen i 1997 og 1998 og nedbørmengden pr. måned for de samme årene. Da månedsmiddel er grove mål for å vurdere avrenningen til elvene/bekkene, særlig i periodene før prøvetaking for fysisk-kjemiske vannprøver, har vi sett mer i detalj på måleresultatene for nedbør i en periode før tidspunktene for prøvetakingene.

Figuren viser at temperaturen sommeren 1997 lå betydelig over normaltemperaturen, som er snittet av målingene fra 1961-1990. Denne varme perioden varte fra siste del av juni helt til første del av september i 1997. Også ettervinteren 1997 var temperaturen høyere. I 1998 var det også en, relativt sett, mild ettervinter men temperaturen i sommerperioden 1998 var lav, under normalen for denne perioden, og svært mye lavere enn det som ble registrert i 1997. Store deler av sommeren var temperaturforskjellen i middeltemperaturen, når en sammenligner 1997 med 1998, mer enn 5 °C.

Ser en på nedbørsforholdene gjennom de to årene 1997 og 1998 gjenspeiler disse de samme forholdene. I sommerperioden 1997 var det varmt, og også betydelig tørrere enn i 1998. Figuren viser at det falt bare ca. 60 % så mye nedbør pr. måned i 1997 som i 1998 i juni-august. Dette var også betydelig mindre, særlig i juli og august, enn normalen for perioden. Nedbøren i september og oktober derimot var mer lik de to årene og nær normalen. I april og juni kom det mye nedbør i 1998, med henholdsvis 221 og 185 % i forhold til normalen.

Går en inn og ser på de enkelte observasjonene pr.døgn viser disse at før prøvetakingstidspunktet 2. juni for bekke-/ elvestasjonene hadde det vært en lengre periode med tørt vær i 1998 og det var det også på prøvetakingstidspunktet. På dette tidspunktet ble det registrert høye verdier for flere parametre, som næringssaltene fosfor og nitrogen samt for turbiditet og TOC (se under fysisk-kjemiske forhold). Dette kan tyde på at tilførslene til bekkene / elvene var lite fortynnet av nedbør på dette tidspunktet og derfor hadde høye konsentrasjoner for de nevnte parametre.

Også 14. september og 28. oktober viste flere stasjoner i bekkene / elvene høye verdier for enkelte parametre. I en lengre periode i første delen av september var det lite eller ingen nedbør, men i dagene like før prøvetakingstidspunktet kom det svært kraftig nedbør. Dette må ha ført til utvasking fra nærområdene til bekkene / elvene. I oktober derimot viser enkeltobservasjonene at det før prøvetakingstidspunktet 28. oktober var en lang periode med tildels mye nedbør. Flere stasjoner hadde da høye verdier for fargetall og TOC (se under fysisk-kjemiske forhold), noe som viser at det var betydelig utvasking til vassdragene av organisk materiale og humusstoffer.

### 4. Vannstands- og vannføringsvariasjoner

Både vannstands- og vannføringsvariasjonene i de innsjøer og vassdrag som denne undersøkelsen omfatter er grundig beskrevet og redegjort for av Jan-Petter Magnell fra Statkraft engineering (Magnell 1998 b), slik at en her bare vil trekke frem enkelte punkter ved utviklingen.



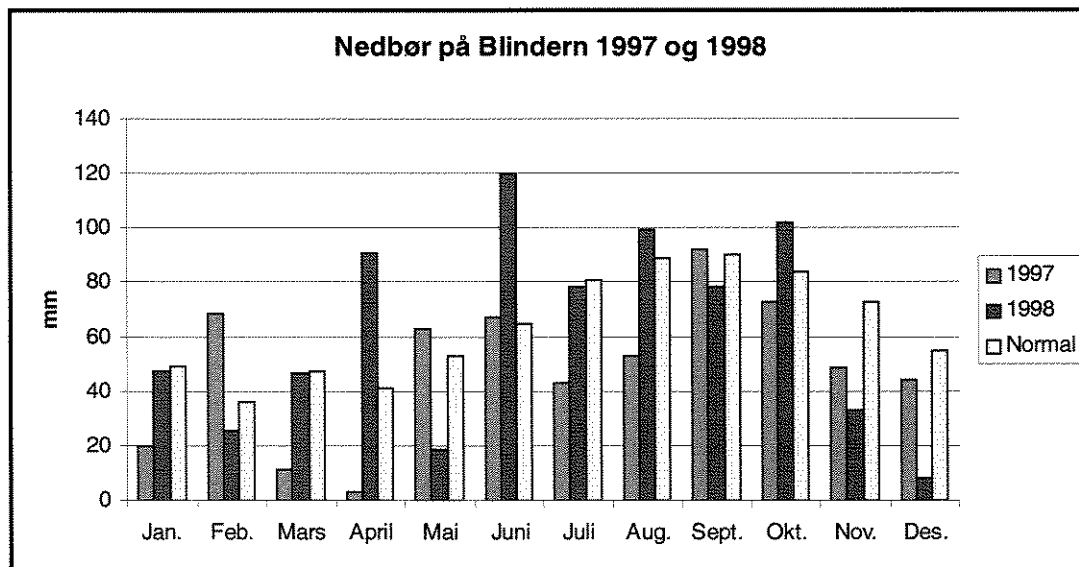
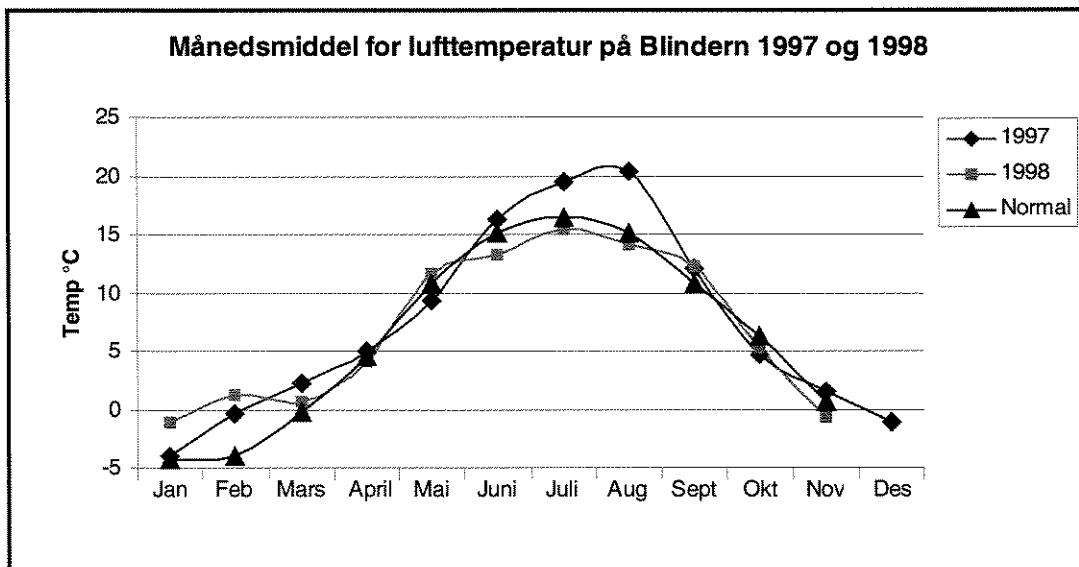


Fig. 2 Variasjoner i månedsmiddel for lufttemperaturen og nedbørsmengde pr måned på Blindern 1997 og 1998

## 4.1 Vannstandsvariasjoner

I figur 3 er fremstilt vannstandsvariasjonene for de fem undersøkte innsjølokalitetene. For å kunne si i hvor stor grad de registrerte vannstandsvariasjonene skyldes lekkasjene til Romeriksporten eller er et resultat av naturlige variasjoner i området, har en tatt med vannstandsvariasjonene i Mariholtputten i 1997 og 1998 (figur 4). Mariholtputten, som også ligger i Østmarka, er ikke berørt av lekkasjene og de registrerte variasjoner i vannstanden der er de naturlige variasjonene gjennom sesongen. Spesielt for Kroktjern, Søndre- og Nordre Puttjern er variasjonene i Mariholtputten egnet som referanse.

### Lutvann

Høyeste regulerte vannstand (HRV) er her på kote 204.35 og innsjøen kan reguleres 3 m. Fordi dammen tidligere ikke har vært tett, har det lekket så mye gjennom dammen at vannstanden har ligget under HRV. Akkurat når lekkasjene til tunnelen startet er vanskelig å si, men som figuren viser sank vannstanden jevnt til den nådde sitt laveste nivå i november 1997 med 1.33 m under HRV. Gjennom vinteren holdt den seg lav frem til april 1998 da den steg markert, for siden å stige ujevnt frem til slutten av året. Ved årsskiftet 1998-99 lå vannstanden ca 0.75 m under HRV. Reparasjon av dammen har tettet lekkasjene gjennom demningen, men 200 l/min skal slippes til Lutvannsbekken for fremtiden og ca. 360 l/min vil være innlekkasjen til tunnelen. Ut fra beregningene (Magnell 1998 a) vil vannstanden, selv i tørre år, ikke være lavere enn ca. 0.50 m under HRV.

### Nøklevann

Ser en på vannstandsvariasjonene i Nøklevann viser disse samme forløp som for Lutvann med en jevn nedgang utover høsten 1997 til et minimum også der i november. Her steg imidlertid vannstanden raskt igjen til overløpshøyden (HRV) på begynnelsen av 1998, for å ligge nær denne høyden gjennom hele 1998. Sommeren 1997 var det svært lite nedbør (se under nedbørforholdene) noe som ga lite tilførsler til Nøklevann fra nedbørfeltet. Dette, sammen med overføring av vann til Østensjøvann, var antagelig årsakene til den synkende vannstanden utover ettersommeren og høsten 1997 i Nøklevann.

### Kroktjern

Kroktjern hadde laveste vannstand i august-september 1997, noe som i første rekke henger sammen med kraftig tørke på den tiden. Sammenligner en med referansevannet Mariholtputten, viser denne lav vannstand i tiden juli-september i den mest utpregete tørkeperioden. I august 1997 ble det imidlertid satt igang pumping av vann fra Kroktjern til Søndre Puttjern. Overføring av vann fra Kroktjern til Søndre Puttjern er foretatt også senere, noe som medvirker til variasjoner i vannstanden i Kroktjern og også Søndre Puttjern.

### Søndre Puttjern

Som figuren viser sank vannstanden også i Søndre Puttjern utover sommeren og høsten 1997 til mer en 1.5 m lavere nivå enn på våren samme året. Dette var en følge av lekkasjer til Romeriksporten, men den tørre sommeren virket også inn. Lekkasjene var ikke like dramatiske som for Nordre Puttjern, slik at overføring av vann fra Kroktjern sammen med naturlige tilførsler til tjernet fra nedbørfeltet fikk vannstanden tilbake til det naturlige nivå på senhøsten. Vann ble overført helt frem til julen 1997. Senere er det overført vann i kortere perioder i 1998 når vannstanden har vist synkende tendens. I 1998 var det bra tilførsler til tjernet fra nedbørfeltet på grunn av en del nedbør.

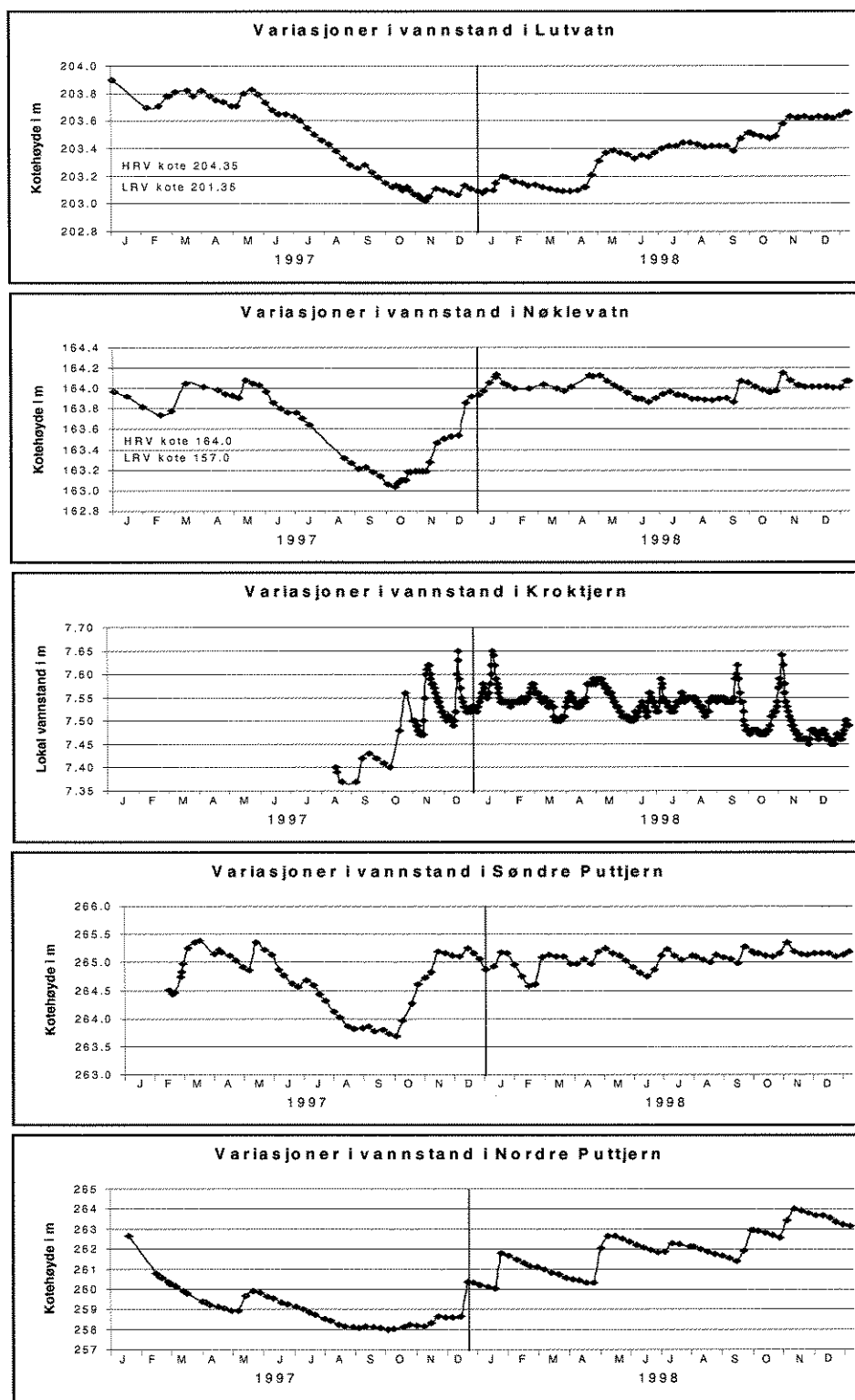


Fig. 3 Variasjoner i vannstand i de undersøkte innsjøene i Østmarka 1997-98.

## Nordre Puttjern

Kotehøyden for overløp fra Nordre Puttjern til Puttjernsbekken er 264.0 m. Denne høyden hadde vannstanden ved islegging høsten 1996. Utover vinteren og våren 1997 sank vannstanden dramatisk, som en følge av lekkasjene til Romeriksporten til den nådde et minimum på ettersommeren og høste 1997 med en kotehøyde på omkring 258.0 m. Det vil si en senkning av vannstanden i denne perioden på omtrent 6 m. Fra senhøsten 1997 har vannstanden steget raskt ved flere tilfeller, som figuren viser, for deretter å synke jevnt igjen. Dette skyldes trolig snøsmelting, stor nedbør og til tider tilførsler av avrenningsvann fra Søndre Puttjern. I begynnelsen av november 1998 hadde vannstanden i Nordre Puttjern nådd overløpshøyden, og i en kort periode på noen få dager rant vann fra tjernet ut i Puttjernsbekken. Senere sank imidlertid vannstanden igjen med nærmere en meter. Nordre Puttjern vil i tørre perioder fortsetter å synke som følge av lekkasjene, dersom det installerte vanninfiltrasjonsanlegget ikke fungerer i henhold til intensjonen.

## 4.2 Vannføringsmålinger

Vannføringsmålinger foreligger for målestasjoner i nærheten av tre av de bekke- / elvelokalitetene som vannprøver er samlet inn fra i forbindelse med undersøkelsene. Disse målestasjonene er i Ellingsrudelva / Nuggerudbekken ved Nuggerud (st.E0) med måleresultater fra både 1997 og 1998 og Munkebekken (st.M1) og i Ljanselva ved utløpet av Skraperudtjern (nærmeste prøvestasjon st.Lja1) med resultater bare for 1998.

Vannføringen ved Nuggerud gjenspeiler i hovedsak variasjonene i mengde vann som slippes ut fra Nord-Elvåga til vassdraget. Figur 4 viser jevn lav vannføring på stasjonen frem til juni-juli 1997, da vannføringen økte raskt for deretter å avta jevnt igjen til den i oktober igjen var tilbake til den tidligere lave vannføringen. Økningen i juni-juli hang sammen med at en feil ved bunnventilen førte til at mer vann ble sluppet ut gjennom dammen til Nuggerudbekken/Ellingsrudelva. I 1998 var vannføringen jevnt over høyere enn i 1997. Den kortvarige, kraftige økningen i vannføringen i november må imidlertid henge sammen med at mer vann ble sluppet ut fra innsjøen da.

Da det ikke var noen tilførsler fra nedbørfeltene for Søndre- og Nordre Puttjern til Puttjernsbekken, og dermed Munkebekken, gjennom 1998 (med unntak av noen få dager i oktober/november), er vannføringen i Munkebekken blitt noe redusert. Som figuren viser var vannføringen liten store deler av året, men varierte en del. Kraftig økning i vannføringen ble registrert i april som en følge av snøsmelting og kraftig nedbør. En tilsvarende økning i slutten av juni, i midten av september og slutten av oktober henger nøye sammen med nedbørsperioder.

I Ljanselva v.Skraperudtjern var vannføringen relativt jevn og liten gjennom det meste av året. Vannføringen her er svært avhengig av om det slippes vann fra Nøkle vann eller det er overløp over dammen der. Også her var det en økning i vannføringen i de samme periodene som økningen i Munkebekken ble registrert, i april, midten av september, slutten av oktober og begynnelsen av november.

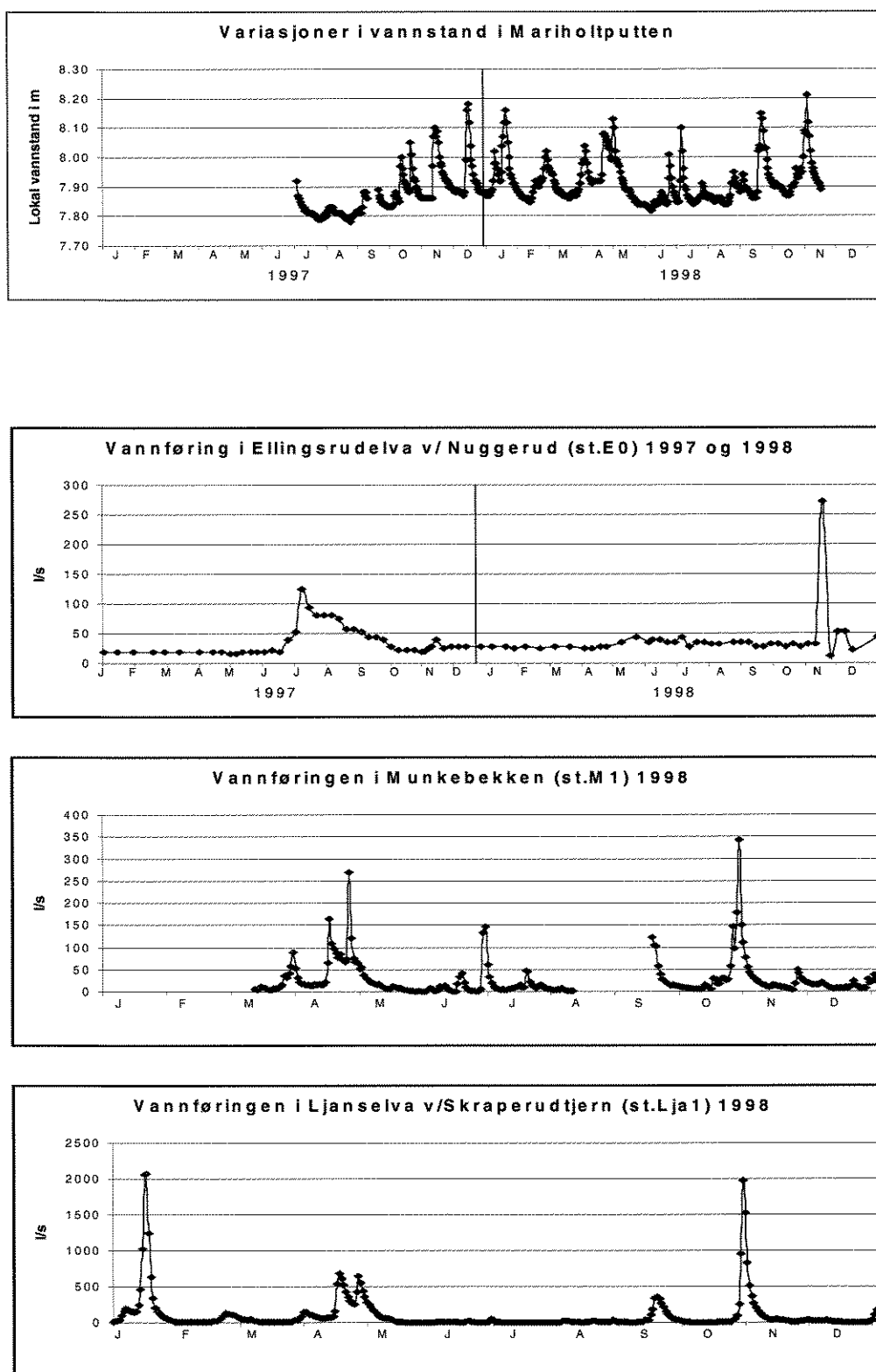


Fig. 4 Variasjoner i vannstand i Mariholtputten og vannføringen på målestasjoner i de undersøkte vassdrag.

## 5. Resultater

### 5.1 Fysisk-kjemiske forhold

#### 5.1.1 Innsjøer

Analysemetodikken for de fysisk-kjemiske parametrene følger Norsk Standard (NS). Til analyse av næringssaltene fosfor og nitrogen er benyttet en automatisert versjon av Norsk Standard. Analysene av TOC (totalt organisk karbon) er utført gjennom oksydasjon ved UV-belysning og peroksidisulfat.

Det er i hovedsak de analyserte blandprøver fra epilimnion (lyslagene) som danner grunnlaget for omtale og bedømmelse av de kjemisk-fysiske forhold i innsjøene. Disse blandprøvene er fra 0-10 m dyp i Lutvann og Nøklevann, 0-8 m dyp i Kroktjern og Søndre Puttjern og 0-4 m dyp i Nordre Puttjern. Grunnen til at det bare er fra 0-4 m dyp i Nordre Puttjern er for mest mulig å unngå å få med H<sub>2</sub>S-holdig vann i blandprøvene.

Variasjonene i de viktigste fysisk-kjemiske parametrene for bedømmelse av miljøkvalitet etter SFTs: "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann", Veiledning 97:04 (Bratli og medarb. 1997), er fremstilt i figurer for de enkelte innsjøene. Forøvrig er alle analyseresultater å finne under vedlegget bakerst i rapporten.

Da det ikke ble samlet inn blandprøver ved første prøvetakingsrunde i mars 1998, har en brukt snittverdi for de vertikale analyseresultater som faller inn under de ordinære blandprøvedypene, for sammenligning med forholdene senere i sesongen, og beregning av gjennomsnitt for sesongen. For Lutvann og Nøklevann vil det si at en har sammenlignet med marsresultatene for 5 m dyp.

Som nevnt tidligere ble det fra alle de undersøkte innsjølokalitetene målt temperatur og oksygenkonsentrasjon i ulike dyp gjennom hele vannsøylen over de dypeste områdene ved hvert prøvetakingstidspunkt. Målingene av oksygeninnholdet ble utført ved hjelp av et oxymeter (YSI model 58). Ved prøvetakingene under stagnasjonsperiodene i mars (vinterstagnasjon) og august (sommerstagnasjon), ble det samlet inn prøver for oksygenmålinger fra 5 ulike dyp jevnt fordelt vertikalt i vannsøylen. Det vil ofte være en forskjell i målt oksygenkonsentrasjon mellom målinger i felt med oxymeter og måling av oksygenkonsentrasjon i vannprøver analysert i laboratoriet. I figurene for variasjoner i oksygenkonsentrasjon er det oxymetermålingene som er lagt til grunn. Analyseresultatene for oksygenkonsentrasjon i de innsamlete prøvene er sammenstilt med de fysisk-kjemiske analyseresultatene i tabellene i vedlegget.

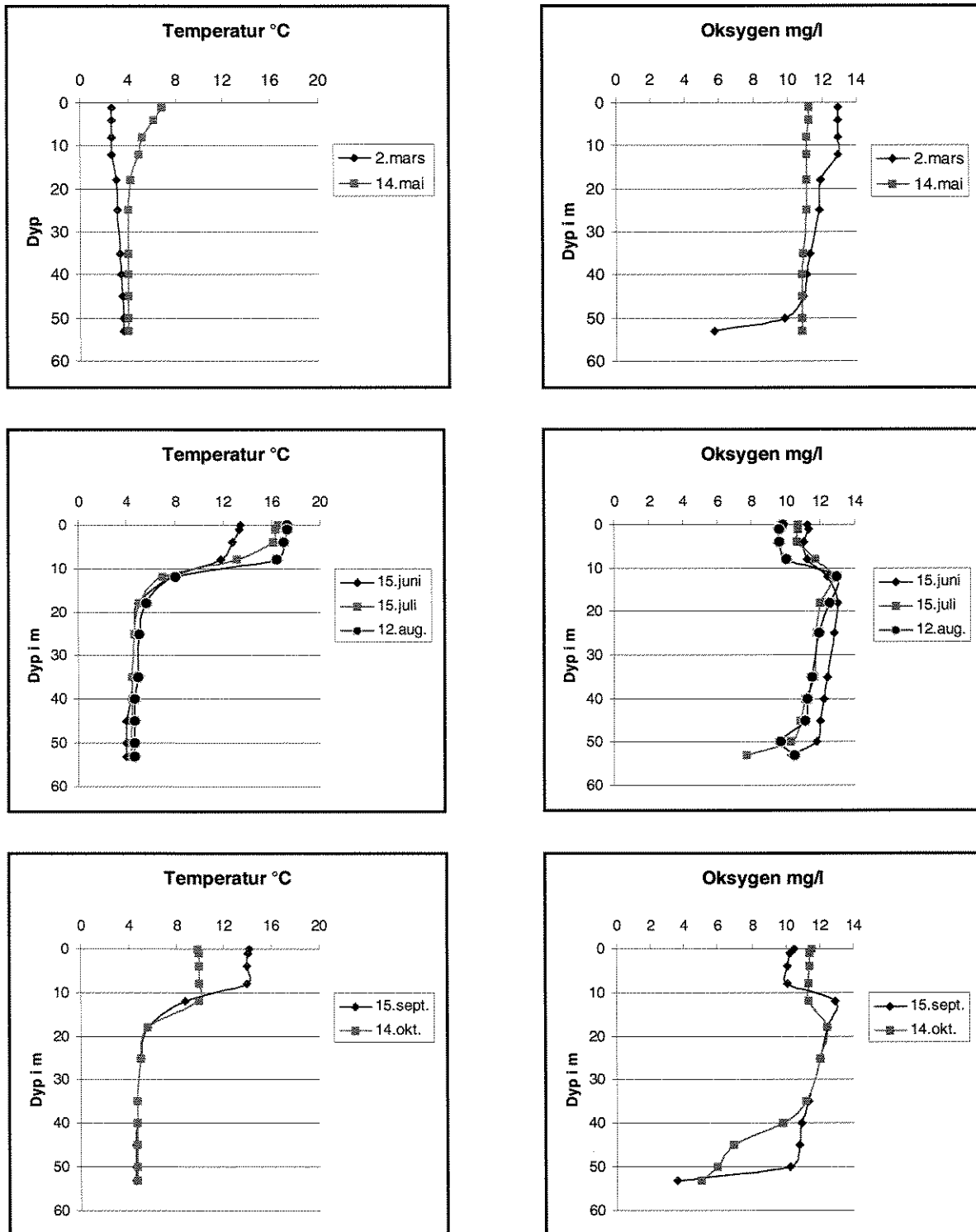


Fig. 5 Vertikale variasjoner i temperatur og oksygen i Lutvann 1998.



## Lutvann

### Temperatur- og oksygenforhold (figur 5, tabell 1 i vedlegget)

Figuren for temperaturvariasjonene i Lutvann fra overflaten til bunnområdene ved største dyp, viser en relativt jevnt stigende temperaturkurve gjennom vannsøylen under isen i mars fra 2.6 °C i de øverste vannlag til 3.6 °C i bunnlagene. I mai er vanntemperaturen i dyplagene blitt 4.0 °C med en begynnende temperaturøkning i de øverste vannlagene.

Målingene av temperaturen i sommerperioden juni, juli og august viser omtrent samme forløp for temperaturkurven vertikalt, med en markert termoklin mellom 8 og 12 m dyp. Denne termoklinen blir mer og mer markert utover sommeren. I august synker temperaturen med hele 8 °C fra 8 til 12 m dyp. Temperaturen i epilimnion er jevnt stigende utover sommeren. Høyeste registrerte temperatur i de øvre vannlag i sesongen 1998 var 17.3 °C i august i Lutvann. I hypolimnion var temperaturen gjennom hele sommerperioden gjennomgående mellom 4 og 5 °C.

Som figuren viser holdt termoklinen seg relativt godt utover høsten, med en markert knekk i temperaturkurven selv i midten av oktober.

Figuren viser at oksygeninnholdet var meget høyt gjennom det meste av vannsøylen under isen i Lutvann i begynnelsen av mars med fra 12.9 mg/l O<sub>2</sub> i de øverste vannlag til 9.8 mg/l O<sub>2</sub> i 50 m dyp. Bare i de siste metrene på de dypeste områdene ble det registrert en markert oksygenreduksjon. I mai viser oksygenkurven godt gjennomblandete vannmasser med rundt 11 mg/l O<sub>2</sub> i alle dyp.

Gjennom sommerperioden viser også oksygenkurvene i store trekk samme vertikale forløp med et maksimum for det meste rett under termoklinen ( i juni noe dypere), og med høyt oksygeninnhold helt ned til 50 m dyp. Under dette et noe redusert oksygeninnhold. Oksygeninnholdet i epilimnion var markert lavere enn i hypolimnion, men allikevel ganske høyt hele sommersesongen med mellom 9.6 og 11.7 mg/l O<sub>2</sub>.

Fra målingene i høstperioden viser oksygenkurven for september helt analogt forløp som målingene i sommerperioden, men med noe kraftigere oksygenvinn under 50 m dyp. Under målingene i oktober var termoklinen i ferd med å brytes ned, og en blanding av vannmassene i forbindelse med høstsirkulasjonen, hadde startet. Dette viser seg på kurven ved jevnere kurve i de øverste 30-40 m dyp og et maksimum i 18 m dyp. Oksygenvinn ble registrert under 40 m dyp. Reduksjonen i oksygen i dypvannet skyldes i hovedsak nedbrytning av organisk materiale. Innholdet av slikt materiale vil vanligvis øke nær bunnen i de dypeste områdene

### Kjemiske forhold (figur 6 og 7, tabell 2-8 i vedlegget)

Lutvann har svært lite overflatetiløp, slik at tilførsler fra grunnvann i hovedsak bestemmer vannkvaliteten. Dette ser en på nivået for en rekke parametre.

Figur 6 viser at vannmassene i Lutvann er svakt alkaliske med pH i hovedsak mellom 7.1-7.3 og gjennomnitt for sesongen på 7.2. Videre viser figuren at det i stagnasjonsperiodene på ettervinteren og ettersommeren var jevne verdier for pH i hele vannsøylen. Alkaliteten er høy, mellom 0.237 og 0.256 mmol/l. Den høye alkaliteten skyldes at grunnvannet inneholder mer kalsium og magnesium enn overflatevannet i disse områdene.

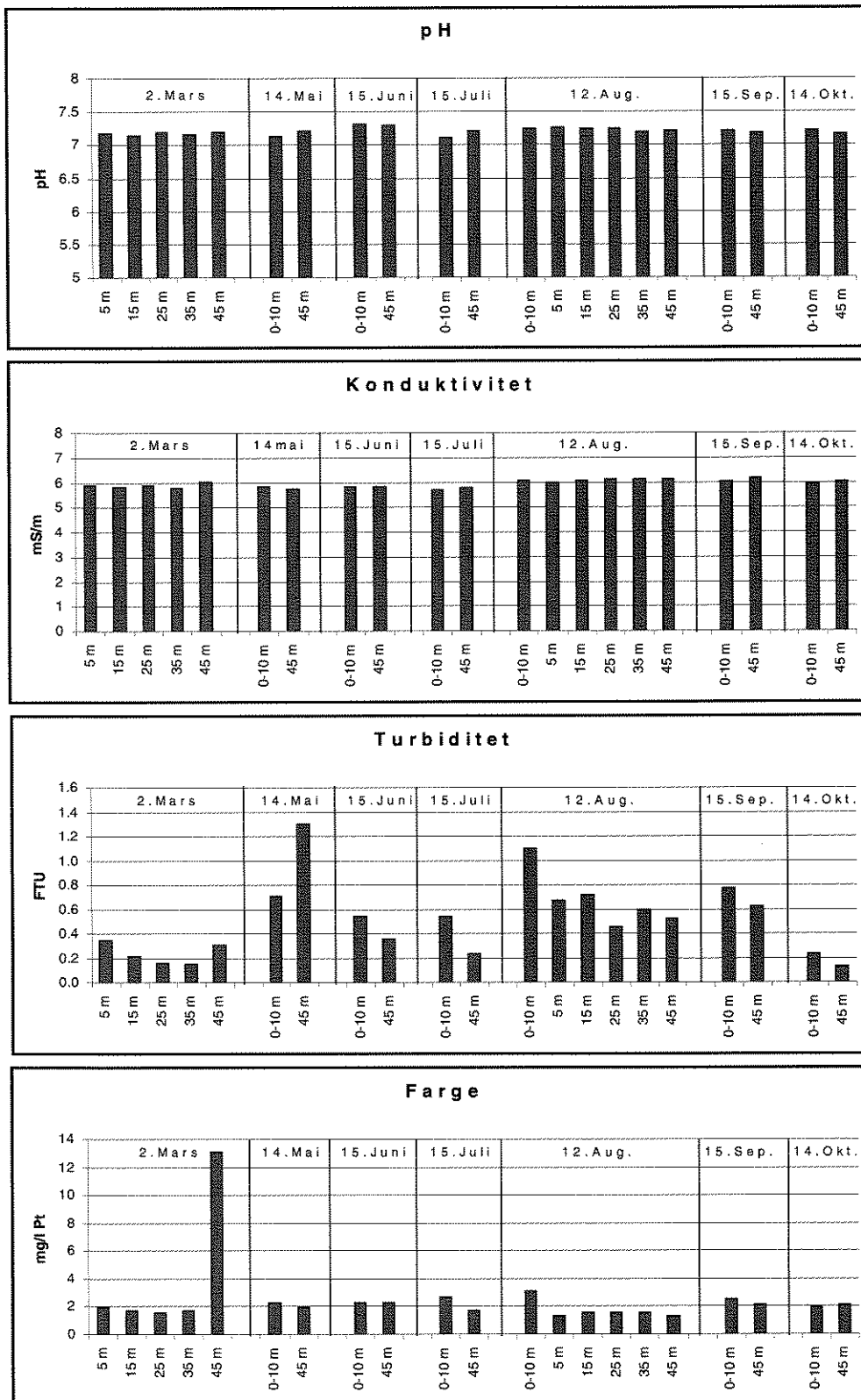


Fig. 6 Variasjoner i pH, konduktivitet, turbiditet og farge i Lutvann 1998.

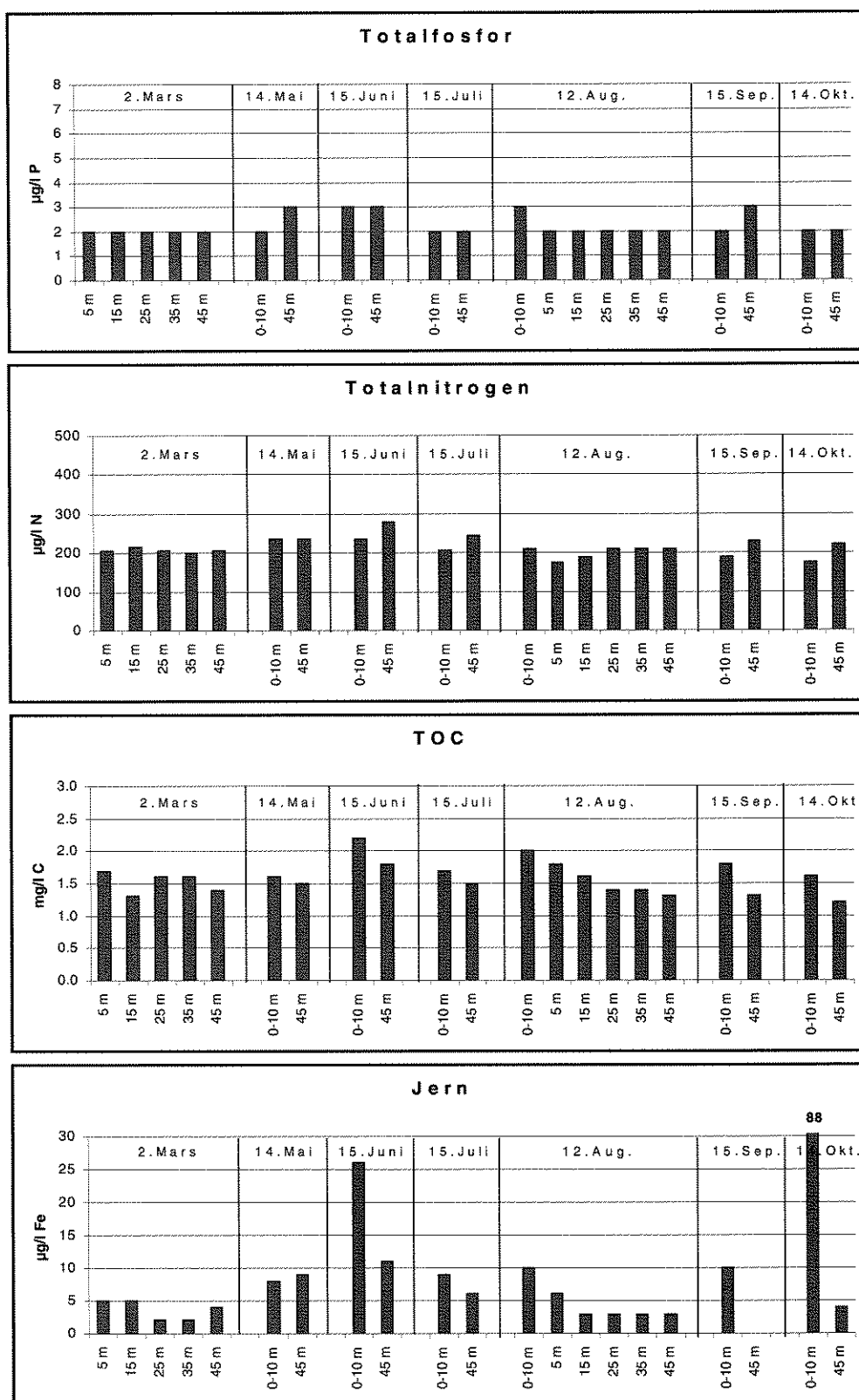


Fig. 7 Variasjoner i totalfosfor, totalnitrogen, TOC og jern i Lutvann 1998.

Kalsiuminnholdet i Lutvann lå i blandprøvene mellom 6.71 og 7.16 mg/l Ca. Også kalsiumverdiene var jevne gjennom hele vannsøylen i stagnasjonsperiodene i Lutvann, der det relativt høye kalsiuminnholdet skyldes grunnvannspåvirkningen, og ikke kalking av vannmassene som i enkelte av de andre undersøkte innsjøene. Det vanlige kalsiuminnhold i de fleste innsjøer og tjern i Osломarka, som ikke er kalket, er 2-3 mg/l Ca. På grunn av dette er også konduktiviteten i Lutvann forholdsvis høy, mellom 5.72 og 6.09 mS/m.

Partikkelinnholdet var gjennomgående lite i vannmassene i Lutvann og i blandprøvene lå verdiene for turbiditet mellom 0.23 og 1.10 FTU, mest i mai, august og september da smeltevann i forbindelse med snøsmeltingen og kraftige regnværsperioder ga økte tilførsler av partikler til de øverste vannlagene. Den relativt høye verdien for turbiditet i dyplagene i mai, 1.3 FTU, kan skyldes økte tilførsler til vannmassene på grunn av snøsmelting og vårsirkulasjonen. Ellers i året var turbiditetsverdiene i dyplagene lavere enn i epilimnion.

Fargetallene er lave gjennom hele sesongen med verdier mellom 1.92 og 3.07 mg/l Pt og et snitt på 2.39 mg/l Pt. Tilsvarende lave verdier, og tildels lavere verdier, ble også registrert i de ulike dyp under vinter- og sommerstagnasjonen. Bare i 45 m dyp under vinterstagnasjonen ble det registrert unormalt høy verdi, på hele 13.10 mg/l Pt. Det er vanskelig å gi noen forklaring på denne høye verdien, da verdien for totalt organisk karbon (TOC) og jern i dette dyp på samme tid var tildels lavere enn tilsvarende verdier for de andre dypene. Verdiene for TOC varierte mellom 1.6 og 2.2 mg/l C med et snitt på 1.8 mg/l C. Det lave innholdet av organisk stoff i vannmassene viser at Lutvann til vanlig får svært lite tilførsler av overflatevann. Også innholdet av jern var svært lite jevnt over, i hovedsak mindre enn 10 µg/l Fe i de fleste prøvene. Bare i blandprøvene fra epilimnion i juni og oktober ble det registrert høyere verdier.

Som for de fleste andre parametre var også innholdet av næringssaltene fosfor og nitrogen meget lavt, med et innhold av totalfosfor som varierte mellom 2 og 3 µg/l P i alle dyp og gjennom hele sesongen. Dette er svært lave verdier. Totalnitrogen varierte mellom 175 og 235 µg/l N med et snitt for sesongen på 207 µg/l N. Dette er også svært lave verdier. Veksten av planteplankton var da også svært liten (se nærmere under kapitlet om planteplankton og klorofyll).

Vannmassene i Lutvann er klare med et stort siktedyp. I mai ble det målt et siktedyp på hele 15.3 m. Ellers lå siktedypet mellom 7.2 og 10.5 m gjennom sesongen 1998.

Basert på de fysiske-kjemiske analyseresultatene og klorofyllverdiene, får en følgende bedømmelse av tilstanden i Lutvann ut fra SFTs: "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann" (Bratli og medarb. 1997):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitets-klasse
pH		Klasse I
Alkalitet		Klasse I
Turbiditet		Klasse I
Farge	Klasse 1 (-II)	Klasse I
TOC		Klasse I
Totalfosfor		Klasse I
Totalnitrogen		Klasse I
Jern		Klasse I
Siktedyp		Klasse I
Klorofyll		Klasse I
Samlet vurdering		Klasse I ("Meget god tilstand")

### Sammenligning av resultatene for 1998 med tidligere års analyseresultater fra Lutvann

Vannprøver har vært samlet inn og analysert for en rekke miljøparametre gjennom flere år i Lutvann. Resultatene er fremstilt i figur 8 der også resultatene for 1998 er satt inn for sammenligningens skyld. Tidligere års analyser er utført av Oslo Vann- og Avløpsverk (OVA) og er hentet fra (Wold 1993 b).

Figuren viser at verdiene for pH og konduktivitet har holdt seg ganske jevnt på det samme nivå som resultatene for 1998 gjennom 80- og 90-årene.

Når det gjelder turbiditet, som er et mål på partikkelinnholdet i vannmassene, viser resultatene for 1998 vesentlig høyere verdier enn tidligere år. Dette kan henge sammen med en del utvasking av partikler i strand- og grunne områder i forbindelse med vannstandsvariasjoner. Kraftig og mye nedbør i 1998 kan også ha tilført mer partikler til innsjøen enn vanlig.

Næringssaltene, fosfor og nitrogen, viser ingen økning sammenlignet med i første rekke resultatene fra 90-årene. Resultatene for totalfosfor var gjennom 1998 markert mye lavere enn tidligere år. Også totalnitrogen viser lavere verdier enn tidligere resultater i 90-årene, selv om det i begynnelsen av 80-årene ble registrert ennå mindre innhold av totalnitrogen.

Ut fra det sammenligningsmaterialet en har funnet kan en ikke se at det har skjedd noen endring i vannkvaliteten i Lutvann i negativ retning de seneste årene.

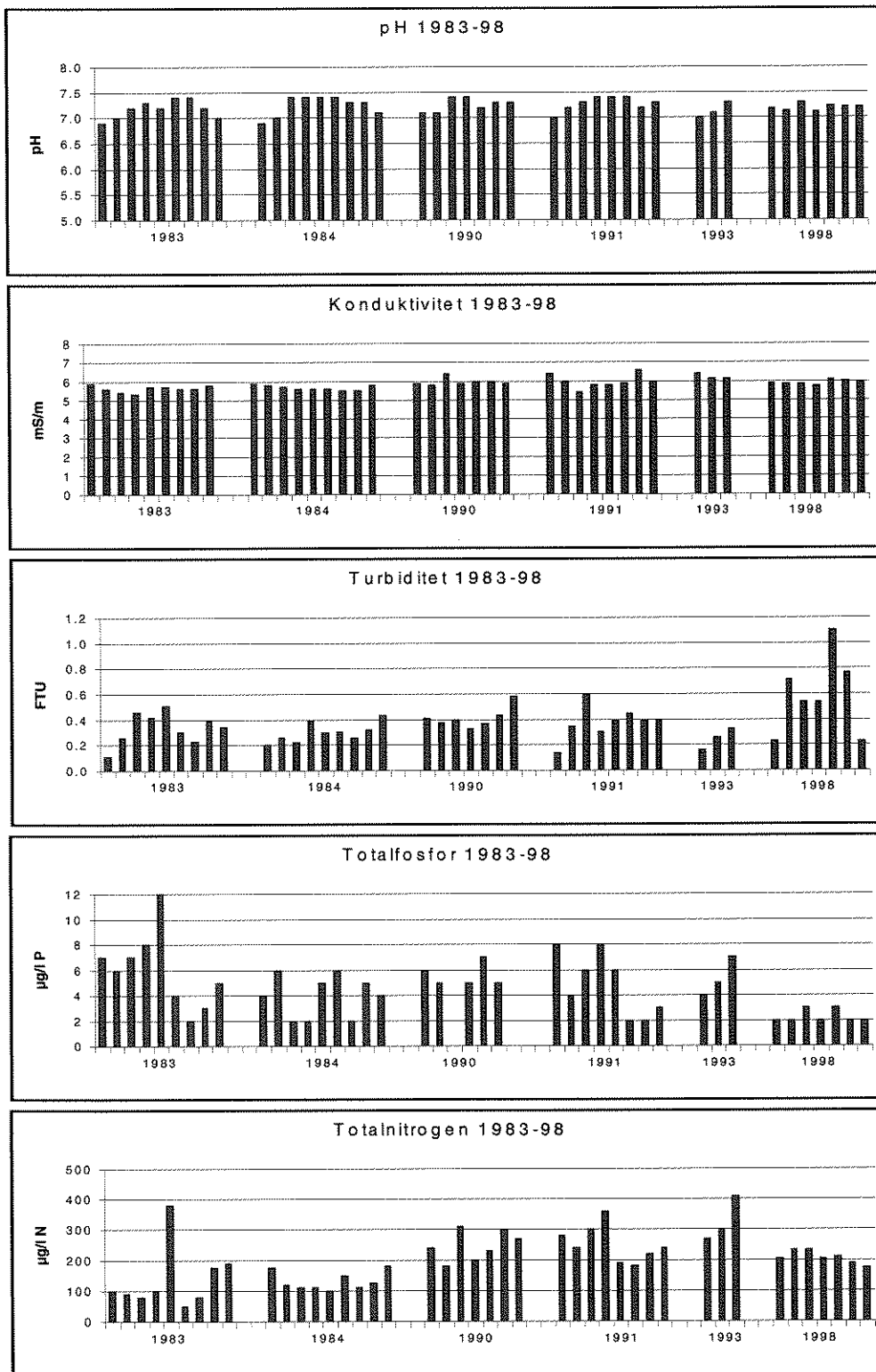


Fig. 8 Data fra tidligere år og 1998 for pH, konduktivitet, turbiditet, totalfosfor og totalnitrogen i Lutvann.

## Nøklevann

### Temperatur- og oksygenforhold (figur 9, tabell 9 i vedlegget)

Temperaturvariasjonene gjennom vannsøylen i Nøklevann fra overflaten til bunnområdene ved største dyp viser en svakt stigende temperaturkurve gjennom vannsøylen under isen i mars fra 3.8 °C i de øverste vannlag til 4.0 °C i bunnlagene. Kurven viser at vannmassene har vært godt blandet før isen la seg over innsjøen. I mai var vanntemperaturen i dyplagene fremdeles 4.0 °C mens det har skjedd en temperaturøkning i de øverste vannlagene, på grunn av soloppvarmingen av overflatelagene.

Målingene av temperaturen i sommerperioden juni, juli og august viser også i Nøklevann omtrent samme forløp for temperaturkurven vertikalt som i Lutvann, med en markert termoklin mellom 6 og 8 m dyp. Termoklinen blir også her mer og mer markert utover sommeren. I august sank temperaturen med hele 8 °C mellom 6 og 8 m dyp. Vannmassene i epilimnion blir varmet opp slik at temperaturen er jevnt stigende utover sommeren. Høyeste registrerte temperatur i de øvre vannlag i sesongen 1998 var 18.9 °C i august i Nøklevann. I hypolimnion (dypere enn 12 m) var temperaturen jevn mot bunnen i hele sommerperioden. Temperaturen gikk fra 6.0 til 4.8 °C mot bunnen i juni, mens vannmassene i hypolimnion i august hadde steget svakt og da varierte fra 6.4 (12 m) til 5.7 °C (32 m).

Som figuren viser holdt termoklinen seg også i Nøklevann relativt godt utover høsten, med en markert knekk i temperaturkurven selv i midten av oktober, men termoklinen hadde sunket til omkring 9-10 m dyp og var iferd med å brytes ned i oktober.

Figuren viser at oksygeninnholdet var lavere gjennom det meste av vannsøylen under isen i Nøklevann sammenlignet med Lutvann i begynnelsen av mars med fra 10.6 mg/l O<sub>2</sub> i de øverste vannlag til 6.1 mg/l O<sub>2</sub> i 32 m dyp. Bare i de siste par metrene på de dypeste områdene ble det registrert en viss oksygenreduksjon. I mai viser oksygenkurven noe mer gjennomblandete vannmasser men med betydelig lavere oksygeninnhold ned til 25 m dyp. Sammenlignet med forholdene under isen i mars var det mellom 1-1.5 mg/l O<sub>2</sub> lavere verdier i alle dyp.

Gjennom sommerperioden viser også oksygenkurvene i store trekk samme vertikale forløp alle tre prøvetakingstidspunktene, men maksimum ble registrert i de øverste 5 m. I motsetning til hva som ble registrert i Lutvann, viser figuren at det i Nøklevann var et dropp i oksygeninnhold umiddelbart under eller i området for termoklinen. Figuren viser videre at det utover sommeren var en tendens til synkende oksygeninnhold i alle dyp under termoklinen, i august også i epilimnion. Målingene viser at det var et kraftig oksygenvinn under ca. 25 m, og at det i de helt bunnære områdene i det dypeste bassenget var tilnærmet oksygenfritt.

Fra målingene i høstperioden viser oksygenkurven at det var forholdsvis høyt oksygeninnhold i epilimnion både i september og oktober med rundt 9.5-10.5 mg/l O<sub>2</sub>, men at oksygeninnholdet ble raskt redusert under termoklinen i hypolimnion til ca. 6 mg/l O<sub>2</sub>, og at dette igjen avtok jevnt mot bunnen. Reduksjonen i oksygen i dypvannet skyldes i hovedsak nedbrytning av organisk materiale. Innholdet av slikt materiale vil vanligvis øke nær bunnen i de dypeste områdene.



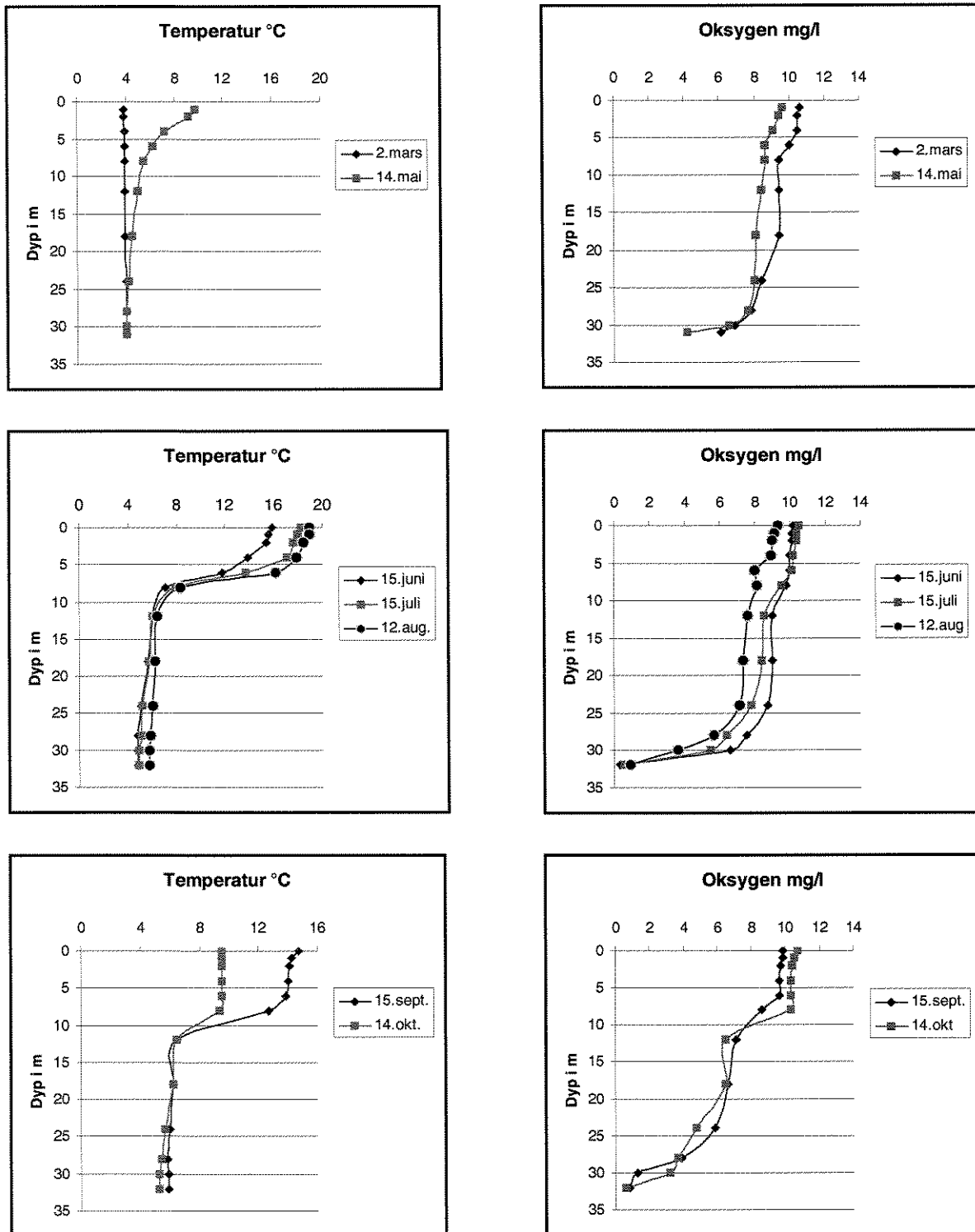


Fig. 9 Vertikale variasjoner i temperatur og oksygen i Nøkle vann 1998.

**Kjemiske forhold** (figur 10 og 11, tabell 10-16 i vedlegget)

I motsetning til Lutvann har Nøklevann flere definerte overflatetilførsler fra tjern i nedbørfeltet som Hauktjern, Rundtjern og Solbergjern foruten fra Kroktjern via overføringer til Lutvannsbekken. I tillegg kommer tilførsler fra flere myrområder i nedbørfeltet.

Figuren viser at vannmassene i Nøklevann ligger rundt nøytralpunktet med hensyn på surhet. pH lå i 1998 mellom 6.84-7.06. Figuren viser videre at det i stagnasjonsperiodene på ettervinetren og ettersommeren var relativt små variasjoner i verdiene for pH i hele vannsøylen. Alkaliteten er forholdsvis høy, mellom 0.164 og 0.174 mmol/l i blandprøvene. Kalsiuminnholdet i Nøklevann lå i blandprøvene mellom 4.47 og 4.91 mg/l Ca. Også kalsiumverdiene var jevne gjennom hele vannsøylen i stagnasjonsperiodene ( se tabellene i vedlegget). Verdiene er her betydelig lavere enn for Lutvann noe som viser at vannmassene er mindre grunnvannspåvirket og mer påvirket av tilførsler av overflatevann. Forholdene ligger nærmere det som er vanlig i andre innsjøer i Osломarka, som ikke er kalket. På grunn av dette er også konduktiviteten i Nøklevann lavere, mellom 4.03 og 4.50 mS/m.

Partikkelinnholdet var for det meste lite også i vannmassene i Nøklevann, men det var større variasjoner i turbiditet her enn i Lutvann, noe som viser påvirkningen av overflatetilførsler. I blandprøvene lå verdiene mellom 0.31 og 1.80 FTU. De høyeste verdiene ble registrert i april-mai, og i september da kraftige regnværsperioder ga økte tilførsler av partikler med tilløpsvannet.

Fargetallene var forholdsvis lave gjennom hele sesongen, men betydelig høyere enn i Lutvann. Verdiene varierte mellom 2.11 og 15.20 mg/l Pt for blandprøvene ( verdien 2.11 mg/l Pt ble registrert i 5 m dyp under isen i mars og var mye lavere enn verdiene for den isfrie sesongen). Gjennomsnitt for sesongen lå på 11.65 mg/l Pt (inkludert verdien for mars). Fargetallet økte utover høsten noe som viser større tilførsler av humusstoffer med tilløpsvannet.

Verdiene for TOC varierte mellom 3.6 og 4.5 mg/l C. Dette viser et visst innhold av organisk materiale i vannmassene i Nøklevann. Innholdet av jern var jevnt men lite i blandprøvene gjennom sesongen, varierende mellom 25 og 44 µg/l Fe. Registreringen av de vertikale variasjonene i stagnasjonsperiodene viser imidlertid en betydelig økning av jerninnholdet mot dypet. I 30 m dyp var innholdet ca. 80 µg/l Fe.

Innholdet av næringssaltene fosfor og nitrogen var lavt, men også for disse parametrene markert høyere enn i Lutvann. Innholdet av totalfosfor varierte i blandprøvene mellom 3 og 7 µg/l P med et gjennomsnitt for hele sesongen på 5 µg/l P. Totalnitrogen varierte mellom 260 og 300 µg/l N. De høyere verdiene for næringssaltene ga en større vekst av planteplankton (se nærmere under kapitlet om planteplankton og klorofyll), mens det større innholdet av partikler og humusstoffer i Nøklevann førte til betydelig mindre siktedyp der enn i Lutvann.

Siktedypet lå i 1998 mellom 4.5 og 6.0 m.

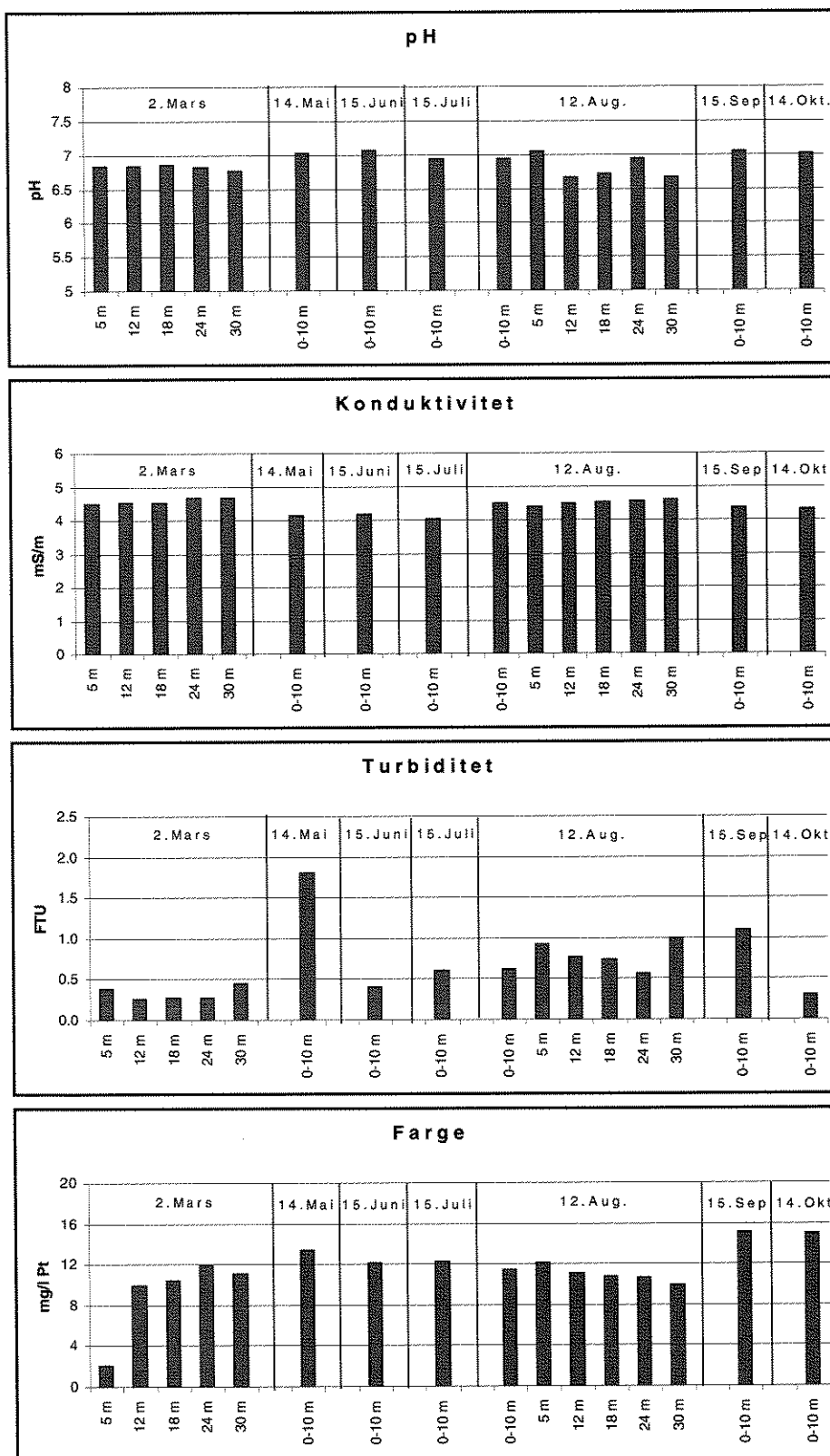


Fig. 10 Variasjoner i pH, konduktivitet, turbiditet og farge i Nøkle vann 1998.

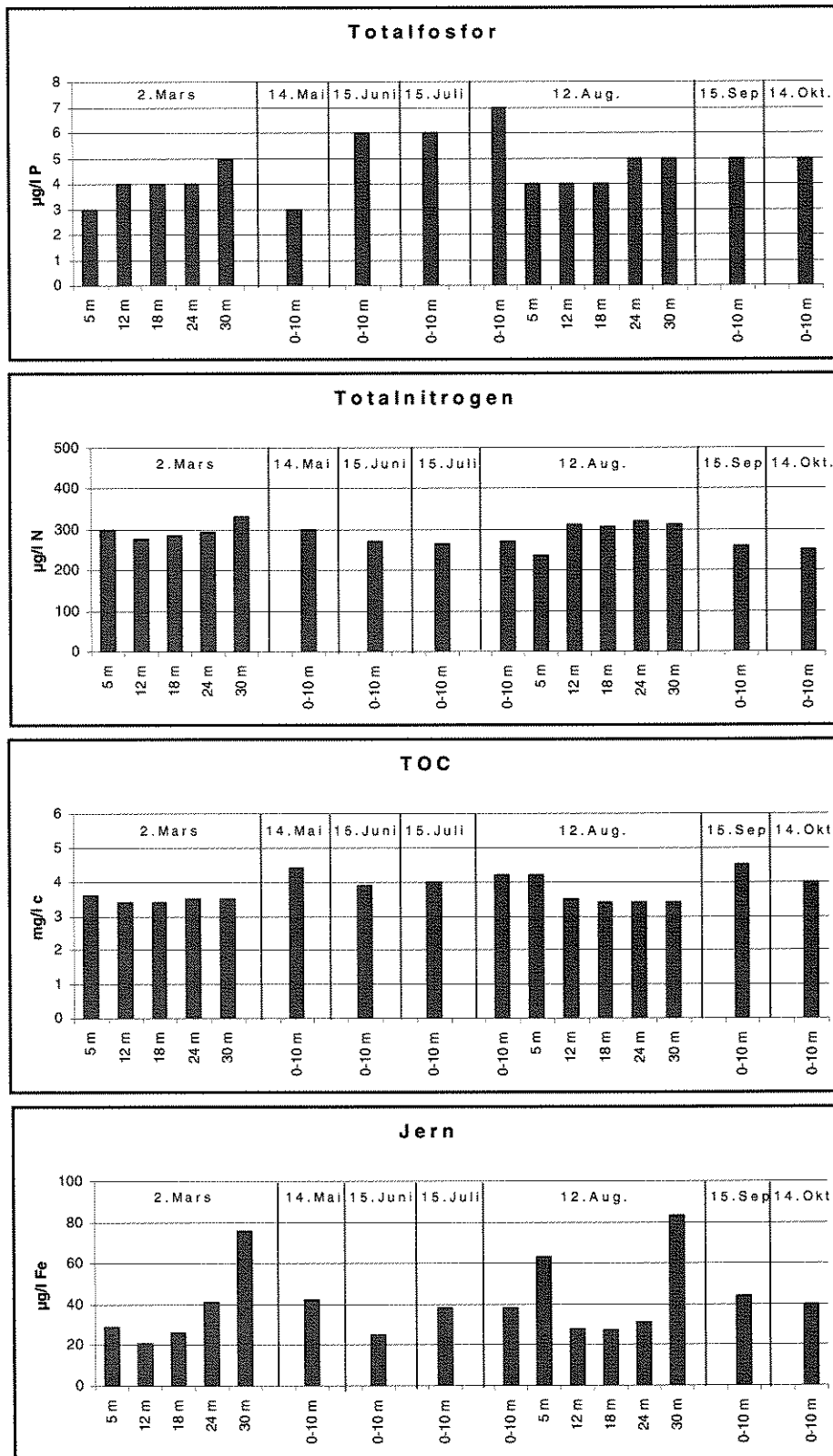


Fig. 11 Variasjoner i totalfosfor, totalnitrogen, TOC og jern i Nøklevann 1998.

Basert på de fysisk-kjemiske analyseresultatene og klorofyllverdiene, får en følgende bedømmelse av tilstanden i Nøkle vann ut fra SFTs: "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann" (Bratli og medarb. 1997):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH		Klasse I
Alkalitet		Klasse II
Turbiditet	Klasse I-III	Klasse II
Farge	Klasse I-II	Klasse I
TOC		Klasse III
Totalfosfor		Klasse I
Totalnitrogen		Klasse II
Jern		Klasse I
Siktedyp		Klasse II
Klorofyll	Klasse (1)-II	Klasse II
Samlet vurdering	Klasse I-II ( "Meget god" til "God" tilstand)	

### Sammenligning av resultatene for 1998 med tidligere års analyseresultater fra Nøkle vann

Vannprøver er også i Nøkle vann samlet inn og analysert for en rekke miljøparametre gjennom flere år. Resultatene er fremstilt i figur 12 der resultatene for 1998 er satt inn for sammenligningens skyld. Tidligere års analyser er også her utført av Oslo Vann- og Avløpsverk (OVA) og er hentet fra ( Wold 1993 a).

Verdiene for pH viser at det er vanskelig å peke på noen markert endring i pH i denne perioden, men det har vært større variasjoner gjennom sesongen flere av de tidligere årene. Konduktivitet har gjennom 80- og 90-årene holdt seg ganske jevnt på det samme nivå som resultatene for 1998.

Når det gjelder turbiditet viser resultatene for mai og september 1998 vesentlig høyere verdier enn tidligere år, noe som henger sammen med større tilførsler av partikler med tilløpsvannet da. Årsakene kan være sen snøsmelting og stor nedbør i 1998. Særlig utover høsten kan en ha hatt en del utvasking fra anleggsvirksomhet langs Lutvannsbekken i forbindelse med reparasjon av dammen til Lutvann. Resten av sesongen var verdiene som tidligere år.

Næringssaltene, fosfor og nitrogen viser heller ingen økning sammenlignet med resultatene fra 90-årene. Resultatene for totalfosfor var gjennom 1998 gjennomgående lavere enn tidligere resultater i 90-årene. Også totalnitrogen viser lavere verdier enn tidligere resultater i 90-årene, selv om det i begynnelsen av 80-årene var noe mindre innhold av totalnitrogen.

Ut fra det sammenligningsmaterialet en har funnet kan en ikke se at det har skjedd noen endring i vannkvaliteten i Nøkle vann i negativ retning de seneste årene.

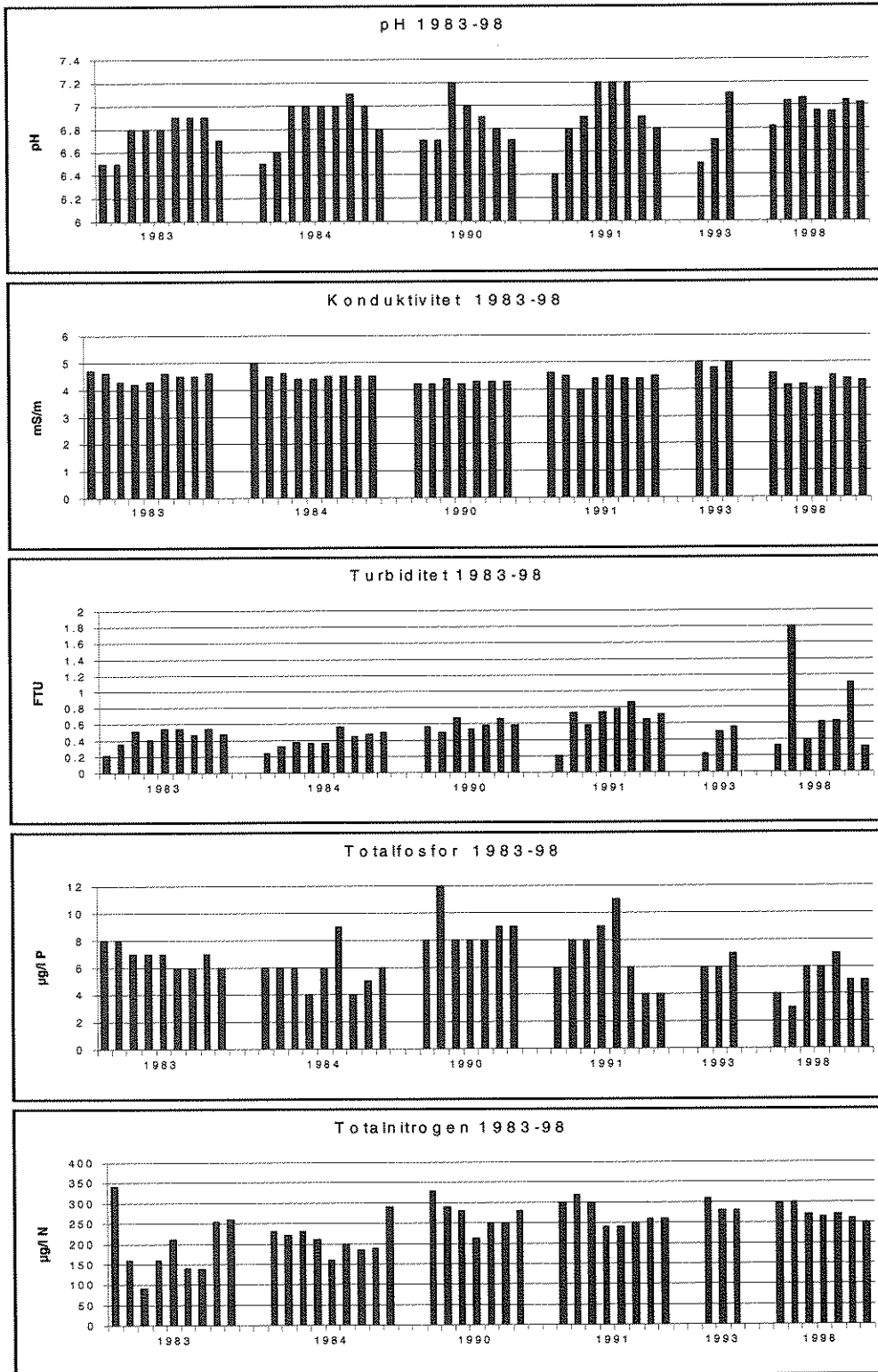


Fig. 12 Data fra tidligere år og 1998 for pH, konduktivitet, turbiditet, totalfosfor og totalnitrogen i Nøkle vann.

## Kroktjern

### Temperatur- og oksygenforhold (figur 13, tabell 17 i vedlegget)

Fra Kroktjern er det bare temperatur- og oksygenmålinger i forbindelse med stagnasjonsperiodene, vinterstagnasjonen i mars under isen og sommerstagnasjonen i august. De vertikale variasjonene er vist i figur 13.

Av figuren går det frem at det i mars var svakt stigende temperatur fra 2.8 °C opp under isen til 4.0 °C i 7 m dyp. Dypere holdt temperaturen seg på 4.0 °C, men en svak økning ble registrert helt nær bunnen som i måleområdet lå på ca. 9.5 m dyp. De tilsvarende oksygenmålingene viser at det var relativt høyt innhold av oksygen i vannmassene med 9-10 mg/l O<sub>2</sub> ned til 4 m dyp. Under dette dyp avtok oksygeninnholdet jevnt ned mot bunnen. I de bunnære vannmassene var innholdet under 1 mg/l O<sub>2</sub>.

Under sommerstagnasjonen, representert ved målingene i august, lå temperaturen i de to øverste meterene mellom 17 og 18 °C. Fra 2 til 6 m dyp sank temperaturen fra 17 til 5.7 °C, uten at en kan snakke om en skarp termoklin. Under 6 m dyp sank temperaturen svakt til 4.8 °C med en svak stigning også i august i vannet helt nær bunnen. Oksygenkurven viser et oksygeninnhold i de øverste 3 m på mellom 8 og 9 mg/l O<sub>2</sub>. Fra 3 til 8 m dyp sank innholdet fra 8.9 til 0.7 mg/l O<sub>2</sub>, altså et jevnt oksygenvinn. Under 8 m dyp var vannmassene praktisk talt oksygenfrie, basert på oxymetermålingene, selv om det ikke luktet H<sub>2</sub>S av vann samlet inn fra de dypeste vannlag. Analyse av innsamlete vannprøver viste høyere oksygeninnhold i dypvannet enn oxymetermålingene.

### Kjemiske forhold (figur 14 og 15, tabell 18 og 19 i vedlegget)

For Kroktjern foreligger det, som nevnt, bare to serier med analyseresultater for fysisk-kjemiske parametre fra undersøkelsene i 1998. Prøvene ble samlet inn i forbindelse med stagnasjonsperiodene, vinterstagnasjonen i mars og sommerstagnasjonen i august. Til gjengjeld ble det samlet inn og analysert vertikale serier fra begge tidspunktene, fem dyp jevnt fordelt i vannsøylen. I august ble det i tillegg analysert en blandprøve 0-8 m dyp. Kroktjern har vært kalket flere ganger gjennom 90-årene.

Figuren viser at vannmassene var svakt sure, med pH-verdier i alle dyp hovedsakelig mellom 6.6 og 7.0. Bare nær bunnen (9.5 m) i mars ble det målt en noe høyere pH, 7.25. Dette viser effekten av kalkingen av dette i utgangspunktet sure skogstjernet. Effekten viser seg også tydelig i høye alkalitetsverdier; fra 0.168-0.406 mmol/l vertikalt i vannsøylen (2-9.5 m) i mars og fra 0.181-0.259 mmol/l i august. Kalsiumverdiene varierte tilsvarende fra 5.29-9.93 mg/l Ca i mars og 5.19-6.75 mg/l Ca i august, og konduktiviteten fra 4.53-6.47 mS/m i mars og 4.26-5.32 mS/m i august.

Turbiditeten viste en sterk økning og opphoping av partikler i vannmassene fra de øverste vannlag mot bunnen i den islagte perioden, med verdier fra 0.40 FTU (2 m) til 5.50 FTU (9.5 m). For de tilsvarende verdier fra august var det mye mindre økning mot bunnen på grunn av vindpåvirkning og større blanding av vannmassene. Turbiditeten i august varierte vertikalt mellom 0.78 og 1.40 mS/m.

Fargetallet viser noe, men ikke stor, variasjon gjennom vannsøylen på begge prøvetakings-tidspunktene. Disse verdiene sammen med verdiene for totalt organisk karbon (TOC) gir et bilde på innholdet av organisk materiale i vannmassene, i første rekke humusstoffer. Verdiene for fargetall var ganske høye, varierende mellom 33.2 og 46.3 mg/l Pt i mars og 31.7 og 34.0 mg/l Pt i august noe som viser et betydelig innhold av humusstoffer. Vannfargen mot siktedypskiven var gulig brun. Verdiene for TOC lå mellom 7.2 og 8.6 mg/l C i mars og 6.8 og 7.1 mg/l C i august, som viser relativt høyt innhold av

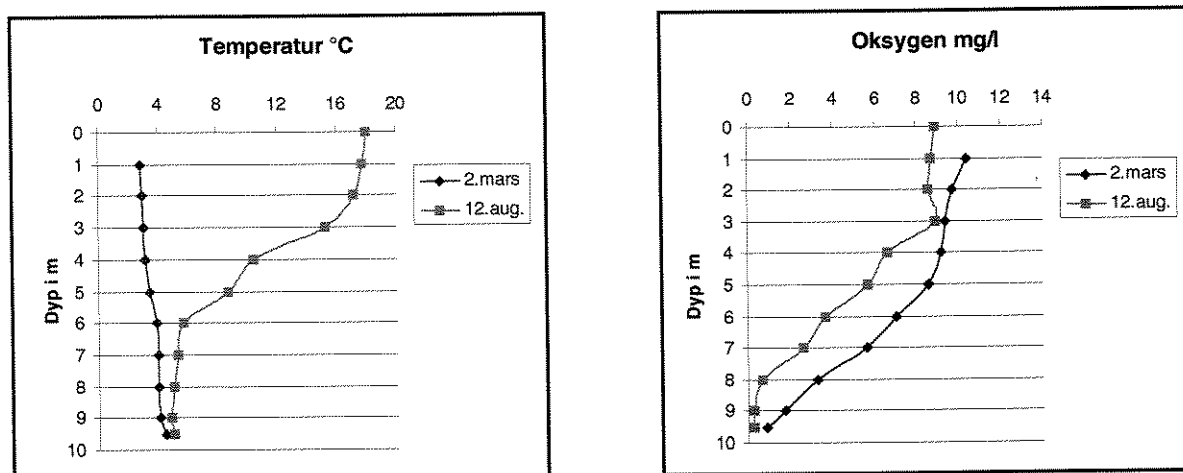


Fig. 13 Vertikale variasjoner i temperatur og oksygen i Kroktjern 1998.



organiske stoffer. Også verdiene for jern var høye, mellom 120 og 1150 (nær bunnen)  $\mu\text{g/l}$  Fe i mars og 80 og 280 (nær bunnen)  $\mu\text{g/l}$  Fe i august.

Verdiene for næringssaltene fosfor og nitrogen, som ble registrert under de to stagnasjonsperiodene var gjennomgående lave. Særlig gjaldt dette totalfosfor som varierte mellom 3 og 5  $\mu\text{g/l}$  P i de fleste dyp både i mars og august. Bare nær bunnen (9.5 m) i mars ble det registrert en høyere verdi, 8  $\mu\text{g/l}$  P. Totalnitrogen lå mellom 280 og 380  $\mu\text{g/l}$  N i mars og 270 og 330  $\mu\text{g/l}$  N i august.

Verdi for siktedyp har en bare fra registreringene i august, da det var 4.0 m. Det forholdsvis beskjedne siktedypet og den gulbrune fargen mot siktedypskiven, skyldes innholdet av humusstoffer i vannet.

Basert på de to seriene med fysisk-kjemiske analyseresultatene og den ene klorofyllverdien som en har fra undersøkelsene i 1998, får en følgende bedømmelse av tilstanden i Kroktjern ut fra SFTs: "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann" (Bratli og medarb. 1997):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH		Klasse I
Alkalitet	Klasse I-II	Klasse I
Turbiditet	Klasse I-III-(V)	Klasse II
Farge	Klasse III-(IV)	Klasse III
TOC		Klasse IV
Totalfosfor		Klasse I
Totalnitrogen		Klasse II
Jern	Klasse II-IV	Klasse III
Siktedyp		Klasse II
Klorofyll		Klasse II
Samlet vurdering		Klasse II ("God" tilstand)

### Sammenligning av resultatene for 1998 med tidligere års analyseresultater fra Kroktjern

En har bare funnet noen få analyseresultater for kjemiske parametre fra tidligere år i Kroktjern med relevans til denne undersøkelsen. Dette er resultater hentet fra Riise (1987) for 1983, og Gabestad og Krogstie (1997) for 1996. Resultatene er fremstilt i figur 16 der også resultatene for 1998 er satt inn for sammenlignings skyld.

Verdiene for pH viser at det skjedde en kraftig økning i pH i perioden mellom 1983 og 1996. Dette skyldtes, som nevnt tidligere kalking av Kroktjern flere ganger gjennom 90-årene. Vannmassene i Kroktjern var svært sure før kalkingen, med  $\text{pH} < 5$ . Som figuren viser er det ingen store variasjoner i pH mellom 1996 og 1998.

Ingen av de andre vanlige miljøparametre har en resultater for fra tidligere, men som det fremgår av figuren har en verdier for kalsium, sulfat og jern. I og med kalkingen av tjernet i 90-årene er det naturlig at kalsiuminnholdet økte kraftig mellom 1983 og 1996, og på samme måte som verdiene for pH viste, var det små variasjoner i kalsiuminnholdet i 1996 og 1998.

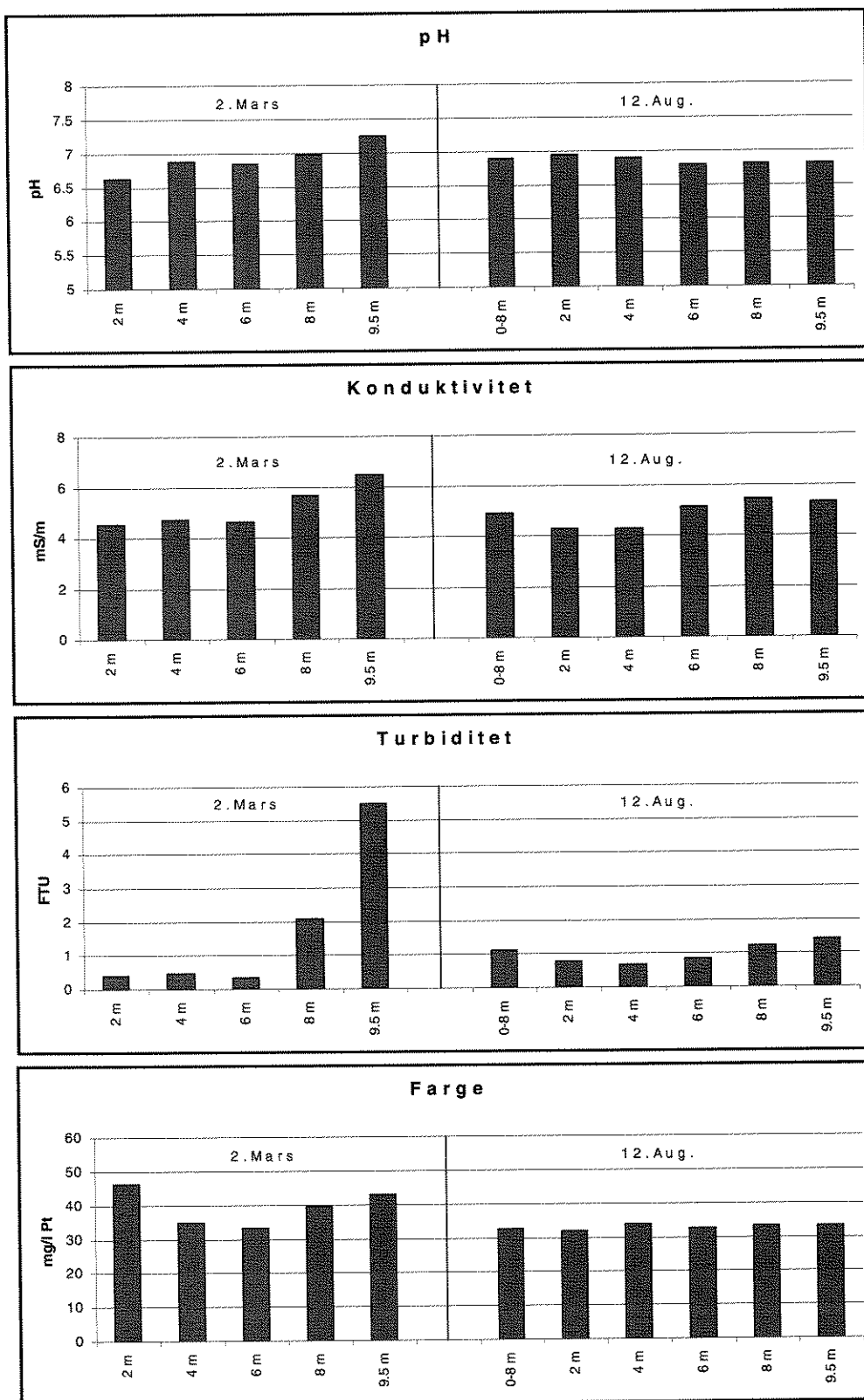


Fig. 14 Variasjoner i pH, konduktivitet, turbiditet og farge i Kroktjern 1998.

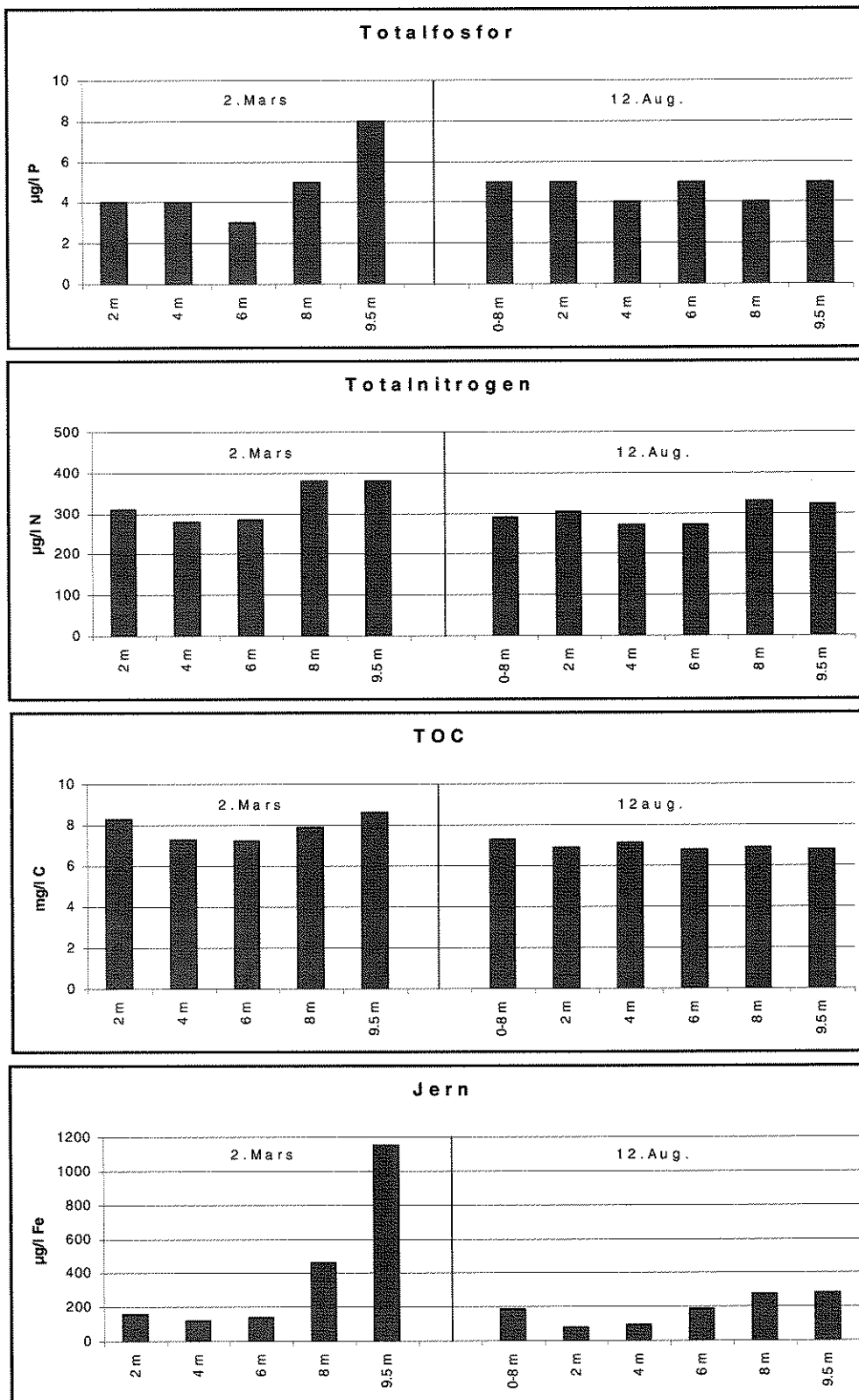


Fig. 15 Variasjoner i totalfosfor, totalnitrogen, TOC og jern i Kroktjern 1998.

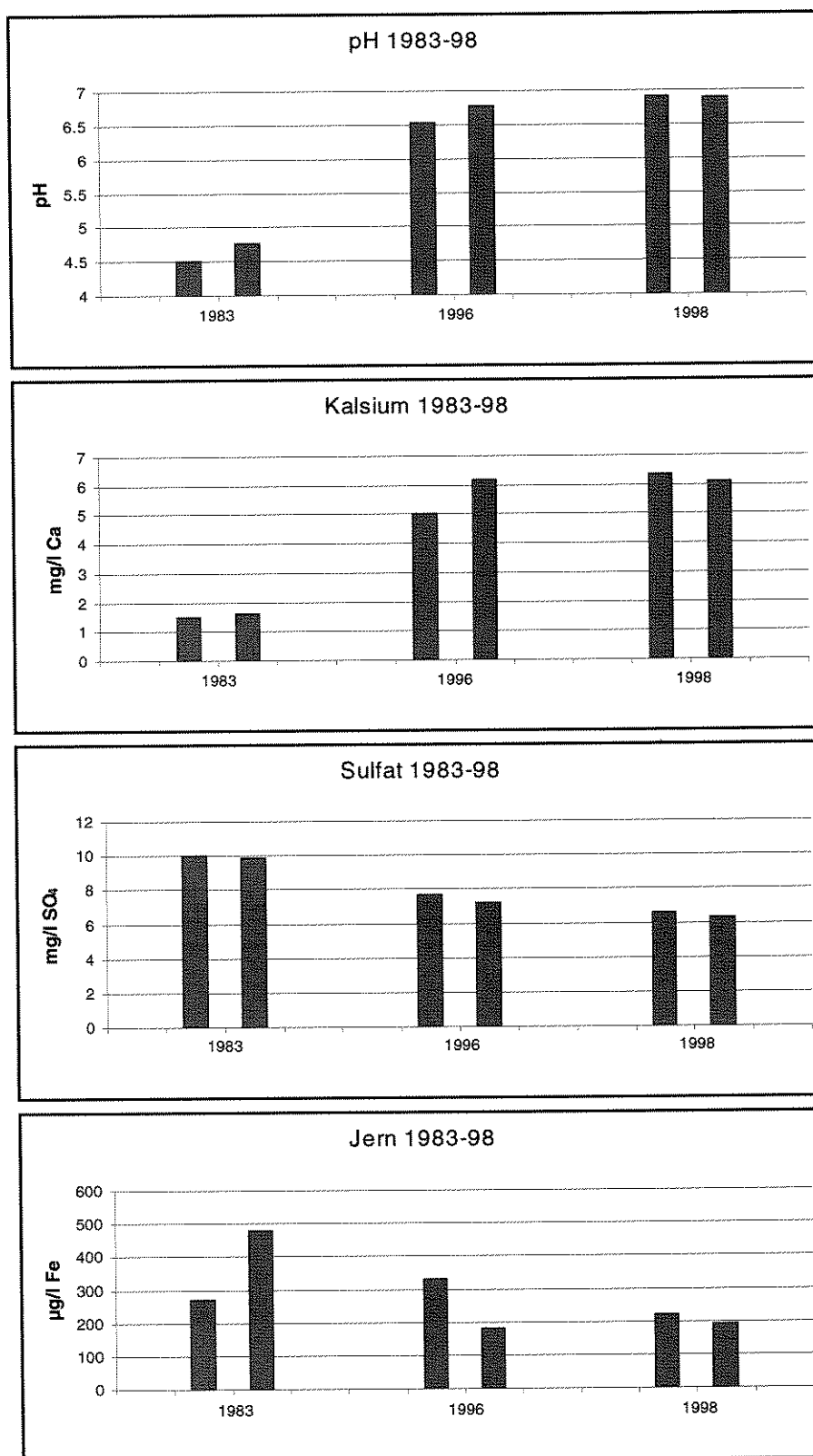


Fig. 16 Data fra tidligere år og 1998 for pH, kalsium, sulfat og jern i Krokstjern.

Motsatt pH og kalsium, førte kalkingen til redusert innhold av sulfat i vannmassene og også jern. Som det fremgår av figuren skjedde det en markert senkning av nivået både for sulfat og jern mellom 1983 og 1996, og nivået i 1998 for de resultatene som en har, viser omtrent samme eller noe lavere verdier i 1998 sammenlignet med 1996.

Ut fra det beskjedne sammenligningsmaterialet en har kan en ikke se at det har skjedd noen forverring av vannkvaliteten i Krokstjern de seneste årene.

## Søndre Puttjern

### Temperatur- og oksygenforhold (figur 17, tabell 20 i vedlegget)

Temperaturvariasjonene vertikalt i Søndre Puttjern fra overflaten til bunnområdene ved største dyp viser en jevnt stigende temperaturkurve gjennom vannsøylen under isen i mars fra 1.2 °C i de øverste vannlag til 4.2 - 4.3 °C i bunnlagene. Kurven viser at vannmassene har vært blandet før isen la seg over tjernet. I mai lå temperaturen i vannmassene under 5-6 m dyp fremdeles mellom 4.0 og 4.5 °C mens det hadde skjedd en temperaturøkning i de øverste vannlagene, på grunn av soloppvarmingen av overflatelagene. Dessverre mangler temperaturen fra overflatevannet i mai.

Temperaturen i sommerperioden juni, juli og august hadde, som figuren viser, omtrent samme forløp vertikalt, med en relativt rask temperatursenkning mellom 2 og 5 m dyp og markering av en termoklin. Under ca. 5 m dyp lå temperaturen i hele sommerperioden mellom 4.2 og 5.7 °C. Figuren viser at det i løpet av sommerperioden var en jevn økning av temperaturen med ca. 2 til 4 °C i alle dyp ned til omkring 5 m dyp. Høyeste registrerte temperatur i de øvre vannlag i sesongen 1998 var 16.0 °C i august i Søndre Puttjern.

Figuren viser videre at det var jevn temperatur omkring 12 °C ned til 4 m dyp og en temperatursenkning og termoklin i området 4 til 8 m fra 7 °C til ca. 5 °C som var temperaturen i bunnvannet. I midten av oktober var termoklinen i stor grad brutt ned og vannmassene var godt blandet ned til 7-8 m dyp med temperaturer mellom 6 og 7 °C. Ekstramålingen av temperatur- og oksygen 25. november under isen viste at vannmassene ble godt blandet i Søndre Puttjern høste 1998 før isen la seg. Temperaturkurven viser et normalt forløp med en stigning fra 0.5 °C rett under isen til 4.2 °C i 2 m dyp. Under dette viser figuren en jevn temperatur helt ned til bunnen.

Oksygeninnholdet var relativt høyt i de øverste to metere med mer enn 9 mg/l O<sub>2</sub>. Under 2 m sank oksygeninnholdet jevnt til 9 m dyp der det ble registrert praktisk talt oksygenfritt vann. I mai viser oksygenkurven omtrent det samme i de øverste vannlag, men oksygeninnholdet sank til under 1 mg/l O<sub>2</sub> alt på 7 m dyp. Lukt av hydrogensulfid H<sub>2</sub>S ble registrert i vann fra 8-9 m dyp.

Gjennom sommerperioden viser også oksygenkurvene i store trekk samme vertikale forløp alle tre prøvetakingstidspunktene, med et markert maksimum i 3 m dyp gjennom perioden. Figuren viser videre en vel definert termoklinen mellom 4 og 7 m dyp gjennom sommeren da oksygeninnholdet sank til under 1 mg/l O<sub>2</sub>. Også i sommerperioden ble det registrert lukt av H<sub>2</sub>S fra vann tatt fra under 8 m dyp.

Fra målingene i høstperioden viser kurven at det var forholdsvis høyt oksygeninnhold i epilimnion både i september og oktober med rundt 9.5-10.5 mg/l O<sub>2</sub>, men at oksygeninnholdet ble raskt redusert til under 1 mg/l O<sub>2</sub> under det dypet der restene av termoklinen lå. Ekstramålingene fra 25. november registrerte, som figuren viser, at vannmassene i Søndre Puttjern ble forholdsvis godt blandet med oksygenrikere vann også i dypere vannlag før isen la seg.

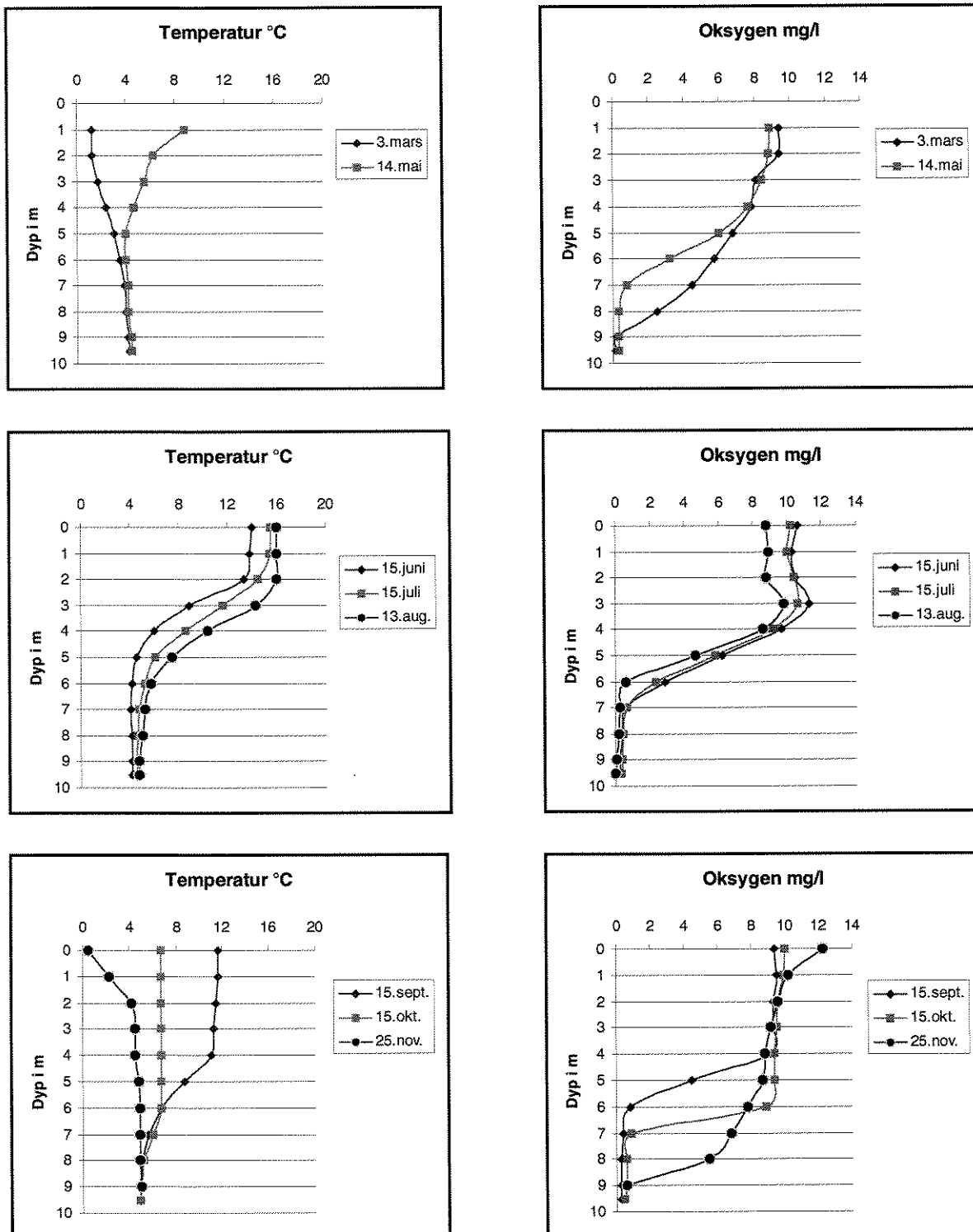


Fig. 17 Vertikale variasjoner i temperatur og oksygen i Søndre Puttjern 1998.

**Kjemiske forhold** (figur 18 og 19, tabell 21-27 i vedlegget)

Søndre Puttjern har et lite nedbørfelt, med hovedtilførsler fra områder syd for tjernet. En del av nedbørfeltet er myrområder. Tjernet er kalket flere ganger gjennom 90-årene men, ifølge Oslomarkas Fiskeadministrasjon (OFA), ikke i 1998. Da det var en tendens til at vannivået ville synke også her, ble det ved flere anledninger i 1997-98 pumpet opp vann fra Kroktjern til Søndre Puttjern. Siste gang i august 1998. Tilførslene av vann fra Kroktjern kan påvirke vannkvaliteten i Søndre Puttjern temporært.

Figuren viser at vannmassene i Søndre Puttjern har hatt en høy pH gjennom sesongen 1998, selv om verdiene har svingt en del. For blandprøvene ( i mars snittet av 2, 4, 6 og 8 m dyp) har pH variert mellom 6.90 og 7.40 og gjennomsnitt for sesongen var 7.13. Figuren viser videre at det i stagnasjonsperiodene på ettervinteren og ettersommeren var en del variasjoner i verdiene for pH i hele vannsøylen, fra 6.29 til 7.76 i mars og 6.78 til 7.68 i august. Alkaliteten var høy, mellom 0.186 og 0.400 mmol/l i blandprøvene. Også for alkalitet var det imidlertid store variasjoner vertikalt i stagnasjonsperiodene, fra 0.090 til 0.855 mmol/l (2-9.5 m dyp) i mars og fra 0.129 til 1.290 mmol/l i august.

Tilsvarende for kalsiuminnholdet som i blandprøvene varierte mellom 4.98 og 9.51 mg/l Ca, men som i de vertikale prøvene i stagnasjonsperiodene varierte fra 3.95 til 19.10 mg/l Ca (2-9.5 m dyp) i mars og fra 3.89 til 25.00 mg/l Ca i august. På grunn av dette var også konduktiviteten i Søndre Puttjern høy, mellom 4.24 og 6.26 mS/m i blandprøvene, men med variasjoner vertikalt i stagnasjonsperiodene fra 4.05 til 11.00 mS/m i mars (2-9.5 m dyp) og fra 3.61 til 14.60 mS/m i august. Det var svært lite oksygen i Søndre Puttjern under 6-7 m dyp store deler av sesongen.

Turbiditeten viser et beskjedent innhold av partikler i vannmassene det meste av sesongen, med verdier for blandprøvene fra 0.42 FTU til 0.65 FTU. Unntakene var i mai med 2.5 FTU i forbindelse med sen snøsmelting og nedbør, og i september med 1.2 FTU etter mye nedbør. Høy verdi ble også registrert i 9.5 m dyp i august med 2.7 FTU.

Fargetallene var forholdsvis høye gjennom hele sesongen i Søndre Puttjern, men lavere enn i Kroktjern. Verdiene varierte mellom 21.7 og 36.1 mg/l Pt for blandprøvene. Fargetallet økte utover høsten noe som viser større tilførsler av humusstoffer med tilløpsvannet. De vertikale variasjonene for fargetall i Søndre Puttjern i stagnasjonsperiodene mars og august var ikke spesielt store.

Verdiene for TOC var relativt jevne gjennom sesongen og varierte for blandprøvene mellom 5.8 og 7.5 mg/l C. Dette viser et visst innhold av organisk materiale i vannmassene. Innholdet av jern var ikke spesielt stort, varierende mellom 50 og 110 µg/l Fe. Registreringen av de vertikale variasjonene i stagnasjonsperiodene viser ingen nevneverdig økning av jerninnholdet mot dypet i mars og heller ikke ned til 8 m dyp i august. I 9.5 m dyp i august var imidlertid innholdet på hele 810 µg/l Fe.

Innholdet av fosfor og nitrogen var gjennomgående noe høyere i Søndre Puttjern enn i Kroktjern, med verdier for totalfosfor i blandprøvene mellom 5 og 9 µg/l P og for totalnitrogen mellom 240 og 415 µg/l N. Den større spredningen i verdiene for flere kjemiske parametre i Søndre Puttjern kan skyldes overføringen av vann fra Kroktjern ved flere tidsintervaller gjennom sesongen. Siktedypet varierte gjennom sesongen fra 4.35 til 5.30 m.

Det forholdsvis lave siktedypet og den gulbrune fargen mot siktedypskiven, skyldes innholdet av humusstoffer i vannet, selv om dette var noe mindre enn i Kroktjern.

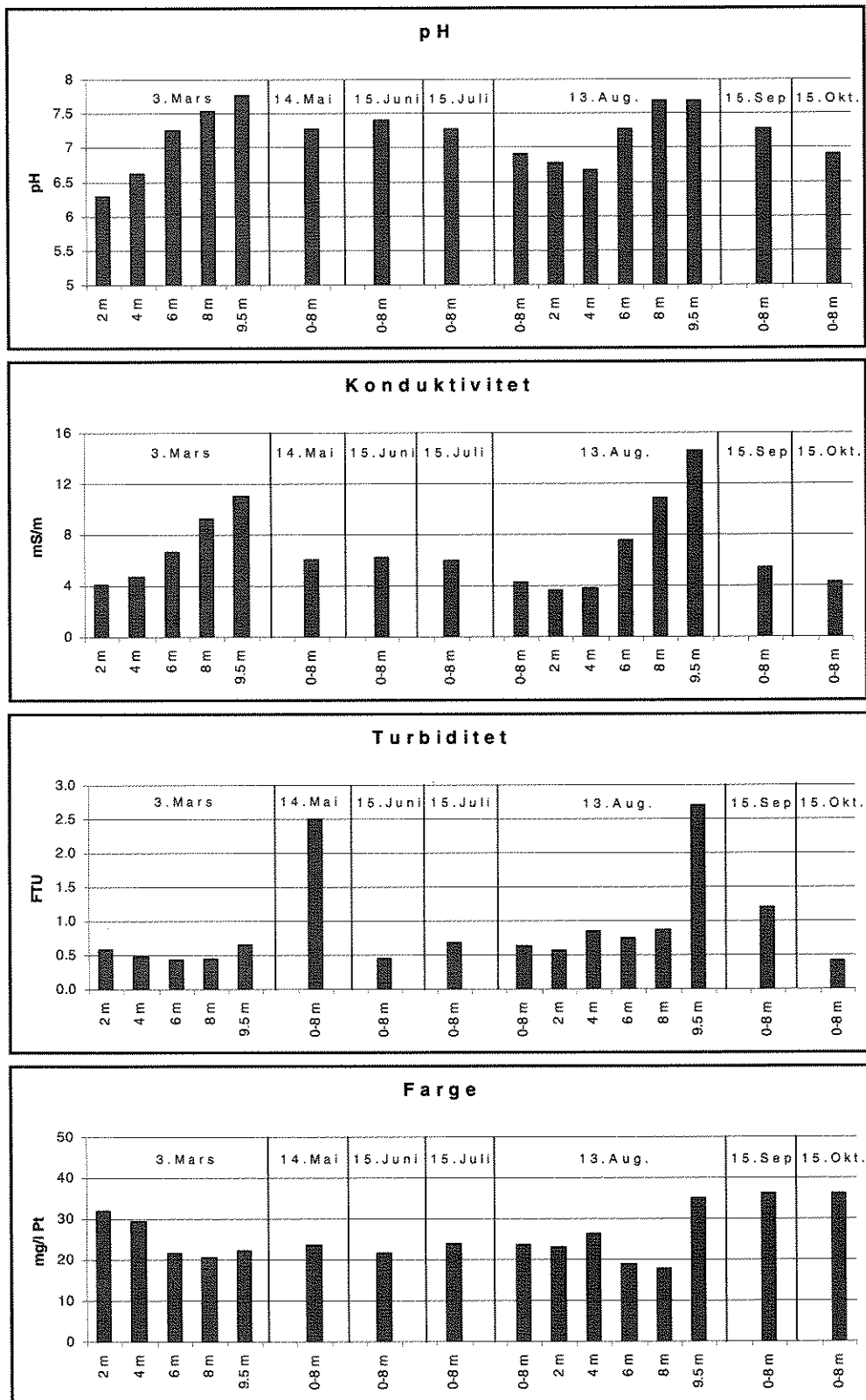


Fig. 18 Variasjoner i pH, konduktivitet, turbiditet og farge i Søndre Puttjern 1998.



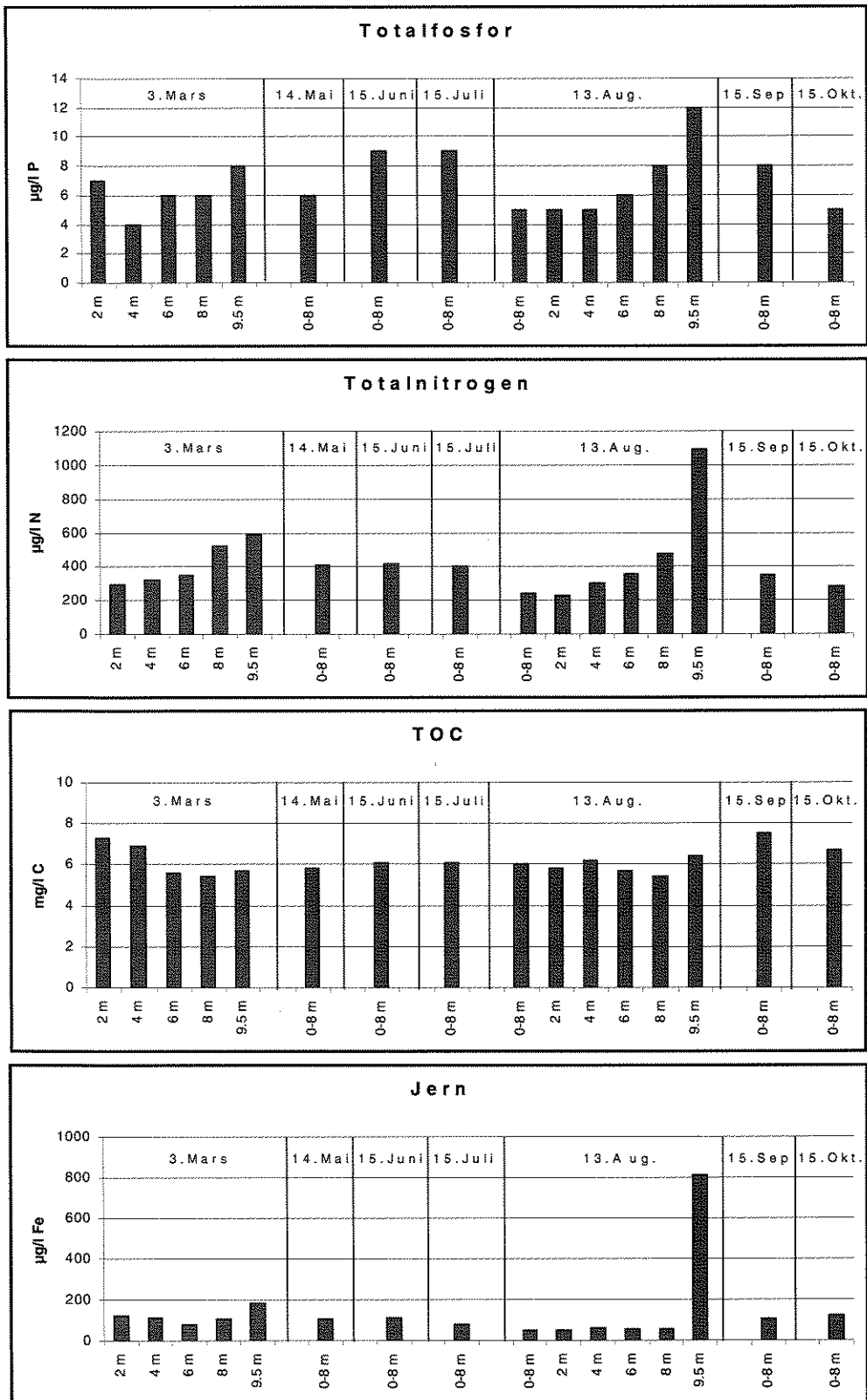


Fig. 19 Variasjoner i totalfosfor, totalnitrogen, TOC og jern i Søndre Puttjern 1998.

Basert på de fysisk-kjemiske analyseresultatene og klorofyllverdiene, får en følgende bedømmelse av tilstanden i Søndre Puttjern ut fra SFTs: "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann" (Bratli og medarb. 1997):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH		Klasse I
Alkalitet		Klasse I
Turbiditet	Klasse I-III-(IV)	Klasse II
Farge	Klasse I-III-(IV)	Klasse II
TOC	Klasse III-IV	Klasse III
Totalfosfor	Klasse I-II	Klasse I
Totalnitrogen	Klasse I-III	Klasse II
Jern	Klasse II-III	Klasse III
Siktedyp		Klasse II
Klorofyll	Klasse I-III	Klasse III
Samlet vurdering		Klasse II ("God" tilstand)

### Sammenligning av resultatene for 1998 med tidligere års analyseresultater fra Søndre Puttjern

Selv om det var noe mer enn fra Kroktjern, var det også fra Søndre Puttjern relativt få analyseresultater for kjemiske miljøparametre fra tidligere år med relevans til denne undersøkelsen. Dette er resultater hentet fra Riise (1987) for 1983, og Gabestad og Krogstie (1997) for 1996 foruten analysedata fra Oslomarkas Fiskeadministrasjon (OFA). Resultatene er fremstilt i figur 20 der også resultatene for 1998 er satt inn for sammenligningens skyld.

Verdiene for pH viser at det skjedde en økning i pH i perioden mellom 1983 og 1996. Dette skyldtes, som nevnt tidligere, kalking av Søndre Puttjern flere ganger gjennom 90-årene frem til 1996 med økende mengde kalk. Vannmassene i Søndre Puttjern var sure før kalkingen, med pH < 5.5. Som figuren viser er det små variasjoner i maksimumsverdiene for pH i årene 1996, 97 og 98 med pH mellom 7 og 7.5.

Variasjonene i mengde kalk til vannmassene gjenspeiler seg direkte i variasjonen i innholdet av kalsium. Den følger samme variasjonsmønster som verdiene for pH. Det samme gjelder også for koduktivitet som økte markert i 1996 til mer enn 6 mS/m, omtrent samme verdi som registrert maksimum under undersøkelsene i 1998.

Basert på materialet som foreligger fra tidligere år kan det se ut som det har vært en svak økning i fargetallet, noe som tilsier en svak økning i tilførsler av humusstoffer. Med stort sett bare ett måleresultat pr. sesong fra tidligere år kan en ikke si noe sikkert om dette. Variasjonene innen en og samme sesong kan være store, noe de to måleresultatene fra 1994 viser tydelig.

Ut fra det beskjedne sammenligningsmaterialet en har kan en ikke se at det har skjedd noen forverring av vannkvaliteten i Søndre Puttjern de seneste årene.

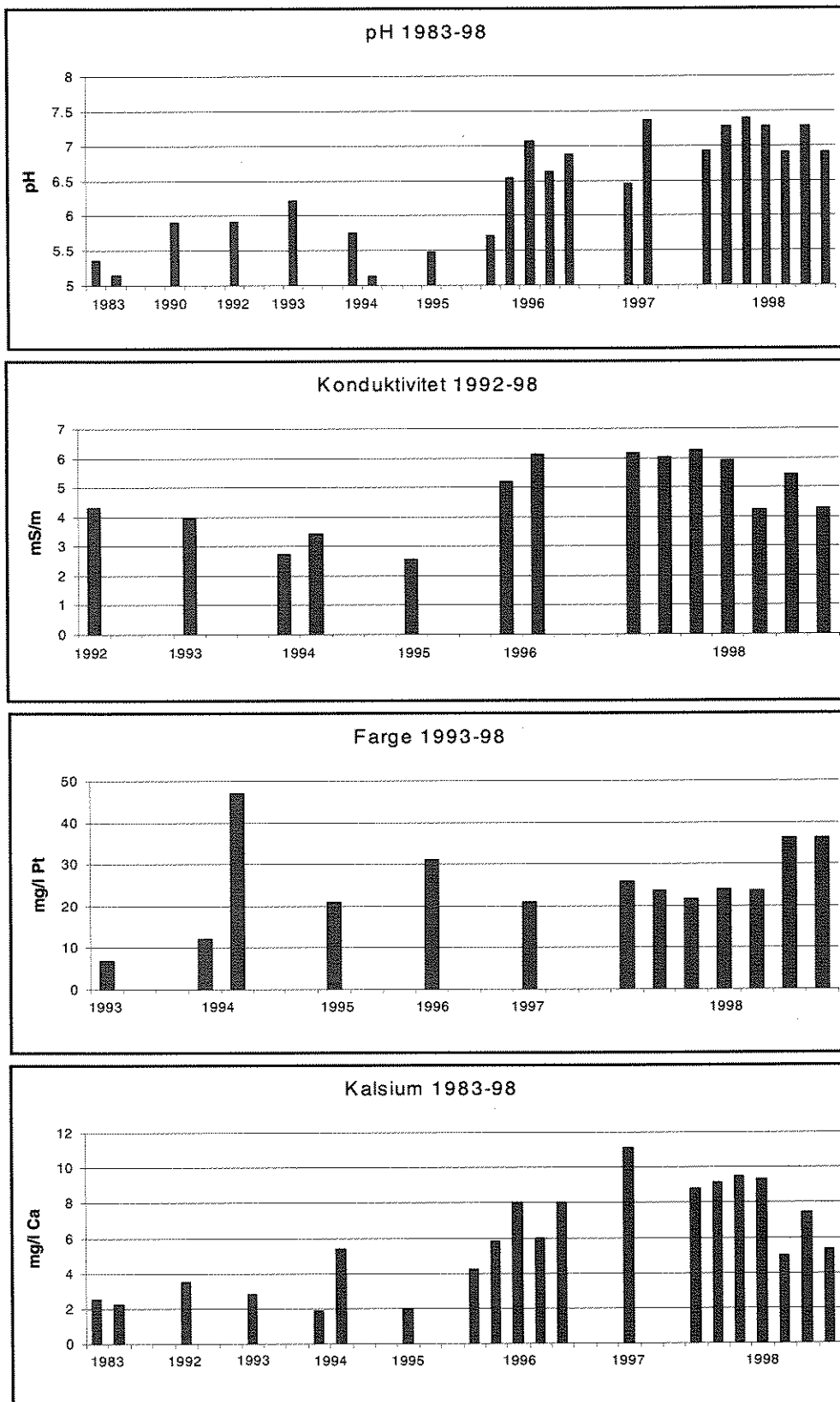


Fig. 20 Data fra tidligere år og 1998 for pH, konduktivitet, farge og kalsium i Søndre Puttjern.

## Nordre Puttjern

### Temperatur- og oksygenforhold (figur 21, tabell 28 i vedlegget)

Temperaturvariasjonene vertikalt i Nordre Puttjern fra overflaten til bunnområdene ved største dyp viser en jevnt stigende temperaturkurve gjennom vannsøylen under isen i mars fra 1.8 °C i de øverste vannlag til 4.5 °C i bunnlagene. I mai ble det registrert et minimum i temperaturen i 3-4 m dyp med 3.0 °C mens temperaturen over og under dette dypet var høyere. Temperaturen under 3 m var nesten uendret fra målingene i mars. Det er mulig at relativt rask soloppvarming av de øverste vannlag, og høyt innhold av løste salter i de dypere vannlag (se under kjemiske forhold), har ført til at det ikke skjedde en rask nok sirkulasjon av vannmassene og at det kaldere vannet i 3-4 m dyp ble liggende i ro.

Temperaturen i sommerperioden juni, juli og august hadde, som figuren viser, omtrent samme forløp vertikalt, med en termoklin mellom 1 og 3 m dyp. Under ca. 3 m dyp lå temperaturen i juni noe over 4 °C. Utover sommeren steg også temperaturen i dypvannet noe, rundt 3 m dyp til omtrent 8 °C. Høyeste registrerte temperatur i de øvre vannlag i sesongen 1998 var 15.7 °C i august i Nordre Puttjern.

Ser en på temperaturkurvene for september og oktober ser en at avkjølingen av vannet i de øverste vannlag ser normal ut ned til 3 m dyp, men at kurven for oktober viser at temperaturen i 4-5 m dyp var høyere enn over og under dette dyp. Det ser ut til at den samme tregheten i utveksling og blanding av vannmassene som en registrerte om våren også inntraff om høsten. Ekstramålingene 25. november synes også å vise at vannmassene i dypvannet ikke ble blandet helt før isen la seg, men at de varmere vannmassene fra 4-5 m dyp i oktober er presset dypere ned i de mer bunnære vannlag, eller at dette skyldtes at vannstanden hadde steget og at de varmere vannmassene lå omtrent på samme nivå.

Av figuren ser en at det var lite oksygen i vannmassene selv i de øverste vannlag i mars med bare 3.15 mg/l O<sub>2</sub> i 1 m dyp og under 1 mg/l O<sub>2</sub> alt i 3 m dyp under isen. Kurven for mai viser også den dårlige blandingen av vann fra de øvre vannlag med vann i hypolimnion. Også i mai var det praktisk talt oksygenfritt i vannmassene under ca. 4 m dyp, mens oksygeninnholdet i 1 m dyp var på 7.2 mg/l O<sub>2</sub> (dessverre ble det ikke målt temperatur og oksygen i overflaten ved undersøkelsene i mai).

Målingene i sommerperioden juni, juli og august viser samme mønster som mai med oksygenfrie forhold og lukt av hydrogensulfid H<sub>2</sub>S under ca. 4 m dyp. Det registrerte minimum i 2 m dyp i august er det vanskelig å gi noen forklaring på. Dypene 2, 3 og 4 m ble målt flere ganger, og registreringene er riktige. Som figuren viser var verdiene både for overflate, 1 og 2 m dyp betydelig lavere enn i juli. Forøvrig viser sommerkurvene at det bare var i den øverste meteren av vannmassene at oksygeninnholdet var normalt og at oksygeninnholdet ble svært raskt redusert mot dypet.

Oksygenmålingene fra høstperioden viser at det i september var høyt oksygeninnhold i overflatelagene, men at oksygeninnholdet ble raskt redusert til nær null ved 3 m dyp og med lukt av H<sub>2</sub>S under 4 m. Registreringene i oktober viser at det hadde vært en blanding av vannet i de øvre 3 m, men at det ikke var noen blanding med dypvannet, som under 4 m dyp var oksygenfritt og luktet av H<sub>2</sub>S. Ekstramålingene 25. november viser relativt oksygenfrie forhold under 5 - 6 m dyp. Dette kunne tyde på en dypere gjennomblanding av vannmassene før isen la seg, men mer sannsynlig skyldes det at vannet i Nordre Puttjerns basseng steg utover senhøsten 1998, og i midten av november for en kort tid nådde et så høyt nivå at vannet rant ut av tjernet til Puttjernsbekken på normalt vis. Utgangspunktet for målingene 25. november var derfor 1.5 - 2 m høyere enn tidligere i sesongen, slik at det salttunge, ikke blandbare vannlaget begynte på samme høydenivå som tidligere. Målinger ble ikke gjennomført dypere enn 7 m.

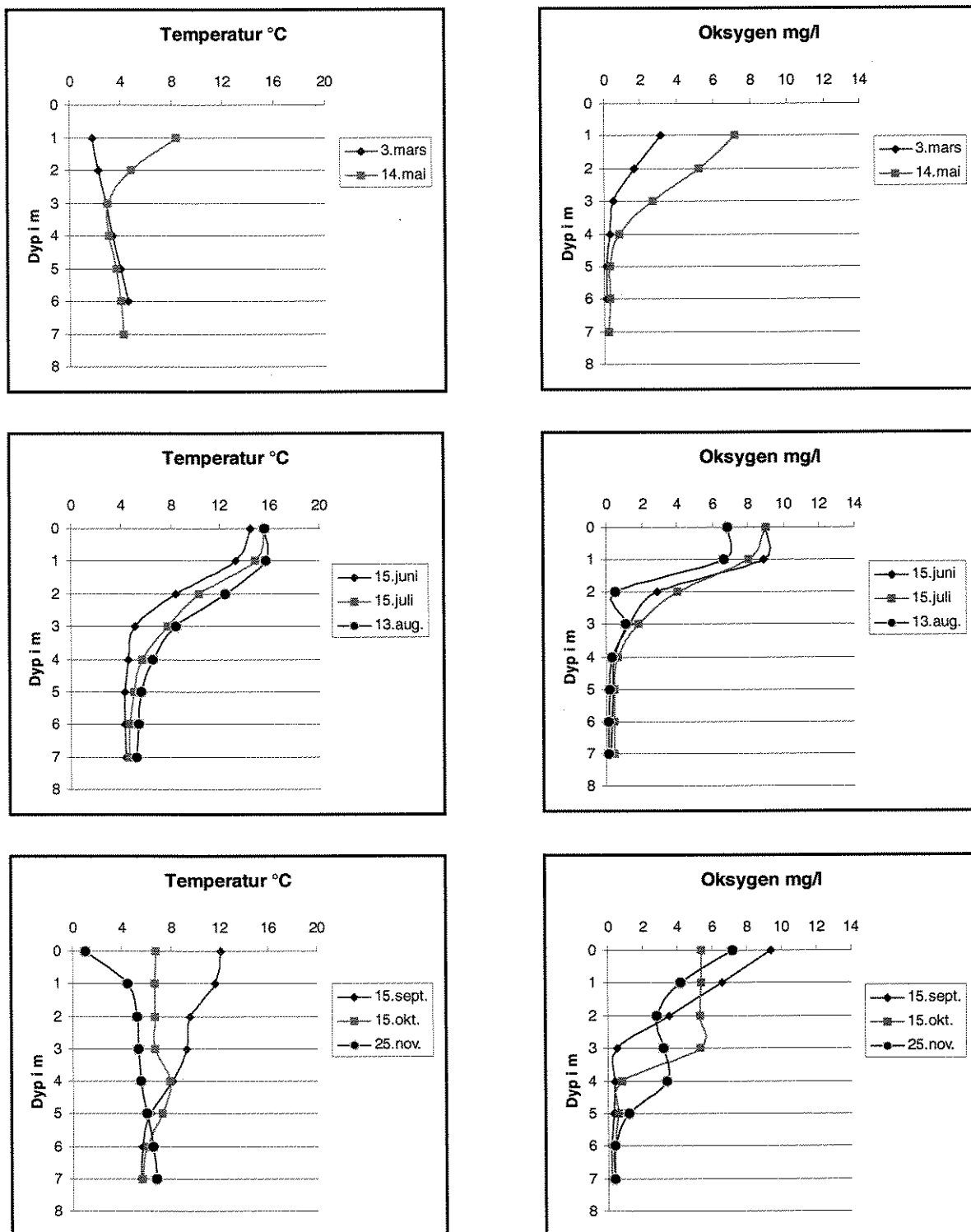


Fig. 21 Vertikale variasjoner i temperatur og oksygen i Nordre Puttjern 1998.

**Kjemiske forhold** (figur 22 og 23, tabell 29-35 i vedlegget)

Nordre Puttjern har også et beskjedent nedbørfelt, tidligere med hovedtilførsler fra Søndre Puttjern og fra nærområdene på øst og vestsiden. Områdene mellom Søndre og Nordre Puttjern er myrområder. Nordre Puttjern er også kalket flere ganger gjennom 90-årene, men ikke de siste årene etter lekkasjene til Romeriksporten fra dette området. Lekkasjen og settingene i grunnen rundt dette tjernet førte til at den naturlige tilførslen fra Søndre Puttjern til Nordre Puttjern forsvant i grunnen nord for Søndre Puttjern, mellom de to tjernene. Dette førte til at vannivået i myrområdene rundt Nordre Puttjern og vannstanden i selve tjernet sank drastisk utover høsten 1997. Tetningsarbeidene i tunnelen reduserte imidlertid etterhvert lekkasjene slik at vannspeilet i Nordre Puttjern i 1998 stabiliserte seg på en vannstand 2-3 m lavere enn overløpshøyden ut av tjernet nordover. Vannmassene i myrområdene rundt tjernet, som drenerte til tjernet og tidligere hadde oksygenfrie forhold, kom ved senkningen av grunnvannspeilet i kontakt med luft. Dette førte til en oksydering av bl.a. sulfidforbindelser (f.eks. pyritt  $\text{FeS}_2$ ), som igjen førte til økt innhold av sulfat- og hydrogenioner og dermed surt vann i Nordre Puttjern.

Det oppsto et kraftig skille mellom vannmassene over i ca. 4 m dyp, der vannmassene var oksyderte og sirkulerte vår og høst, og vannmassene i dypområdene under ca. 4 m dyp som var oksygenfrie hele sesongen. Det tilførte, ionerike vannet synker ned i dypvannet slik at det oppstår meromiktiske forhold, en krenogen meromiksis. Det vil si at det er liten eller ingen blanding av vannet i epilimnion (over 4 m dyp) med vannet dypere ned.

På grunn av de spesielle forholdene som er oppstått i Nordre Puttjerns vannmasser som en følge av lekkasjen til Romeriksporten, er det naturlig å se nærmere på forholdene i 1998 i de øvre vannlag (epilimnion) og forholdene i dypvannslagene, basert på vertikale variasjoner i noen parametre.

Mot slutten av sesongen førte mye nedbør og tilførsler til tjernet sammen med noe bedre grunnvannsforhold til at vannstanden i tjernet steg. I november ble det registrert overløp fra tjernet til Puttjernsbekken på normal måte for en kort periode.

Figuren viser at vannmassene i Nordre Puttjern for det meste var svært sure gjennom hele sesongen 1998, selv om pH økte noe mot slutten av sesongen. For blandprøvene lå pH fra 4.27 til 4.53 til og med september, men i oktober var den økt til 5.57. De lave pH-verdiene indikerer videre at det ikke var målbar alkalitet det meste av sesongen, med unntak av oktober da den ble målt til 0.044 mmol/l. I blandprøvene var konduktiviteten høy gjennom hele sesongen, noe som skyldes det tilførte ionerike vannet fra omgivelsene. Dette førte til særlig høy konduktivitet i dypvannet, men også vannet i epilimnion ble påvirket. Konduktiviteten i blandprøvene varierte fra 11.4 til 25.7 mS/m.

Turbiditeten viser et meget høyt innhold av partikler i vannmassene det meste av sesongen men med store variasjoner. Verdier for blandprøvene var fra 0.84 FTU til 10.20 FTU. Den laveste verdien ble registrert i oktober når bassenget var nesten fullt. Mye nedbør, varierende vannstand og ustabile strandområder rundt tjernet etter settinger i grunnen må være årsaken til det svært høye partikkelinnholdet i vannmassene det meste av sesongen i Nordre Puttjern, sammenlignet med Søndre Puttjern.

Fargetallene var på den annen side ikke spesielt høye gjennom sesongen, gjennomgående lavere enn i Søndre Puttjern. Verdiene varierte imidlertid en del, mellom 8.45 og 33.8 mg/l Pt for blandprøvene, høyeste verdier i oktober. Årsaken er muligens at det da var avrenning fra Søndre Puttjern mot Nordre Puttjern, og at dette humusrikere vannet ble tilført bassenget i Nordre Puttjern selv om det ordinære bekkeløpet mellom tjernene ikke fungerte. De lavere fargetallene i Nordre Puttjern store deler av sesongen kan også skyldes avfarging av humus ved ekstremt lave pH-verdier og fotooksydasjon i vannmassene pga. liten vanngjennomstrømming.

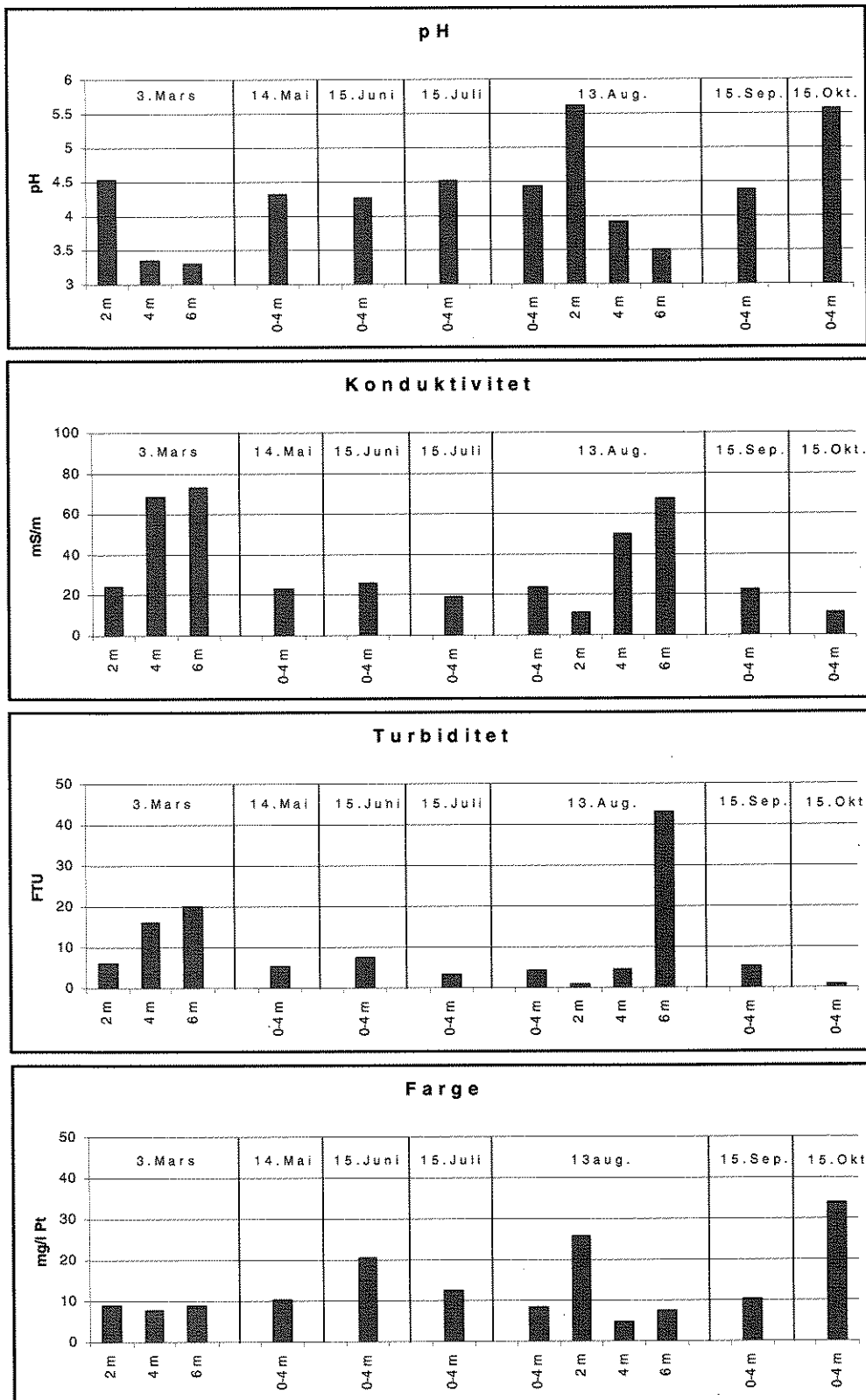


Fig. 22 Variasjoner i pH, konduktivitet, turbiditet og farge i Nordre Puttjern 1998.

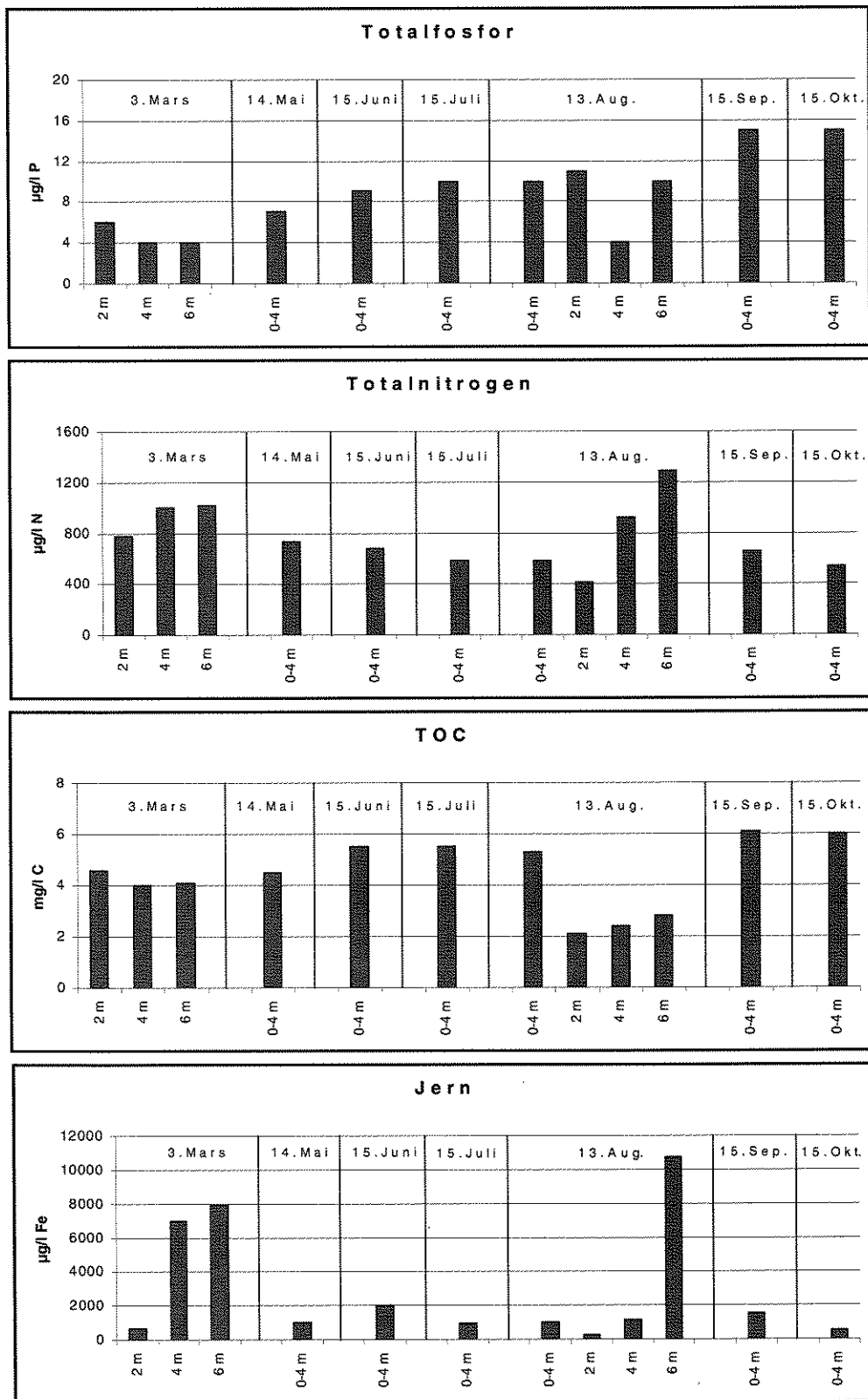


Fig. 23 Variasjoner i totalfosfor, totalnitrogen, TOC og jern i Nordre Puttjern 1998.



Verdiene for TOC var relativt jevne gjennom sesongen og varierte for blandprøvene mellom 4.5 og 6.1 mg/l C. Dette viser et visst innhold av organisk materiale i vannmassene. Innholdet av jern var meget stort selv i blandprøvene, varierende mellom 515 og 2030 µg/l Fe, og med svært store vertikale variasjoner (se senere).

Innholdet av fosfor og nitrogen var høyt og betydelig høyere enn i Søndre Puttjern, med verdier for totalfosfor i blandprøvene mellom 6 og 15 µg/l P og for totalnitrogen mellom 535 og 775 µg/l N. De høyere verdiene må skyldes større utvasking fra strandområdene i Nordre Puttjern.

Siktedypet varierte gjennom sesongen fra 2.20 til 2.85 m. Det lave siktedypet må i første rekke skyldes det større partikkelinnholdet i Nordre Puttjern sammenlignet med Søndre Puttjern. Da innholdet av planteplankton i de to tjernene var tilnærmet den samme gjennom sesongen, og innholdet av humusstoffer i Søndre Puttjern var noe høyere enn i Nordre Puttjern, må det reduserte siktedypet skyldes større innhold av uorganiske partikler eller organiske detritus-partikler i Nordre Puttjern, som et resultat av større utvasking fra strandområdene.

Basert på de fysisk-kjemiske analyseresultatene og klorofyllverdiene fra blandprøvene, får en følgende bedømmelse av tilstanden i Nordre Puttjern ut fra SFTs: "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann" (Bratli og medarb. 1997):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH	Klasse IV-V	Klasse V
Alkalitet		Klasse V
Turbiditet	Klasse II-V	Klasse IV
Farge	Klasse I-III	Klasse I
TOC		Klasse III
Totalfosfor	Klasse I-II	Klasse II
Totalnitrogen	Klasse III-IV	Klasse IV
Jern		Klasse V
Siktedyp		Klasse III
Klorofyll	Klasse I-IV	Klasse III
Samlet vurdering		Klasse IV ("Dårlig" tilstand)

### Vertikale variasjoner for en del parametre i Nordre Puttjern i 1998

I figur 24-26 er fremstilt vertikale variasjoner for en del parametre. På grunn av den induerte meromiksis i Nordre Puttjern fikk en to forholdsvis adskilte vannvolumer gjennom sesongen 1998, ett over ca. 4 m med relativt normal blanding av vannmassene og ett under ca. 4 m dyp med stagnerende vannmasser. De store forskjellene dette førte til for en del parametre er forsøkt fremstilt i figurene. Analyseresultatene er fra prøver tatt i 2, 4 og 6 (7) m dyp. Et sett med ekstraprøver fra disse dyp ble samlet inn og analysert i forbindelse med målinger av oksygeninnholdet i ulike dyp under isen 25. november. Bakgrunnen var at bassenget i Nordre Puttjern, som nevnt, ble fylt opp i slutten av oktober, slik at vann rant ut av tjernet til Puttjernsbekken for en kort stund. Temperatur- og oksygenmålingene skulle vise om dette hadde ført til dypere omblending av vannmassene (se nærmere under kapitlet om temperatur- og oksygenforholdene).

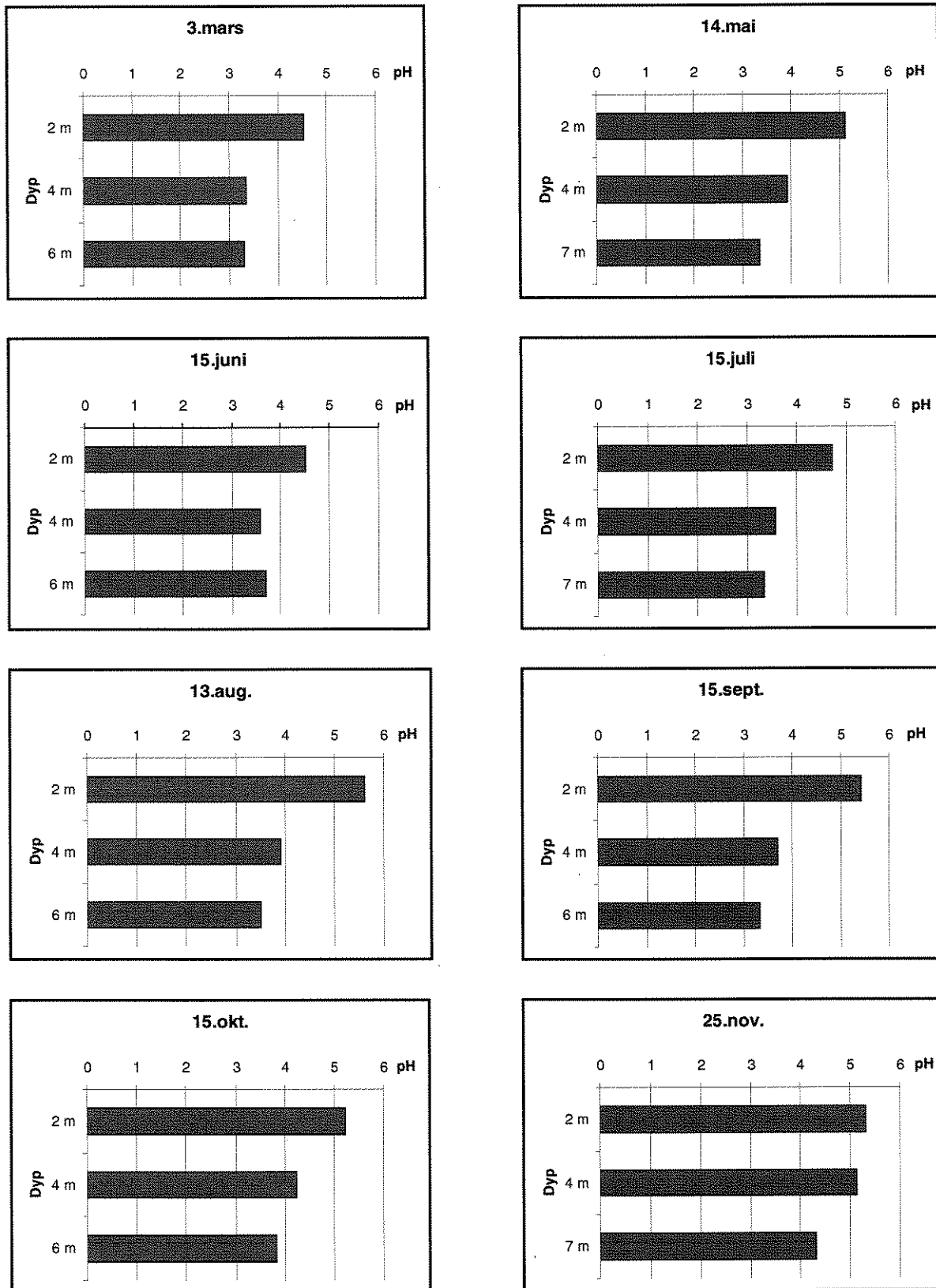


Fig. 24 Vertikale variasjoner i pH i Nordre Puttjern 1998.

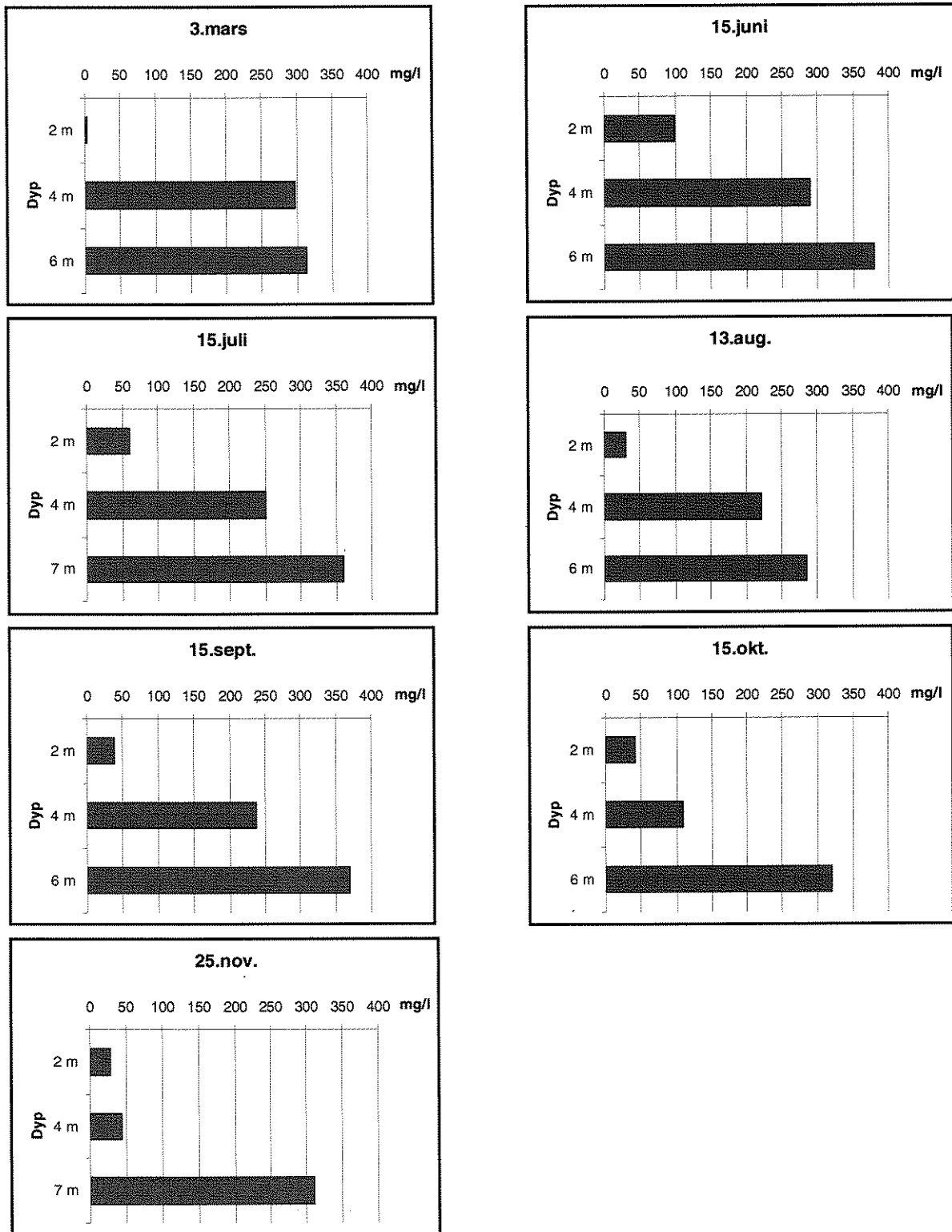


Fig. 25 Vertikale variasjoner i sulfat i Nordre Puttjern 1998.

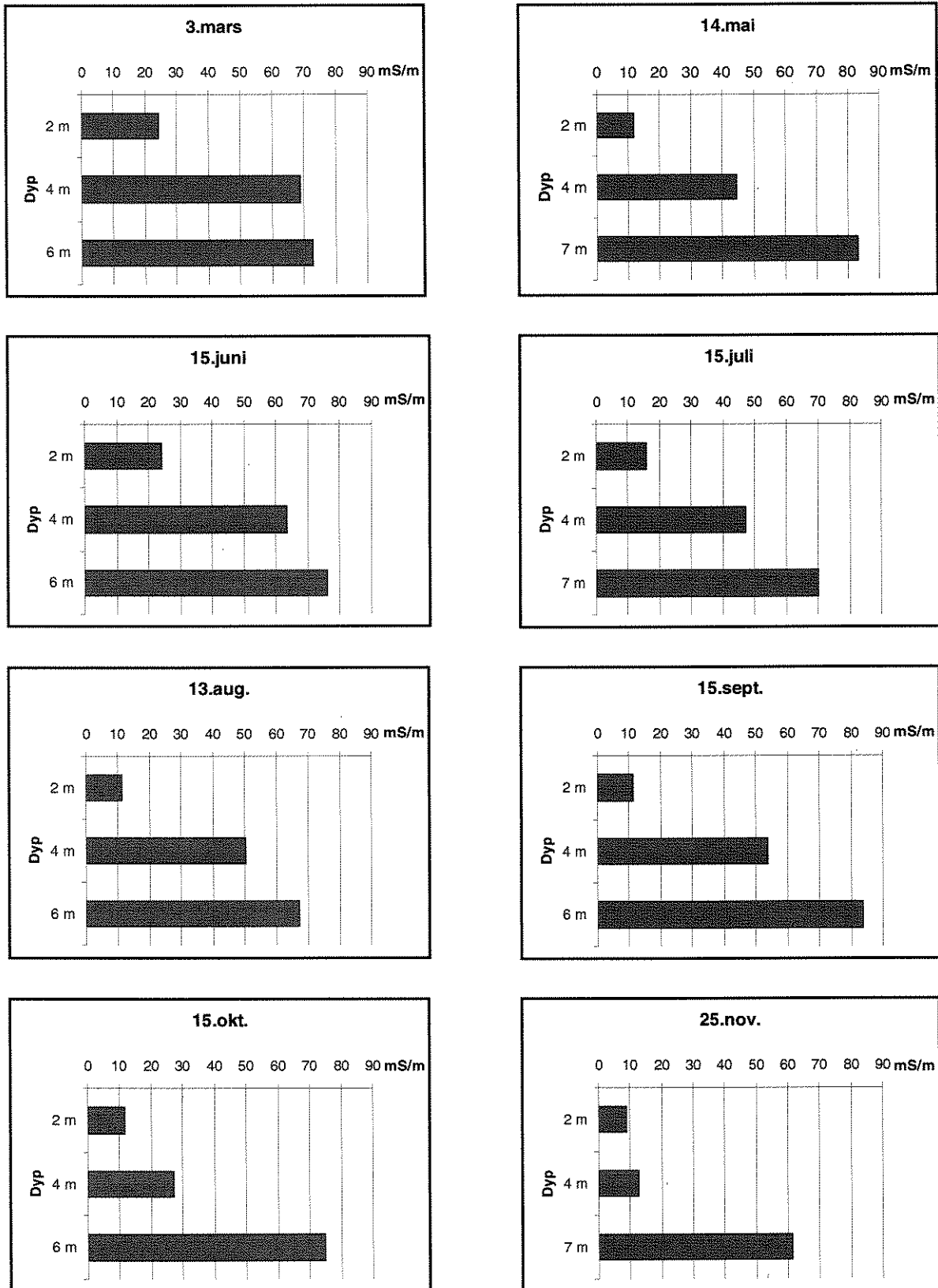


Fig. 26 Vertikale variasjoner i konduktivitet i Nordre Puttjern 1998.

## pH

Som figur 24 viser lå pH-verdiene i 2 m dyp gjennom sesongen mellom 4.52 og 5.62, stort sett innenfor samme intervall som analyseresultatene for blandprøvene. Ser en på resultatene for 4 og 6(7) m viser disse ekstremt sure vannmasser. Prøvene fra 4 m dyp er fra vannmasser som ligger i overgangsonen mellom ovenforliggende vann med mer eller mindre oksygen, og underliggende oksygenfrie vannmasser. Figuren viser at pH gjennom undersøkelsesperioden lå mellom 3.35 og 4.23 i 4 m dyp, mens vannmassene i 6(7) m dyp var ennå litt surere, med en pH mellom 3.30 og 3.83. Prøvene samlet inn 25. november viste en økt pH i dypvannet, med 5.14 i 4 m dyp og 4.31 i 7 m dyp. Dette kan henge sammen med at vannstanden da hadde steget i bassenget.

## Sulfat (SO<sub>4</sub>)

En av årsakene til det ekstremt sure vannet, spesielt i hypolimnion i Nordre Puttjern er, som nevnt tidligere, økt innhold av hydrogen- og sulfationer som en følge av oksydasjon av sulfider til sulfat. Verdiene for sulfat i 2 m dyp lå mellom 2.8 og 99 mg/l SO<sub>4</sub> (figur 25), omtrent samme intervaller som for blandprøvene, og er i seg selv svært høye. Når en så ser på analyseverdiene for prøvene tatt i 4 m dyp, som lå mellom 109 og 298 mg/l SO<sub>4</sub> og verdiene for vannprøvene tatt i 6(7) m dyp, som lå mellom 286 og 380 mg/l SO<sub>4</sub>, er dette ekstremt høye verdier. Verdiene for ekstraprøvene 25. november viser at den økende vannstanden førte til at sulfatverdien i 4 m dyp var sunket til 44.5 mg/l SO<sub>4</sub>, mens det i 7 m dyp fremdeles var svært høye verdier; 310 mg/l SO<sub>4</sub>.

## Konduktivitet (mS/m)

Også konduktiviteten, som er et mål på innholdet av løste salter i vannmassene, viser kraftig økning mot dypet i Nordre Puttjern (figur 26). I 2 m dyp, som tilfellet var med blandprøvene, var det høye verdier for konduktivitet. Verdiene varierte mellom 11.3 og 24.1 mS/m, som i seg selv viser vann rikt på løste salter. Figuren viser imidlertid at saltinnholdet i 4 m dyp var svært høyt, og i 6(7) m dyp enda mer ekstremt. I 4 m dyp varierte konduktiviteten mellom 26.9 og 68.8 mS/m, og i 6(7) m dyp mellom hele 67.2 og 83.7 mS/m. Ekstraprøvene fra 25. november viser også for denne parameter lavere verdier i 2 og 4 m dyp med 8.88 og 12.6 mS/m, mens verdien i 7 m dyp viser at innholdet av løste salter i dette dypet stort sett var like høyt som før. Verdien var 61.4 mS/m.

For enkelte metaller ble det, ved et par prøvetakinger, analysert på prøver også i dypvannet (se tabellene i vedlegget). I første rekke gjaldt dette jern som varierte mellom 235 og 750 µg/l Fe i 2 m dyp, 1160 og 10200 µg/l Fe i 4 m dyp og hele 7900 og 25000 µg/l Fe i 6(7) m dyp. Ekstraprøvene 25. november viste også for jern sterkt redusert innhold, særlig i 4 m dyp, med 630 µg/l Fe, mens verdien for 7 m dyp var omtrent like høy som før, 17400 µg/l Fe. Også for mangan ble registrert høye verdier i dypvannet med hele 1270 µg/l Mn i 6 m dyp 15. juni. Aluminium ble registrert ved samme prøvetakingstidspunkt, 15. juni. Innholdet i vannmassene av reaktivt aluminium var da hele 15000 µg/l Al i 6 m dyp og hele 14560 µg/l var labilt aluminium, og 9100 µg/l Al i 4 m dyp med labilt aluminium på 8804 µg/l Al. Selv i 2 m dyp var det 1340 µg/l Al med 1259 µg/l labilt aluminium.

## Sammenligning av resultatene for 1998 med tidligere års analyseresultater fra Nordre Puttjern

Også fra Nordre Puttjern er det relativt få analyseresultater for kjemiske miljøparametre fra tidligere år med relevans til denne undersøkelsen. Dette er resultater hentet fra Riise (1987) for 1983 og Gabestad og Krogstie (1997) for 1996 foruten analysedata fra Oslomarkas Fiskeadministrasjon (OFA). Resultatene er fremstilt i figur 27 der også resultatene for 1998 er satt inn for sammenligningens skyld.

Verdiene for pH viser at det skjedde en økning i pH i perioden mellom 1983 og 1996. Dette skyldtes, som nevnt, kalking av Nordre Puttjern flere ganger gjennom 90-årene med økende mengde kalk

fremover til 1996. Vannmassene i Nordre Puttjern var sure før kalkingen, med  $\text{pH} < 5.5$ . Som figuren viser var  $\text{pH}$  til tider kommet opp i over 7 i 1996. I 1998 skjedde det en kraftig forsuring av vannmassene igjen, som redegjort for tidligere. Ingen kalking av Nordre Puttjern ble foretatt i 1998.

Selv om det ikke ble kalket i Nordre Puttjern hverken i 1997 eller 1998, er innholdet av kalsium i vannmassene høyt. Bufferevnen er likevel oppbrukt pga. tilførselen av svært surt vann fra de omkringliggende myrområdene etter oksydasjon av sulfider i myrvannet til sulfat. Det kraftige økte innholdet av løste salter som lekkasjene til Romeriksporten og senkningen av grunnvannsspeilet førte til i Nordre Puttjern viser seg, som en ser av figuren, i en kraftig økning av konduktiviteten sammenlignet med tidligere år.

Ut fra det beskjedne materialet som foreligger fra tidligere år ser det ut som det har vært en nedgang i fargetallet, noe som tilsier mindre innhold av humusstoffer. Med stort sett bare ett måleresultat pr. sesong fra tidligere år er det imidlertid vanskelig å si noe om variasjonene gjennom sesongen tidligere. Variasjonene innen en og samme sesong kan være stor, noe de to måleresultatene fra 1994 viser tydelig.

Ut fra det sammenligningsmaterialet en har kan en se at det har skjedd en kraftig forverring av vannkvaliteten i Nordre Puttjern de seneste par årene som en følge av lekkasjene til Romeriksporten og senkning av grunnvannsspeilet.

Utviklingen gjennom sesongen 1998 viser ingen endring i vannkvaliteten i dypvannet, men noe bedring av kvaliteten i de øvre vannlag, særlig mot slutten av den isfrie sesongen.

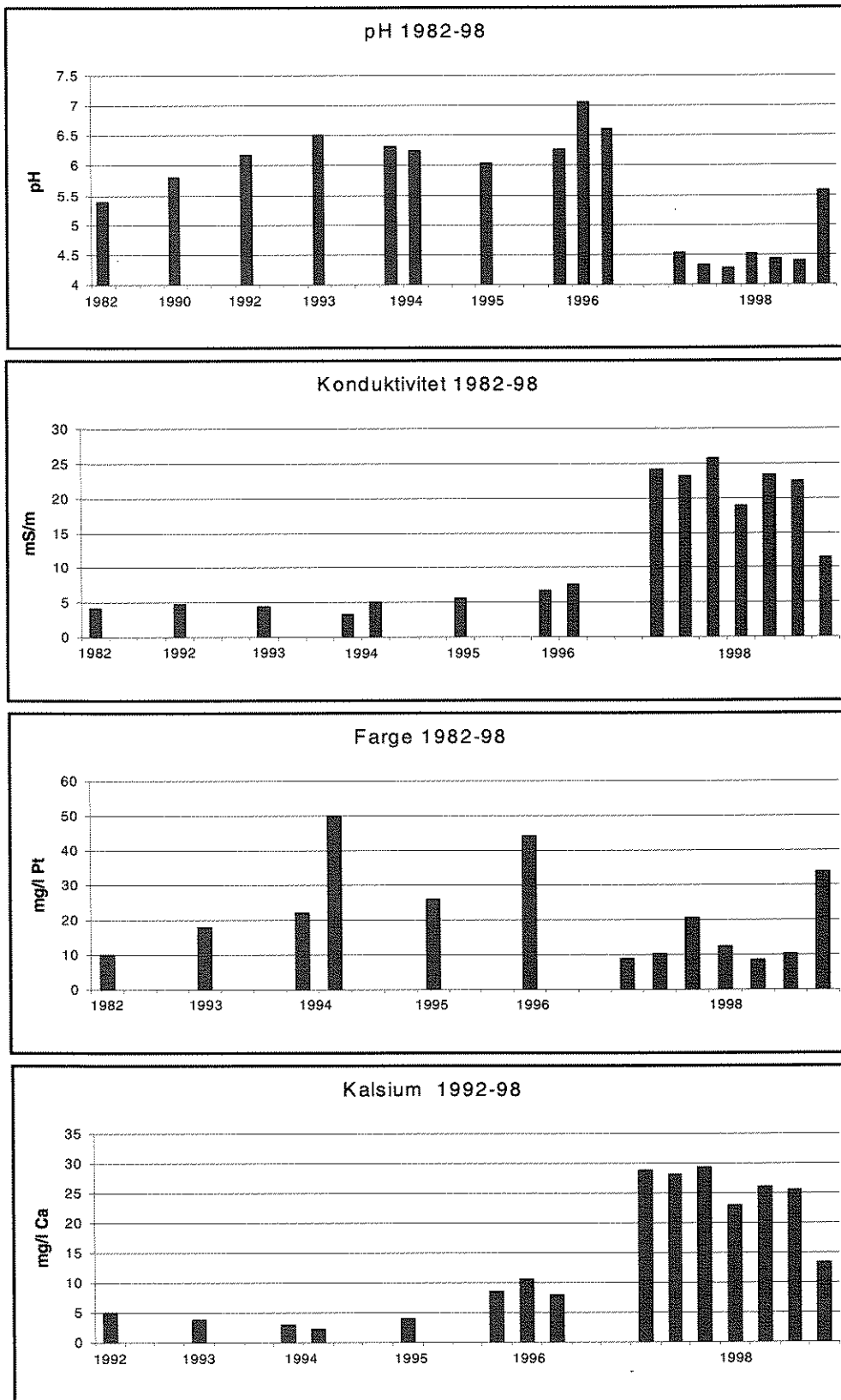


Fig. 27 Data fra tidligere år og 1998 for pH, konduktivitet, farge og kalsium i Nordre Puttjern.

### 5.1.2 Bekke-/elvestasjoner

Analysemetodikken for de fysisk-kjemiske parametrene følger Norsk Standard (NS). Til analyse av næringssaltene fosfor og nitrogen er benyttet en automatisert versjon av Norsk Standard. Analysene av TOC (totalt organisk karbon) er utført gjennom oksydasjon ved UV-belysning og peroksidulfat.

Nedenfor har en sammenstilt analyseresultatene for de viktigste fysisk-kjemiske parametrene for bedømmelse av vannkvaliteten på de ulike stasjonene.

For å klassifisere vannkvaliteten har en også her lagt til grunn Statens forurensningstilsyns (SFT) veiledninger om klassifisering av tilstand: "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann", nr.97:04 (1997). I denne veiledningen tilsier klasse I beste tilstand ("Meget god") mens klasse V er dårligste tilstand. Ved bedømmelsen har en sett på variasjonsbredden, men lagt mest vekt på det området der de fleste observasjonene for en parameter eller gjennomsnittet ligger, og ikke så mye på de enkelte resultatene.

I det behandlede analyse materialet nedenfor viser analyseresultatene for en del parametre svært avvikende verdier på enkelte tidspunkter sammenlignet med analyseresultatene for resten av sesongen, for enkelte stasjoner. Dette gjelder i første rekke resultatene for 2. juni på flere stasjoner og da særlig næringssaltene fosfor og nitrogen. Der disse resultatene er sterkt avvikende fra resten av analyseresultatene er de bare nevnt, men ikke tatt med i vannkvalitetsvurderingen.

Høye verdier for turbiditet og totalfosfor i Lutvannsbekken i juni - juli skyldes trafikk med gravemaskiner langs bekken i forbindelse med reparasjon av demningen i Lutvann. Gravemaskinene ødela det øverste jordsmonnet, noe som førte til kraftig erosjon i forbindelse med nedbør. Tilsvarende hendelser førte også til særlig høye verdier for turbiditet og totalfosfor på stasjon L3 ved Lørenskogveien i forbindelse med gravearbeider langs elven der i august. Verdiene for disse parametrene er tatt med i fremstillingen, men er ikke tatt med i vannkvalitetsvurderingen for disse to stasjonene.

### Ellingsrudvassdraget

#### Puttjernsbekken (st.P1) (figur 28, tabell 36-55 i vedlegg)

Figuren viser at vannmassene på denne stasjonen gjennomgående var forholdsvis sure, men at pH varierte mye fra prøvetaking til prøvetaking, fra svært surt vann med verdier på 4.68 og 4.79 til bare svakt surt med verdier på 6.43 og 6.49.

Det har ikke rent vann ut fra Nordre Puttjern til bekken etter at lekkasjene til Romeriksporten startet, med unntak av en kort periode helt i begynnelsen av november 1998. Vannet i Puttjernsbekken var derfor mer eller mindre surt avhengig av om det meste av vannet kom fra nedbørfeltet til bekken nedenfor utløpet fra Nordre Puttjern, eller fra større myrområder lenger ned og vest for utløpsbekken med meget surt vann. Avløpet fra disse myrområdene løper sammen med bekkeløpet fra Nordre Puttjern før prøvetakingsstasjonen (st. P1).



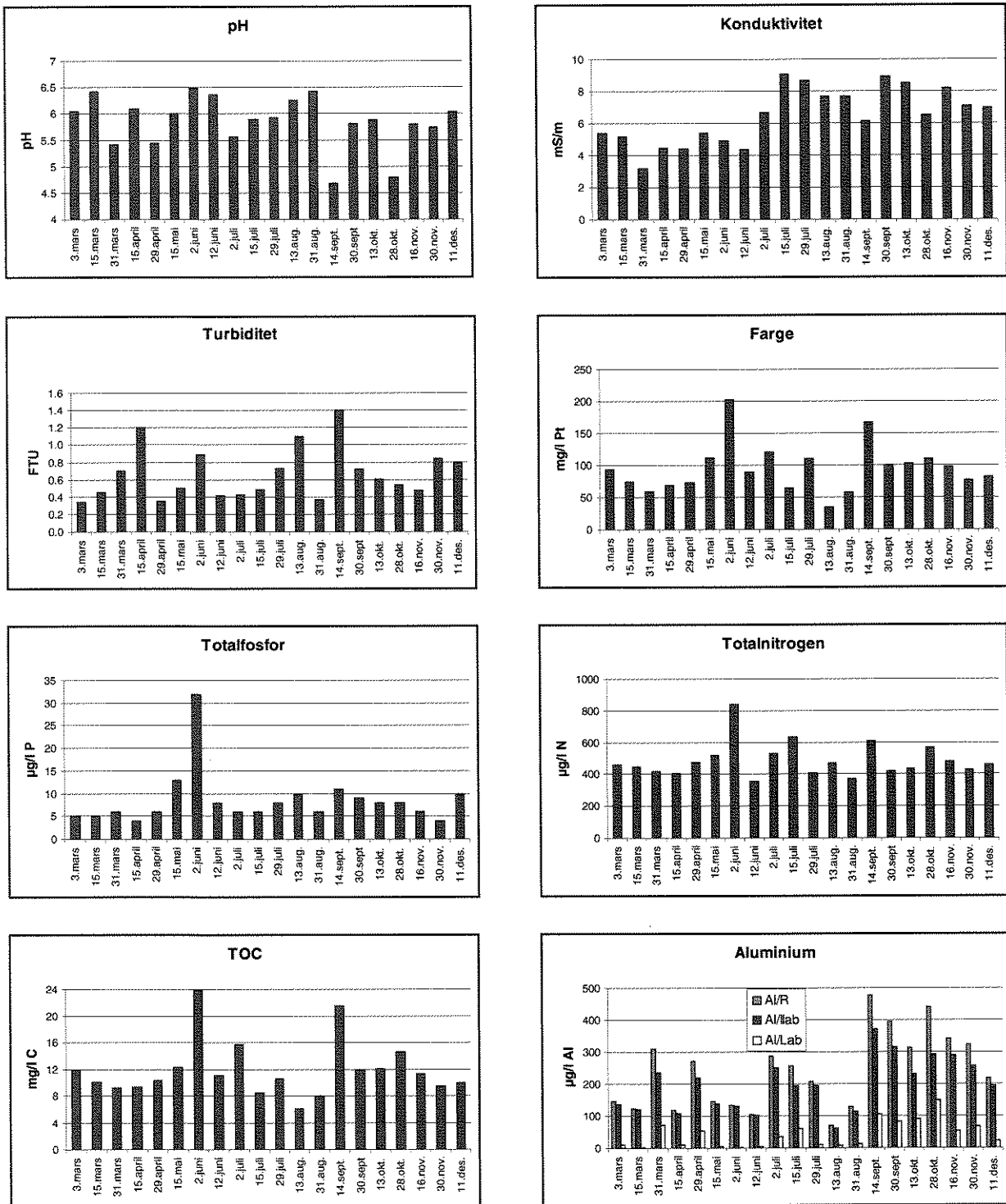


Fig. 28 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Puttjernsbekken (st.P1) 1998.

Alkaliteten viser også at det var vann med svært ulik bufferkapasitet som ble registrert fra gang til gang, og variasjonen gjenspeiler seg i flere parametre.

Konduktiviteten varierte også mye, fra 3.19 til 9.07 mS/m. Partikkelinnholdet målt som turbiditet viser forholdsvis lave verdier, for det meste mellom 0.3 og 0.8 FTU. Av og til økte verdiene ut over dette ved snøsmelting og mye nedbør som førte til økt utvasking til bekken. Da ble det målt verdier opp til 1.4 FTU.

Verdiene for farge var for det meste meget høye men varierte svært, fra 34.6 mg/l Pt og relativt lite tilførsler av myrvann, til 121 mg/l Pt som viser kraftig påvirkning av myrvann med høyt humusinnhold. Den 2. juni ble det målt en fargeverdi på hele 203 mg/l Pt. Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) var på samme måte svært varierende og viser samme varierende påvirkning av vann typer. TOC i Puttjernsbekken ved stasjon P1 varierte mellom 6.0 og 23.9 mg/l C som viser at det for det meste var mye organisk stoff, vesentlig i form av humusstoffer, i vannet.

Verdiene for totalfosfor var i de fleste tilfeller forholdsvis lave varierende mellom 4 og 8 µg/l P, men enkelte analyseresultater viste verdier på 9 til 13 µg/l P. Den 2. juni ble det på denne stasjonen registrert en svært høy verdi, hele 32 µg/l P, også for denne parameteren. Totalnitrogen lå gjennomgående noe høyere enn en vanligvis registrere i vann som drenerer fra relativt sure skogs- og myrområder. Verdiene varierte også mye, for det meste mellom 355 og 635 µg/l N. Totalnitrogen, på samme måte som flere andre parametre, hadde unormalt høye verdier 2. juni med hele 840 µg/l N. Årsaken er uklar for de unormalt høye verdiene for flere parametre 2. juni. På denne tiden hadde det vært tørt i en lengre periode. Unormalt høye verdier for flere parametre går igjen på flere stasjoner denne datoen.

Sure vannmasser fører til økt utløsning av aluminium, og verdiene som ble registrert var ganske høye men svært variable. Reaktivt aluminium varierte mellom 68 og 477 µg/l Al og labilt aluminium mellom 2 og 148 µg/l Al. 14. september og 28. oktober ble innholdet av labilt aluminium beregnet til hele 105 og 148 µg/l Al. Dette er langt over toksisitetsgrensen for eventuell fisk i bekken.

#### Vannkvalitetsbedømmelse for Puttjernsbekken (st.P1):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH	Klasse II-V	Klasse III
Alkalitet:	Klasse II-III	Klasse II
Turbiditet:	Klasse I-III	Klasse II
Farge:	Klasse III-V	Klasse V
Totalfosfor:	Klasse I-III (-IV)	Klasse II
Totalnitrogen:	Klasse II-IV	Klasse III
TOC:	Klasse IV-V	Klasse IV
Samlet vurdering	Klasse III ( "Mindre god" tilstand)	

**Munkebekken (st.M1)** (figur 29, tabell 36-55 i vedlegg)

Ved denne stasjonen er bekken kommet ned i områder med bebyggelse. Her viser figuren vannmasser med betydelig høyere pH enn i Puttjernsbekken, og at bekken før stasjon M1 tilføres vann av en annen kvalitet enn det en registrerte på stasjon P1. Fra Munkebekken viser analyseresultatene mindre variasjoner i pH enn i Puttjernsbekken (st.P1), med verdier mellom 6.64 og 7.85.

Innholdet av løste salter var gjennomgående høyere her enn på stasjon P1 men svært varierende, mellom 5.31 og 15.50 mS/m, noe en må regne som middels konduktivitet. En spesielt høy verdi for konduktivitet ble registrert 2. juni med 22.80 mS/m. Alkaliteten var også svært høy på dette tidspunktet i Munkebekken som i Puttjernsbekken. Turbiditeten var relativt høy, hovedsakelig mellom 1.0 og 3.5 FTU. Den høye verdien 31. mars med 9.4 FTU henger sannsynligvis sammen med snøsmelting og økt tilførsel av partikulært materiale til bekken.

Fargetallet var lavere her enn på stasjon P1, mellom 15.4 og 91.6 mg/l Pt, noe som også viser at vannmassene fikk tilførsler av annet vann enn bare humøst myrvann, selv om verdiene for farge også her var relativt høye. Verdiene for totalt organisk materiale (TOC) var også redusert sammenlignet med stasjon P1, og hadde et innhold som for det meste varierte mellom 4.0 og 9.9 mg/l C. 14. september ble det registrert 13.7 mg/l C. Dette er en forholdsvis høy verdi.

Innholdet av totalfosfor varierte også her, men var relativt lite på de fleste måletidspunktene. Verdiene varierte for det meste mellom 4 og 8 µg/l P, men verdien 30 µg/l P den 31.mars kan tyde på at bekken da ble tilført næringsrikere vann fra overløp i forbindelse med økt nedbør og snøsmelting. De spesielt høye verdiene for fosfor og nitrogen som ble registrert på stasjon P1 i Puttjernsbekken 2. juni ga seg også utslag på dette tidspunktet i Munkebekken, selv om verdiene var noe lavere. Innholdet av totalnitrogen i Munkebekken den 2. juni var på 690 µg/l N, som var høyeste målte verdi der under undersøkelsene i 1998. Gjennom perioden forøvrig varierte totalnitrogen mellom 345 og 655 µg/l N.

Med økt pH løses mindre aluminium ut i vannet. Verdiene for reaktivt aluminium lå betydelig lavere enn på P1, under 207 µg/l Al, noe som ga moderat innhold av labilt aluminium, høyeste verdi 31 µg/l Al.

Vannkvalitetsbedømmelse for Munkebekken (st.M1):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH		Klasse I
Alkalitet:		Klasse I
Turbiditet:	Klasse I-IV	Klasse II
Farge:	Klasse II-V	Klasse III
Totalfosfor:	Klasse I-III (-IV)	Klasse II
Totalnitrogen:	Klasse II-IV	Klasse III
TOC:	Klasse III-IV	Klasse III
Samlet vurdering	Klasse II-III ("God" til "Mindre god" tilstand)	

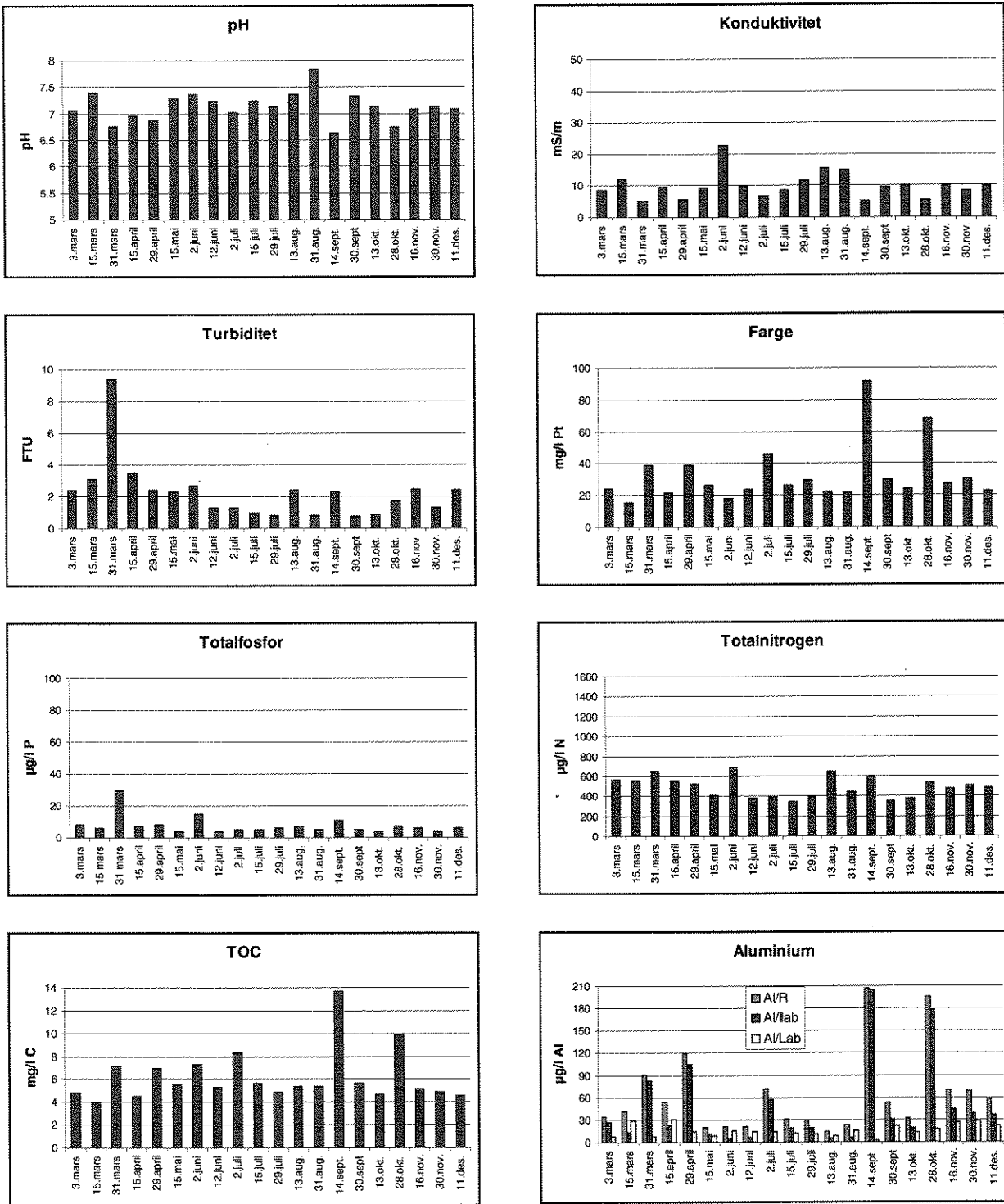


Fig. 29 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Munkebekken (st.M1) 1998.

**Ellingsrudelva/Nuggerudbekken (v.Nuggerud) (st.E0)** (figur 30, tabell 36-55 i vedlegg)

Denne stasjonen ligger relativt nære utløpet av Nord-Elvåga, og vannmassene her vil i stor grad ha samme kvalitet som innsjøvannet der. Stasjonen ligger øverst i den østre grenen av Ellingsrudvassdraget.

Av figuren ser en at pH var ganske jevn gjennom sesongen som rimelig er siden hovedtyngden av vannmassene ved stasjonen stammer fra en større innsjø, Nord-Elvåga. Vannmassene var svakt sure og pH varierte mellom 6.10 og 6.88. Alkaliteten var ikke spesielt høy og varierte mellom 0.077 og 0.154 mmol/l.

Innholdet av løste salter, registrert ved konduktiviteten, viste relativt små mengder. Konduktivitet lå mellom 3.18 og 3.98 mS/m. Turbiditeten var liten og varierte for det meste mellom 0.29 og 0.77 FTU, noe som viser at partikkelinnholdet i vannet på denne stasjonen gjennomgående er lite. Bare ved noen få tidspunkter i forbindelse med snøsmeltingen (31. mars) og stor nedbør og utvasking (14.sept. og 28. okt.) økte partikkelinnholdet til mellom 1.1 og 2.3 FTU.

Verdiene for fargetallet var på de fleste tidspunktene forholdsvis lave, mellom 9.98 og 32.1 mg/l Pt, men i forbindelse med stor nedbør og utvasking av humusstoffer utover høsten ble det registrert økte fargeverdier med 71.2 mg/l Pt (14. september) og 61.4 mg/l Pt (28. oktober). Innholdet av organisk stoff målt som totalt organisk karbon (TOC) lå for det meste mellom 3.1 og 5.8 mg/l C, men også verdiene for TOC økte på de samme tidspunktene til henholdsvis 10.4 og 8.6 mg/l C. Analyseresultatene for farge og totalt organisk karbon viser at vannmassene var moderat påvirket av humusstoffer.

Innholdet av totalfosfor var lavt, mellom 3 og 9 µg/l P. Også innholdet av totalnitrogen var, med unntak av verdien for 31. mars på 650 µg/l N, forholdsvis lite.

Verdiene for reaktivt aluminium lå på de fleste tidspunktene mellom 13 og 63 µg/l Al, men økte, i forbindelse med snøsmelting og økt utvasking til vassdraget ved mye nedbør, til over 100 µg/l Al. Den 14. september ble registrert 185 µg/l Al. Andelen av labilt aluminium var beskjedent, bare mellom 2 og 17 µg/l Al.

## Vannkvalitetsbedømmelse for Ellingsrudelva (v.Nuggerud) (st.E0):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH	Klasse I-II	Klasse I
Alkalitet:		Klasse II
Turbiditet:	Klasse I-III	Klasse II
Farge:	Klasse I-III (-IV)	Klasse II
Totalfosfor:	Klasse I-II	Klasse I
Totalnitrogen:	Klasse II-III (-IV)	Klasse II
TOC:	Klasse III-(IV)	Klasse III
Samlet vurdering		Klasse II ("God" tilstand)

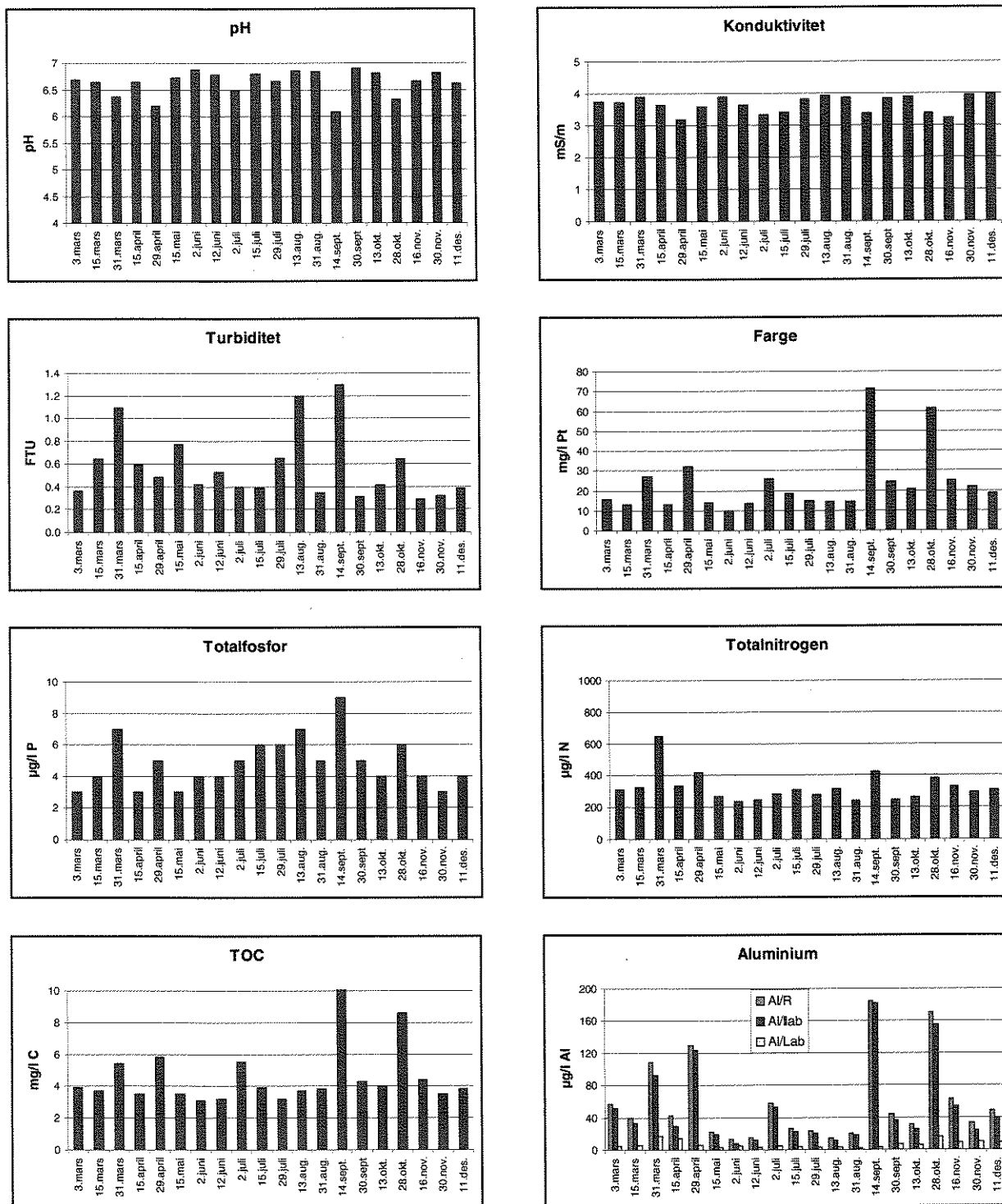


Fig. 30 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Ellingsrudelva v.Nuggerud (st.E0) 1998.

**Ellingsrudelva v/Gamleveien (st.E1)** (figur 31, tabell 36-55 i vedlegg)

Ved denne stasjonen er Nuggerudbekken/Ellingsrudelva kommet ned i områder med bebyggelse. Verdiene for en del av parametrene har da også endret seg i forhold til stasjon E0.

Av figuren ser en at verdiene for pH gjennomgående var noe høyere enn på E0, og varierte gjennom sesongen fra 6.65 til 7.18. Alkaliteten var betydelig høyere enn på stasjon E0 ved Nuggerud, og varierte mellom 0.161 og 0.340 mmol/l. Konduktiviteten var også noe høyere, fra 4.90 til 7.36 mS/m, noe som viser et økende innhold av løste salter i vannmassene.

Turbiditeten lå, med unntak av den høye verdien for 31. mars på 9.9 FTU som må skyldes snøsmeltingen, mellom 0.55 og 6.7 FTU. Dette viser et svært variert partikkelinnhold med de høyeste verdiene for turbiditet i forbindelse med mye nedbør.

Fargetallet varierte for det meste mellom 15.9 og 38.6 mg/l Pt, men med betydelig høyere verdier de to tidspunktene 14. september og 28. oktober da det ble registrert henholdsvis 84.5 og 66.6 mg/l Pt. Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) lå mellom 4.0 og 8.6 mg/l C. Også for TOC ble det registrert betydelig høyere verdier på de samme tidspunktene som for fargetall med henholdsvis 12.9 og 10.0 mg/l C. Dette viser at det gjennom det meste av sesongen er et moderat innhold av organisk materiale, vesentlig løste humusstoffer, på denne stasjonen.

Innholdet av totalfosfor varierte en del, fra 6 til 36 µg/l P men med flere høye verdier gjennom sesongen. Det viser at det i dette området av elven tilføres vann med høyere næringssaltinnhold, antagelig fra nærliggende bebygget og dyrket område. Også innholdet av totalnitrogen var gjennomgående betydelig høyere her enn på stasjon E0, for det meste av sesongen lå verdiene mellom 380 og 970 µg/l N, men med spesielt høy verdi 2. juni på hele 1250 µg/l N. Også den høyeste verdien for totalfosfor ble registrert på denne stasjonen 2. juni.

Verdiene for reaktivt aluminium lå for det meste mellom 16 og 84 µg/l Al, men økte, i forbindelse med snøsmelting og økt utvasking til vassdraget ved mye nedbør, til over 100 µg/l Al. Den 14. september ble det registrert 174 µg/l Al. Andelen av labilt aluminium var beskjedent, bare mellom 1 og 24 µg/l Al.

## Vannkvalitetsbedømmelse for Ellingsrudelva (st.E1):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH		Klasse I
Alkalitet:	Klasse I-II	Klasse I
Turbiditet:	Klasse II-IV(-V)	Klasse III
Farge:	Klasse II-III(-IV)	Klasse III
Totalfosfor:	Klasse I-IV	Klasse III
Totalnitrogen:	Klasse II-IV(-V)	Klasse III
TOC:	Klasse III-IV	Klasse III
Samlet vurdering		Klasse III ("Mindre god" tilstand)

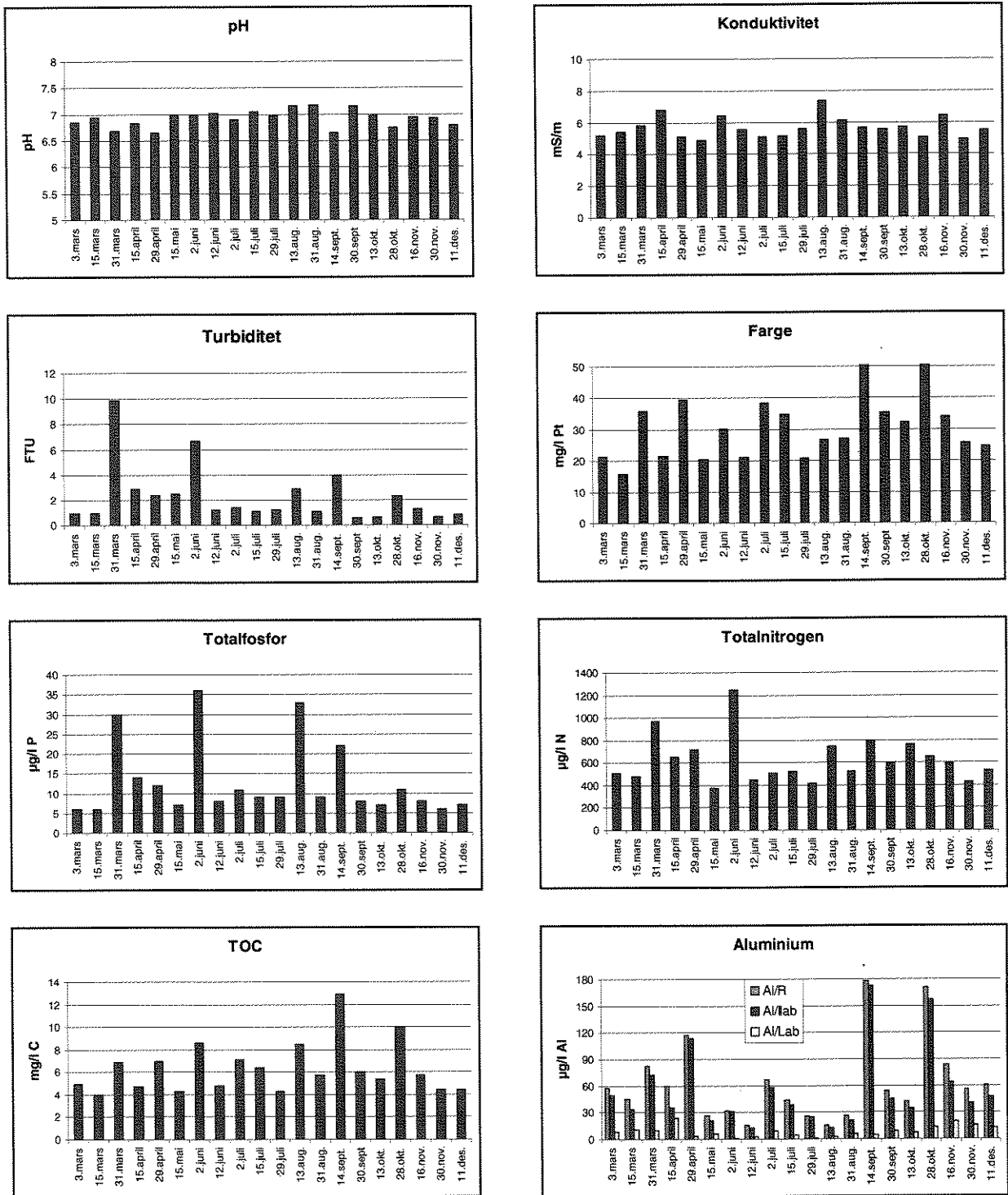


Fig. 31 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Ellingsrudelva (st.E1) 1998.



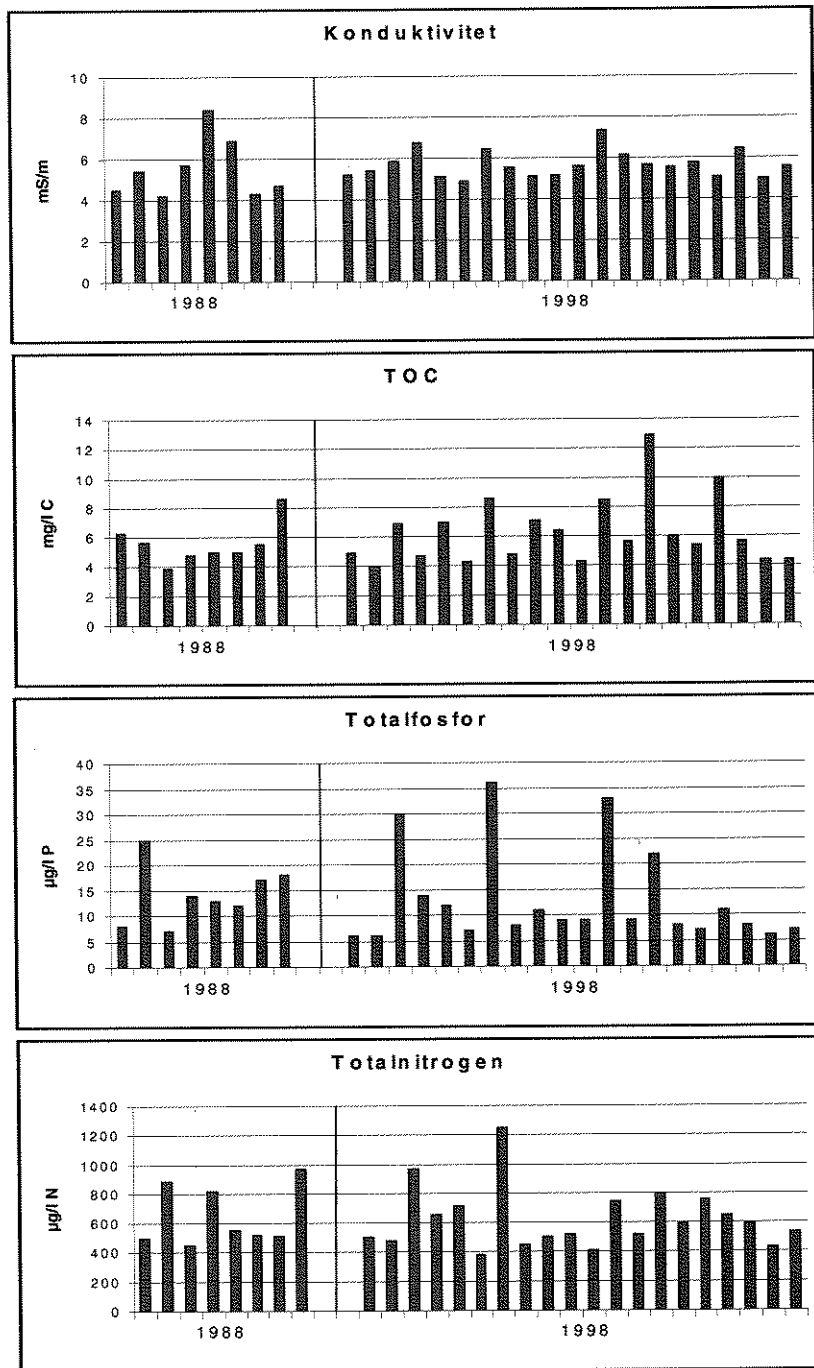


Fig. 32 Data fra 1988 og 1998 for konduktivitet, totalt organisk karbon (TOC), totalfosfor og totalnitrogen på stasjon E1 (Gamleveien) i Ellingsrudelva.

### Sammenligning av resultatene for 1998 med tidligere års analyseresultater fra st.E1

Vannprøver ble samlet inn fra stasjon E1 (Ellingsrudelva v/Gamleveien) tidligere i 1988. Analyseresultatene fra den gang er fremstilt i figur 32 sammen med tilsvarende analyseresultater fra undersøkelsene i 1998. Analysene fra 1988 er utført av ANØ (Avløpssambandet Nordre Øyeren).

Verdiene for konduktivitet viser ingen spesiell endring i perioden fra 1988 til 1998 når en ser analyseresultatene under ett. Når det gjelder totalt organisk karbon (TOC) viser de fleste resultatene fra 1998 et nivå omtrent som i 1988, men på enkelte tidspunkter, særlig under stor nedbør og avrenning ble det registrert betydelig høyere verdier slik tilfellet var høsten 1998.

Grunnivået for totalfosfor, det vil si innholdet ved de fleste prøvetakingstidspunktene, lå ikke høyere enn hva som ble målt i 1988, heller lavere. På enkelte tidspunkter ble det imidlertid registrert kraftig økning i innholdet av fosfor. Dette hang vanligvis sammen med tidspunkter for økte tilførsler til elven ved snøsmelting og perioder med mye nedbør. Heller ikke verdiene for totalnitrogen viser noen generell økning av betydning, men også her ble det ved enkelte tidspunkter registrert svært høye verdier.

### Ellingsrudelva v/Strømsveien (st.E2) (figur 33, tabell 36-55 i vedlegg)

Denne stasjonen ligger like oppstrøms Strømsveien etter at den vestre gren av vassdraget, Puttjernsbekken/Munkebekken, og den østre gren, Nuggerudbekken/Ellingsrudelva, er løpt sammen.

Figuren viser at vannmassene her i ennå større grad enn på stasjon E1 var påvirket av dremsvann fra nærliggende bebyggelse og industriområder, og at analyseresultatene for mange parametre derfor varierte sterkt. Like oppstrøms prøvetakingslokaliteten renner også Røykåsbekken ut i Ellingsrudelva. Vannet i denne bekken har høyt innhold både av totalfosfor og totalnitrogen.

pH viste svakt alkaliske verdier, varierende mellom 7.04 og 7.61. pH-verdien for 2. juni avvek imidlertid markert som verdien for en rekke andre parametre på dette tidspunktet. pH var da 6.70. Også innholdet av løste salter vil variere sterkt i områder med tilførsler av vann av varierende mengder og kvalitet fra dremsrør og sidebekker. Konduktiviteten på stasjon E2 varierte i 1998 mellom 9.27 og 36.5 mS/m, men lå for det meste mellom 10 og 20 mS/m. Konduktiviteten hadde økt betydelig i forhold til både stasjon E1 og stasjon M1.

Turbiditeten lå i den undersøkte perioden mellom 0.77 og 12.0 FTU, noe som viser et betydelig partikkelinnhold i vannmassene på de fleste prøvetakingstidspunktene.

Verdiene for fargetall varierte mellom 15.6 og 46.7 mg/l Pt, bare 14. september og 28. oktober avvek de markert med henholdsvis 79.1 og 66.8 mg/l Pt. På disse tidspunktene var det også relativt høye verdier for totalt organisk karbon (TOC), som viser at ellevannet da ble tilført humusrikt vann i forbindelse med mye nedbør. Både stasjon M1 og E1 hadde høye verdier for disse parametrene på samme tid. TOC varierte på stasjon E2 mellom 4.4 og 17.1 mg/l C

Det er i første rekke innholdet av næringssaltene fosfor og nitrogen som viser en økt påvirkning fra dremsvann og sidebekker fra nærliggende bebyggede områder på denne stasjonen. Innholdet av begge parametrene viste store variasjoner. Totalfosfor varierte mellom 12 og 61 µg/l P og totalnitrogen mellom 625 og 1170 µg/l N. Også for disse parametrene ble det registrert ekstremt høye verdier 2. juni, særlig totalfosfor med hele 166 µg/l P. Innholdet av totalnitrogen var på 1660 µg/l N.

Analyseresultatene av aluminium skilte seg ikke vesentlig fra analyseresultatene for både stasjon E1 og M1. Innholdet av labilt aluminium varierte mellom 0 og 38 µg/l Al.

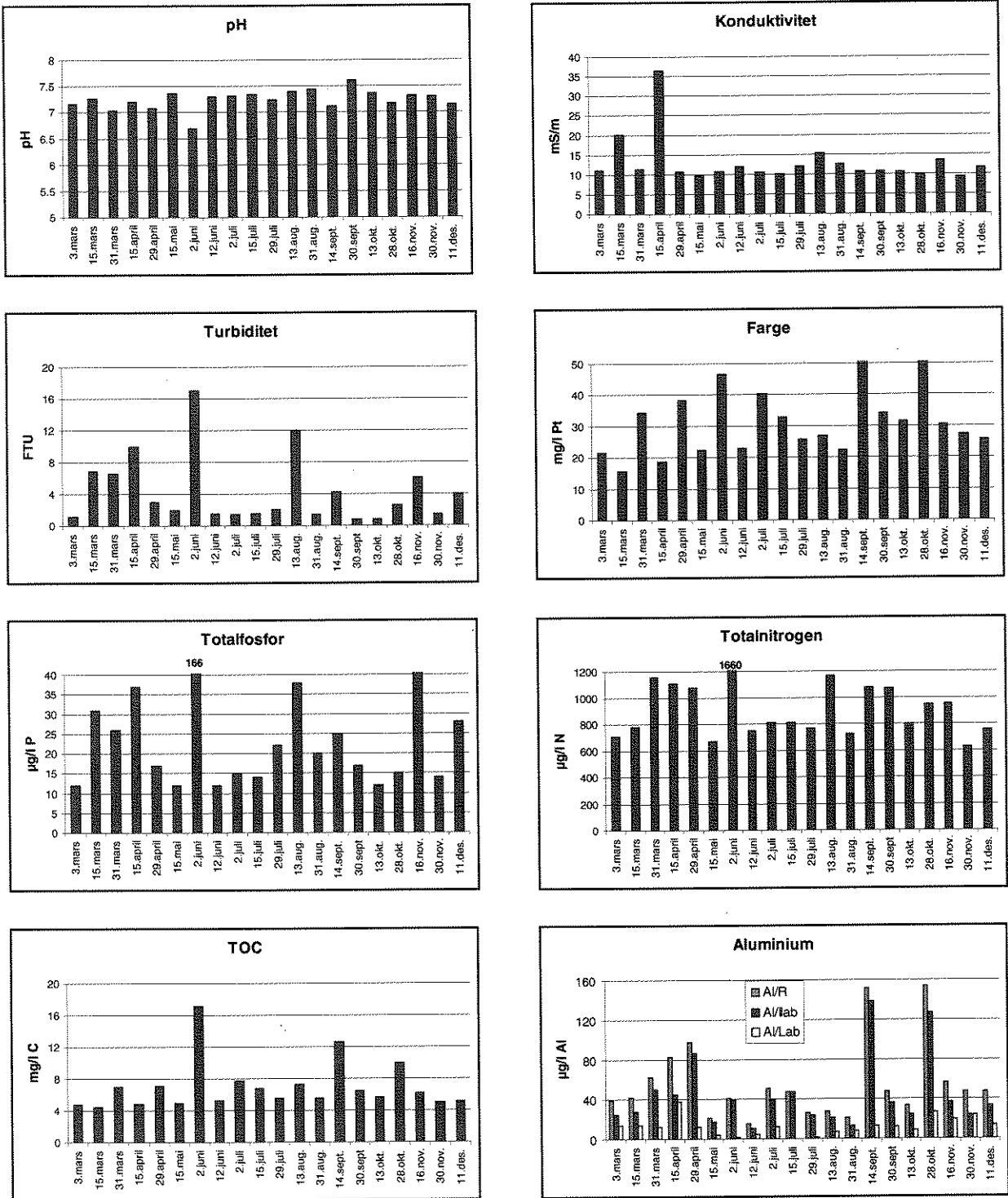


Fig. 33 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Ellingsrudelva (st.E2) 1998.

Vannkvalitetsbedømmelse for Ellingsrudelva (st.E2):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH		Klasse I
Alkalitet:		Klasse I
Turbiditet:	Klasse II-V	Klasse IV
Farge:	Klasse II-IV	Klasse III
Totalfosfor:	Klasse III-IV (-V)	Klasse IV
Totalnitrogen:	Klasse IV (-V)	Klasse IV
TOC:	Klasse III-IV (-V)	Klasse IV
Samlet vurdering		Klasse IV ("Dårlig" tilstand)

### Ellingsrudelva v/Lørenskog stasjon (st.E3) (figur 34, tabell 36-55 i vedlegg)

Denne stasjonen, som ligger nederst i vassdraget ved Lørenskogveien nær Lørenskog stasjon, har på mange måter et nivå for ulike parametre som ligger nær det som ble registrert på stasjon E2.

Av figuren går det frem at vannmassene her også var svakt alkaliske, med pH varierende mellom 7.16 og 7.54, og konduktiviteten lå på observasjonstidspunktene mellom 11.1 og 29.7 mS/m.

Turbiditeten varierte mellom 0.96 og 8.8 FTU i perioden, noe som viser et betydelig partikkelinnhold til tider. Den 13. august var vannet ved denne stasjonen meget turbid i forbindelse med gravearbeider rett oppstrøms stasjonen, delvis i elveleiet, som nevnt tidligere. Turbiditeten var da hele 36.00 FTU.

Verdiene for fargetall varierte mellom 15.6 og 40.5 mg/l Pt, bare 14. september og 28. oktober ble det registrert markert høyere verdier på samme måte som på stasjon E2. Verdiene var da henholdsvis 73.7 og 63.4 mg/l Pt. Innholdet av TOC varierte mellom 4.1 og 7.8 mg/l C. Unntakene var også for denne parameter de to nevnte prøvetakingstidspunktene da det ble registrert 12.2 og 9.9 mg/l C. Dette viser et moderat innhold av organisk stoff.

Her, som på stasjon E2, er det i første rekke næringssaltene fosfor og nitrogen som viser en økning sammenlignet med stasjonene lenger opp i vassdraget. Innholdet av totalfosfor varierte mellom 9 og 33 µg/l P som gjennomgående var litt mindre enn på stasjon E2. Også for totalfosfor ble det registrert ekstremt høye verdier i forbindelse med gravearbeidene ved elvebredden i august. Totalfosfor var da hele 116 µg/l P. Totalnitrogen lå mellom 620 og 1360 µg/l N. Nivået var her litt høyere enn på E2. Også for totalnitrogen var det høy verdi 13. august med 1300 µg/l N. Ekstremverdien for totalnitrogen på stasjon E3 ble imidlertid registrert 30. september med hele 2910 µg/l N, mens de andre parametrene da viste normale verdier.

Når det gjelder innholdet av aluminium var nivået svært likt det en registrerte på stasjon E2, med et innhold av labilt aluminium som varierte mellom 1 og 39 µg/l Al.

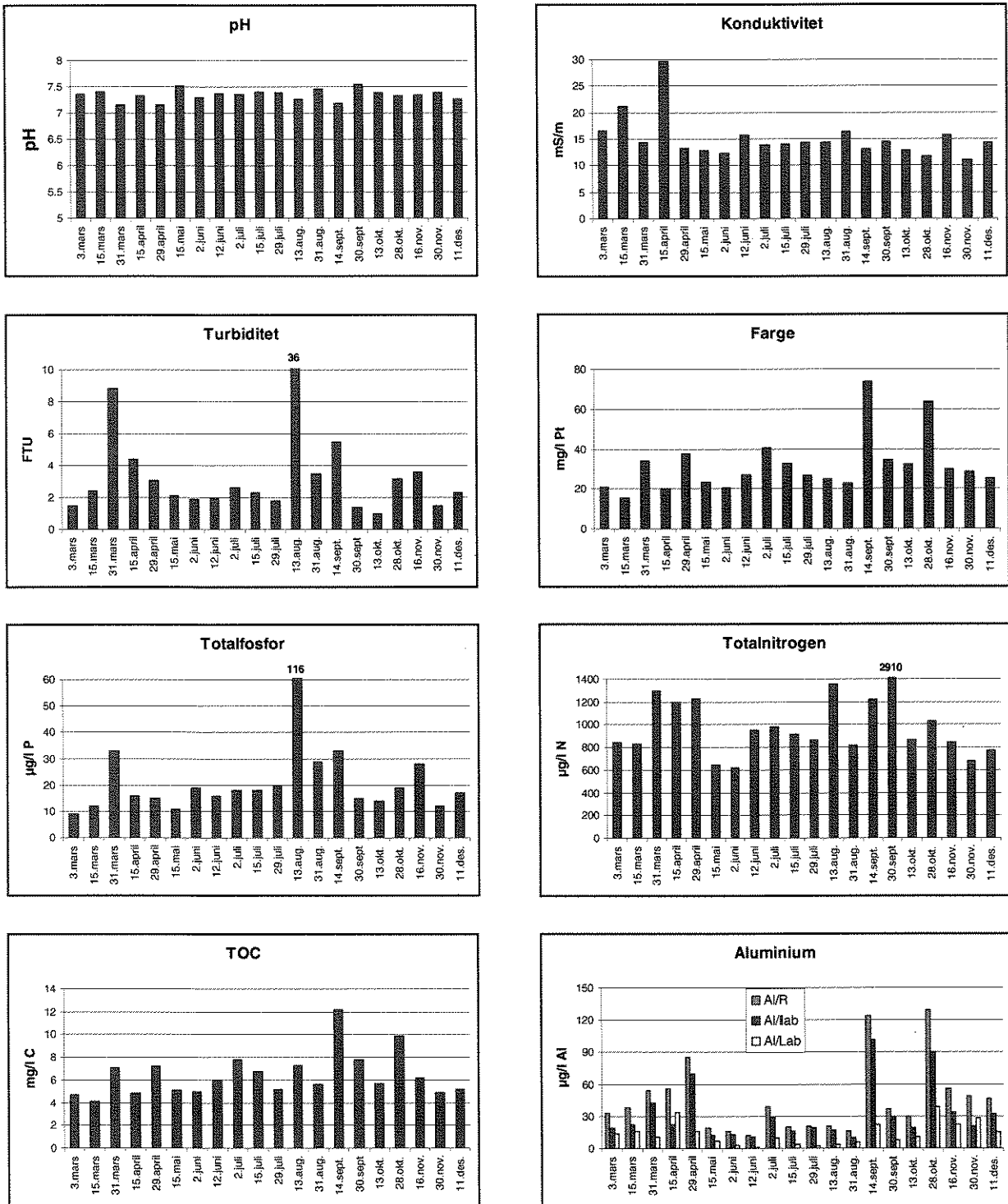


Fig. 34 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Ellingsrudelva (st.E3) 1998.

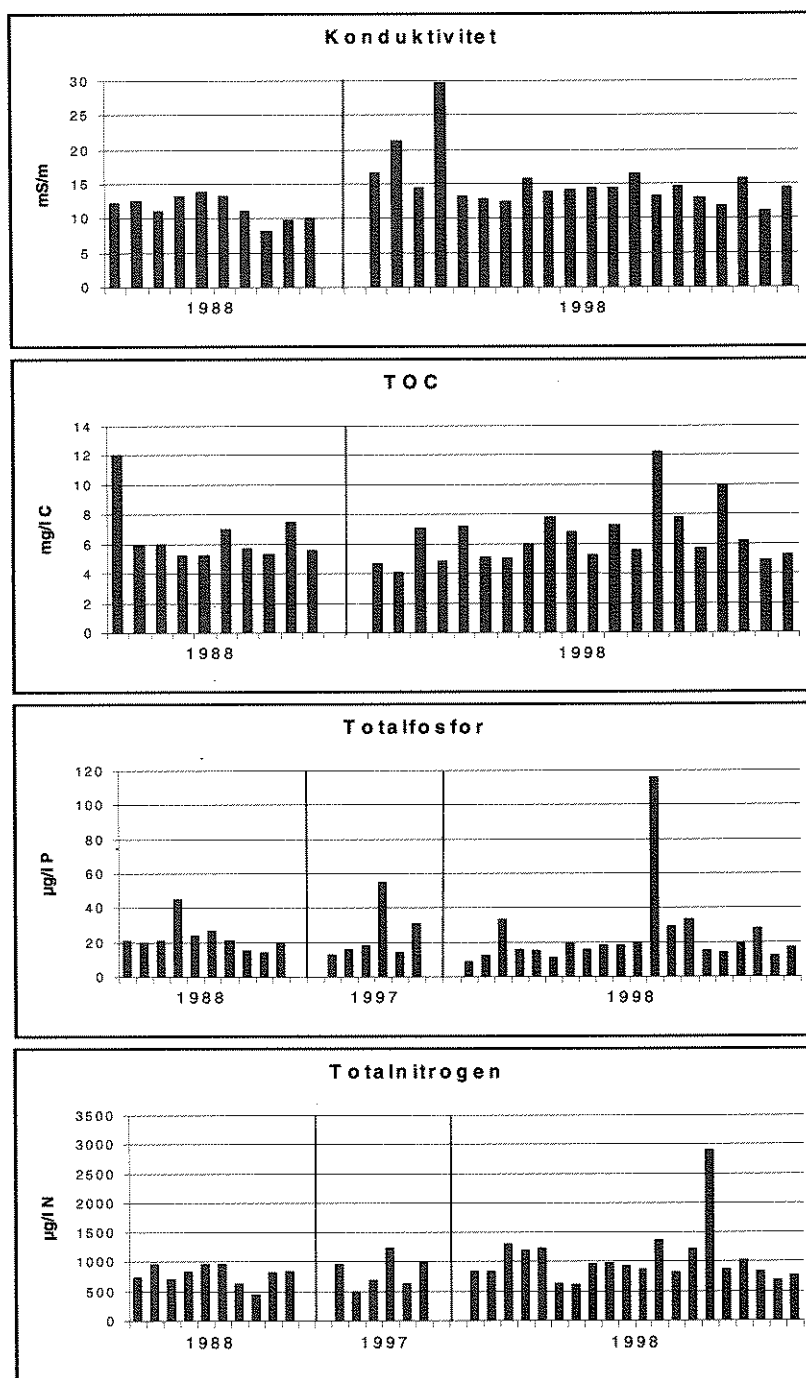


Fig. 35 Data fra tidligere år og 1998 for konduktivitet, totalt organisk karbon (TOC), totalfosfor og totalnitrogen på stasjon E3 (ved Lørenskog stasjon) i Ellingsrudelva.

Vannkvalitetsbedømmelse for Ellingsrudelva (st.E3):

Variasjon i datamaterialet		Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH		Klasse I
Alkalitet:		Klasse I
Turbiditet:	Klasse III-V	Klasse IV
Farge:	Klasse II-IV	Klasse III
Totalfosfor:	Klasse III-IV(-V)	Klasse III
Totalnitrogen:	Klasse IV-V	Klasse IV
TOC:	Klasse III-IV	Klasse III
Samlet vurdering	Klasse III-IV ("Mindre god" til "Dårlig" tilstand)	

### Sammenligning av resultatene for 1998 med tidligere års analyseresultater fra st.E3

For stasjon E3 forligger det også analyseresultater fra tidligere. Foruten 1988 ble det gjennomført analyser av enkelte parametre i 1997 av ANØ (Avløpssambandet Nordre Øyeren). Resultatene er fremstilt i figur 35 sammen med NIVAs resultater for undersøkelsene i 1998.

Ser en bort fra et par enkeltresultater, synes det bare å ha vært en svak økning i innholdet av løste salter i vannet på denne stasjonen. Ut fra analyseresultatene for totalt organisk karbon (TOC) ser det ikke ut til å ha skjedd noen endring generelt i innholdet av organisk materiale i perioden fra 1988 til 1998. Da som nå ble det registrert betydelig økning i TOC på enkelte tidspunkter, antagelig i forbindelse med stor nedbør og økt utvasking til elven.

Grunnivået for totalfosfor, det vil si innholdet ved de fleste prøvetakingstidspunktene, lå i 1998 ikke høyere enn hva som ble målt i 1988 og 1997, men på et enkelt tidspunkt ble det registrert kraftig økning i innholdet av fosfor i 1998 til hele 116 µg/l P. På stasjon E3 hang dette, som nevnt, sammen med gravearbeider i og ved elven oppstrøms stasjonen omkring prøvetakingstidspunktet. Verdiene for totalnitrogen viser jevnt over en svak økning sammenlignet med 1988 og 1997. Også for totalnitrogen ble det på et prøvetakingstidspunkt, et annet enn for fosfor, registrert svært høy totalnitrogenverdi, hele 2910 µg/l N. Om dette også er resultat av gravearbeider eller annen aktivitet som har gitt økte tilførsler vites ikke, men på dette tidspunktet var det ikke forhøyete verdi for totalfosfor, tvert imot.

### Ljanselvassdraget

#### Ljanselva v/Skullerudstua (st.Lj1) (figur 36, tabell 36-55 i vedlegg)

Denne stasjonen er lagt et stykke nedstrøms utløpet av Skraperudtjernet, på høyde med Skullerudstua. Resultatene fra stasjonen viser relativt store variasjoner for flere parametre. Dette henger antagelig sammen med hvor stor innflytelse vannet fra Skraperudtjern har i forhold til eventuelle tilførsler fra drengrofter og småbekker i nærområdet. Prøvene for mars på denne stasjonen ble samlet inn noe lenger ned i elven enn for resten av sesongen. Disse ble derfor i større grad påvirket av drengsvann fra området. Dette ga seg utslag i spesielt høye verdier for næringssaltene fosfor og nitrogen, og til en viss grad også konduktiviteten.

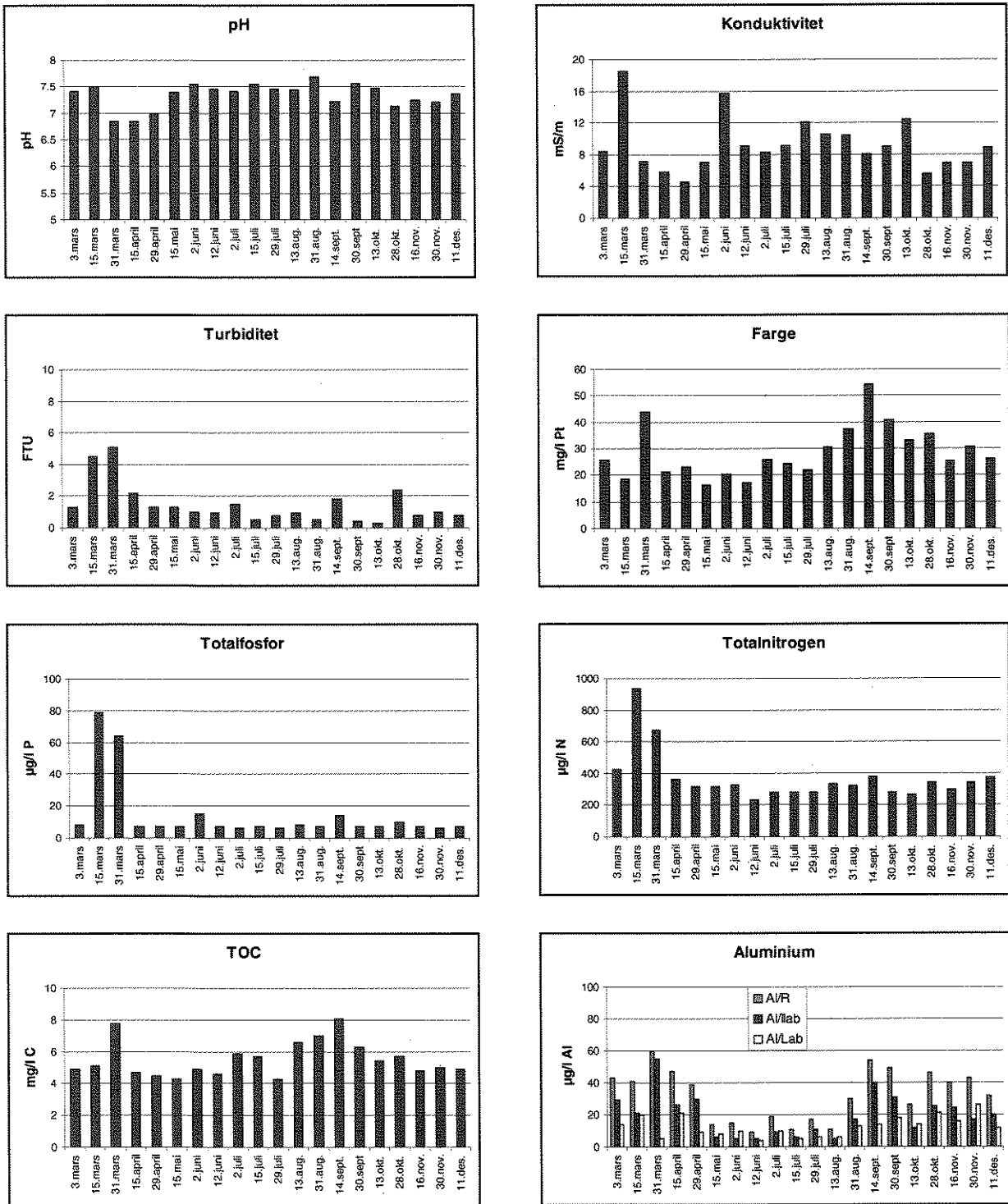


Fig. 36 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Ljanselva (st.Lj1) 1998.



Vannets pH varierte en del, mellom 6.85 og 7.69 gjennom året, og også alkaliteten varierte betydelig, mellom 0.203 og 0.846 mmol/l. På denne stasjonen viste også alkaliteten forhøyet verdi 2. juni med 1.242 mmol/l. Vannet i elven har høy bufferkapasitet.

Innholdet av løste salter i vannet, uttrykt ved konduktiviteten, varierte mellom 4.58 og 18.6 mS/m i perioden. Dette viser et moderat til forholdsvis høyt innhold av løste salter i vannet. Partikkelinnholdet, uttrykt som turbiditet, var for det meste moderat og varierte i hovedsak mellom 0.33 og 1.3 FTU. Bare i snøsmeltingsperioden og ved mye nedbør økte partikkelinnholdet betydelig med verdier for turbiditet over 5 FTU.

Verdiene for farge, som et mål på innholdet av organiske stoffer i vannet, lå mellom 16.5 og 54.3 mg/l Pt, for det meste mellom 20 og 30 mg/l Pt. Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) lå mellom 4.3 og 8.1 mg/l C. De høyeste verdiene ble registrert i forbindelse med snøsmeltingsperioden og mye nedbør. Dette viser moderat innhold av humusstoffer i vannet.

Innholdet av fosfor og nitrogen i vannmassene var, med unntak av verdiene i mars da prøvene ble samlet inn fra et sted lenger ned i vassdraget, relativt jevnt gjennom året. Totalfosfor varierte, med unntak for analysene i mars da det ble registrert verdier på 79 og 64 µg/l P, mellom 6 og 15 µg/l P. De laveste verdiene hadde en når det meste av vannet i elven kom fra Skraperudtjern. Under kraftig snøsmeltings- og nedbørperioder vil elven tilføres betydelig mer næringsrikt vann fra nærområdene via drenggrøfter, småbekker eller andre kilder.

Totalnitrogen varierte, igjen med unntak av analysene for mars som viste 940 og 675 µg/l N, relativt lite med verdier mellom 235 og 425 µg/l N.

Verdiene for aluminium var gjennom året lave, med et innhold av labilt aluminium fra 4 til 26 µg/l Al.

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH		Klasse I
Alkalitet:		Klasse I
Turbiditet:	Klasse II-IV	Klasse III
Farge:	Klasse II-IV	Klasse III
Totalfosfor:	Klasse I-III(-V)	Klasse II
Totalnitrogen:	Klasse I-III(-IV)	Klasse II
TOC:	Klasse III-IV	Klasse III
Samlet vurdering	Klasse II-III ("God" til "Mindre god" tilstand)	

### Sammenligning av resultatene for 1998 med tidligere års analyseresultater fra st.Lj1

For denne stasjonen foreligger det analyseresultater fra 1994 og 1996 for enkelte parametre. I den grad prøvene er samlet inn fra samme område ved prøvetakingslokaliteten viser resultatene (figur 37) en økning i pH på denne stasjonen om en sammenligner med resultatene for 1994. Derimot kan en ikke si at innholdet av løste salter, målt som konduktivitet, viser noen spesiell økning sammenlignet med tidligere analyseresultater, om en ser bort fra et par høye verdier.

Innholdet av partikler, målt som turbiditet viser på den annen side markert lavere verdier enn i 1994. Innholdet av organisk materiale ser derimot ut til å ha hatt en svak økning.



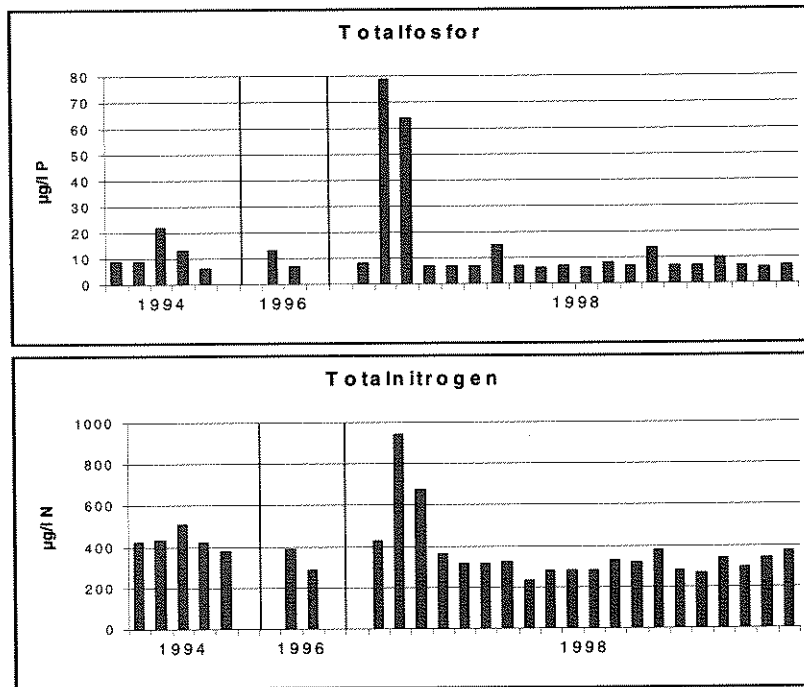


Fig. 38 Data fra tidligere år og 1998 for totalfosfor og totalnitrogen på stasjon Lj1 i Ljanselva (Skullerudstua).

Som nevnt tidligere ble prøvene i mars måned samlet inn fra et område nedenfor den senere prøvetakingslokaliteten, tydeligvis i et område med mer påvirkete vannmasser. Som en ser av figur 38 ga dette seg utslag i svært høye verdier for totalfosfor og totalnitrogen i analyseresultatene. Ser en bort fra disse resultatene var nivået for totalfosfor gjennom resten av sesongen omtrent som tidligere eller litt lavere. Også innholdet av totalnitrogen viser den samme tendensen med stort sett lavere verdier på de fleste prøvetakingstidspunktene enn det som ble registrert i 1994.

#### Ljanselva v/Munkerudkleiva (st.Lj2) (figur 39, tabell 36-55 i vedlegg)

Resultatene viser sterk påvirkning av næringsrikt vann. Om dette skyldes tilførsler av kloakkvann eller annet er det vanskelig å si noe om.

Vannmassene her er alkaliske, med en pH i prøvetakingsperioden varierende mellom 7.31 og 7.94. Alkaliteten var høy, mellom 0.415 og 1.240 mmol/l. Konsentrasjonene av løste salter varierte mye og var gjennomgående meget høye. Konduktiviteten lå mellom 9.02 og 44.3 mS/m. Partikkelinnholdet varierte også mye, men var gjennom det meste av året meget stort. Turbiditeten lå mellom 1.1 og 44 FTU. De høyeste verdiene ble registrert i april ved snøsmelting sammen med mye nedbør.

Fargetallet lå mellom 11.7 og 61.8 mg/l Pt, de høyeste verdiene i forbindelse med mye nedbør om høsten. Verdiene for totalt organisk karbon (TOC) varierte mellom 3.6 og 11.5 mg/l C. Dette viser et relativt høyt innhold av organisk materiale.

De meget høye verdiene for næringssaltene fosfor og nitrogen kan tyde på tilløp av kloakkvann i perioder. Totalfosfor varierte sterkt, fra 32 til hele 514 µg/l P, den høyeste verdien fra første innsamlingsrunde da prøven ble samlet inn noen hundre meter oppstrøms den senere innsamlingslokaliteten. Ser en bort fra denne registreringen var høyeste verdi for totalfosfor 155 µg/l P, som også er meget høyt. På første prøvetaking viste også analyseresultatene for totalnitrogen den høyeste verdien, 5400 µg/l N. Ser en bort fra denne varierte totalnitrogen fra 610 til 1990 µg/l N.

Verdiene for aluminium var høyere på denne stasjonen enn på stasjon Lj1, men ikke spesielt høye sammenlignet med resultatene fra en rekke av de andre stasjonene i undersøkelsen. Labilt aluminium varierte mellom 4 og 54 µg/l Al.

Vannkvalitetsbedømmelse for Ljanselva (st.Lj2):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH		Klasse I
Alkalitet:		Klasse I
Turbiditet:	Klasse III-V	Klasse V
Farge:	Klasse I-IV	Klasse II
Totalfosfor:	Klasse IV-V	Klasse V
Totalnitrogen:		Klasse V
TOC:	Klasse III-IV	Klasse III
Samlet vurdering		Klasse IV-V ("Dårlig" til "Meget dårlig" tilstand)

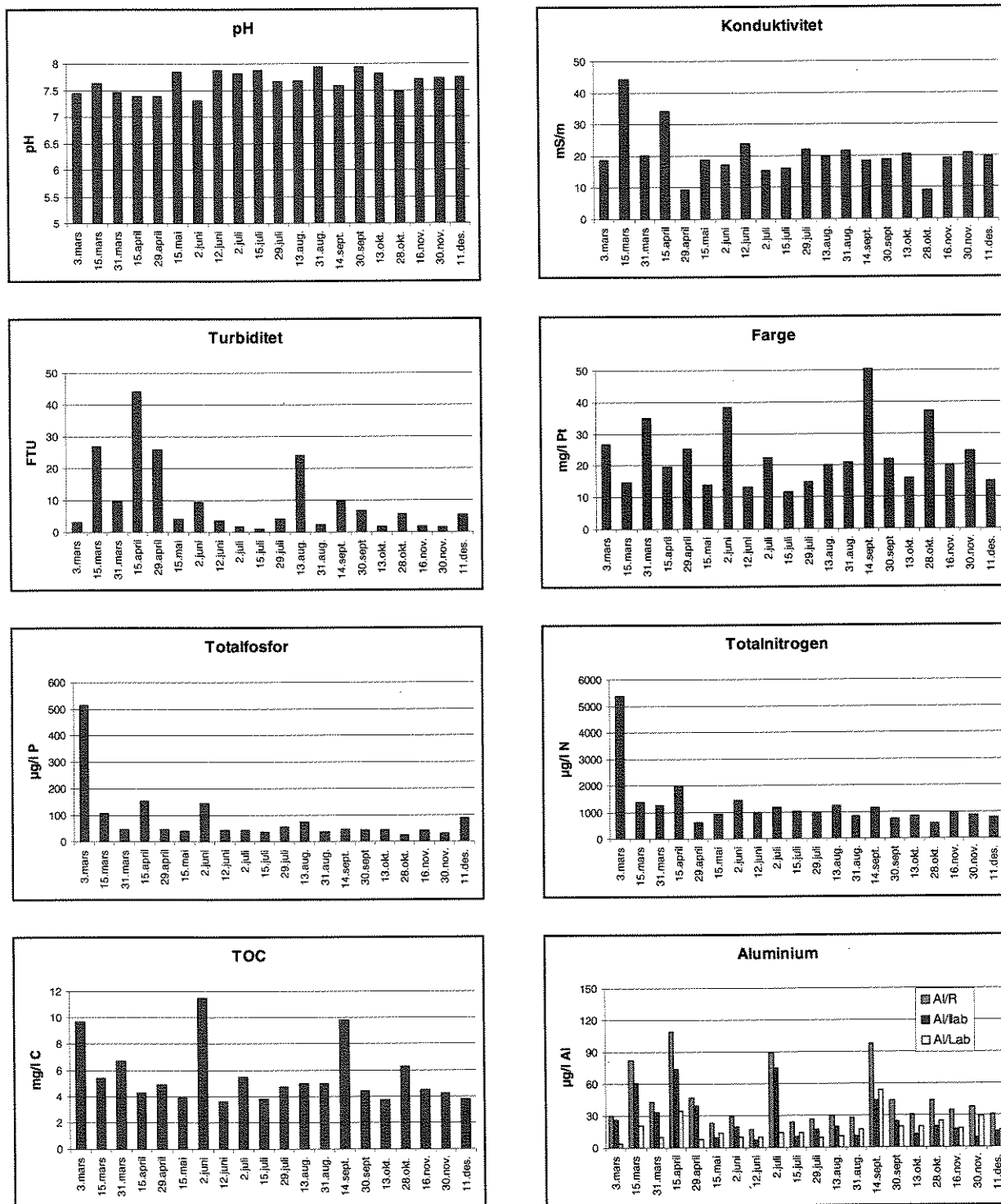


Fig. 39 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Ljanselva (st.Lj2) 1998.

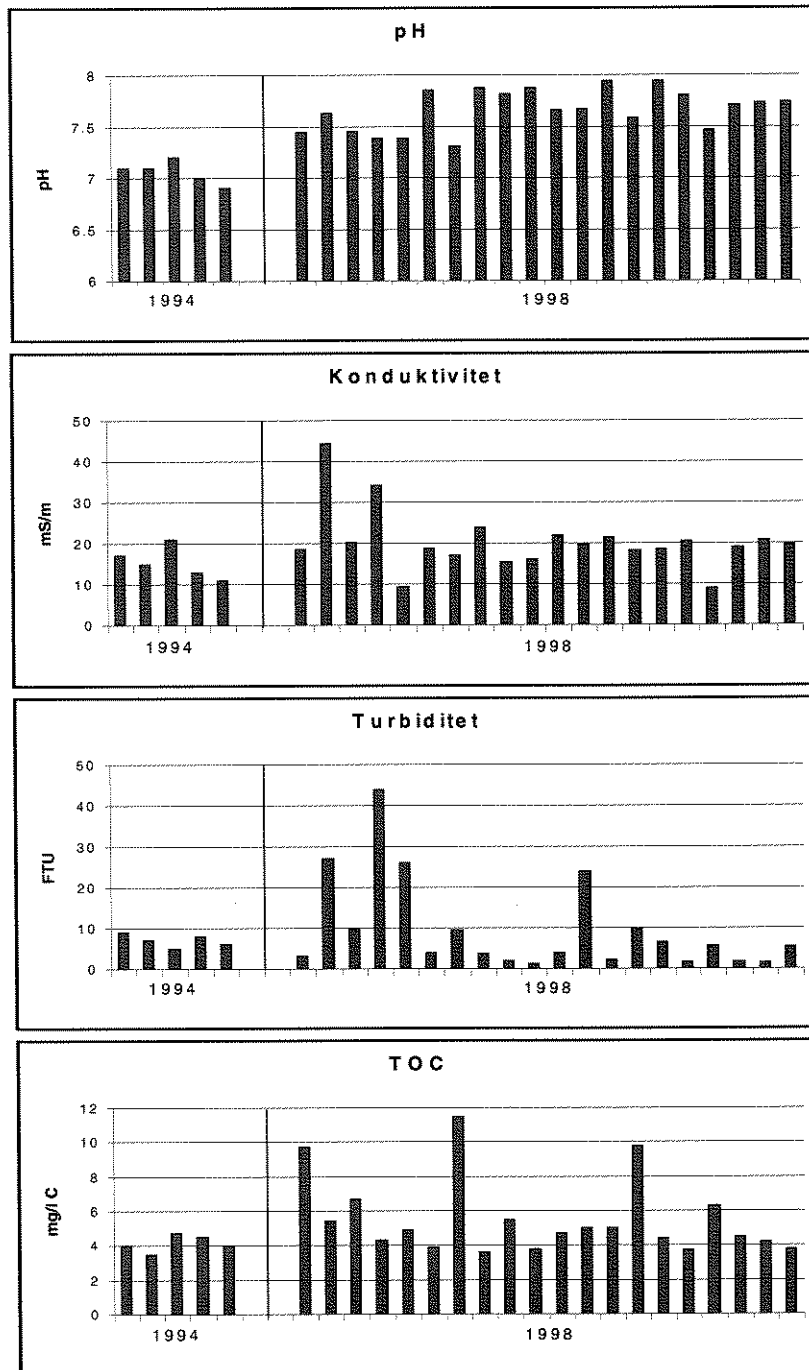


Fig. 40 Data fra 1994 og 1998 for pH, konduktivitet, turbiditet og totalt organisk karbon (TOC) på stasjon Lj2 i Ljanselva (Munkerudkleiva).

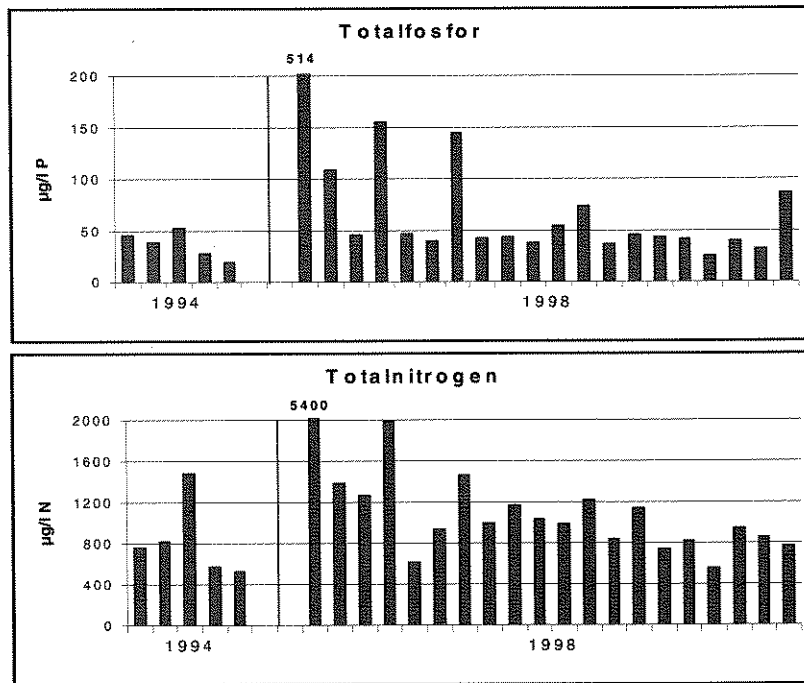


Fig. 41 Data fra 1994 og 1998 for totalfosfor og totalnitrogen på stasjon Lj2 i Ljanselva (Munkerudkleiva).

## Sammenligning av resultatene for 1998 med tidligere års analyseresultater fra st.Lj2

Ser en på analyseresultatene for pH på denne stasjonen viser figur 40 at det har vært en markert økning i pH sammenlignet med 1994 på fra 0.5 til 1 pH-enhet. Ser en bort fra et par særlig høye verdier tidlig på året ser innholdet av løste salter i 1998, målt som konduktivitet, ut til å være omtrent som i 1994 eller vise en svak økning.

Turbiditeten varierte mye på denne stasjonen i 1998, noe som henger sammen med varierende nedbør og utvasking til elven av partikler. I store deler av året var imidlertid innholdet lite og betydelig mindre enn hva resultatene fra 1994 viser. Innholdet av organisk materiale synes, om en ser bort fra noen høye enkeltverdier, å være på omtrent samme nivå som i 1994 eller litt høyere.

For næringssaltene fosfor og nitrogen (figur 41) ble det på denne stasjonen registrert ekstremt høyt innhold i vannet tidlig på året. Verdien på 514  $\mu\text{g/l}$  P må skyldes tilførsel av kloakkvann i området. Også verdien for totalnitrogen var da ekstremt høy, 5400  $\mu\text{g/l}$  N. Ser en bort fra disse svært høye enkeltverdier for næringssaltene virker det imidlertid som om innholdet av totalfosfor i 1998 var omtrent på samme nivå som i 1994 eller litt høyere. For totalnitrogen ser det derimot ut til å ha skjedd en økning fra 1994.

## Lutvann- / Nøklevannsvassdraget

### Lutvannsbekken (st.L1) (figur 42, tabell 36-55 i vedlegg)

Lutvannsbekken har tilførsler både fra Lutvann og Krokstjern. Opprinnelig var utløpet fra Krokstjern i sørenden av tjernet med avløp til Hauktjern, men ved å sprengte en tunnel ble utløpsbekken fra tjernet flyttet til vestsiden. Den nye bekken fra Krokstjern kunne, i den nedre delen, tidligere enten renne til Lutvannsbekken nedenfor dammen ved utløpet fra Lutvann, eller via en kanal inn i Lutvann, eller ha tilløp begge veier. Fra midten av september 1998 er tilløpet inn i Lutvann stengt av, og bekken fra Krokstjern renner nå direkte til Lutvannsbekken. Lutvann er demmet opp, og demningen ble reparert og tettet sommeren 1998. En anordning ved demningen gjør det mulig å tappe ut fra Lutvann en definerte vannmengde for å garantere minstevannføring i Lutvannsbekken i tørre perioder (200 l/min). Nærmere om dette se Lien (1998).

I forbindelse med utbedringen av demningen i Lutvann, ble det benyttet gravemaskin. Kjøringen av denne langs bekken og ved demningen førte til at vegetasjonen ble ødelagt og jordsmonnet blotlagt på grunn av larveføttene. Under nedbørsperioder førte dette til stor erosjon og utvasking til bekken fra disse områdene.

Prøver ble samlet inn fra en stasjon i Lutvannsbekkens nedre del. De kjemiske parametrene vil variere avhengig om det meste av vannet i bekken kommer fra Lutvann via demningen, eller vannet fra Krokstjern dominerer. Verdiene for flere fysisk-kjemiske parametre er tildels svært forskjellige i vannmassene i de to innsjøene, som vist tidligere.

På grunn av blandingen av vann fra de to innsjøene varierte verdiene for pH en del gjennom sesongen, fra 6.48 til 7.51. Krokstjern har vært kalket og de relativt høye pH-verdiene, når vann fra Krokstjern dominerte, gjenspeiler dette. Krokstjern var i utgangspunktet et svært surt skogstjern med tidligere pH på 4.50 - 4.75 (Riise 1987). Resultatet av kalkingen vises også ved høyere alkalitet enn vanlig selv om det var store variasjoner, mellom 0.091 og 0.385 mmol/l.



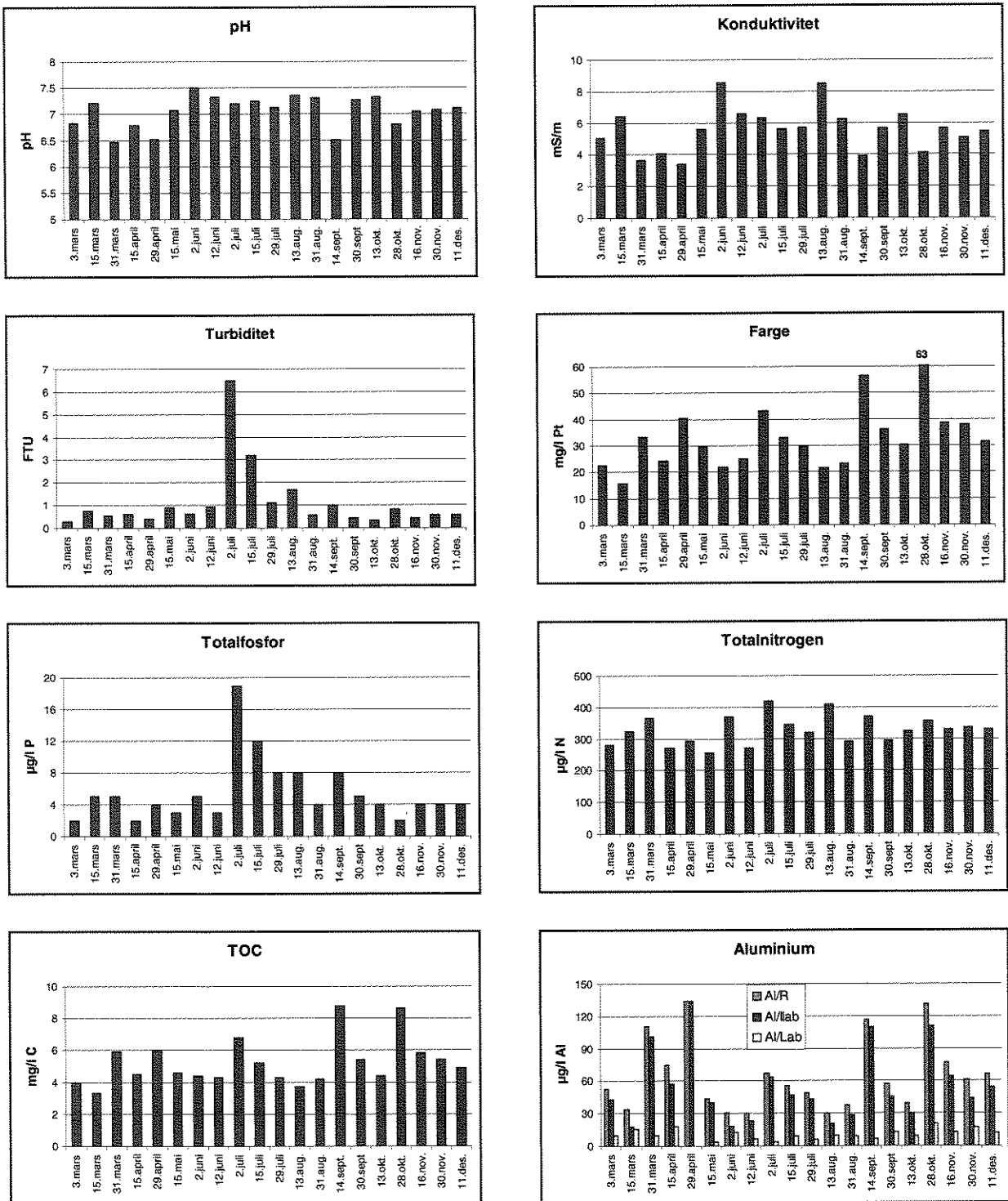


Fig. 42 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Lutvannsbekken (st.L1) 1998.

Konduktiviteten reflekterer at vannet fra Kroktjern var kalket men også at vannet fra Lutvann naturlig har høy konduktivitet. Den varierte mellom 3.42 og 8.51 mS/m på stasjon L1 nederst i Lutvannsbekken

Turbiditetsverdiene lå for det meste under 1.0 FTU som viser at det var forholdsvis lite partikler i vannet. I forbindelse med gravearbeidene ved demningen sommeren 1998 steg imidlertid partikkelinnholdet i vannet sterkt, og turbiditetsverdier helt opp i 6.5 FTU ble da målt. Utover høsten sank turbiditeten igjen til under 1.0 FTU.

Fargetallene var middels høye og varierte det meste av året mellom 15.9 og 43.2 mg/l Pt. I forbindelse med mye nedbør og økt avrenning fra Kroktjernsbekken økte imidlertid fargetallet markert den 14. september og 28. oktober med 56.6 og 63.0 mg/l Pt. Også innholdet av totalt organisk karbon (TOC) var betydelig høyere på disse to datoene, henholdsvis 8.8 og 8.6 mg/l C. Dette viser at vann fra Kroktjernsbekken, med forholdsvis høyt innhold av organiske stoffer i form av humusstoffer, da dominerte i Lutvannsbekken. Resten av året lå TOC mellom 3.3 og 6.8 mg/l C.

Verdiene for næringssaltene fosfor og nitrogen var lave det meste av året og varierte da mellom 2 og 8 µg/l P. I forbindelse med gravearbeidene og trafikk med gravemaskinen langs bekken økte også innholdet av fosfor i bekkevannet. I denne perioden ble det registrert verdier for totalfosfor opp til 19 µg/l P. Også innholdet av fosfor, på samme måte som partikkelinnholdet, sank imidlertid til det normale utover høsten. Totalnitrogen viste noe jevnere verdier gjennom året men varierte mellom 255 og 420 µg/l N.

Innholdet av aluminium var omtrent som, eller noe høyere enn, for de andre stasjonene i undersøkelsen, Puttjernsbekken unntatt. Høyeste verdi for reaktivt aluminium var 134 µg/l Al. Innholdet av labilt aluminium lå fra 0 til 20 µg/l Al, m.a.o. under giftighetsgrensen for laksefisk.

Vannkvalitetsbedømmelse for Lutvannsbekken (st.L1):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt / mest forekommende vannkvalitetsklasse
pH		Klasse I
Alkalitet:	Klasse I-II	Klasse I
Turbiditet:	Klasse I-II (-IV-V)*	Klasse II
Farge:	Klasse II-IV	Klasse III
Totalfosfor:	Klasse I-II (-III)*	Klasse I
Totalnitrogen:	Klasse I-III	Klasse II
TOC:	Klasse II-IV	Klasse III
Samlet vurdering		Klasse II ("god" tilstand)

\* Unormal økning i perioden med transport langs og graving i bekken.

## Begroing

Begroingsprøver ble samlet inn fra denne stasjonen 14. august 1998. Analyseresultatene er gitt i tabell 56 i vedlegget.

Begroingssamfunnet i Lutvannsbekken var dominert av moser og trådformete grønnalger. Levermosen *Scapania undulata*, som er vanlig på rene, upåvirkete lokaliteter, var mest fremtredende mose, mens grønnalgen *Oedogonium sp.* utgjorde det meste av algebegroingen. Begroingen viste forøvrig et normalt utviklet samfunn preget av arter som er vanlig i rene, forholdsvis næringsfattige vassdrag.

## 5.2 Planteplankton og klorofyll

De analyserte prøvene for planteplankton og klorofyll er blandprøver fra epilimnion (lyslagene) i de undersøkte innsjøene. Dette vil si blandprøver fra 0-10 m dyp i Lutvann og Nøklevann, fra 0-8 m dyp i Krokstjern og Søndre Puttjern og fra 0-4 m dyp i Nordre Puttjern. At blandprøvene fra Nordre Puttjern ikke ble tatt dypere enn 0-4 m var for å unngå H<sub>2</sub>S-holdig vann, som i dette tjernet var fra ca. 4 m og dypere.

De kvantitative planteplanktonprøvene ble analysert etter den såkaldte "Sedimenteringsmetoden" utarbeidet av Utermöhl (1958), med etterfølgende volumberegninger beskrevet av Rott (1981). En samlet metodebeskrivelse er gitt av Brettum (1984) og Olrik og medarb. (1998). Metoden omfatter analyser ved hjelp av et omvendt mikroskop og gir det kvantitative innholdet av hver enkelt art eller takson planteplankton som volum eller biomasse, den prosentvise andel av hver algegruppe som f. eks. blågrønnalger, kiselalger, grønnalger osv. og det samlede planteplanktoninnhold. Figurene som viser variasjonene i planteplanktonvolum og -sammensetning i de undersøkte innsjøene er tegnet ut i samme målestokk for å gjøre det enklere å sammenligne innsjøene innbyrdes.

Analyse av klorofyllinnholdet i vannet er en enklere metode for å måle planteplanktonets samlede biomasse. Denne metoden gir ingen opplysninger om planteplanktonsamfunnets sammensetning av grupper og arter. Da klorofyllinnholdet i planteplanktonet varierer både med artsammensetningen, vekstfase og ytre forhold, gir det et relativt grovt mål på planteplanktonbiomassen til enhver tid. Med et sammensatt planteplanktonsamfunn vil imidlertid klorofyllmengden variere i store trekk på samme måte som totalvolum av planteplankton beregnet ut fra de kvantitative mikroskopanalysene. Analysemetodikken for klorofyllanalyser følger Norsk Standard (NS 4767). Klorofyllanalyser er tatt med da slike analyser finnes fra tidligere år for Lutvann og Nøklevann og det derfor er mulig å registrere en eventuell utvikling i disse innsjøene.

### Lutvann

Analyseresultatene for planteplanktonanalysene er gitt i figur 43 og i tabell 57 i vedlegget. I figur 43 er også vist variasjonene i klorofyll i 1998 og for en del tidligere år.

Som figuren viser var det svært lave verdier for totalvolum planteplankton gjennom hele vekstsesongen i Lutvann, med høyeste registrerte volum i juni på 285 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Forøvrig var det relativt jevne verdier gjennom hele sesongen med et gjennomsnitt på 217 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.

Figuren og tabellen viser videre at det var et variert planteplankton i Lutvann gjennom sesongen 1998 med 68 registrerte taksa (et takson kan være en art eller en samlegruppe som kan innholde flere arter). Ingen gruppe av planktonalger skilte seg spesielt ut, men gruppen Chrysophyceae (gullalger) var den mest fremtredende, sesongen sett under ett, både med hensyn til prosentvis andel av totalvolumet og også antall registrerte taksa. Viktige arter innen denne gruppen var *Chrysidiastrum catenatum*, *Dinobryon crenulatum*, *Ochromonas sp.* foruten ulike chrysomonader.

Også gruppen Dinophyceae (fureflagellater) utgjorde en vesentlig del av totalvolumet gjennom hele sesongen, men fordelt på adskillig færre taxa. Viktigste arter her var store former som *Ceratium hirundinella*, *Gymnodinium cf. uberrimum* og *Gymnodinium helveticum*.

Kiselalgene (Bacillariophyceae) var en viktig gruppe, særlig i planteplanktonet i sommersesongen. Av betydning i denne gruppen var ulike arter innen slekten *Cyclotella* som *Cyclotella cf. comensis*,

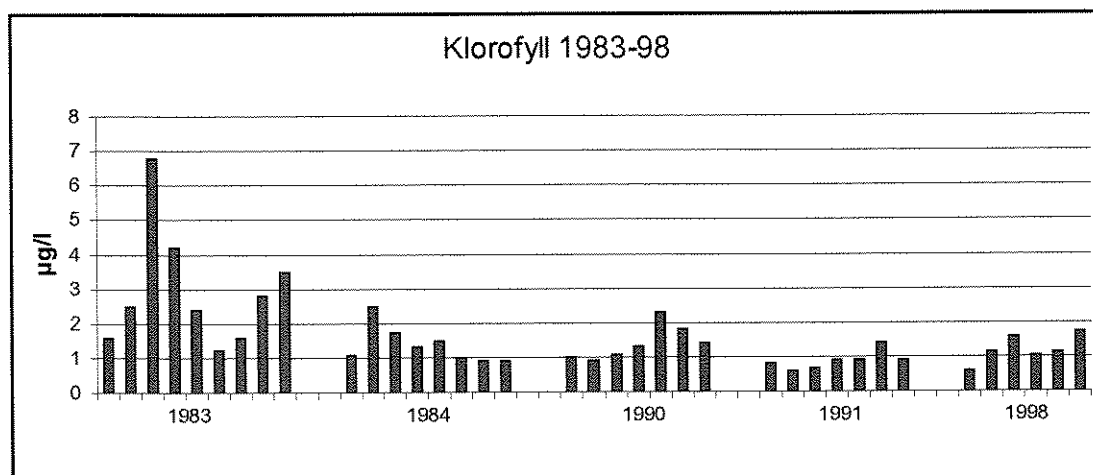
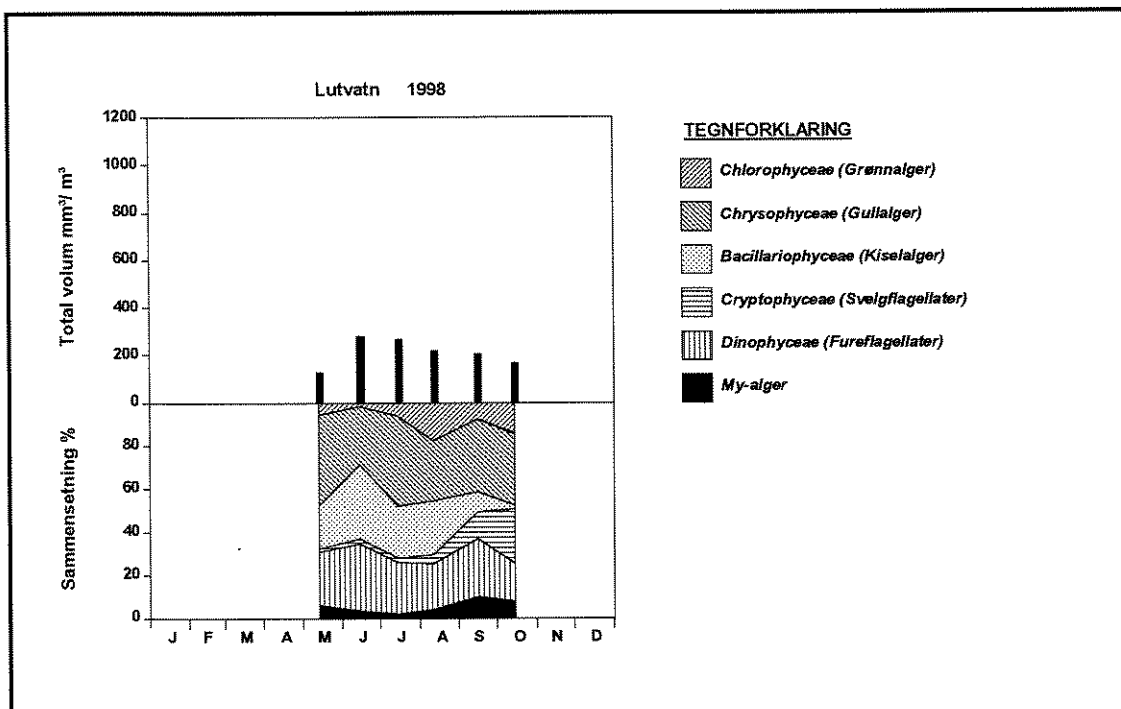


Fig. 43 Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Lutvann 1998 (øverst) og variasjon i klorofyll a i 1998 og tidligere år (nederst). (Verdiene for totalvolum gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg/m<sup>3</sup> våtvekt).

*C. comta v. oligactis*, *C. glomerata* og *C. radiosa*. Forholdsvis stort innslag av sentriske arter, særlig innen slekten *Cyclotella* er vanlig i relativt kalkrike klarvannssjøer.

Andre grupper var av mindre betydning i planteplanktonet, selv om både Chlorophyceae (grønnalger) spesielt med arten *Monoraphidium griffithii* og Cryptophyceae (svelgflagellater) med arter som *Rhodomonas lacustris*, *Katablepharis ovalis* og ulike arter innen slekten *Cryptomonas*, økte i relativ betydning utover høsten.

Det ble ikke registrert arter innen gruppen Cyanophyceae (blågrønnalger, cyanobakterier) i prøvene.

Nederst i figuren er variasjonene i klorofyll gjennom sesongen 1998 vist, sammen med relevante resultater fra tidligere år (Wold 1993 b). Som en ser av figuren var det svært små verdier for klorofyll gjennom sesongen 1998. De lå i hovedsak mellom 1 og 2  $\mu\text{g/l}$  Chl a. Variasjonene i verdiene for klorofyll er i god overenstemmelse med de beregnede verdiene for totalvolum av planteplankton.

Sammenligner en med tidligere år ser en at verdiene i 90-årene har ligget omtrent på dette nivået, men at det i tidligere år, særlig i 1983, ble registrert høyere klorofyllinnhold i vannmassene (maksimum nærmere 7  $\mu\text{g/l}$  Chl a). Dette viser at det på den tiden var et planteplankton-innhold i vannmassene flere ganger høyere enn dagens, og at det har skjedd en endring til et lavere trofinivå siden den gang.

Resultatene viser at mengden av planteplankton i Lutvann er svært liten, men at planteplankton-samfunnet er sammensatt og variert. Totalvolum og gruppesammensetning er det en forventer å finne i en svært klar og næringsfattig, oligotrof til ultraoligotrof, innsjø (Brettum 1989). Artsdiversiteten er imidlertid større enn en vanligvis finner i slike vannforekomster, noe som høyst sannsynlig skyldes at vannmassene er mer kalkrike enn slike innsjøer pleier å være.

## Nøklevann

Analyseresultatene for planteplanktonanalysene er gitt i figur 44 og i tabell 58 i vedlegget. I figur 44 er også vist variasjonene i klorofyll i 1998 og for en del tidligere år.

Av figuren ser en at det var betydelig høyere verdier for totalvolum planteplankton i Nøklevann enn i Lutvann, med høyeste registrerte volum i juni med 1145  $\text{mm}^3/\text{m}^3$ . Forøvrig var det relativt store forskjeller i Nøklevann med hensyn til algevolum under algemaksimum på forsommeren og tidlig sommer, og resten av vekstsesongen. Utenom maksimumssesongen om sommeren var verdiene omtrent som i Lutvann. Gjennomsnittsverdi for hele vekstsesongen var på 467  $\text{mm}^3/\text{m}^3$ , men som sagt med store forskjeller mellom maksimum og minimumsverdier.

Figuren og tabellen viser at det var et variert planteplankton i Nøklevann gjennom sesongen 1998 med hele 87 registrerte taksa (et takson kan være en art eller en samlegruppe som kan innholde flere arter). Gruppen Bacillariophyceae (kiselalger) skilte seg spesielt ut, ved at én sentrisk diatomé (kiselalge) dominerte fullstendig i planteplanktonet under maksimum i juni-juli. Arten var *Cyclotella kützingiana*, som utgjorde hele 92 % av det samlede planteplanktonvolum i juni og 75 % i juli.

Gruppen Chrysophyceae (gullalger) var en fremtredende del av det samlede planteplankton tidlig i vekstsesongen mens den var av mindre betydning resten av sesongen. Det ble imidlertid registrert flest arter eller taksa innen denne gruppen, men med få individer av hver art. Hele 38 av de registrerte taksa hørte til denne algegruppen. Spesielt viktige arter, relativt sett, var *Dinobryon crenulatum* og andre arter innen slekten *Dinobryon*, *Ochromonas sp.* foruten ulike chrysonader.

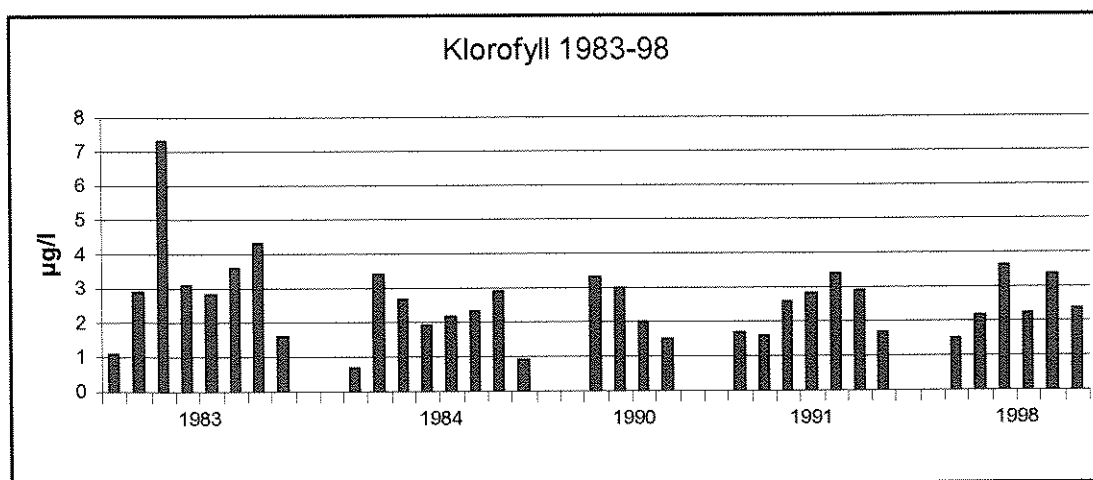
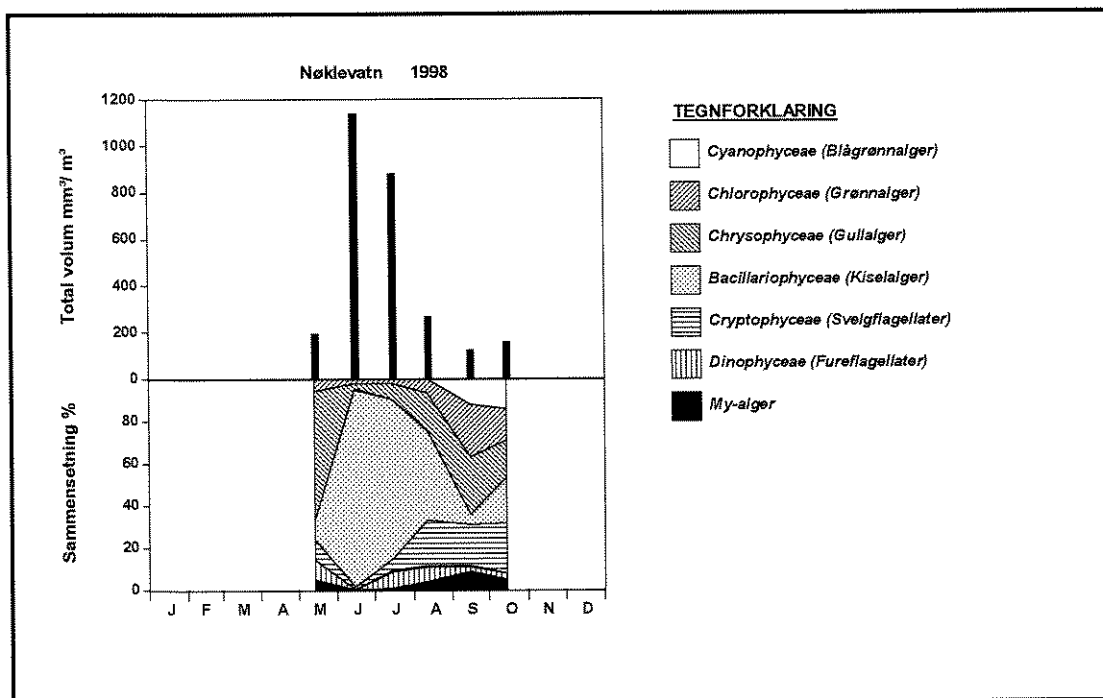


Fig. 44 Variasjon i totalvolum og sammensetning av plantep plankton i Nøklevann 1998 (øverst) og variasjon i klorofyll a i 1998 og tidligere år (nederst). (Verdiene for totalvolum gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg/m<sup>3</sup> våtvekt).

Cryptophyceae (svelgflagellater) var en viktig del av det samlede planteplankton utover høsten, i første rekke med arter som *Rhodomonas lacustris* og ulike arter innen slekten *Cryptomonas*.

Utover høsten ble det også registrert en større andel av gruppen Chlorophyceae (grønnalger) i prøvene, også her ved arten *Monoraphidium griffithii*, foruten *Monoraphidium dybowskii* og *Oocystis submarina v. variabilis*.

Gruppen Dinophyceae (fureflagellater) utgjorde en liten andel av totalvolumet. Viktigste arter her var store former som *Gymnodinium cf. uberrimum* og *Peridinium umbonatum (P. inconspicuum)*.

I Nøklevann ble det registrert et par arter av gruppen Cyanophyceae (blågrønnalger, cyanobakterier) i prøvene tatt om høsten. En del individer av arten *Merismopedia tenuissima*, som ellers er vanlig i noe surere og mer humøse vannforekomster, ble da registrert. Denne arten er en av de få planktoniske formene innen gruppen som en vanligvis finner i forholdsvis næringsfattige, oligo- til oligomesotrofe innsjøer.

I figuren er nederst tatt med variasjonene i klorofyll gjennom sesongen 1998 og, for sammenligningens skyld, det som var av relevante analyseresultater for klorofyll for Nøklevann fra tidligere år (Wold 1993 b).

Figuren viser at det var gjennomgående høyere verdier for klorofyll gjennom sesongen 1998 her enn i Lutvann med verdier som i hovedsak lå mellom 2 og 4 µg/l Chl a. Variasjonene i verdiene for klorofyll var i mindre god overenstemmelse med de beregnede verdiene for totalvolum av planteplankton i Nøklevann. Særlig var dette tilfelle med analyseverdiene for maksimum i juni og verdien for september. Den dårlige overenstemmelsen for juni kan henge sammen med at planteplanktonet da var dominert av kiselalger, som har et betydelig mindre klorofyllinnhold pr. volumenhet enn andre former, og at disse algene også var i en kraftig vekstfase. Dette gir vanligvis et lavere klorofyllinnhold pr. volumenhet alger enn under mindre intense vekstperioder. I september ble det registrert et relativt stort klorofyllinnhold mens planteplanktonet hadde et minimum i totalvolum. Dårligere lysforhold fører ofte til økt klorofyllinnhold pr. volumenhet alger, og kan være en årsak.

Sammenligner en med tidligere år ser en at verdiene i 90-årene har ligget omtrent på det samme nivået, men at det i tidligere år, særlig i 1983 ble registrert et klorofyllinnhold i vannmassene som til tider lå betydelig høyere med et registrert maksimum på over 7 µg/l Chl a tidlig i vekstsesongen. Dette viser at det i 1983 var et høyere planteplanktoninnhold i vannmassene enn dagens innhold, selv om klorofyllverdiene kan variere en del avhengig av hvilke planteplanktongruppe som dominerer til enhver tid, slik resultatene for 1998 viser. Resultatene for utviklingen basert på klorofyllverdiene tyder på at det har skjedd en bedring av vannkvaliteten til et lavere trofinitivå siden den gang.

Resultatene for analyse av planteplanktonvolum og -sammensetning sammen med klorofyll, viser at mengden av planteplankton i Nøklevanns vannmasser er betydelig høyere enn i Lutvann. Det ble registrert stor artsdiversitet, med dominans av kiselalger under algemaksimum. Dette sammen med det økte planteplanktonvolum viser noe næringsrikere vannmasser enn i Lutvann. Vannmassene i Nøklevann må betegnes som å være i overgangen mellom næringsfattig og middels næringsrike, eller oligomesotrofe (Brettum 1989). Den store artsdiversiteten støtter denne antagelsen.

## Kroktjern

Fra denne innsjøen ble det bare samlet inn og analysert kvantitativ planteplanktonprøve ved prøvetakingen i august. Analyseresultatet fra denne prøven er gitt i tabell 59 i vedlegget.

Analyseresultatet viser et totalvolum på  $315 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ . Den tilsvarende verdien for klorofyll var  $2.63 \mu\text{g/l Chl a}$ . Resultatene viser et noe mindre arts- eller taksarikt samfunn, dominert av gruppen Chrysophyceae (gullalger), i det minste i august. Antagelig har det vært større algevolum også i dette tjernet til andre tider av veksts sesongen.

I august utgjorde gullalgene omkring halvparten av det samlede planteplanktonvolum, og gruppen var dominert av *Mallomonas caudata* og ulike chrysonader, selv om antall taksa var klart størst innen denne gruppen.

Et noe større innhold av gruppen Dinophyceae (fureflagellater) ble også registrert, i første rekke ved arten *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*), som er en typisk art for humøse tjern og små innsjøer. Til vanlig er denne arten mest fremtredende i betydelig sure vannforekomster ( $\text{pH} < 5$ ), men kan også ha store individantall i mindre sure vannforekomster (Brettum 1989). Kroktjern er kalket, men var før kalkingen kraftig surt med  $\text{pH} < 5$ .

De andre planteplanktongruppene var av mindre betydning i Kroktjern, i det minste på prøvetakingstidspunktet i august.

Som nevnt er bedømmelsesgrunnlaget for vurdering av vannkvaliteten i dette tjernet begrenset, og det er meget sannsynlig at totalvolumet har vært større til andre tider av veksts sesongen 1998. Basert på de analyseresultatene en har viser planteplanktonmengde og -sammensetning at vannmassene i Kroktjern er næringsfattige, oligotrofe. Ingen arter som indikerer høyere trofinivå ble registrert i august.

## Søndre Puttjern

Analyseresultatene for planteplanktonanalysene er gitt i figur 45 og i tabell 60 i vedlegget. I figur 45 er også vist variasjonene i klorofyll i 1998.

Figuren viser at det var en del planteplankton i Søndre Puttjerns vannmasser, selv om verdiene ikke var spesielt høye. Den høyeste verdien for totalvolum ble registrert i juli med  $735 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ . Forøvrig var det en del variasjoner gjennom veksts sesongen med en gjennomsnittsverdi for analysetidspunktene på  $427 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ .

Av figuren og tabellen ser en at det var et forholdsvis variert planteplankton i Søndre Puttjern gjennom sesongen 1998 med 63 registrerte arter eller taksa. Flest arter ble registrert innen gruppen Chrysophyceae (gullalger).

Gruppen Dinophyceae (fureflagellater) var den mest fremtredende gruppen, sesongen sett under ett med hensyn til prosentvis andel av det samlede planteplanktonvolum. Særlig i august var gruppen dominerende i planktonet med hele 56 % av det samlede volum. Det var i første rekke en stor form, *Peridinium raciborskii* (*P. palustre*), som dominerte innen gruppen store deler av veksts sesongen, en art som ikke er uvanlig i små, relativt humøse, myrpåvirkete tjern. *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*) ble registrert, men i mindre mengder, fordi vannmassene er mindre sure etter kalking. Arten har vanligvis største forekomster i sure vannlokaliteter.



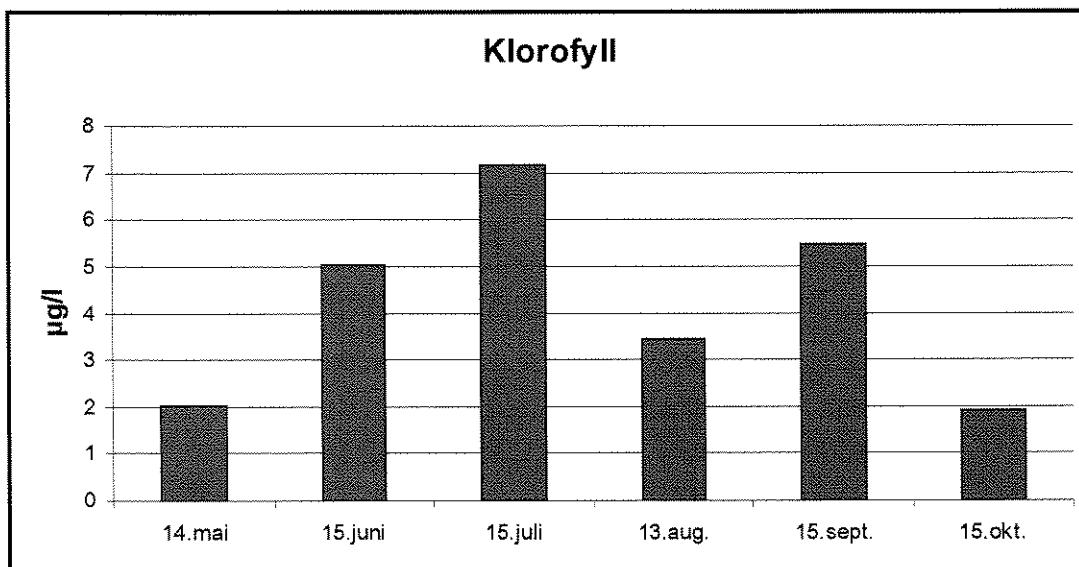
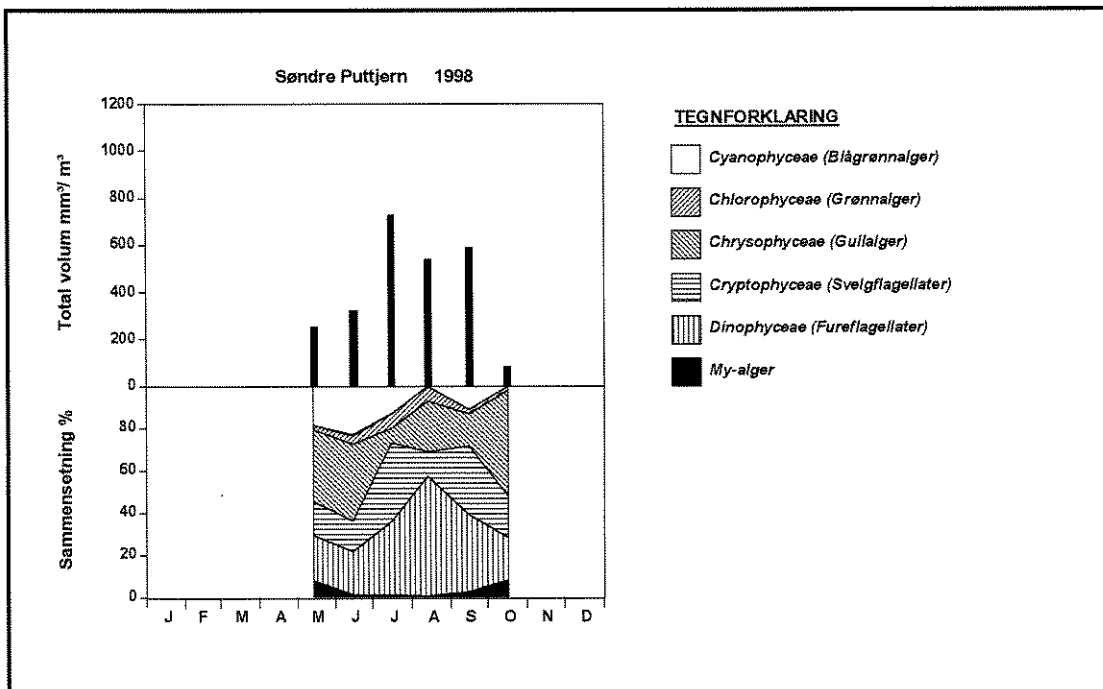


Fig. 45 Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton (øverst) og klorofyll a (nederst) i Søndre Puttjern 1998.  
(Verdiene for totalvolum gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg/m<sup>3</sup> våtvekt).

Gruppen Chrysophyceae (gullalger) hadde det største arts-/taksa-antallet, men den prosentvise andel av det samlede planteplanktonvolum var mindre for gruppen enn hva som er vanlig i små, humøse tjern. Gruppen var mest fremtredende i planktonet tidlig og sent i vekstsesongen. Som for de andre undersøkte vannforekomstene var det ulike chrysonader som utgjorde det meste av volumet innen denne gruppen, men også arter innen slekten *Dinobryon*. *D. bavaricum*, *D. crenulatum*, *D. divergens* og *D. sociale v. americanum* ble fra tid til annen registrert med større individantall. Det samme var tilfelle med *Chrysolykos skujai*, en vanlig art i slike vannforekomster, men mest i surere vann (Brettum 1989).

Gruppen Cryptophyceae (svelfflagellater) utgjorde en jevn andel av det samlede planteplanktonvolum i Søndre Puttjern gjennom hele vekstsesongen. Det var i første rekke ulike arter innen slekten *Cryptomonas* som var vanlig forekommende. *Rhodomonas lacustris* og *Katablepharis ovalis* som er vanlig i de fleste norske vannforekomster, men som forsvinner i de sure vannforekomstene med pH < 5, ble registrert her i mindre mengder.

Chlorophyceae (grønnalger) var av helt underordnet betydning i planteplanktonet i Søndre Puttjern. Derimot var det, særlig på forsommeren, et visst innslag av *Pseudanabaena constricta* en art innen Cyanophyceae (blågrønnalger, cyanobakterier). Dette er en art som ikke er uvanlig i små myrpåvirkete vannforekomster.

I figur 45 er nederst tatt med variasjonene i klorofyll gjennom sesongen 1998. Fra denne lokaliteten foreligger ingen analyseresultater fra tidligere år så man har ikke noe sammenligningsgrunnlag for planteplanktoninnholdet.

Som figuren viser ble det registrert forholdsvis høye verdier for klorofyll gjennom sesongen 1998, med maksimum i august på mer enn 7 µg/l Chl a. Det var god overenstemmelse mellom variasjonene i verdiene for klorofyll og beregnet planteplanktonvolum i Søndre Puttjern.

Resultatene for analyse av planteplanktonvolum og -sammensetning sammen med klorofyll, viser at det er en del planteplankton i Søndre Puttjerns vannmasser, og at planteplanktonsamfunnet er sammensatt og variert. Totalvolum og gruppesammensetning er i store trekk det en forventer å finne i skogstjern av denne typen, selv om kalkingen er den sannsynlige årsaken til et økt artsinventar sammenlignet med tilsvarende ukalkete og sure lokaliteter. Vannmassene i Søndre Puttjern må, ut fra planteplankton- og klorofyllanalysene, betegnes som å være i overgangen mellom næringsfattig og middels næringsrike, eller oligomesotrofe (Brettum 1989). Den forholdsvis store artsdiversiteten støtter denne antagelsen.

## Nordre Puttjern

Analyseresultatene for planteplanktonanalysene er gitt i figur 46 og i tabell 61 i vedlegget. I figur 46 er også vist variasjonene i klorofyll i 1998.

Figuren viser forholdsvis høye verdier for totalvolum planteplankton i Nordre Puttjern. Den høyeste verdien ble her registrert i september med 990 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Forøvrig var det ganske store variasjoner gjennom vekstsesongen med en gjennomsnittsverdi på 490 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.

Planteplanktonet i Nordre Puttjern var likevel betydelig mindre variert gjennom sesongen 1998 enn i Søndre Puttjern, som det er naturlig å sammenligne med, da disse to tjernene i utgangspunktet har vært svært like, også med hensyn til kalkingshistorie. Bare 36 arter eller taksa

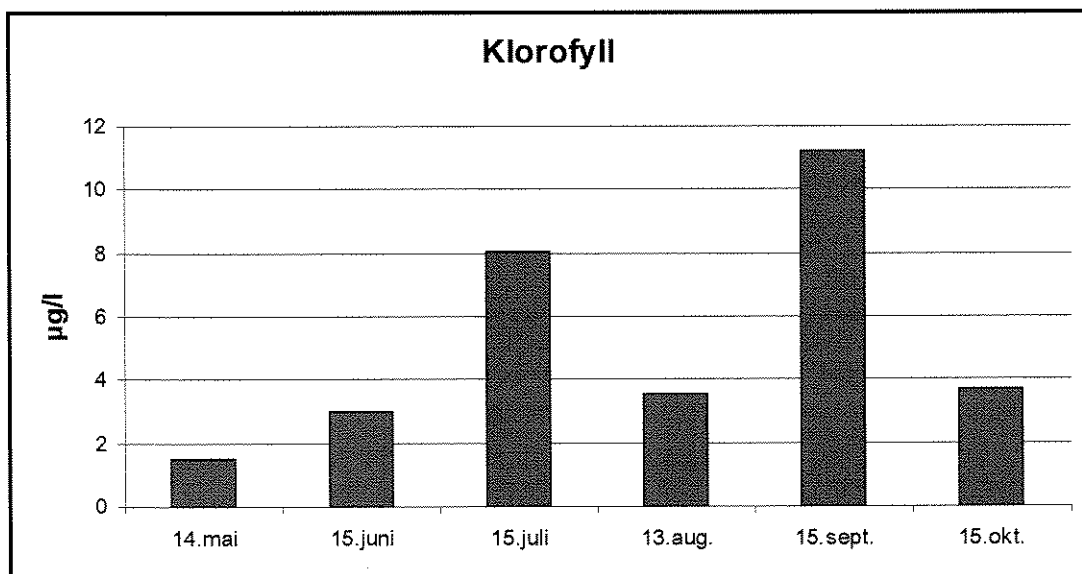
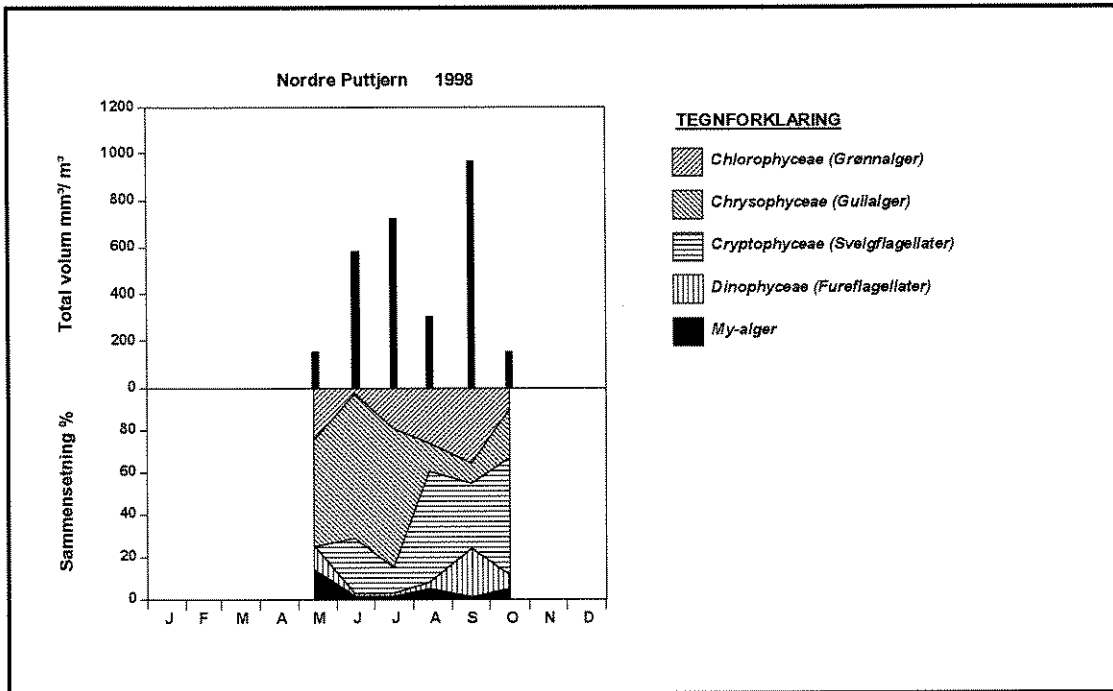


Fig. 46 Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton (øverst) og klorofyll a (nederst) i Nordre Puttjern 1998. (Verdiene for totalvolum gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg/m<sup>3</sup> våtvekt).

ble registrert her. Det er noe over halvparten av antall taksa i Søndre Puttjern. Flest arter fant en også her innen gruppen Chrysophyceae (gullalger), som var den helt dominerende gruppen tidlig i vekstsesongen. I juni og juli utgjorde gruppen ca. 65-67 % av det samlede planteplanktonvolum. Som i de andre undersøkte innsjøene var det ulike chrysonader som var mest fremtredende, men i Nordre Puttjern var det mye av *Chrysidiastrum catentatum* og *Dinobryon sociale v. americanum* i juni og stor forekomst av *Uroglena americana* i juli.

I motsetning til Chrysophyceae økte andelen av gruppen Cryptophyceae (svelgflagellater) utover siste halvdel av vekstsesongen. Det var ulike arter av slekten *Cryptomonas* og en ubestemt cryptomonade. I Nordre Puttjern ble ikke de to artene *Rhodomonas lacustris* og *Katablepharis ovalis* registrert slik som i Søndre Puttjern. Som nevnt tidligere forsvinner disse artene når  $\text{pH} < 5$ .

Gruppen Chlorophyceae (grønnalger) utgjorde en større andel av det samlede planteplankton i Nordre Puttjern enn i de andre innsjøene, særlig sent i vekstsesongen. Dette skyldtes arter innen slekten *Chlamydomonas* og en liten flagellat, *Scourfieldia complanata*. I sure vannforekomster kan ofte grønnalgene dominere (Brettum 1996). *Scourfieldia complanata* var særlig dominerende i september da den utgjorde omkring en tredjedel av det samlede planteplanktonvolum. Økende andel av grønnalger i planktonsamfunnet blir ofte registrert i planktonsamfunn som er ute av likevekt pga. kraftige endringer i miljøet som en følge av f.eks. eutrofiering, forsurening og/eller kraftig økt tungmetallpåvirkning.

Gruppen Dinophyceae (fureflagellater) var av underordnet betydning, vekstsesongen sett under ett, men i planktonprøven fra september var det et stort individantall av arten *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*) som er en vanlig form i sure vannforekomster, selv om den foretrekker vannforekomster der nitrat er den dominerende nitrogenkilden og ikke ammonium som tilfellet var i Nordre Puttjern (Blomqvist og medarb. 1993). Innholdet av nitrat avtok da også utover sommeren mens innholdet av ammonium holdt seg høy.

Ingen arter innen gruppen Cyanophyceae (blågrønnalger, cyanobakterier) ble registrert i planteplanktonet i Nordre Puttjern.

Variasjonene i klorofyll gjennom sesongen 1998 er vist nederst i figur 46. For denne lokaliteten foreligger ingen analyseresultater fra tidligere år så man har ikke noe sammenligningsgrunnlag for planteplanktoninnholdet. Som figuren viser ble det registrert forholdsvis høye verdier for klorofyll gjennom sesongen 1998, med maksimum i august på mer enn  $11 \mu\text{g/l}$  Chl a i september. Det var forholdsvis god overenstemmelse mellom variasjonene i verdiene for klorofyll og beregnet planteplanktonvolum i Nordre Puttjern.

Resultatene viser at det er en del planteplankton i Nordre Puttjern, men at planteplanktonsamfunnet har lavere diversitet enn hva tilfellet var i Søndre Puttjern pga. de kraftige endringene som har skjedd med vannmassene i Nordre Puttjern. Totalvolum er derimot ikke svært forskjellig fra det som ble registrert i Søndre Puttjern, da det i første rekke er konsentrasjonen av fosfor som bestemmer den mengde planteplankton totalt som kan produseres i vannmassene. Vannmassene i Nordre Puttjern må, ut fra planteplankton- og klorofyllanalysene, betegnes som å være i overgangen mellom næringsfattig og middels næringsrike, eller oligomesotrofe (Brettum 1989). Det kraftig reduserte artsantallet viser at endringene i miljøet har ført til et utarmet planteplanktonsamfunn.

### 5.3 Dyreplankton

Prøver av dyreplankton ble samlet inn månedlig i perioden mai-oktober bortsett fra i Kroktjern hvor det ble samlet inn prøver bare i august. 5 enkeltprøver ble samlet inn hver gang ved hjelp en 3 liters Limnos-henter fra følgende sjikt: Lutvann 0-20 m, Nøkle vann 0-10 m, Kroktjern 0-8 m, Søndre Puttjern 0-8 m og Nordre Puttjern 0-4 m. Enkeltprøvene ble i felt slått sammen til en blandprøve som ble filtrert gjennom duk med maskevidde 45 µm. Krepssdyr ble stort sett bestemt til art og talt opp i hele prøven. Hjuldyr ble i hovedsak bestemt til slekt, og 1/10 eller 1/5 av prøven ble bearbeidet. For krepssdyrene ble lengden av inntil 20 individer av hver art målt hvis mulig og spesifikke tørrvekter beregnet ut fra standard lengde-vekt regresjoner (Botrell og medarb. 1976, Dumont og medarb. 1975). For hjuldyr og nauplier av hoppekreps ble det brukt faste spesifikke vekter. Resultatene er gitt i tabellene 62-66 i vedlegget og vist i figur 47 og 48.

#### Lutvann (tabell 62 i vedlegg)

Dyreplanktonet var sammensatt av arter som er vanlige over et vidt spekter av innsjøtyper (generalister), og ingen typiske indikatorarter med hensyn til trofostand ble funnet (Hessen og medarb. 1995a). Samfunnet var dominert av småvokste former som ulike hjuldyr-arter, den calanoide hoppekrepsen *Eudiaptomus gracilis*, den cyclopoide hoppekrepsen *Cyclops scutifer* og vannlopper som *Daphnia longiremis* og *Bosmina longispina*. Dette kan tyde på et markert predasjonspress (beitepress) fra planktonspisende fisk (Zaret 1980). Abbor, røye og stingsild er de mest aktuelle dyreplanktonspisende fiskeartene i Lutvann. Totalbiomassen av dyreplankton (gjennomsnitt for sesongen) var middels høy (Hessen og medarb. 1995a), men biomassen av cyclopoide hoppekreps og vannlopper var svært lav fra juli og ut sesongen.

#### Nøkle vann (tabell 63 i vedlegg)

Innsjøen hadde et relativt artsrikt dyreplankton med dominans av generalister mht. trofograd. Et betydelig innslag av gelekrepsen *Holopedium gibberum* er imidlertid karakteristisk for næringsfattige innsjøer med forholdsvis lavt kalsiuminnhold (Hessen og medarb. 1995a og b). Samfunnet var dominert av småvokste arter og individer (f. eks. vannloppen *Daphnia cristata*) som indikerte et betydelig predasjonspress fra planktonspisende fisk. Predasjonspresset fra fisk var muligens sterkere i Nøkle vann enn i Lutvann da Nøkle vann også har en bestand av mort. Den relativt høye middelbiomassen av dyreplankton og en betydelig andel vannlopper i sommermånedene tyder på at næringstilgangen for dyreplankton var god.

#### Kroktjern (tabell 64 i vedlegg)

Dyreplanktonet i Kroktjern hadde en "normal" artssammensetning med alle vanlige hovedgrupper representert. Samfunnet bestod vesentlig av generalister, og ingen indikatorarter for næringsfattige eller næringsrike vannmasser ble observert. Dominans av småvokste arter som *Ceriodaphnia quadrangula* og *Bosmina longispina* kan tyde på et ikke ubetydelig predasjonspress fra planktonspisende fisk. Totalbiomassen kan betegnes som middels høy.

#### Søndre Puttjern (tabell 65 i vedlegg)

Dyreplanktonet i Søndre Puttjern var dominert av generalister, men et betydelig innslag av *Holopedium gibberum* er karakteristisk for næringsfattige innsjøer. Innen krepssdyrplanktonet var det overvekt av småvokste arter som vannloppene *Ceriodaphnia quadrangula*, *Bosmina longispina* og

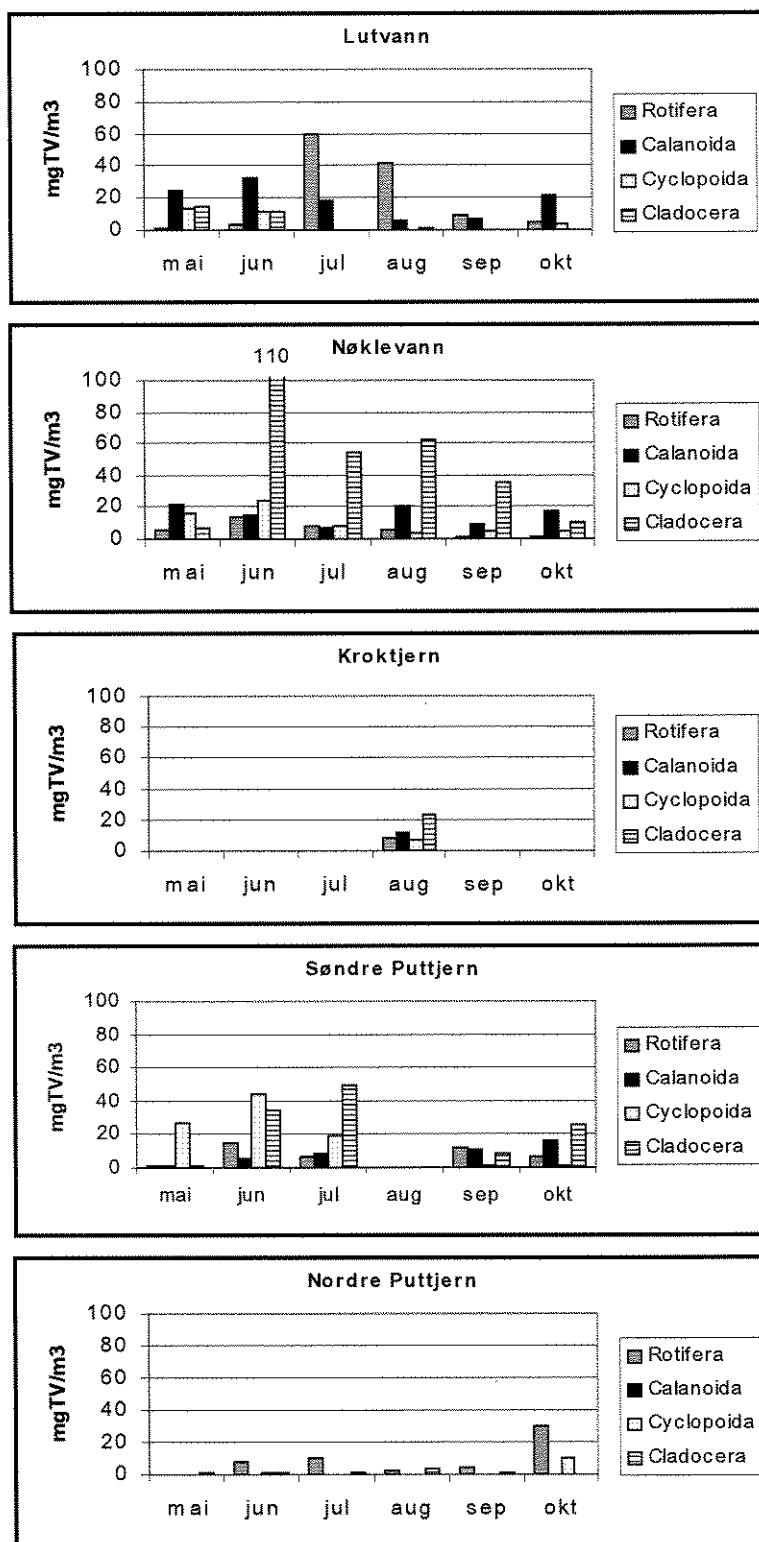


Fig. 47 Mengde av dyreplankton i de undersøkte innsjøene i 1998, fordelt på hovedgruppene hjuldyr (Rotifera), calanoide hoppekreps, cyclopoide hoppekreps og vannlopper (Cladocera). Mengden er beregnet som tørrvekt. I Krokktjern ble prøver innsamlet bare i august, og prøve mangler fra Søndre Puttjern i august.

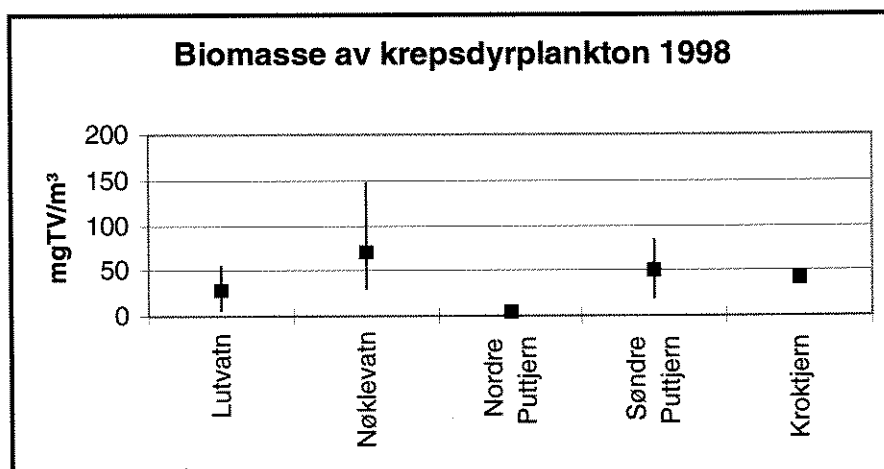
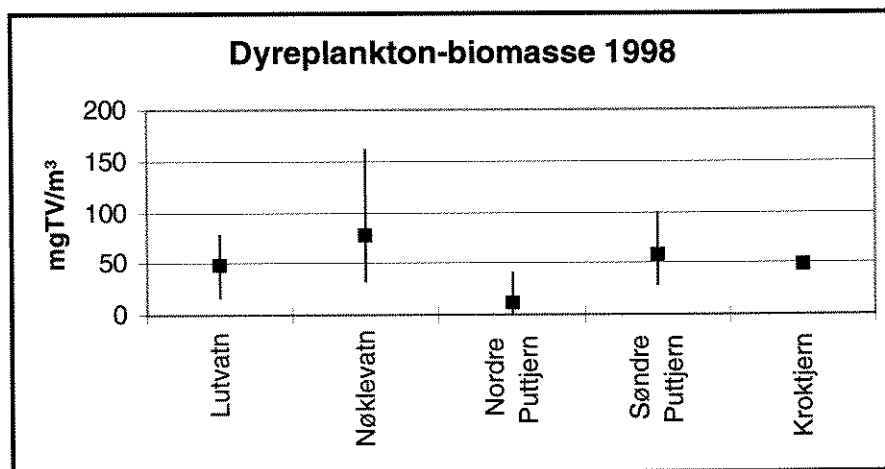


Fig. 48 Sesongmiddelværdier og variasjonsbredder av total dyreplanktonbiomasse (øverste figur) og biomassen av krepssdyrplankton.

*Bosmina longirostris*. Dette kan tyde på at det finnes fisk i tjernet som utøver et betydelig predasjonstrykk på dyreplanktonet. Middelbiomassen for sesongen kan betegnes som middels høy.

**Nordre Puttjern** (tabell 66 i vedlegg)

Dyreplanktonet i Nordre Puttjern var artsfattig, og biomassen var svært lav hele sesongen. Gruppene *Daphnia* spp. og calanoide hoppekreps var praktisk talt fraværende. Til sammen tyder dette på at flere vanlige arter hadde problemer med å overleve og/eller reprodusere i denne vannkvaliteten, dvs. at vannet virket toksisk på dyreplanktonet (se f.eks. Schartau og medarb. 1997). Det er kjent fra litteraturen at dyreplanktonet kan gjennomgå store strukturelle endringer ved forsuring med bl.a. reduksjon i totalt artsantall og endringer i dominans-forholdet mellom artene (Hobæk og Raddum 1980). Flere arter innen gruppen *Daphnia* synes å være blant de mest forsuringfølsomme. Humus ser ut til å ha en positiv effekt på artsantallet i sure innsjøer. Det ble observert svært lave pH-verdier i Nordre Puttjern i 1998. Den lave pH var en følge av at sulfider i det oksygenfrie myrvannet rundt tjernet kom i kontakt med luft når grunnvannstanden ble senket og dermed ble oksydert til sulfater. Forsuringen førte også til høye konsentrasjoner av toksiske metaller (bl. annet labilt aluminium). Denne vannkvaliteten i kombinasjon med lite humus var sannsynligvis de viktigste årsakene til det lave artsantallet og den lave biomassen av dyreplankton i Nordre Puttjern.



## 5.4 Vannvegetasjon

Undersøkelsene omfatter vannvegetasjonen i Lutvann og Nøklevann. Registreringer av strandvegetasjonen er omtalt av Eilertsen og medarb. (1998), mens vannvegetasjonen i Nordre og Søndre Puttjern er beskrevet av Brabrand og medarb. (1998).

### 5.4.1 Materiale og metoder

#### Lysforhold

Lysklimaet i vannet er en viktig parameter for vekst hos autotrofe organismer. Plantenes klorofyll utnytter helst lysenergi ved 400-700 nm, det såkalte fotosyntetisk aktive bølgeområdet (PAR), som omfatter blått-rødt spekter. Kvantitet og kvalitet av lys er avhengig av bl.a. partikler i vannet, oppløste stoffer og vannbevegelser. Mot dypet skjer det en hurtig svekkelse av lyset og en endring av den innfallende strålingen. I næringsfattige innsjøer, med lite partikkelinnhold, trenger lyset langt ned og det blå lyset dominerer. I innsjøer med høyt innhold av humuspartikler eller leirpartikler absorberes og spres lyset raskt, lys i den blå delen av spekteret spres raskest.

Hvilket lysnivå som er tilstrekkelig for vekst, vil variere fra art til art. Plantenes livslengde og veksthastighet spiller også inn (Rørslett og medarb. 1994).

Den 11. november 1997 ble det foretatt lysmålinger i Lutvann. I en vertikal dybdegradient fra 0.1 til 10 m ble det målt total PAR (400-700 nm). Undervannslyset ble målt ved hjelp av standard utstyr (Licor Li-192SB kvantesensor og Li-1000 datalogger). For hvert nivå ble det gjort mellom 19 og 44 registreringer.

I samme dybdeområde ble det målt spektralfordeling i bølgeområdet 300-850 nm. Disse dataene er lagret for videre bearbeiding dersom dette blir nødvendig.

## Vannvegetasjon

### Definisjon

Vannplantene kan deles inn i grupper etter livsform; helofytter / sumpvegetasjon (semi-akvatiske arter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflaten det meste av tiden og et velutviklet rotsystem), isoëtider (kortsukksplanter, inkl. "pusleplanteelementet"), elodeider (langsukksplanter), nymphaeider (flytebladsplanter) og lemnider (flytere). De siste fire gruppene, samt kransalgene, blir i denne rapporten omtalt som vannvegetasjon.

Isoëtidene er det mest karakteristiske vegetasjonselementet i norske næringsfattige innsjøer. Rotbiomassen er relativt stor og artene tar opp CO<sub>2</sub> og næringsalter fra sedimentet. Flere av de små, ettårige isoëtidene (pusleplantene) er delvis amfibiske arter. Elodeidene har liten rotbiomasse og som karbonkilde benytter de HCO<sub>3</sub> (evnt. CO<sub>2</sub>) fra vannet mens næringsalterne tas dels fra vann og dels fra sediment. Elodeidene dominerer ofte i mer næringsrike lokaliteter. Nymphaeidene har en stor rotbiomasse og tar CO<sub>2</sub> fra luft og næringsstoffer fra sedimentet. Lemnidene flyter fritt i vannet, og har liten rotbiomasse. Plantene henter CO<sub>2</sub> fra lufta og næringsalter fra vannet (Rørslett 1985).

Kransalgene er en relativt homogen gruppe alger som finnes i ferskvann og brakkvann. Plantene er festet til sedimentet med lange trådformete utvekster (Langangen 1992).



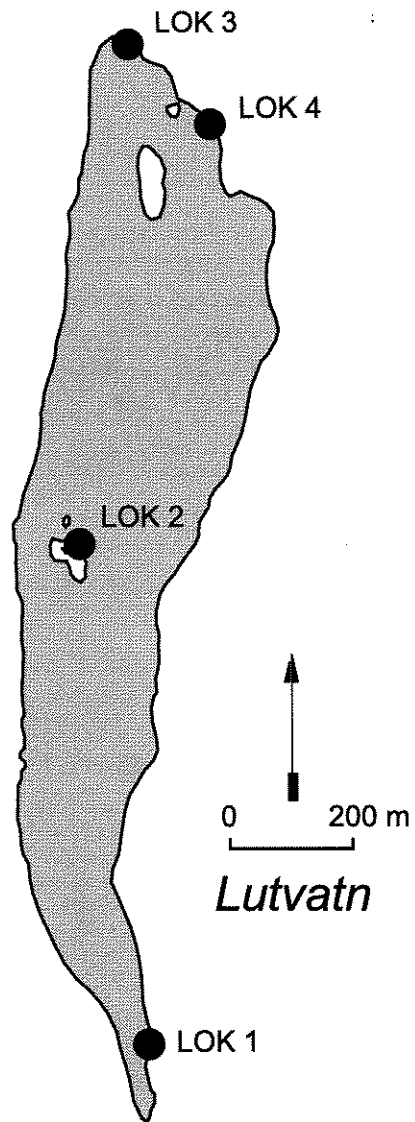


Fig. 49 Lutvatn. Lokaliteter for undersøkelse av vannvegetasjonen 1997-98.

## 5.4.2 Resultater og diskusjon

### Lysforhold

Ifølge litteraturen (bl.a. Hutchinson 1975) kan autotrofe organismer vokse ved relativ lysintensitet på 2 %, men de fleste plantene har større krav til lys. Blant annet ser det ut til at nedre dybdegrensene for den saktevoksende, flerårige arten stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) samsvarer med et gjennomsnittlig relativt lysnivå på 6-10 % av innkommende lys (PAR) (Rørslett og medarb. 1994). Siktedypsmålinger er mye brukt ved vannkvalitetsvurderinger, men det er ikke noen veldefinert sammenheng mellom siktedyp og lysintensiteten på dyp tilsvarende siktedypet. I litteraturen oppgis det at 1-15 % av overflatelyset er igjen ved siktedypet. Så store variasjoner gjør bruk av siktedyp lite relevant ved vurdering av eventuelle lysbegrensninger ved plantenes nedre dybdegrens. Siktedypet gir imidlertid et mål på om det generelle lysklimaet i vannet er godt eller dårlig.

Lysforholdene i Lutvann var svært gode, med en relativ lysintensitet på 11.8% ved 10 m dyp (figur 50), og det ser ut til at lyset ikke vil være begrensende for vannvegetasjonen grunnere enn 10-12 m dyp.

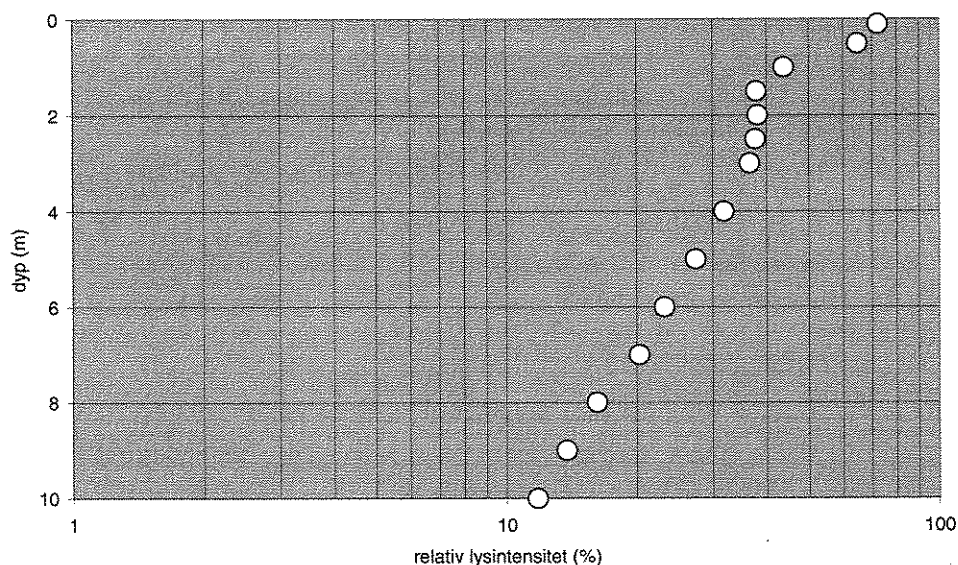


Fig. 50 Relativ lysintensitet i Lutvann 11. november 1997

### Vannvegetasjon

#### Artssammensetning

#### Nøklevann

Vannvegetasjonen i Nøklevann var forholdsvis artsrik, totalt 18 arter ble registrert (se tabell 2 nedenfor). Krypsiv (*Juncus supinus*) dominerte på grunt vann mens stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) dannet enger fra ca. 1-1.5 m dyp og utover. Tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) dannet bestander like utenfor krypsiv på 1-1.5 m dyp. Vasspest (*Elodea canadensis*), som ble registrert i Nøklevann første gang i 1929 (Mjelde 1997), fantes fortsatt i 1997. Plantene forekom bare spredt i innsjøen, men hadde friske skudd på ca. 1 m dyp. Hjertetjønna (*Potamogeton perfoliatus*) fantes på ca. 2 m dyp,

spredt rundt hele innsjøen, mens småvokst småtjønna (Potamogeton berchtoldii) vokste spredt på grunnere vann.

Flytebladsvegetasjonen var artsrik, men hadde forholdsvis liten utbredelse. Vanlig tjønna (Potamogeton natans) og hvit nøkkerose (Nymphaea alba coll.) ble bare registrert helt i sørøst mens gul nøkkerose (Nuphar lutea) fantes i mindre bestander i flere deler av innsjøen.

Nøklevann er en oligotrof innsjø med generelt gode lysforhold, men er noe påvirket av tilførsler av humusrikt vann fra de store myrområdene i nedbørfeltet. Vannvegetasjonen gjenspeiler nøytrale-svakt sure vannmasser, med store forekomster av bl.a. krypsiv og blærerot. Strandsonen ser ut til å være preget av berg og løst organisk substrat. Dette preger gruntvannsvegetasjonen, som ikke inneholder botngrass eller tjønna, men derimot arter som er vanlig på løst substrat, f.eks. krypsiv, samt langskudds- og flytebladsplanter. Store forekomster av stivt brasmegrass på grunt vann antyder oligotrofe forhold og fastere substrat.

Tabell 2 Vannvegetasjonen i Lutvann og Nøklevann registrert 10. oktober 1997. Mengdeangivelse: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerer lokaliteten.

Arter	Lutvann	Nøklevann
<b>ISOETIDER (kortskuddsplanter)</b>		
<i>Isoetes echinospora</i> - mjukt brasmegrass		2
<i>Isoetes lacustris</i> - stivt brasmegrass	4	5
<i>Juncus supinus</i> - krypsiv	1	5
<i>Littorella uniflora</i> - tjønna	3	
<i>Lobelia dortmanna</i> - botngrass	5	
<i>Ranunculus reptans</i> - evjesoleie	2	2
<i>Subularia aquatica</i> - sylblad		2
<b>ELODEIDER (langskuddsplanter)</b>		
<i>Elodea canadensis</i> - vasspest	3-4	2
<i>Hippuris vulgaris</i> - hesterumpe		2
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> - tusenblad	5	5
<i>Potamogeton alpinus</i> - rusttjønna	2	
<i>Potamogeton berchtoldii</i> - småtjønna	3	2
<i>Potamogeton berchtoldii</i> subsp. <i>lacustris</i>	3	
<i>Potamogeton perfoliatus</i> - hjertetjønna		2-3
<i>Utricularia minor</i> - småblærerot	2	
<i>Utricularia ochroleuca/intermedia</i>		3
<i>Utricularia</i> cf. <i>vulgaris</i> - storblærerot		1-2
<b>NYMPHAEIDER (flytebladsplanter)</b>		
<i>Nuphar lutea</i> - gul nøkkerose	2	3
<i>Nymphaea alba</i> coll. - hvit nøkkerose		1-2
<i>Persicaria amphibia</i> - vasslirekne		3
<i>Potamogeton natans</i> - vanlig tjønna		2
<i>Sparganium angustifolium</i> - flotgrass		2
<i>Sparganium emersum</i> - stautpiggknopp		1-2
<b>KRANSALGER</b>		
<i>Chara globularis</i>	4	
Totalt antall arter	12	18

## Lutvann

Det er registrert 12 vannplanter i Lutvann (tabell 2). Artsantall og -sammensetning gjenspeiler de næringsfattige, men noe kalkrike vannmassene. Kortsquddplantene botngras (*Lobelia dortmanna*) og stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) dominerte sammen med tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*). Botngras var vanligst på grunt vann (høsten 1997 delvis tørrlagt), mens brasmegras og tusenblad stod dypere. Kransalgen *Chara globularis*, som danner forholdsvis store bestander på 2-3 m dyp i nordøstre del av innsjøen, forekommer stort sett bare i innsjøer med kalsiuminnhold > 5 mg Ca/l (Mjelde, upubl.)

Vasspest (*Elodea canadensis*) ble første gang registrert i Lutvann i 1929 (Mjelde 1997), og har aldri vært noen problempilante i innsjøen, sannsynligvis på grunn av innsjøens morfometri og næringsfattige status. Den foretrekker mer næringsrike innsjøer og i enkelte slike lokaliteter kan den ha svært kraftig vekst og skape problemer for flere brukerinteresser (Brandrud og Mjelde 1999).

Småtjønnaks (*Potamogeton berchtoldii*) ble registrert på grunt vann i nord. De største forekomstene fantes imidlertid på løs mudderbunn på dypere vann. Dypvannsplantene hadde brede, klargrønne blad, og passer godt til Pearsalls beskrivelse av dypvannsformen *Potamogeton berchtoldii* subsp. *lacustris* i engelske innsjøer (Pearsall ref. i Hutchinson 1975). Hovedformen av *Potamogeton berchtoldii*, har (Hutchinson 1975) smalere og lengre blad når den forekommer på dypt vann. *Potamogeton berchtoldii* subsp. *lacustris* omtales som mindre kalkkrevende enn hovedformen.

På det fotografiske billedmaterialet fantes alle 12 artene, hvorav halvparten ble registrert med en frekvens på > 10% (figur 51). Tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) og botngras (*Lobelia dortmanna*) var de klart vanligste artene i innsjøen, med registrerte forekomster på over 40%.

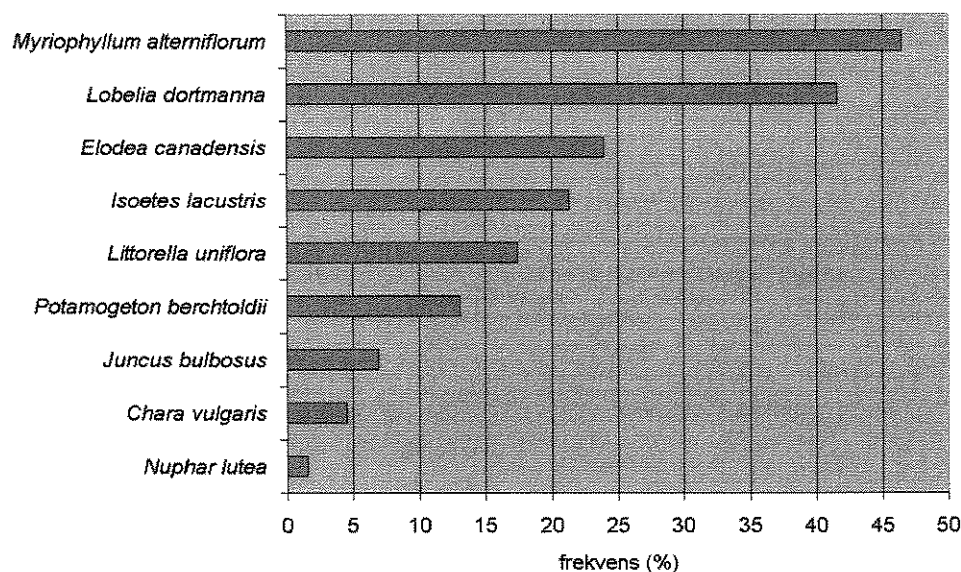


Fig. 51 Frekvensfordeling av artene i Lutvann 1997 (basert på 536 fotoruter). Arter med forekomst i mindre enn 5 ruter er ikke tatt med.

## Artenes fordeling langs dybdegradienten i Lutvann

Den ulike vegetasjonssammensetningen på lokalitetene gjenspeiler i første rekke substratforholdene. Lokalitetene LOK 2 og 4, samt gruntområdene av LOK 3, hadde fast bunn, dominert av grus og finsand, som begünstiger kortskuddsvegetasjon. Substratet ved LOK 1 og LOK 3 var dominert av løs mudderbunn, hvor langskuddsvegetasjonen hadde sin største forekomst

Vannvegetasjonen på grunt vann var dominert av botngras (*Lobelia dortmanna*) og tjønngras (*Littorella uniflora*) fra ca. 0.5 m og ned til ca. 3.5 m dyp. Særlig ved LOK 2 og 4 dannet disse artene sammenhengende matter; botngras med de største bestandene i dybdeområdet ca. 1.5-2.5 m dyp (se figur 52). Før lekkasjene og tetting av dammen var øvre grense for botngras etablert på 0.6-0.7 m dyp (i forhold til årlig medianvannstand), slik at de øvre 40-50 cm i vertikalprofilen var tørrlagt da vannstanden var på det laveste i november 1997. Undervannsfotograferingen i 1998 ble bare foretatt på dypere vann enn 1.1 m (i forhold til medianvannstand). Imidlertid viste feltregistreringer at øvre grense for spredte og tettere bestander lå på hhv. 1.1-1.2 og 1.3 m (i forhold til medianvannstand) for både LOK 2 og 4. De delene av bestandene som ble tørrlagt ble altså ikke gjenfunnet i august 1998 (jfr. figur 52). Disse ble utsatt for innfrysning og isskuring i løpet av vinteren. Botngras-plantene spres imidlertid lett ved frø og dersom vannstandsforholdene normaliserer seg forventer vi at de forholdsvis raskt vil kunne etablere seg på tilsvarende dyp som tidligere (i forhold til medianvannstand). Tjønngras, som også spres med utløpere, kan tenkes å ha en konkurransefordel i den første tiden.

Stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*), som er den vanligste arten på noe dypere vann i norske oligotrofe innsjøer (Rørslett og Brettum 1989), var lite framtreddende ved de nordligste lokalitetene og helt sør i innsjøen. Dette er i tråd med bl.a. Rørslett (1987) som viser at stivt brasmegras er sjelden i sedimenteringsområder med løst substrat. Ved øya (LOK 2) dannet den imidlertid store bestander i dybdeområdet 3.5-7 m dyp, og med spredte forekomster ned til 9 m (figur 53). Dette er blant de dypeste forekomstene som er kjent i Skandinavia (Rørslett og Brettum 1989). Store brasmegras-bestander er sannsynligvis vanlig flere steder i innsjøen, i tilsvarende dybdeområde og samme substrat. Forekomstene av stivt brasmegras i dypområdene er svært spredte ("patchy") og det er sannsynlig at billeddekningen ikke er god nok til å samle opp hele dybdesonen. Lysintensiteten var 19% ved 7 m og 13% ved 9 m (se figur 50), og det ser derfor ut til at nedre grense for brasmegras-bestandene ikke er lysbegrenset. Imidlertid kan endringer i den spektrale sammensetningen av lyset ha betydning. Dette er ikke nærmere undersøkt. Hydrostatisk trykk, som tidligere har vært nevnt som mulig kontrollerende faktor, er ikke like relevant etter at nye registreringsmetoder har vist at vannvegetasjonen kan forekomme ned til 13-15 m dyp (se bl.a. Rørslett 1983).

Langskuddsvegetasjonen var dominert av tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*), vasspest (*Elodea canadensis*) og dypvannsformen av småtjønna (*Potamogeton berchtoldii* subsp. *lacustris*). Disse hadde størst utbredelse ved LOK 1 og 3 der substratet var løsere og kortskuddsengene mindre utbredt. Dypvannsformen av småtjønna fantes i dybdeområdet 1.7-9 m, men dannet bestand bare ved LOK 3 på ca. 5.5-7.5 m dyp (figur 54). Vasspest dominerte vegetasjonen i utløpsområdet (LOK 1) hvor den fantes fra 1.4 ned til 8.4 m dyp, men med bestander i dybdeområdet ca. 2.5-5 m (figur 55). Selv om arten også var vanlig ved LOK 3 (helt i nord), dannet den ikke sammenhengende bestand her (figur 55). Tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) som var den vanligste arten i innsjøen (tabell 2), hadde størst dekning i nord, men dannet bare sammenhengende bestander ved LOK 4 (figur 56).

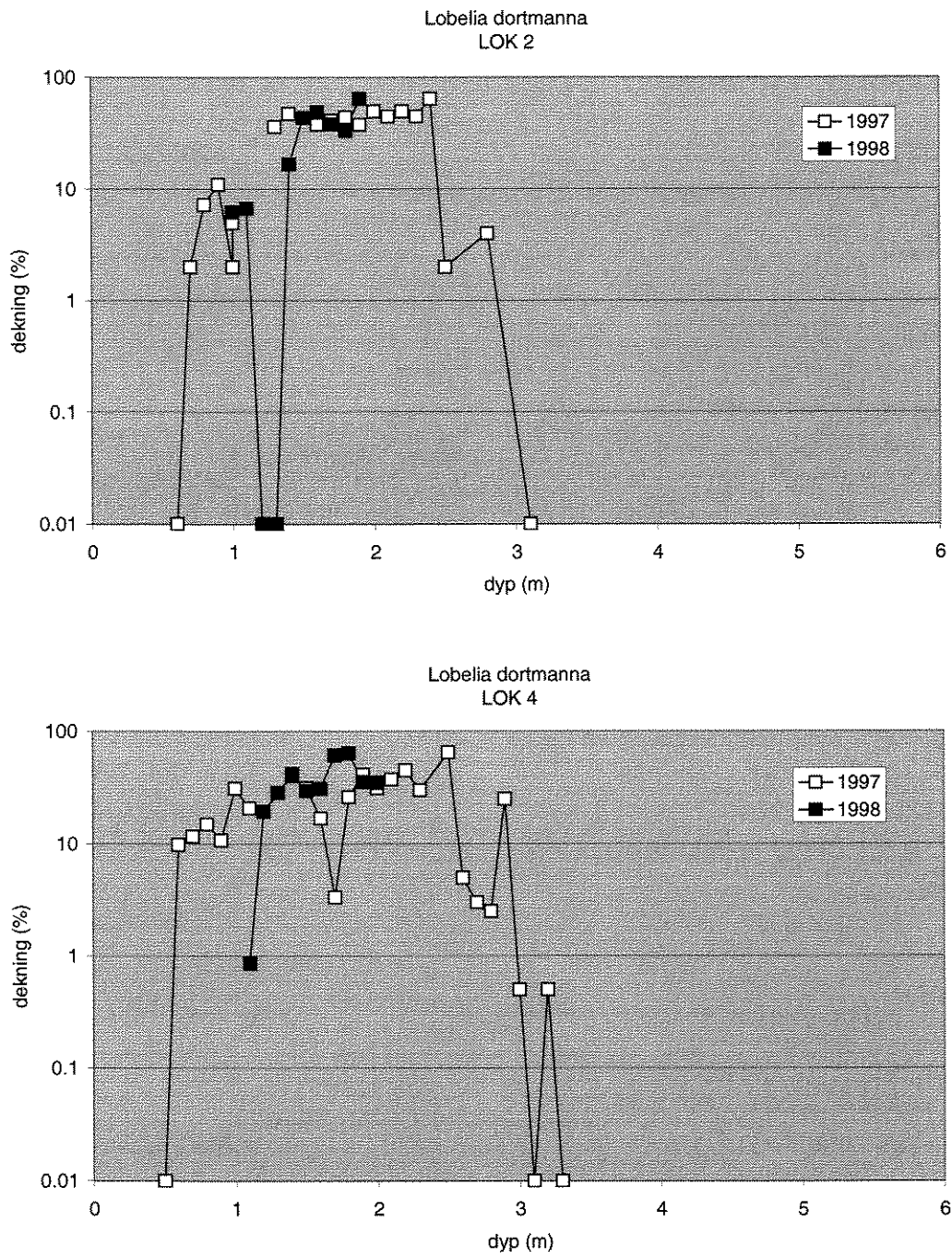


Fig. 52 Dybdefordeling av botngras (*Lobelia dortmanna*) ved LOK 2 (øverst) LOK 4 (nederst) i 1997 og 1998.



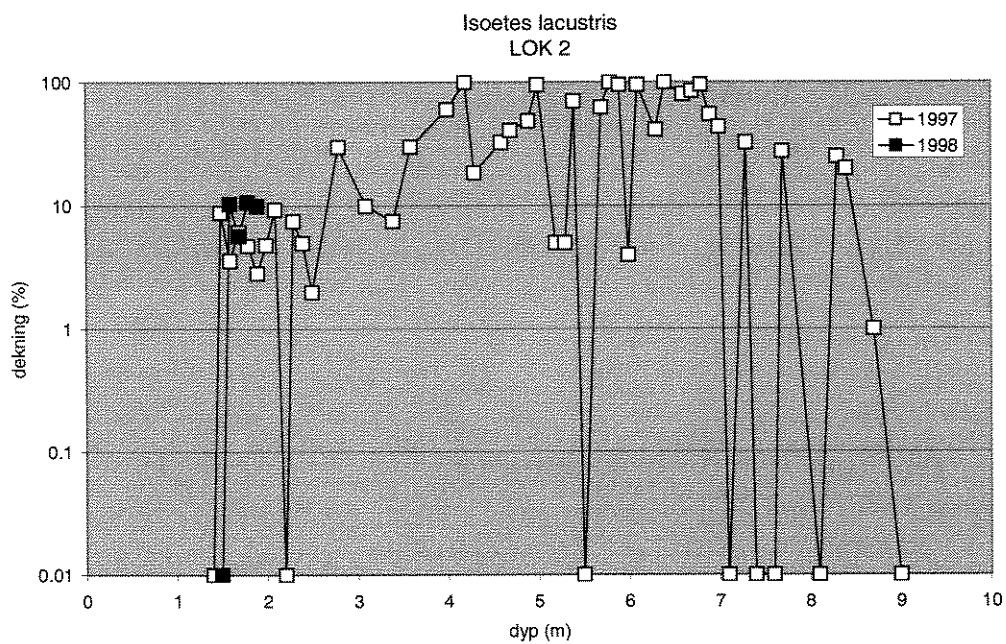


Fig. 53 Dybdefordeling av stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*), ved LOK 2 i 1997 og 1998.

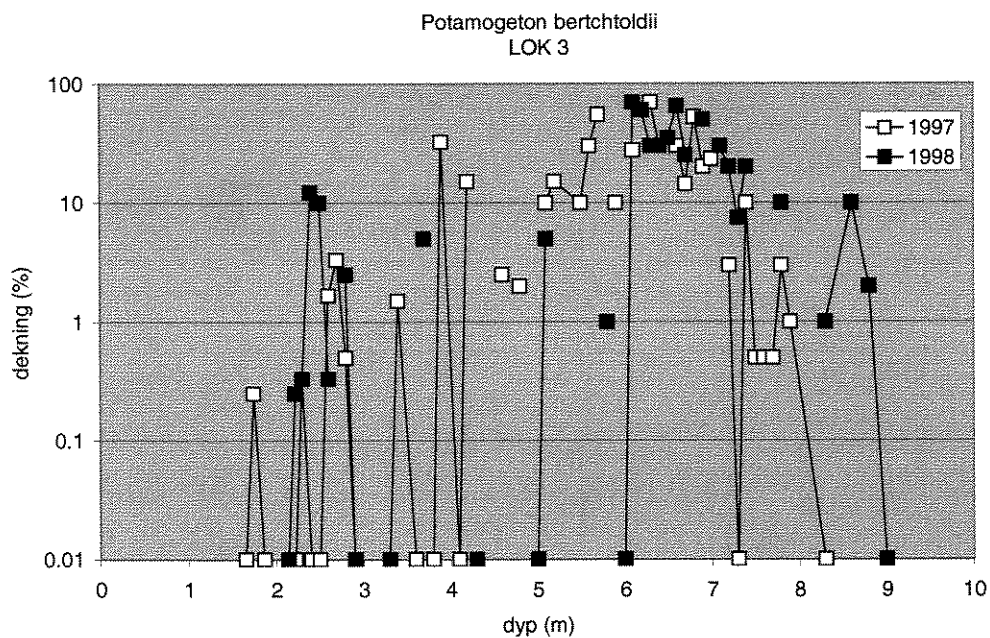


Fig. 54 Dybdefordeling av dypvannsformen av småtjønnaks (*Potamogeton berchtoldii* subsp. *lacustris*) ved LOK 3 i 1997 og 1998.

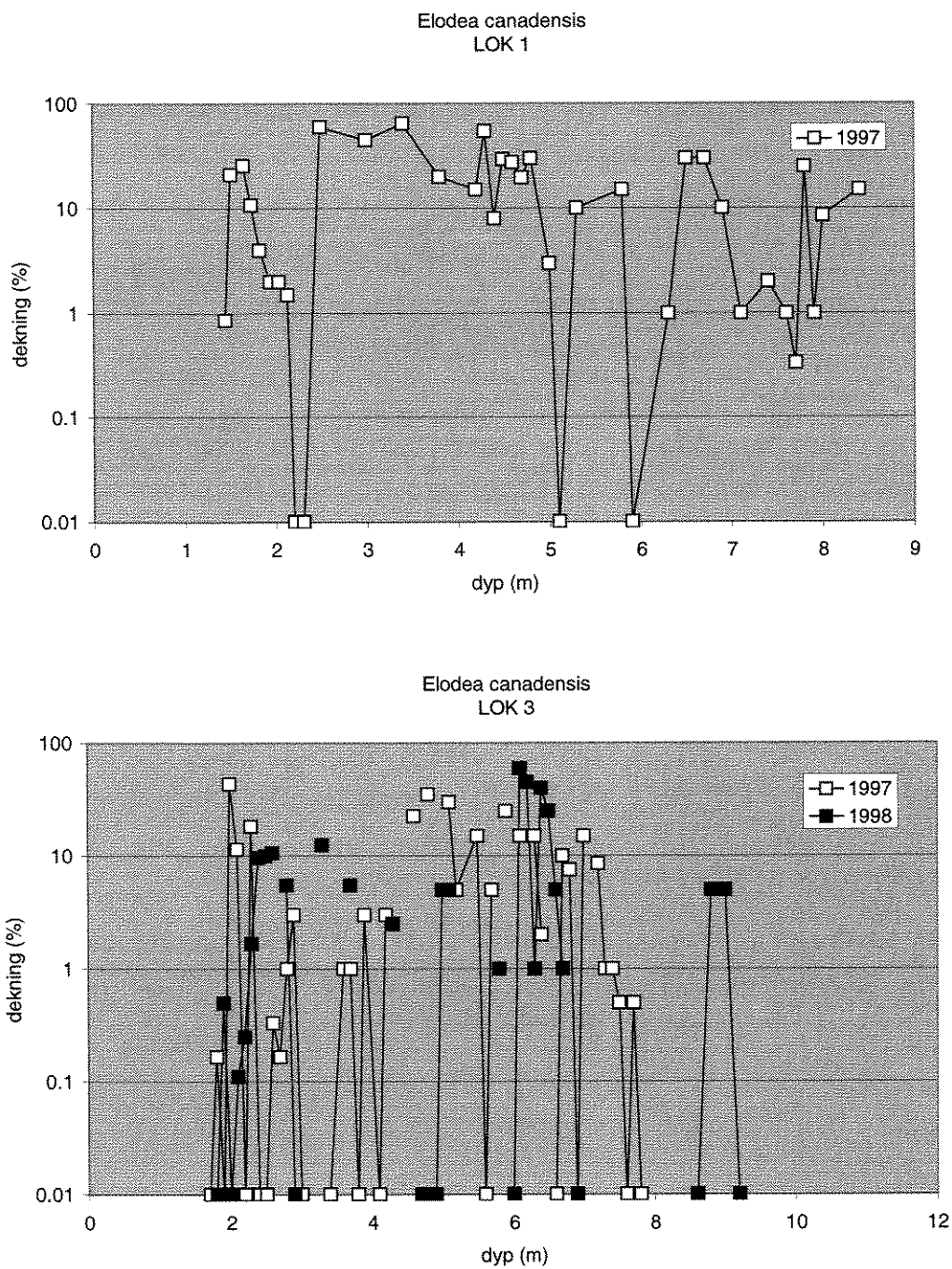


Fig. 55 . Dybdefordeling av vasspest (*Elodea canadensis*) ved LOK 1 (øverst) og LOK 3 (nederst) i 1997 og 1998.

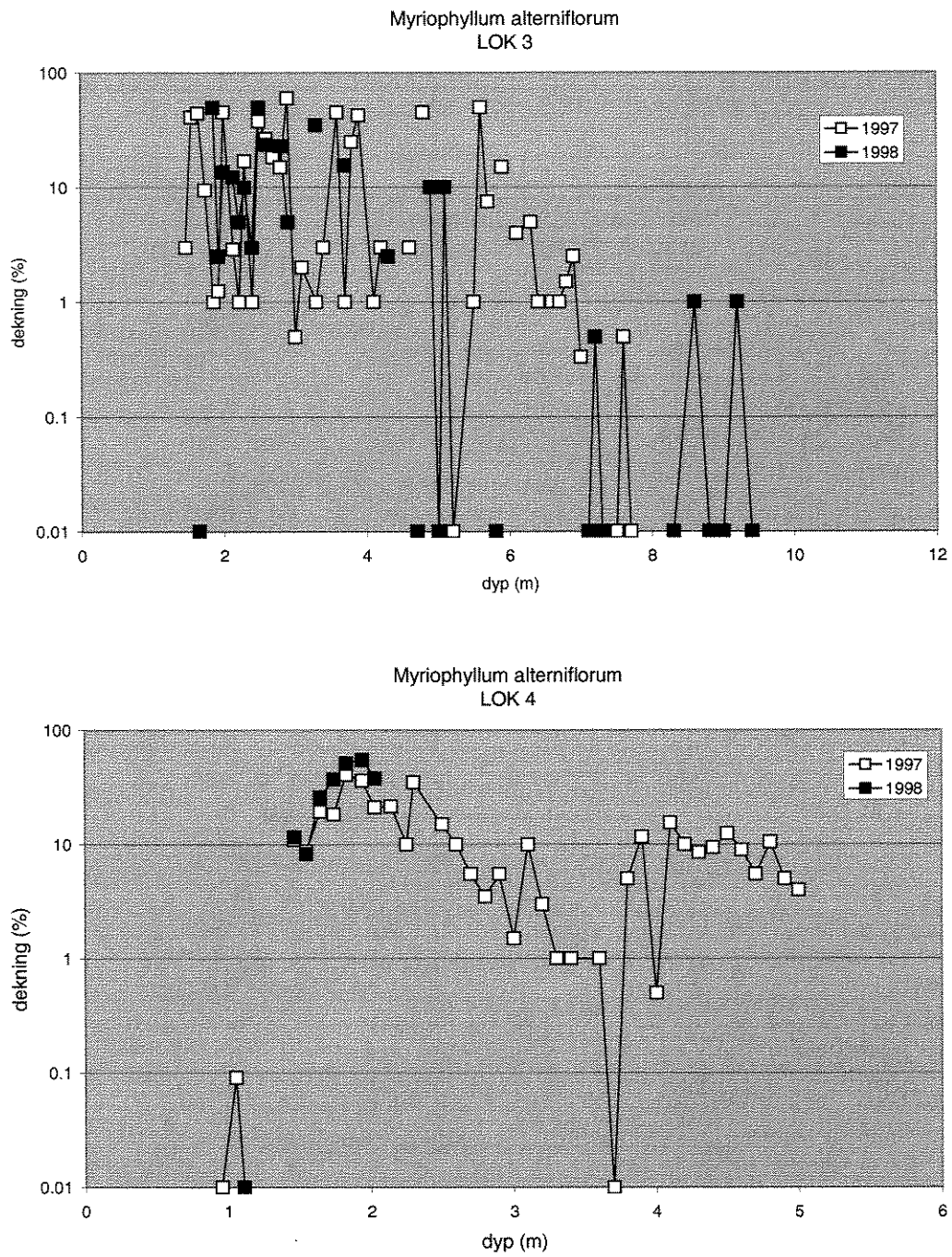


Fig. 56 Dybdefordeling av tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) ved LOK 3 (øverst) og LOK 4 (nederst) i 1997 og 1998.

## Vurdering av effekten av lekkasjen til Romeriksporten på vannvegetasjonen

Registreringene av vannvegetasjonen i 1997 ble foretatt da lekkasjene til Romeriksporten var på det største og vannstanden i Lutvann på det laveste. Det var også svært sent på året slik at en del av vannvegetasjonen nok var på tilbakegang. Imidlertid så det ut til at gruntvannsvegetasjonen fortsatt sto frisk og fin.

De delene av kortskuddsengene som ble tørrlagt i 1997-98, ble ødelagt i løpet av vinteren og ikke gjenfunnet i 1998. Bestandene som ikke ble tørrlagt, både av botngras og øvrige arter, så i august 1998 ut til å ha omtrent samme utbredelse som året før. Vi regner derfor med at vannvegetasjonen forholdsvis raskt igjen vil etablere seg i forhold til normalvannstanden på samme måte som vegetasjonen øyensynlig har greid å re-etablere seg etter tidligere nedtappinger av innsjøen.

Vannvegetasjonen helt i nord var tildels svært spredt og oppdelt før lekkasjene, sannsynligvis på grunn av den løse mudderbunnen, og fra 1997 til 1998 ser det ut til å ha skjedd ytterligere oppdeling. Særlig kortskuddsartene, som er mer avhengig av fast substrat, ser ut til å ha fått redusert utbredelse. Dette skyldes nok det løse og ustabile substratet, som er mer utsatt for vannstandsendringer.

Det er ikke foretatt vannstandsmålinger for Lutvann før 1996 og iflg. Magnell (1998a) er det uklart hvor stor lekkasjen gjennom dammen var og hvilken innvirkning dette har hatt på vannstanden. Vannvegetasjonsdataene fra 1997 gjenspeilet imidlertid vannstandsforholdene i Lutvann slik de var før lekkasjene til Romeriksporten. Tilleggsundersøkelsen i 1998 antyder at store deler av vannvegetasjonen i Lutvann er intakt.

## 5.5 Bunndyr og fisk

### 5.5.1 Stasjonsbeskrivelser

#### Lutvann

Stasjon LUT 1: I nordenden mot øst, rett øst for badeplass. Grunn bukt, svak helning utover. Substrat av mindre stein (3-6 cm), med mye grus og sand. Varierende innslag av mudder og synkeved. Mye begroing av bunnvegetasjon (isoëtider). Substratet virket stabilt. Bunndyrprøvene tatt 1-2 m fra land, dyp 15-25 cm.

Stasjon LUT 2: I nordenden, steinstrand ca.150 m sørøst for LUT 1. Område med klipper og stein, brådypt. Substrat av kantet stein (3-25 cm), med endel mindre stein, grus, og sand. Varierende innslag av organisk materiale og mudder. Litt begroing av isoëtider. Bunndyrprøvene tatt nær land på 15-50 cm dyp.

Det ble elektrofisket i strandsonen fra LUT 1 og ca.150 m mot sørøst, forbi LUT 2. Dette området kalles LUT 1.

Stasjon LUT 3: I nordenden, ca. 100 m vest for LUT 1. Grunn bukt, substrat av kantet stein (5-25 cm) oppå grus og sand. Litt mudder, endel synkeved og isoëtider. Bunndyrprøver tatt 1-2 m fra land, på 15-80 cm dyp.

Stasjon LUT 4: I nordenden, bukt med makrofytter vest for LUT 3. Mudderbunn med elvesnelle, starr og nøkkeroser. Bunndyrprøver tatt 6-8 m fra land, på 50-70 cm dyp.

Stasjon LUT 5: I nordenden, helt mot vest. Grunn mudderbukt med mye synkeved. Substrat brunt organisk slam med litt sand og enkelte stein. Ingen vegetasjon. Bunndyrprøver tatt 10-13 m fra land, på 40-60 cm dyp.

Det ble elektrofisket i strandsonen mot nordvest over LUT 3, ca. 220 m langt. Dette området kalles LUT 3.

Stasjon LUT 6: I sørenden, på østsiden ca. 50 m før utløpet. Substrat av brunt organisk mudder med innslag av stein, grus og sand. Endel kvist og synkeved. Mye røtter og undervannsblader av nøkkerose. Det ble elektrofisket på et strekk på ca. 30 m.

Stasjon LUT 7: I sørenden, på vestsiden, ca. 60 m før utløpet. Område preget av klipper og stein, dypt. Substrat av kantete stein 2-15 cm, samt endel sand, grus og organisk materiale. Det ble elektrofisket på et strekk på ca. 25 m.

Stasjon LUT 8: Prøver tatt rundt sør og vestsiden av Sørøya. Substrat mest småsteinet (1-5 cm), mye grus og sand. Endel isoëtider. Prøvene tatt på varierende dyp og avstand fra land.

#### Lutvannsbekken.

Stasjon LUB 1: Ca. 30 m nedstrøms samløpet med Kroktjernsbekken. Strømmende, klart vann. Substrat av sand, grus, noe småstein og organisk materiale. Liten vannføring, dyp 1-8 cm. Det ble elektrofisket et strekk på ca. 50-70 m i dette området.

Stasjon LUB 2: Omlag midt på bekken. Strømmende, klart vann. Substrat av stein (2-8 cm), endel grus og sand. Det ble elektrofisket et strekk på 30-50 m i dette området.

Stasjon LUB 3: Ca. 25 m før utløp i Nøkle vann. Område som veksler mellom strømmende vann og kulper. Substrat stein 15-45 cm, med mindre stein, grus og sand. Lite begroing. Det ble elektrofisket et strekk på ca. 50-60 m i dette området.

Stasjon KRO 1: Kroktjernsbekken rett oppstrøms samløpet med Lutvannsbekken har klart vann og substrat av stein på 5-15 cm. De nederste 10 m ble elektrofisket.

### **Nøkle vann**

NØK 1: Grunn bukt i sørvest ved Bråten, med tett begroing av makrofyter (starr) og bløtbunn med mye organisk materiale. Bunndyrprøve tatt på ca. 50 cm dyp. Det ble elektrofisket i standsonen i dette området, på et strekk på ca. 90 m som også omfattet neste stasjon.

NØK 2: Rett ved NØK 1, men har småsteinet substrat mellom klipper. Endel mudder, sand og organisk materiale.

NØK 3: Odde i sør, mindre partier med småstein, sand og vegetasjon i et område preget av klipper. Substrat småsteinet (2-10 cm), litt sand og mye mudder. Litt bunnvegetasjon. Bunndyrprøver tatt på 30-40 cm dyp nær land. Det ble elektrofisket på et strekk på ca. 75 m.

NØK 4: I sørøst, ved innløp av sidebakk. Substrat var stein av størrelse 4-20 cm. Mye grus, sand og mudder. Endel isoëtider. Bunndyrprøver tatt nær land, på 20-100 cm dyp. Et strekk på ca. 50 m ble elektrofisket.

NØK 5: Helt i nordenden, rett øst for innløpet av Lutvannsbekken. Grunn bukt med mye organisk materiale. Substrat av småstein (2-8 cm), sand og grus med mye mudder og organisk materiale. Bunndyrprøver tatt nær land, på 25-60 cm dyp. Et strekk på ca. 40 m ble elektrofisket.

### **Nøkle vannsbekken**

NØB 1: Ca. 40 m nedstrøms dammen ved utløpet av Nøkle vann. Lite vann. Bunndyrprøver tatt i strømmende vann. Substrat stein (5-15 cm), mye grus og sand. Mye begroing av trådformete alger i august. Et strekk på ca. 80 m ble elektrofisket.

## **5.5.2 Materiale og metode**

### **Bunndyr**

Til innsamling av bunndyr ble den såkalte sparkemetoden benyttet (Hynes 1961, Frost et al. 1971). Med denne metoden blir de fleste artene som er tilstede registrert. Metoden regnes som semikvantitativ og kan brukes til grove anslag over tetthetene av bunndyr. Sparkemetoden kan brukes på steinbunn og bløtbunn, både i rennende og stillestående vann (Brittain og Saltveit 1984). Ved innsamling i rennende vann holdes håven vertikalt med rammens nedre kant mot substratet slik at strømmen går rett inn i åpningen. Håven holdes på plass ved å sette den ene foten bak rammen. Med den andre foten blir substratet i forkant av håven rotet opp slik at dyr, planter og organisk materiale blir ført med strømmen inn i håven. Ved innsamling i stillestående vann blir substratet først rotet opp med foten, deretter blir håven ført gjennom vannmassene for å fange opp det oppvirvlete materialet. Innsamlingstiden var 1 minutt pr. prøve, og antall

paralleller fra hver stasjon varierte fra én til tre. Håvens maskevidde var 0.45 mm. Alle prøvene ble fiksert med etanol i felt. Bunndyrene ble plukket ut, sortert og bestemt i laboratoriet.

Bunndyr ble innsamlet i Lutvann 11. november 1997, 27. mai, 26. august og 2. desember 1998.

I Lutvannsbekken ble det kun innsamlet på LUB 1 11. november 1997, mens samtlige stasjoner og Krokstjernsbekken ble innsamlet på alle tre datoene i 1998.

I Nøklevann og Nøklevannsbekken ble bunndyr innsamlet 26. mai, 25. august og 2. desember 1998.

### **Fisk**

Til elektrofisket ble det benyttet et elektrisk fiskeapparat konstruert av ing. Steinar Paulsen, Trondheim. Maksimum spenning er 1600 V og pulsfrekvensen er 80 Hz. Alle bekkestrekkene ble overfisket i hele bredden. Strandsonene ble fisket i en bredde på ca. 2 m. Alle stasjonene ble overfisket kun én gang.

Det ble elektrofisket i 1998 på samme tidspunkt som innsamlingene av bunndyr.

Til garnfiske ble det anvendt bunnsatte monofilamentsgarn. Hvert garn hadde en lengde på 25 m, og en høyde på 1.5 m. Garnene ble satt ut enkeltvis og tilfeldig fra land og utover. Det ble satt ut to serier á 10 garn både i Lutvann og Nøklevann, med følgende maskevidde i mm: 52, 45, 39, 35, 29, 26, 22.5, 19.5, 16, 10.

I Lutvann ble garnene satt rundt hele vannet, med unntak av den sørligste delen. I Nøklevann ble garna satt i den sørlige delen. I Nøklevann ble to garn (16 og 26 mm) trukket ved en misforståelse av oppsynet, slik at resultatene for disse garnene mangler.

I Lutvann ble det også fisket med flytegarn. Hvert garn hadde en lengde på 25 m, og en høyde på 6 m. Fem garn med maskevidde 45, 39, 35, 29 og 22.5 mm ble satt i en lenke på et dyp fra 1-7 m. Garnlenken ble satt sentralt i bassenget sør for Sørøya.

I Lutvann ble det garnfisket natt til 1. september 1998, i Nøklevann natt til 28. august 1998.

### **5.5.3 Resultater.**

#### **Bunndyr**

Sammensetningen og antallet av bunndyr fordelt på hovedgrupper for hver enkelt stasjon og tidspunkt er gitt i tabell 3-5. Den oppsummerte sammensetningen er fremstilt i figur 57-59. Sammensetningen av noen av de viktigste gruppene av bunndyr er gitt i tabell 67-71 i vedlegget.

Tabell 3 Gjennomsnittlig antall bunndyr (pr. 1 minutt sparkeprøve) fordelt på hovedgrupper på åtte stasjoner i Lutvann i 1997 - 1998.

	LUT 1				LUT 2				LUT 3			
	nov.97	mai.98	aug.98	des.98	nov.97	mai.98	aug.98	des.98	nov.97	mai.98	aug.98	des.98
Fåbørstemark	7	32	13	6	12	1	14	7	6	46	23	182
Igler	1	1	0	0	0	1	+	0	3	2	1	22
Snegl	12	3	8	2	12	5	3	1	10	11	9	26
Ertemuslinger	3	0	0	1	0	0	0	0	1	8	0	18
Asellus	5	3	0	0	3	3	0	0	15	11	10	22
Marflo	13	0	17	1	2	1	3	0	1	0	0	0
Vannmidd	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Øyestikkere	1	8	2	1	0	2	+	0	0	10	0	14
Døgnfluer	4	5	0	2	30	40	3	3	9	14	4	20
Steinfluer	1	0	0	1	0	0	4	13	0	0	1	0
Vårfluer	2	1	0	0	8	16	5	4	4	16	0	12
Mudderfluer	0	1	0	0	0	+	1	0	1	1	5	2
Biller	6	3	10	2	0	2	1	0	1	7	7	2
Fjærmygg	14	6	6	28	12	5	9	8	5	4	13	56
Sviknott	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8

+ = påvist

	LUT 4			LUT 5				LUT 6			LUT 7			LUT 8
	mai.98	aug.98	des.98	nov.97	mai.98	aug.98	des.98	nov.97	mai.98	aug.98	nov.97	mai.98	aug.98	nov.97
Fåbørstemark	0	58	162	0	32	6	8	0	18	8	0	16	48	9
Igler	0	2	0	1	32	0	0	0	0	0	0	0	3	+
Snegl	0	8	36	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3	9
Ertemuslinger	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Asellus	20	0	4	1	48	2	8	0	0	0	2	1	0	1
Marflo	0	2	0	0	8	2	6	3	0	4	12	0	8	8
Øyestikkere	18	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	3	2
Døgnfluer	82	0	66	0	48	0	10	11	0	0	17	29	35	169
Steinfluer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Vårfluer	2	0	32	1	8	0	0	0	0	0	0	1	17	6
Mudderfluer	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	8	0	0	+
Biller	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Fjærmygg	14	72	148	>1000	0	0	4	46	0	68	20	28	15	15
Sviknott	0	0	8	0	8	0	2	0	0	0	0	0	2	1
Knott	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

+ = påvist



Tabell 4 Gjennomsnittlig antall bunndyr (pr. 1 minutt sparkeprøve) fordelt på hovedgrupper på tre stasjoner i Lutvannsbekken og én stasjon i Kroktjernsbekken i 1997 - 98.

	LUB 1				LUB 2			LUB 3			KRO 1		
	nov.97	mai.98	aug.98	des.98	mai.98	aug.98	des.98	mai.98	aug.98	des.98	mai.98	aug.98	des.98
Fåbørstemark	30	6	0	0	3	8	4	14	13	1	6	7	0
Ertemuslinger	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vannmidd	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Øyestikkere	0	1	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Døgnfluer	206	1	2	8	58	13	39	3	61	57	0	2	1
Steinfluer	416	47	45	284	18	6	34	9	18	75	39	17	22
Vårfluer	104	8	3	40	30	23	29	44	7	12	15	2	3
Biller	2	0	5	0	6	16	0	1	75	66	0	1	0
Fjærmygg	222	9	88	76	84	62	53	20	21	55	36	67	2
Sviknott	8	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Knott	2558	11	189	172	11	38	114	1	49	198	123	333	>1000
Stankelbein	22	7	16	0	0	2	0	0	1	4	0	7	1
Andre	32	0	0	84	0	0	0	3	0	0	0	0	0

Tabell 5 Gjennomsnittlig antall bunndyr (pr. 1 minutt sparkeprøve) fordelt på hovedgrupper på fem stasjoner i Nøkle vann i 1998.

	NØK 1		NØK 2			NØK 3			NØK 4			NØK 5	
	mai.98	aug.98	mai.98	aug.98	des.98	mai.98	aug.98	des.98	mai.98	aug.98	des.98	mai.98	aug.98
Fåbørstemark	32	8	29	10	64	4	36	54	10	16	24	51	35
Igler	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	10	9
Snegl	4	8	1	0	0	0	6	0	1	2	0	7	17
Ertemuslinger	4	8	0	0	0	0	11	4	0	+	0	0	0
Marflo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Øyestikkere	12	6	6	0	0	4	12	0	2	3	3	1	4
Døgnfluer	1468	34	73	12	91	54	4	60	69	1	162	30	3
Steinfluer	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0
Vårfluer	36	4	4	10	7	3	4	0	9	1	10	5	4
Buksvømmere	20	72	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Mudderfluer	0	0	0	4	0	1	4	6	0	+	1	0	3
Biller	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Fjærmygg	12	88	5	20	56	21	23	113	14	8	20	19	37
Sviknott	0	10	4	0	1	0	8	4	6	1	3	10	5
Knott	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

## Lutvann

Lutvann har en rik littoralfauna. Tallmessig var fåbørstemark, fjærmygglarver og døgnfluer de dominerende gruppene (figur 57). Den største diversiteten ble funnet på småsteinet substrat med bunnvegetasjon av langskuddsplanter (isoëtider) som virket stabiliserende (LUT 1, 2 og 8) (tabell 3). Steinstrander (LUT 2 og 7) hadde også en rik fauna. Områder med store mudderflater og eventuell makrovegetasjon (LUT 4, 5 og 6) hadde en langt fattigere fauna, ofte dominert av fåbørstemark og fjærmygglarver.

Marflo (*Gammarus lacustris*) var et markert faunaelement i Lutvann, og ble funnet på alle typer substrat (tabell 3). Mest tallrik var marflo på steder med småsteinet substrat med bunnvegetasjon (LUT 1). Asellen (*Asellus aquaticus*) var også vanlig, og ble funnet på alle typer substrat. Ved garnfisket ble det påvist edelkreps (*Astacus astacus*). Det ble funnet fire arter snegl i Lutvann (se tabell 67-68 i vedlegg), den vanligste var vanlig skivesnegl (*Gyraulus acronicus*). Rund blæresnegl (*Physa fontinalis*) ble funnet spredt. Ertemuslinger (*Pisidium* spp.) ble påvist spredt. Iglar (Hirudinea) var vanlige på steder med isoëtider, de fleste var hundegle (*Erpobdella octoculata*). Antallsmessig var døgnfluene en viktig gruppe i Lutvann, og kunne utgjøre over 75 % av faunaen. Det ble funnet 7 arter døgnfluer. To arter fra slekten *Caenis*, *C. horaria* og *C. luctuosa*, var tidvis tallrike. De to *Leptophlebia*-artene var også vanlige, spesielt *L. vespertina*. *Cloeon dipterum* var vanlig i elvesnellebeltet på LUT 4. Bløtbunnsarten *Ephemera vulgata* ble påvist. Steinfluer var et lite faunainnslag, enkeltteksemplarer av fire arter ble påvist, mest på steinstranden på LUT 2. De fleste vårfluene var husbyggende fra familien Limnephilidae. Disse ble funnet på fast substrat, og unngikk bløtbunn. På bløtbunn med makrofytter (LUT 4) ble det funnet arter fra Phryganidae og Leptoceridae. Den nettspinnende *Cyrnus trimaculatus* ble sporadisk funnet. Larver av øyestikkere (Odonata) og mudderflue (*Sialis lutaria*) var tidvis et markert innslag i faunaen, spesielt i nord (LUT 1-3). Elvebillen *Limnius volckmari* var vanlig blant isoetidene på LUT 1, 3 og 8. Det ble funnet spredte individer av larver og voksne av både vanntråkkere (Halipidae) og vannkalver (Dytiscidae).

## Nøklevann

Bunnfaunaen i Nøklevann var også dominert av døgnfluer, fjærmygg og fåbørstemark, men i større grad enn i Lutvann (figur 58). Tettheten av døgnfluer kunne være meget høy, spesielt i mudder og vegetasjon på NØK 1 (tabell 5). Dominerende art var *L. vespertina*, som var vanlig på alle stasjoner og substrattyper (se tabell 70 i vedlegg). I bukten med makrofytter og bløtbunn (NØK 1) var *Cloeon dipterum* tallrik, og dominerte faunaen totalt sammen med *L. vespertina*. Sent på høsten var også *Leptophlebia marginata* vanlig. *E. vulgata* var jevnt tilstede, spesielt på steder med mudder mellom stein og grus. Steinfluer var fåtallige, kun enkeltteksemplarer av *A. sulcicollis* og *N. cinerea* ble funnet. Vårfluer var relativt fåtallige, og var fordelt på mange taksa uten spesielle mønstre i utbredelsen. På grunn av størrelsen var larver av øyestikkere et markert innslag på alle stasjonene. På bløtbunn med makrofytter (NØK 1) var det mange buksvømmere (Corixidae). Det ble funnet lite snegl i Nøklevann, de fleste var vanlig damsnegl (*Lymnaea peregra*) og vanlig skivesnegl (*Gyraulus acronicus*). På stasjon NØK 5 helt i nord ved innløpet av Lutvannsbekken ble det imidlertid også funnet remsnegl (*Bathynomphalus contortus*) og flat skivesnegl (*Hippuetus complanatus*). Det ble ikke funnet asell i Nøklevann, og kun et individ av marflo ble funnet på NØK 3. Det ble påvist edelkreps ved elektrofisket.

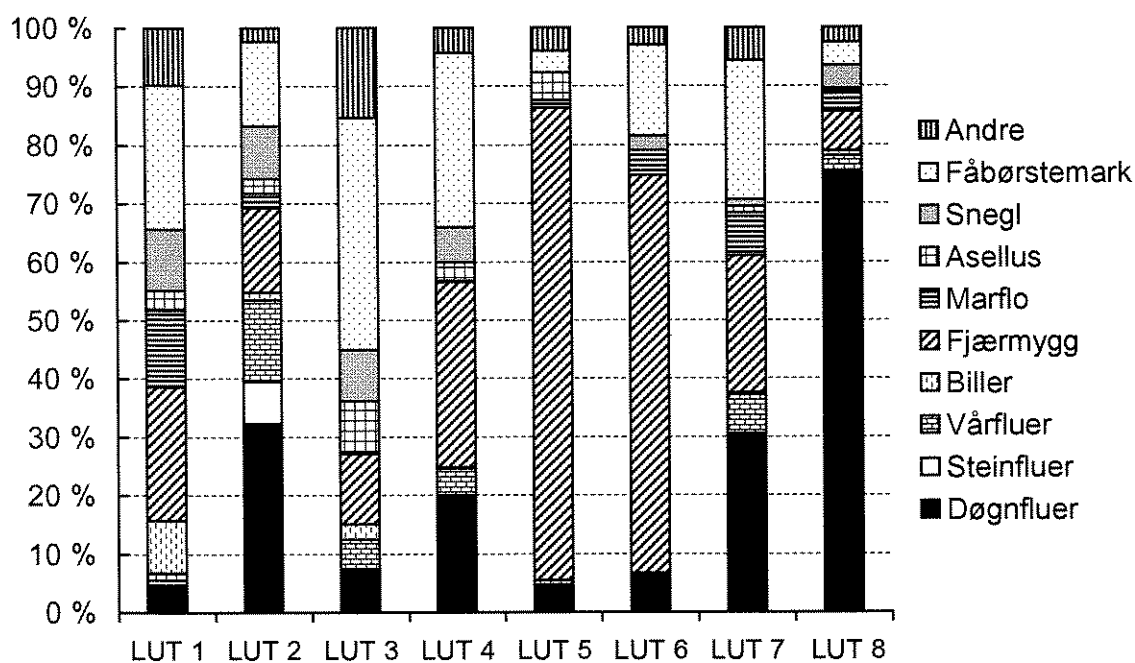


Fig. 57 Den oppsummerte prosentvise sammensetningen av bunndyr fordelt på hovedgrupper på åtte stasjoner i Lutvann i 1997 – 1998.

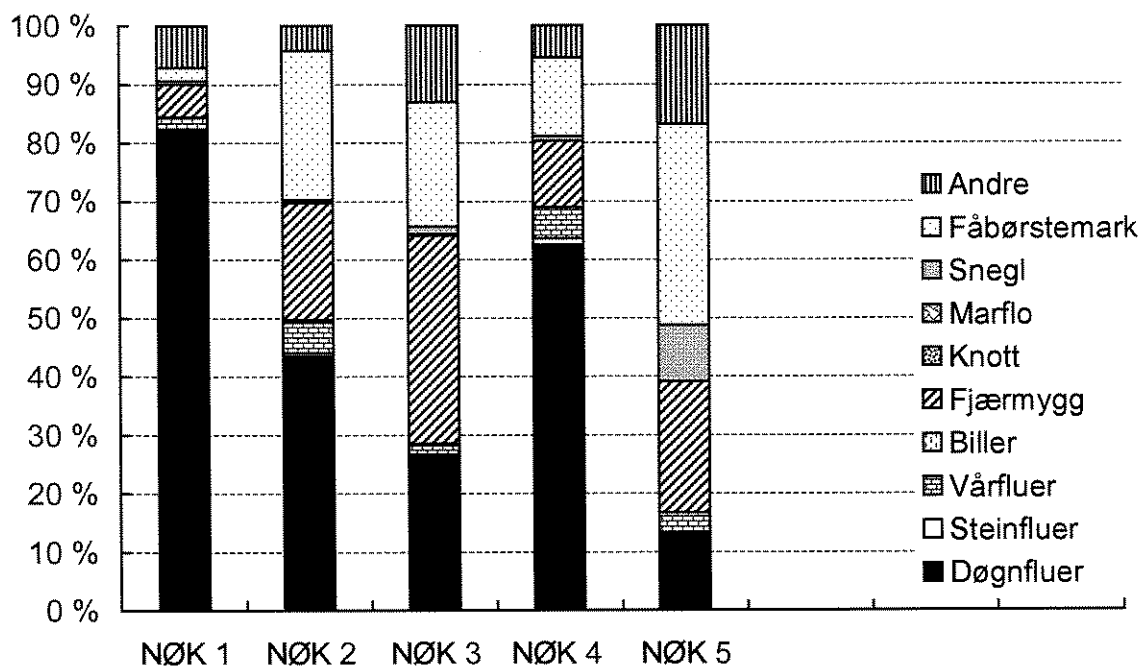


Fig. 58 Den oppsummerte prosentvise sammensetningen av bunndyr fordelt på hovedgrupper på fem stasjoner i Nøkle vann i 1998.

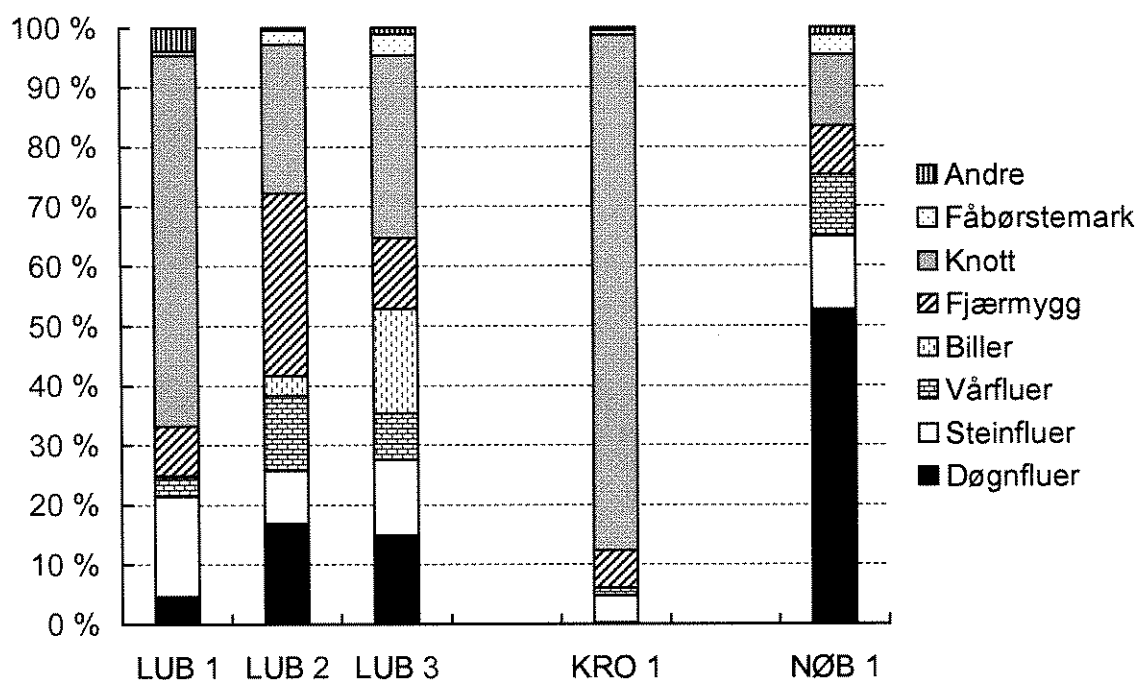


Fig. 59 Den oppsummerte prosentvise sammensetningen av bunndyr fordelt på hovedgrupper på tre stasjoner i Lutvannsbekken, én stasjon i Kroktjernsbekken og en stasjon i Nøklevannsbekken i 1997 - 98.

### Lutvannsbekken

Lutvannsbekken hadde høy tetthet av bunndyr, den dominerende gruppen var ofte knottlarver (Simuliidae) som kunne opptre i meget stort antall (figur 59). Andre viktige grupper var steinfluer, døgnfluer, vårfluer og fjærmygg (tabell 4). Det ble funnet 10 arter steinfluer i Lutvannsbekken (se tabell 69 i vedlegg); øverst dominerte *Nemoura cinerea* og tidvis *Leuctra hippopus*. Lengre nedstrøms var det færre individer av steinfluer, men flere arter; de viktigste var *L. hippopus*, *Amphinemura sulcicollis*, *Brachyptera risi* og *Diura nanseni*. Det ble funnet 6 arter døgnfluer i Lutvannsbekken, mest tallrik var *Baëtis niger* i den øvre og midtre delen, mens *Baëtis rhodani* overtok nederst. Tetthetene av vårfluer var forholdsvis liten, *Plectrocnemia conspersa* og *Sericostoma personatum* var tilstede hele tiden, mens mengden av arter fra familien Limnephilidae varierte. Mindre tallrike var rovformen *Rhyacophila nubila* og den nettspinnende *Wormaldia* sp. De fleste billene var larver og voksne av elvebiller (Elmidae), og da mest *Elmis aenae*, men også enkelte *L. volckmari*. Et markert innslag nederst i Lutvannsbekken var mange larver av hårbillen (Scirtidae) *Elodes* sp. Det ble ikke funnet bløtdyr, bortsett fra at ertemusling ble påvist øverst i Lutvannsbekken

### Kroktjernsbekken

Knott dominerte i stort antall i Kroktjernsbekken (figur 59). Steinfluene besto nesten utelukkende av *N. cinerea* (se tabell 69 i vedlegg). Døgnfluer var fåtallige, kun enkeltteksemplarer av *B. rhodani* ble funnet. Av vårfluene var *P. conspersa* vanlig, utover det ble det bare funnet enkelte Limnephilidae. Bløtdyr, marflo og asell ble ikke påvist i Kroktjernsbekken.

### Nøklevannsbekken

Faunaen i Nøklevannsbekken var dominert av døgnfluer (figur 59). Fire arter ble påvist, *B. niger*, *B. rhodani* og *Centroptilum luteolum* var tidvis tallrike (se tabell 71 i vedlegg). Steinfluer var også vanlige, de fleste var *A. sulcicollis*, *L. fusca* og *L. hippopus*. Den nettspinnende vårfluen *Polycentropus flavomaculatus* kunne også være tallrik. *P. conspersa* og *Hydropsyche*-arter var også vanlige. Knott var også tallrike, men mindre dominerende enn i Lutvannsbekken og Kroktjernsbekken. Bløtdyr var fåtallige, remsnegl og ertemusling ble påvist. Asell og marflo ble ikke funnet.

Tabell 6 Gjennomsnittlig antall bunndyr (pr. 1 minutt sparkeprøve) fordelt på hovedgrupper i Nøklevannsbekken i 1998

	mai.98	aug.98	des.98
Fåbørstemark	9	18	12
Igler	0	0	0
Snegl	1	0	0
Ertemuslinger	1	0	0
Asellus	0	0	0
Marflo	0	0	0
Vannmidd	0	0	0
Øyestikkere	0	1	0
Døgnfluer	295	142	178
Steinfluer	1	38	105
Vårfluer	15	71	33
Buksvømmere	0	0	0
Mudderfluer	0	0	0
Biller	0	0	0
Fjærmygg	70	3	22
Sviknott	2	3	3
Knott	13	92	35
Stankelbein	0	0	3
Andre tovinger	0	1	0

## Fisk

Begge innsjøene er klarvanns - sjøer med lite utviklet vegetasjonsone i strandområdene. Klart vann og lite vegetasjon gir mangel på skjul for små fisk av både mort, abbor og ørret, og disse er derfor svært utsatt for predasjon fra gjedde og større abbor. Dette gjør at småfisk kan utnyttes som forfisk for stor abbor og gjedde, tildels også ørret. Individene vokser hurtig og de oppnår en relativt stor størrelse. Det er ingen indikasjoner på vekststagnasjon hos de ulike artene, bortsett fra hos abbor fra Nøklevann, men da først ved en alder av hele åtte år (figur 60-66).

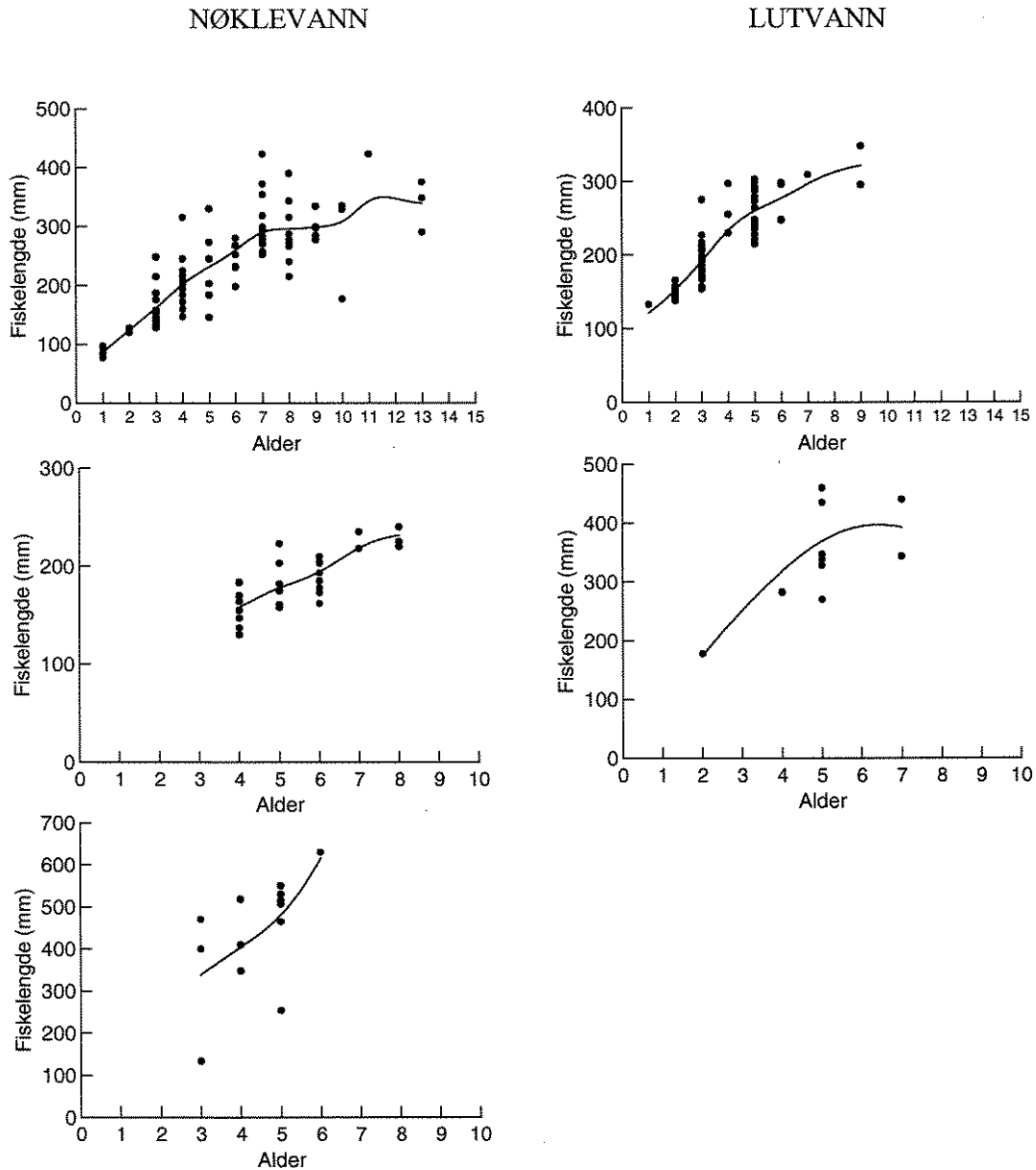


Fig. 60 Emprisk vekst hos abbor (øverst), mort og gjedde (nederst) i Nøklevann og hos abbor (øverst) og ørret i Lutvann.

## Nøklevann

### Abbor

Aldersfordelingen av abbor fanget i Nøklevann er vist på figur 62. Relativt mange fisk var mellom 1 og 8 år, men det ble fanget fisk som var hele 13 år gammel. Alderssammensetningen i bestanden indikerer liten beskatning og jevn rekruttering av abbor i Nøklevann. Dette har ført til en bestand som består av relativt mye stor fisk av meget god kvalitet (figur 61)

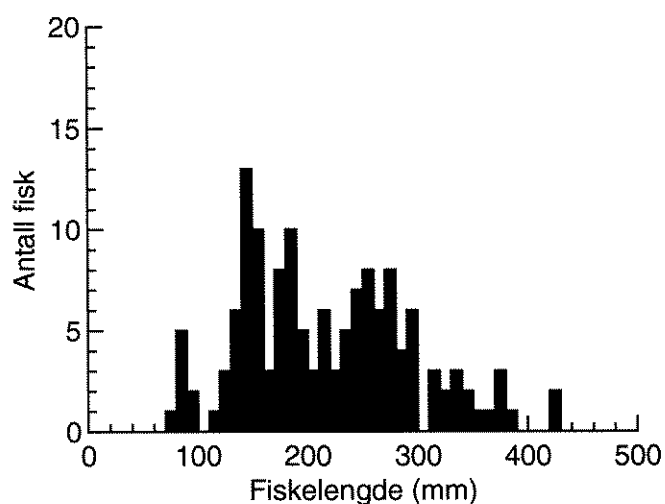


Fig. 61 Lengdefordeling hos abbor fanget i Nøklevann i august 1998.

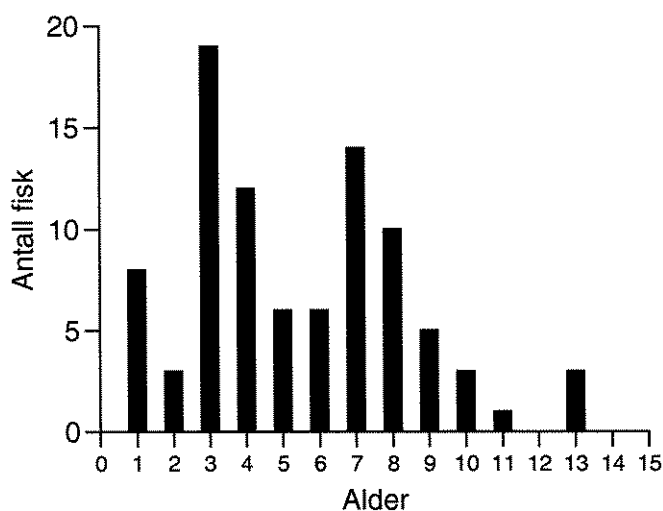


Fig. 62 Aldersfordeling hos abbor fanget i Nøklevann i august 1998.

### Gjedde

Gjedde viser en relativt normal aldersfordeling. De fleste var fem år gamle, mens 3 og 4 år gamle fisk også påvises (figur 63). Mangel på yngre fisk i materialet betyr nødvendigvis ikke rekrutteringssvikt, men at disse ikke er fangbare.

### Mort

Lengde og aldersfordelingen til mort viser at arten når fangbar størrelse ved ca. 15 cm og de er da fire år gamle. Fordelingene viser jevn rekruttering.

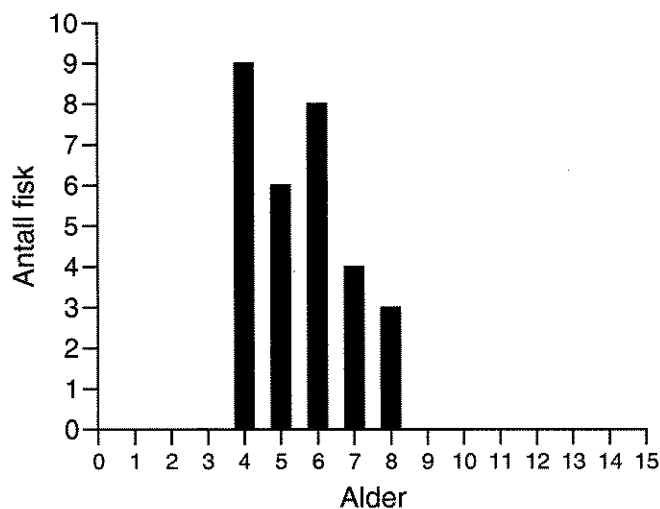
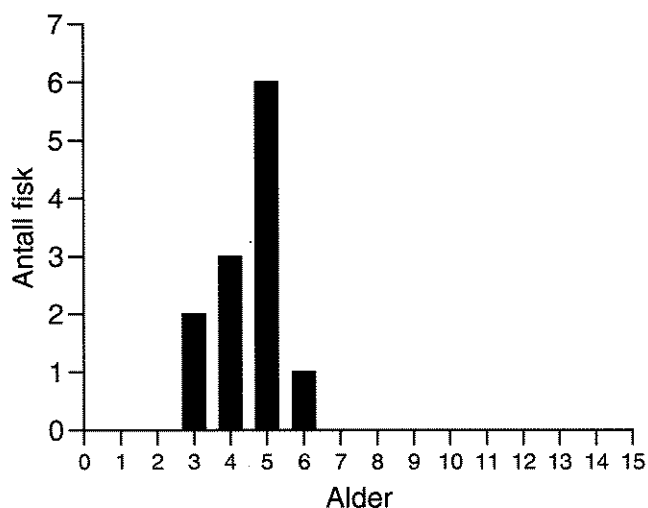


Fig. 63 Aldersfordeling hos gjedde (øverst) og mort fanget i Nøkle vann i august 1998.



**Lutvann****Abbor**

Alderssammensetningen av abbor tyder på en noe større beskatning av arten her enn i Nøklevann og en noe ujevne rekruttering. Fisk oppnår ikke her samme alder og størrelse og enkelte årsklasser er underrepresentert i materialet.

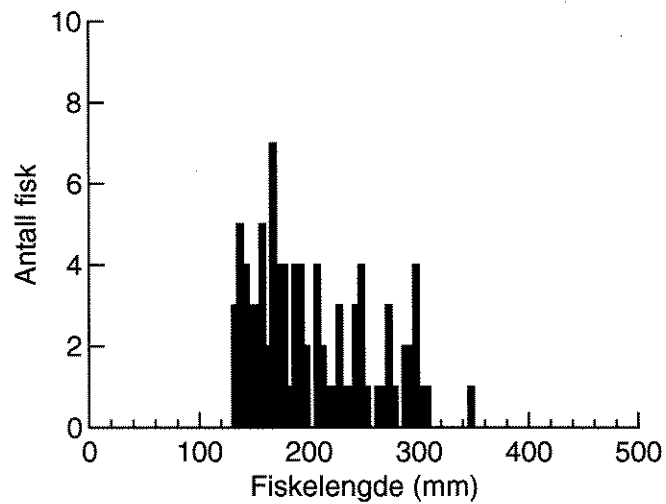


Fig. 64 Lengdefordeling hos abbor fanget i Lutvann i august 1998.

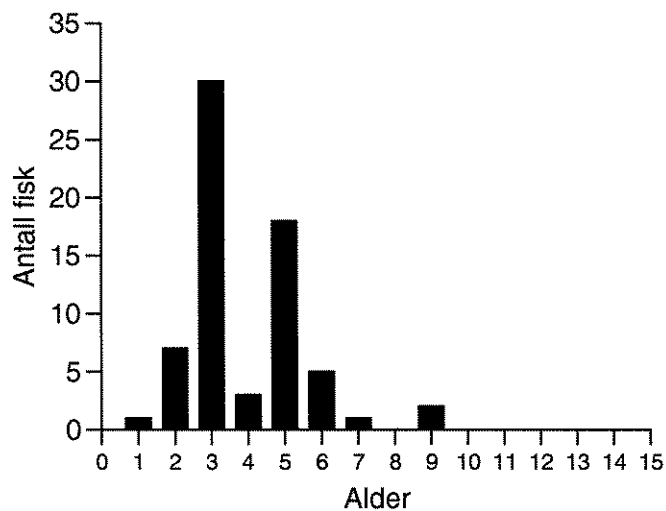


Fig. 65 Aldersfordeling hos abbor fanget i Lutvann i august 1998.

## Ørret

Tilsammen ble det fanget tolv ørret i Lutvann. Ørretbestanden var dominert av fisk som var fem år, mens det ble fanget svært få fisk som var yngre enn dette (figur 66). Fisken var stor og av svært god kvalitet. Sammensetningen indikerer ujevn og liten naturlig rekruttering til bestanden, og aldersavlesningen indikerte også at det meste var utsatt.

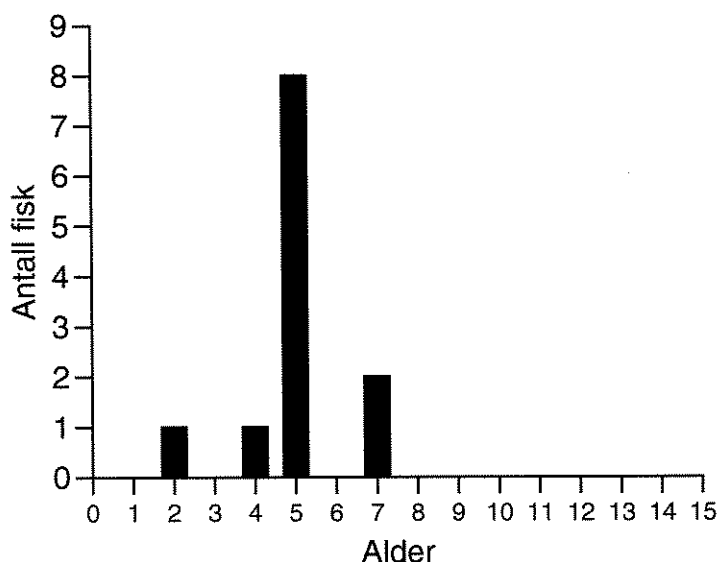


Fig. 66 Aldersfordeling hos ørret fanget i Lutvann i august 1998.

### Fisk på bekkene og i littoralsonen av innsjøene.

I littoralsonen av Lutvann (tabell 7) ble det fanget enkelte mindre ørret og abbor. Alle fiskene ble funnet på steinet substrat. Det ble også fanget 3-pigget stingsild (opptil 7 cm lange) og disse ble observert i stimer i nordenden av innsjøen.

I littoralsonen av Nøkle vann ble det fanget lite fisk, bortsett fra at det ble funnet enkelte abbor i sørenden og endel små mort på stasjon NØK 2 i sørøstre del. Rundt innløpet av Lutvannsbekken i nord ble det funnet mye bekkeniøye.

I Nøkle vannsbekken ble det ikke påvist fisk. I Lutvannsbekken ble det påvist både ørret og bekkerøye nedstrøms samløpet med Kroktjernsbekken (tabell 7). Det ble funnet årsunger av begge arter, noe som viser at det har vært gyting i bekken til tross for den reduserte vannføringen. I tillegg ble det også funnet enkelte ørekyt, og i den nederste delen helt ned mot Nøkle vann ble det fanget bekkeniøye. I Kroktjernsbekken ble det ikke påvist fisk.

Tabell 7 Påviste fiskearter i strandsonen av Lutvann, på tre stasjoner i Lutvannsbekken og i Kroktjernsbekken til ulike tidspunkt i 1998

	ØRRET			BEKKERØYE			ABBOR			ØREKYT			3-P. STINGSILD BEKKENIØYE													
	mai 0+ eldre	aug 0+ eldre	des 0+ eldre	mai 0+ eldre	aug 0+ eldre	des 0+ eldre	mai 0+ eldre	aug 0+ eldre	des 0+ eldre	mai 0+ eldre	aug 0+ eldre	des 0+ eldre	mai 0+ eldre	aug 0+ eldre	des 0+ eldre											
LUT 1	0	++	0	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	+++	+++	++	0	0	0
LUT 3	0	++	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	++	+++	0	0	0	0
LUT 6	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-
LUT 7	-	-	0	+	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	+	-	-	-	-	0	-	-	0	-	
LUB 1	++	++	0	+	0	0	0	++	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
LUB 2	0	+	0	0	0	+	0	+	0	0	0	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LUB 3	0	+	0	++	0	++	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	++	0	0
KRO 1	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-

0 = ikke påvist

+ = påvist  
 ++ = noen påvist  
 +++ = mange påvist  
 - = ikke fisket

Tabell 8 Påviste fiskearter i strandsonen av Nøkle vann og i Nøkle vannsbekken til ulike tidspunkt i 1998

	ABBOR			MORT			GJEDDE			BEKKENIØYE						
	mai 0+ eldre	aug 0+ eldre	nov 0+ eldre	mai 0+ eldre	aug 0+ eldre	nov 0+ eldre	mai 0+ eldre	aug 0+ eldre	nov 0+ eldre	mai 0+ eldre	aug 0+ eldre	nov 0+ eldre				
NØK1	0	0	0	0	0	-	-	+++	0	-	0	0	-	0	0	-
NØK3	+++	++	0	0	-	-	0	0	-	+	0	-	0	0	-	-
NØK4	0	+	0	0	-	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	-
NØK5	0	0	0	0	-	-	0	0	-	0	+	-	+++	0	-	-
NØB1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0 = ikke påvist  
 + = påvist  
 ++ = flere påvist  
 +++ = mange påvist  
 - = ikke fisket

## 5.5.4 Kommentarer

### Bunndyr

Diversiteten i faunaen med tilstedeværelse av flere arter steinfluer, døgnfluer og vårfluer viser at Lutvann ikke er påvirket av organisk forurensning eller annen forurensning. Slik forurensning, når den er tilstede, vil favorisere enkelte arter på grunn av redusert konkurranse og predasjon. Disse vil da kunne opptre i stort antall.

Organisk påvirkning fører ofte til en sterk økning i antallet av fåbørstemark og fjærmygg. Disse gruppene er representert i Lutvann, men de dominerte kun på steder der substratet besto av organisk mudder, som er et naturlig substrat for disse gruppene. Lave tettheter av fåbørstemark på mudderområdene viser klart at det ikke er noen organisk belastning av betydning i Lutvann.

Tilstedeværelsen marflo, asell og flere arter snegl, viser at pH-forholdene i Lutvann er gode.

En variasjon i vannstanden i Lutvann kan få konsekvenser for mange av de littorale bunndyrene. Marflo er et viktig næringsdyr for ørret. Undersøkelser av marflo i regulerte vann viser at arten er følsom overfor vannstandsvariasjoner. Marflo er følsom for tørke og frost, samt endringer i substratet som følge av tørrlegginger (Grimås 1962). Marflo er imidlertid funnet i Nedre Heimdalsvatn med en reguleringshøyde på 2.2 m (Saltveit 1978), og i Volbufjorden med en reguleringshøyde på 3.0 m (Brabrand og Saltveit 1978). Ifølge Aass (1969) vil bestanden av marflo bli så liten at den er uten betydning som fiskeføde når reguleringshøyden overstiger 5 m. Marflo vil trolig klare seg innenfor de vannstandsvariasjonene som vil være aktuelle for Lutvann, men det må antas at bestanden blir redusert i størrelse som følge av endret substrat som skjul og derved økt predasjon. Vannstandsvariasjonene i Lutvann er beregnet til å bli 40-50 cm i tørre år. Dersom variasjonene ikke blir større vil dette ikke ha effekt på bunnfaunaen.

Snegl blir også vanligvis rammet av vannstandsvariasjoner. En reguleringshøyde på 6 m i Blåsjøn i Sverige førte til en kraftig reduksjon av bestanden av vanlig damsnegl og vanlig skivesnegl (Grimås 1961). Flere arter av døgnfluer og steinfluer er trolig også følsomme for vannstandsvariasjoner, men kunnskapene er begrenset (Saltveit og Brabrand 1980).

Marflo, asell, snegl og andre større bunndyr var tallrike på grunnområdene med isoëtider i nord og rundt Sørøya. En reduksjon i vannstanden vil få størst utslag i disse områdene. Dette er trolig også viktige produksjonsområder av næringsdyr for fisk. Mye av den øvrige strandsonen i Lutvann er smal, preget av klipper og stein. Her vil reduksjon i vannstanden ha mindre betydning, fordi arealene som utsettes for tørrlegging blir små. I reguleringsmagasiner er det kjent at bunndyrsammensetningen endrer karakter i retning mot fjærmygg, fåbørstemark og ertemuslinger. Årsaken er at mye av plantematerialet i littoralsonen som mange bunndyr lever av, blir utsatt for erosjon og utvasking gjennom variasjoner i vannstanden. Dette fører på lang sikt til en utarming av næring for littorale bunndyr, mens forholdene blir lagt til rette for detritusspisende bunndyr under littoralsonen (Nielsen og medarb. 1985). I hvilken grad dette er relevant for Lutvann, er avhengig av graden av og hurtigheten i endringer i vannstanden.

Bunndyrfaunaen i Nøklevann virket noe fattigere enn den i Lutvann. Fjærmygg, fåbørstemark og døgnfluer var mer fremtredende enn i Lutvann. Tilstedeværelsen av flere arter snegl viste imidlertid at pH-forholdene var bra.

Lutvannsbekken var preget av en rentvannsfauna med flere arter følsomme steinfluer. Faunaen var sammensatt uten dominans av tolerante grupper. Faunaen i Krokstjernesbekken virket noe fattigere, steinfluefaunaen besto nesten utelukkende av *Nemoura cinerea*, som er den mest tolerante arten. Fraværet av døgnfluer, med unntak av enkeltksemplarer av *B. rhodani*, kan antyde mulige perioder med surere vann i Krokstjernesbekken. Mye av vannet som ved undersøkelsene rant i Lutvannsbekken kom fra

Kroktjernsbekken. Den reduserte vannstanden i Lutvann førte til at svært lite vann herfra rant ned i bekken. Tilstedeværelsen av flere arter fra døgnflueslekten *Baëtis* viste at Lutvannsbekken ikke er forsuret.

Vannkvaliteten i Nøklevannsbekken virket bra, det var flere arter av steinfluer og døgnfluer tilstede, og ingen dominans av fåbørstemark og fjærmygg.

## Fisk

Både Lutvann og Nøklevann har en bestand av ørret. Imidlertid er bestandens størrelse i begge innsjøene begrenset av få muligheter for naturlig reproduksjon og av predasjon fra andre fiskearter, som gjedde (bare Nøklevann) og abbor. Av disse to innsjøene er det Lutvann som har de beste forutsetningene for produksjon av ørret. Bestanden av rovfisk er her mindre (bare abbor) og næringsgrunnlaget er bedre enn i Nøklevann.

Naturlig rekruttering av ørret skjer i rennende vann. Innløpsbekkene til Lutvann er små og lett utsatt for tørrlegging. Naturlig har dette trolig forekommet ved jevne mellomrom, og gitt uregelmessig reproduksjon for ørret. Ved Lutvann er Lutvannsbekken stengt med en dam. Inntil sommeren 1998 var det mulig for fisk å passere dammen begge veier (OFA, pers. medd.). Ørret kunne derfor gyte i Lutvannsbekken og bidra med en viss egenrekruttering til Lutvann, men trolig har både rekruttene og gytefisk hatt liten mulighet til å vandre tilbake til innsjøen. Sommeren 1998 ble en ny dam oppført, uten mulighet for fisk til å passere.

En opprettholdelse av ørretbestand i Lutvann er derfor helt avhengig av utsetting, og at denne fisken finner skjul og næring i strandsonen. Ørretens viktigste næringsdyr er her marflo, snegl og større insektlarver. Disse gruppene er sterk utsatt ved reduksjon i vannstand, både direkte gjennom forringelse av habitat og indirekte gjennom økt predasjon fra fisk. En senkning av vannstanden eller større fluktasjoner vil medføre at dyrene må oppholde seg på bløtbunn som ikke gir godt skjul.

Årsunger av ørret og bekkerøye i Lutvannsbekken viser at det har foregått gyting her. Ørret har trolig ingen mulighet til å vandre fra Nøklevann og opp i Lutvannsbekken, bortsett fra de nederste ca. 25 m. I den aller nederste delen av Lutvannsbekken ble det funnet ørretegg i grusen under innsamlingen av bunndyr senhøsten 1998. Det er likevel trolig at det er gyting av ørret fra Lutvann som gir en stor del av rekrutteringen av ørret til Nøklevann. Denne rekrutteringen er avhengig av stabil vannføring i bekken hele året, fordi ørret antas å måtte oppholde seg i rennende vann noen vekstsesonger før utvandring til Nøklevann. Det samme gjelder for bekkerøye som også gyter i Lutvannsbekken. Ved lavere vannstand i Lutvann vil denne bortfalle. Den nye dammen ved utløp Lutvann vil hindre gytefisk i å komme ned i bekken, og vil derved redusere den naturlige rekrutteringen til Nøklevann.

Selv om det settes ut fisk, vil en senkning av vannstanden i Lutvann føre til at ørret får en svært tynn bestand. Dette primært fordi næringsgrunnlaget og skjulmulighetene i strandsonen forringes og fordi predasjonstrykket fra abbor øker.

Abbor, gjedde (bare Nøklevann) og mort vil klare seg under de nye miljøbetingelsene. Gyting skjer i innsjøene, de har en langt høyere reproduksjon og de har en bredere næringsnisje som ikke gjør artene så avhengige av tilbudet i strandsonen.

## 6. Effekter på Østensjøvann av redusert overføring av vann fra Nøklevann

I dag overføres det vann fra Nøklevann (ca. 40 l/s) til Østensjøvann for å bedre vannkvaliteten der. I utgangspunktet kunne lekkasjene til Romeriksporten ført til at denne overføringen måtte reduseres. I reguleringskonsesjonen ber SFT om at det gjøres beregninger over konsekvensene for Østensjøvann av å redusere overføringen fra Nøklevann med 25%, 50%, 75% og 100%.

Nedenfor gis noen morfometriske og hydrologiske data for Østensjøvann, basert på tilrenning fra eget nedbørfelt:

Areal nedbørfelt	10	km <sup>2</sup>
Årlig avløp Q	5x10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Volum V	0.58x10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Middeldyp	2	m
Teoretisk oppholdstid	0.12	år

Ved innsjøeutrofiering er det mest vanlig at fosforkonsentrasjonen i vannet bestemmer hvor mye alger som vil utvikles. Dette gjelder også det sterkt forurensede Østensjøvannet. I henhold til NIVAs regionale eutrofiundersøkelser (Faafeng og medarb. 1990) er midlere konsentrasjon over 4 sesonger av totalfosfor 243 µg/l P. Algemengden ligger i middel på 70-80 µg/l Chl a. Dette er meget høye verdier i norsk sammenheng.

Det sentrale spørsmål blir hva fosforkonsentrasjonen vil bli i Østensjøvann med ovennevnte reduksjoner i overføringer fra Nøklevann. Vi antar ved beregningene at fosforkonsentrasjonen i Nøklevann er 5 µg/l P.

Overføring av 40 l/s tilsvarer  $1.26 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{år}$ . Nytt årlig avløp fra Østensjøvann blir da  $6.26 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Ny oppholdstid på vannet blir 0.093 år.

For å ha en fosforkonsentrasjon på 243 µg/l P kan man ved hjelp av FOSRES modellen (Berge 1987) beregne at fosforbelastningen er 2386 kg/år P. Av dette utgjør overpumpingen fra Nøklevann 5 µg/l P x  $1.26 \times 10^6 \text{ m}^3 = 6.3 \text{ kg P}$  pr. år. Resten, 2380 kg P pr. år, kommer fra Østensjøvannets nedbørfelt, ev. delvis fra indre gjødsling. Hvis denne belastningen får komme til Østensjøvann med Østensjøvannets opprinnelige tilrenning, får man ved bruk av FOSRES modellen at konsentrasjonen av totalfosfor i Østensjøvann ville ha vært 291 µg/l P. Økningen blir altså  $291 - 243 = 48 \text{ µg/l P}$  om all overføringen ville blitt kuttet. I nedenstående tabell er resulterende fosforkonsentrasjon ved ulike overføringsalternativer ført opp.

Ulike overføringsreduksjoner	Fosforkonsentrasjon µg/l P
Dagens totalfosfor-konsentrasjon	243
Fosforkonsentrasjon ved 25 % reduksjon av overføringen	255
Fosforkonsentrasjon ved 50 % reduksjon av overføringen	267
Fosforkonsentrasjon ved 75 % reduksjon av overføringen	279
Fosforkonsentrasjon ved 100 % reduksjon av overføringen	291

Det lar seg ikke beregne på noen enkel måte hvor stor økning i algeproduksjonen denne fosforøkningen vil medføre. Dette kommer av at Østensjøvannet er så overbelastet med forfor at maksimal eutrofiutvikling nærmest er nådd. For at man skal få økologisk bedre forhold i Østensjøvannet må fosforkonsentrasjonen reduseres med ca. 200 µg/l P. Overpumpingen av vann fra Nøklevann reduserer avlastningsbehovet med ca. 50 µg/l P.

Om vinteren er overpumpingen imidlertid særdeles viktig for å hindre at fullstendig oksygenvinn kan inntre med fiskedød som resultat.

## 7. Referanser

- Aass, P. 1969. Crustacea, especially *Lepidurus arcticus* Pallas, as brown trout food in Norwegian mountain reservoirs. Rap. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 49: 183-201.
- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofinivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1.5-15 m. NIVA-rapport nr. 2001. O-85110. 44 s.
- Blomqvist, P., Bell, R.T., Olofsson, H., Stensdotter, U. og Vrede, K. 1993. Pelagic Ecosystem Responses to Nutrient Additions in Acidified and Limed Lakes in Sweden. *Ambio* 22 (5): 283-289.
- Botrell, H.H., Duncan, A., Gliwicz, Z.M., Grygierek, E., Herzig, A., Illbricht-Ilkowska, A., Kurasawa, H., Larsson, P. og Weglenska, T. 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool.* 24: 419-456.
- Brabrand, Å. og Saltveit, S. J. 1978. Fiskeribiologiske undersøkelser i Øyangen, Volbufjorden og Strandefjorden, Øystre Slidre. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 36. 58 s.
- Brabrand, Å., Brandrud, T.E., Bremnes, T. og Saltveit, S.J. 1998. Vannstandsreduksjon i Nordre Puttjern, Østmarka: Effekt på vannlevende organismer. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 172. 18 s.
- Brandrud, T.E. og Mjelde, M. 1993. Tålegrenser for overflatevann. Makrovegetasjon. Naturens tålegrenser. Fagrapport nr. 29. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport nr. 2936.
- Brandrud, T.E. og Mjelde, M. 1999. Vasspest (*Elodea canadensis*). Effekter på biologisk mangfold. Spredningsagenser. Norsk institutt for vannforskning. (i trykk)
- Bratli, J.L., Andersen, J.R., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O., og Aanes, K.J. 1997. 1997. Statens forurensningstilsyn (SFT). Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning nr.97:04. 31 s.
- Brettum, P. 1984. Planteplankton, telling. I: Vassdragsundersøkelser. En metodebok i limnologi. K. Vennerød (red.). Norsk Limnologiforening. Universitetsforlaget, Oslo. 146-154.
- Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. Planteplankton. NIVA-rapport nr.2344. O-86116. 111 s.

- Brettum, P. 1996. Changes in the volume and composition of phytoplankton after experimental acidification of a humic lake. *Environ. Intern.* 22 (5): 619-628.
- Brittain, J. E. og Saltveit, S. J. 1984. *Bunndyr. I: Vennerød, K. E. (red.) Vassdragsundersøkelser.* Universitetsforlaget, Oslo: 191-200.
- Dumont, H.J., Van de Velde, I. og Dumont, S. 1975. The dry weight estimate on a selection of cladocera, copepoda and rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecologia*, 19: 75-97.
- Eilertsen, O., Bakkestuen, V., Bendiksen, E. og Stabbetorp, O.E. 1998. Miljøundersøkelser i Østmarka. Vegetasjonsøkologiske studier i influensområdet til Romriksporten. Framdriftrapport. Norsk institutt for naturforskning (NINA). Rapport 1998-1.
- Faafeng, B., Brettum, P. og Hessen, D. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofistilstanden i 355 innsjøer i Norge. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 389/90. NIVA-rapport nr. 2355. O- 87124. 57s.
- Frost, S., Huni, A. og Kershaw, W, E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.* 49: 197-173.
- Gabestad, H. og Krogstie, H.A. 1997. En regional vannkvalitetsundersøkelse av 56 innsjøer i Oslo Østmark. – Hovedfagsoppgave ved institutt for Jord- og vannfag. Norges Landbrukshøgskole.
- Grande, M. 1993. Kjølevann fra Lutvann i Østmarka. Notat fra Norsk institutt for vannforskning (NIVA). O-93142.
- Grimås, U. 1961. The bottom fauna of natural and impounded lakes in Northern Sweden (Ankarvattnet and Blåsjön). *Rap. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm* 42: 183-237.
- Grimås, U. 1962. The effect of increased water level fluctuations upon the bottom fauna in Lake Blåsjön, Northern Sweden. *Rap. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm* 44: 14-41.
- Hessen, D.O., Faafeng, B.A. og Andersen, T. 1995a. Replacement of herbivore zooplankton species along gradients of ecosystem productivity and fish predation pressure. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 733-742.
- Hessen, D.O., Faafeng, B.A. og Andersen, T. 1995b. Competition or niche segregation between *Holopedium* and *Daphnia*; empirical light on abiotic key parameters. *Hydrobiologia* 307: 253-261.
- Hobæk, A. og Raddum, G.G. 1980. Zooplankton communities in acidified lakes in South Norway. Rapport IR 75/80, SNSF-prosjektet. 132 s.
- Hutchinson, G.E. 1975. *A Treatise of Limnology. III. Limnological Botany.* Wiley, New York.
- Hynes, H. B. N. 1961. The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. *Arch. Hydrobiol.* 57: 344-388.
- Langangen, A. 1992. En enkel flora over norske kransalger. Norges kransalger. Hefte 1. (upubl.)
- Lid, J. og Lid, D.T. 1994. Norsk flora. Det norske samlaget. Oslo.



- Lien, L. 1998. Lutvannsbekken. En foreløpig vurdering av vannføring og vannkvalitet. NIVA-rapport nr.3968-98.11 s.
- Magnell, J-P. 1998a. Romeriksporten. Vannstand i Lutvann og vannføring i Lutvannsbekken. Konsekvenser med innlekkasje til tunnelen. Statkraft engineering. Rapport nr. SE 98/123.
- Magnell, J-P. 1998b. Romeriksporten. Overflatehydrologi. Status pr. Oktober 1998. Statkraft engineering. Rapport nr. SE 98/136.
- Mjelde, M. 1997. Status for vasspest (*Elodea canadensis*) i Norge. Spredningsomfang og eksempler på effekter. NIVA-rapport OR-3607.
- Nielsen, P. S., Brittain, J. E., Saltveit, S. J. og Brabrand, Å. 1985. Randsfjorden: Undersøkelse og vurdering av fiskeribiologiske forhold. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 79. 70 s.
- Olrik, K., Blomqvist, P., Brettum, P., Cronberg, G. og Eloranta, P. 1998. Methods for Quantitative Assessment of Phytoplankton in Freshwaters, part I. Naturvårdsverkets rapport nr.4860. 86 s.
- Rott, E. 1981. Some results from phytoplankton counting intercalibrations. Schweiz. Z. Hydrol. 43. 34-62.
- Riise, G. 1987. En regional undersøkelse av 56 innsjøer i Oslo Østmark. Naturlige og antropogene kilder til spormetaller og forurensningsparametre. Cand.scient. oppgave i limnologi. Universitetet i Oslo.
- Rørslett, B., Green, N.W. and Kvalvågnes, K. 1978. Stereophotography as a tool in aquatic biology. Aquat. Bot., 4: 73-81.
- Rørslett, B. 1983. Tyrifjord og Steinsfjord. Undersøkelse av vannvegetasjon 1977.1982. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport nr. 1510.
- Rørslett, B. 1985. Vannvegetasjon og vassdragsreguleringer. K.norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1985, s. 109-124.
- Rørslett, B. 1987. Statistics of the underwater light field: an empirical model. Internat. Rev. ges. Hydrobiol. 72: 1-25.
- Rørslett, B., Green, N.W. og Kvalvågnes, K. 1978. Stereophotography as a tool in aquatic biology. Aquatic Botany 4: 73-81.
- Rørslett, B. og Brettum, P. 1989. The genus *Isoëtes* in Scandinavia: an ecological review and perspectives. Aquatic Botany 35: 223-261.
- Rørslett, B., Singsaas, S. og Johansen, S.W. 1994. Vegetasjonsetablering i Meltingen, en regulert innsjø i Nord-Trøndelag: erfaringer fra forsøk i 1989-92. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport nr. 3039.
- Saltveit, S. J. 1978. Reguleringsundersøkelser i Nedre Heimdalsvatn. 1. Dyreplankton, bunndyr og ernæring hos ørret. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 34: 9-36.

- Saltveit, S. J. og Brabrand, Å. 1980. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for vassdragene Etna og Dokka, Oppland. 1. Fisk og bunndyr i Etnsenn, Heisenn, Røssjøen, Rotvollfjorden, Sebu-Røssjøen, Dokkfløyvatn, Mjogsjøen, Synnfjorden og Garin. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 44. 186 s.
- Schartau, A.K.L., Hobæk, A., Faafeng, B., Halvorsen, G., Løvik, J.E., Nøst, T., Lyche Solheim, A. og Walseng, B. 1997. Diversitet av dyreplankton og littorale krepsdyr – naturlige gradienter og effekter av forurensninger, fysiske inngrep og introduksjoner. NINA temahefte 14, NIVA-rapport nr. 3768-97: 58 s.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. Mitt. int. Verein. Limnol. 9. 1-38.
- Wold, T. 1993 a. Nøkle vann. En sammenstilling av resultater fra overvåkingsprogrammet. 1983-1993.
- Wold, T. 1993 b. Lutvann. En sammenstilling av resultater fra overvåkingsprogrammet. 1983-1993.
- Zaret, T. 1980. Predation and freshwater communities. Yale University Press. 187 pp.

## **8. Vedlegg**

## Bedømmelse av miljøkvalitet og tilstand i innsjøer og bekke-/elvelokaliteter i de undersøkte vassdrag i Østmarka


Lokalitet	pH	Alk	Turb	Farge	TOC	Tot-P	Tot-N	Jern	Sikt	Klorofyll	Samlet
Lutvatn	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Nøkevatn	Blue	Green	Green	Blue	Orange	Blue	Green	Blue	Green	Green	Green
Kroktjern	Blue	Blue	Green	Orange	Red	Blue	Green	Orange	Green	Green	Green
Søndre Puttjern	Blue	Blue	Green	Green	Orange	Blue	Green	Orange	Green	Orange	Green
Nordre Puttjern	Red	Red	Orange	Blue	Orange	Green	Orange	Red	Orange	Orange	Orange


Lokalitet	pH	Alkalitet	Turbiditet	Farge	Tot-P	Tot-N	TOC	Samlet
Puttjernsbekken (st.P1)	Orange	Green	Green	Red	Green	Orange	Orange	Orange
Munkebekken (st.M1)	Blue	Blue	Green	Orange	Green	Blue	Orange	Orange
Ellingsrudelva v/ Nuggerud (st.E0)	Blue	Green	Green	Green	Blue	Green	Orange	Green
Ellingsrudelva v/ Gamleveien (st.E1)	Blue	Blue	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Ellingsrudelva v/ Strømsveien (st.E2)	Blue	Blue	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Ellingsrudelva v/ Lørenskog st. (st.E3)	Blue	Blue	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Ljanselva v/ Skullerudstua (st.Lja1)	Blue	Blue	Orange	Orange	Green	Green	Orange	Orange
Ljanselva v/ Munkerudkleiva (st.Lja2)	Blue	Blue	Red	Green	Red	Red	Orange	Red
Lutvannsbekken (st.L1)	Blue	Blue	Green	Orange	Blue	Green	Orange	Green

Klasse I "Meget god" tilstand 

Klasse IV "Dårlig" tilstand 

Klasse II "God" tilstand 

Klasse V "Meget dårlig" tilstand 

Klasse III "Mindre god" tilstand 

Tabell 1 Temperatur- og oksygenmålinger i Lutvann 1998

Dato	2.mars		14.mai		15.juni		15.juli		12.aug		15.sep		14.okt	
Dyp i m	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l
0					13.4	11.2	16.5	10.7	17.3	9.8	14.1	10.5	9.8	11.5
1	2.6	12.9	6.9	11.2	13.3	11.3	16.3	10.7	17.3	9.6	14.0	10.2	9.9	11.4
4	2.6	12.9	6.2	11.2	12.8	11.0	16.1	10.6	17.0	9.6	13.9	10.1	9.9	11.4
8	2.6	12.9	5.2	11.1	11.8	11.2	13.1	11.7	16.4	10.0	13.9	10.1	9.9	11.3
12	2.6	12.9	4.9	11.1	7.7	12.4	7.0	12.7	8.0	12.9	8.7	12.9	9.9	11.3
18	3.0	11.9	4.2	11.1	4.9	13.0	5.0	12.0	5.6	12.5	5.6	12.4	5.6	12.4
25	3.1	11.8	4.0	11.1	4.6	12.8	4.6	11.8	5.0	11.9	5.0	12.0	5.0	12.0
35	3.3	11.3	4.0	10.9	4.4	12.4	4.4	11.6	4.9	11.5	4.7	11.3	4.7	11.2
40	3.4	11.1	4.0	10.8	4.3	12.2	4.4	11.1	4.6	11.2	4.7	10.9	4.7	9.8
45	3.5	10.9	4.0	10.8	4.0	12.0	4.4	10.8	4.6	11.1	4.6	10.8	4.7	6.9
50	3.6	9.8	4.0	10.8	4.0	11.8	4.3	10.3	4.6	9.7	4.6	10.2	4.7	6.0
53	3.6	5.7	4.0	10.8	4.0	10.3	4.3	7.7	4.6	10.5	4.6	3.6	4.7	5.0
Siktedyp i m			15.3		7.2		10		9.5		10.5		9.5	

Tabell 2 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Lutvann 2. mars 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
5	7.17	5.90	0.237	0.34	1.92	2	< 1	205	95	23
15	7.15	5.85	0.248	0.21	1.73	2	< 1	215	89	24
25	7.20	5.87	0.252	0.16	1.54	2	< 1	205	89	23
35	7.16	5.80	0.250	0.15	1.73	2	< 1	200	97	21
45	7.20	6.02	0.252	0.31	13.10	2	< 1	205	107	19

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l
5	1.7	11.1	2.9	11.75	2.15	7.16	1.15	0.48	1.7	5
15	1.3	11.0	2.9	10.88	2.11	7.16	1.15	0.48	2.0	5
25	1.6	11.0	2.9	10.66	2.10	7.17	1.15	0.47	1.8	2
35	1.6	11.0	2.9	10.20	2.11	7.16	1.15	0.47	1.7	2
45	1.4	11.1	2.9	9.80	2.12	7.30	1.16	0.48	1.6	4

Tabell 3 Analyseresultater av prøver fra Lutvann 14. mai 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-10 m	7.13	5.85	0.242	0.71	2.30	2	< 1	235	92	15
45 m	7.21	5.73	0.244	1.30	1.92	3	< 1	235	93	23

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-10 m	1.6	11.0	2.9	2.04	6.89	1.10	0.48	3.0	8	0.57
45 m	1.5	11.0	2.9	2.03	6.90	1.11	0.47	3.6	9	



Tabell 4 Analyseresultater av prøver fra Lutvann 15. juni 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-10 m	7.31	5.84	0.250	0.54	2.30	3	< 1	235	82	5
45 m	7.29	5.83	0.250	0.35	2.30	3	< 1	280	95	21

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Al/I µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-10 m	2.2	11.1	2.9	2.19	6.80	1.17	0.53	4.4	26	16	<5	>11	1.15
45 m	1.8	11.0	2.9	2.20	6.88	1.18	0.47	3.2	11	8	<5	>3	



Tabell 5 Analyseresultater av prøver fra Lutvann 15. juli 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-10 m	7.11	5.72	0.243	0.54	2.69	2	< 1	205	62	< 5
45 m	7.22	5.79	0.246	0.35	1.73	2	< 1	245	103	21

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Al/I µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-10 m	1.7	10.9	2.8	2.08	6.75	1.21	0.48	2.8	9	9	< 5	> 4	1.58
45 m	1.5	11.0	2.9	2.14	6.74	1.17	0.49	3.0	6	< 5	< 5	0	

Tabell 6 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Lutvann 12. august 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-10 m	7.24	6.09	0.256	1.10	3.07	3	< 1	210	48	< 5
5	7.26	5.99	0.245	0.67	1.34	2	< 1	175	48	5
15	7.24	6.07	0.244	0.72	1.54	2	< 1	190	85	6
25	7.25	6.11	0.245	0.46	1.54	2	< 1	210	98	18
35	7.19	6.10	0.246	0.60	1.54	2	< 1	210	98	24
45	7.21	6.12	0.244	0.52	1.34	2	< 1	210	107	23

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chl a µg/l
Bl.pr.0-10 m	2.0	11.2	3.0		2.10	6.99	1.20	0.46	1.8	10	1.02
5	1.8	11.0	2.9	8.70	2.09	6.97	1.17	0.48	1.6	6	
15	1.6	11.1	2.9	10.40	2.11	7.03	1.18	0.48	1.2	3	
25	1.4	11.1	2.9	9.91	2.10	7.07	1.19	0.48	1.2	3	
35	1.4	11.1	2.9	9.82	2.11	7.00	1.18	0.48	1.8	3	
45	1.3	11.2	2.9	9.42	2.10	7.05	1.19	0.48	1.8	3	

Tabell 7 Analyseresultater av prøver fra Lutvann 15. september 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-10 m	7.22	6.04	0.244	0.77	2.50	2	< 1	190	43	8
45 m	7.18	6.15	0.243	0.62	2.11	3	< 1	230	100	24

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-10 m	1.8	10.8	2.8	2.08	6.71	1.12	0.45	1.4	10	1.13
45 m	1.3	11.1	2.9	2.12	6.86	1.15	0.45	2.0	< 1	

Tabell 8 Analyseresultater av prøver fra Lutvann 14. oktober 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-10 m	7.22	5.92	0.247	0.23	1.92	2	< 1	175	41	7
45 m	7.16	6.01	0.244	0.13	2.11	2	2	220	111	25

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-10 m	1.6	10.9	2.9	2.08	6.77	1.14	0.52	1.4	88	1.72
45 m	1.2	11.0	2.9	2.08	6.76	1.15	0.54	3.0	4	

Tabell 9 Temperatur- og oksygenmålinger i Nøkle vann 1998

Dato	2.mars		14.mai		15.juni		15.juli		12.aug		15.sep		14.okt	
Dyp i m	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l
0					15.9	10.2	18.3	10.5	18.9	9.3	14.7	9.8	9.5	10.7
1	3.8	10.6	9.8	9.6	15.6	10.1	18.0	10.4	18.9	9.1	14.3	9.8	9.5	10.5
2	3.8	10.5	9.2	9.4	15.4	10.1	17.6	10.4	18.5	9.0	14.1	9.7	9.5	10.4
4	3.9	10.5	7.2	9.1	13.9	10.0	17.1	10.2	17.9	8.9	14.0	9.6	9.5	10.3
6	3.9	10.0	6.2	8.6	11.8	10.0	13.7	10.1	16.2	8.0	13.9	9.6	9.5	10.3
8	3.9	9.4	5.5	8.6	7.1	9.8	7.9	9.5	8.3	8.1	12.7	8.6	9.4	10.3
12	3.9	9.4	5.0	8.4	6.0	9.0	6.0	8.5	6.4	7.6	6.5	7.1	6.5	6.5
18	3.9	9.4	4.5	8.1	5.6	9.0	5.7	8.4	6.2	7.3	6.2	6.6	6.2	6.5
24	4.0	8.4	4.2	8.0	5.1	8.7	5.2	7.8	6.0	7.1	6.0	5.9	5.7	4.8
28	4.0	7.8	4.0	7.6	4.8	7.5	5.1	6.4	5.8	5.7	5.8	3.9	5.4	3.7
30	4.0	6.9	4.0	6.6	4.8	6.6	4.9	5.5	5.7	3.6	5.9	1.3	5.3	3.2
31	4.0	6.1	4.0	4.2	4.8	0.3	4.9	0.6	5.7	0.9	5.9	0.8	5.3	0.6
Siktedyp i m			5.3		5.8		4.5		5.3		6		5.5	

Tabell 10 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Nøkle vann 2. mars 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
5	6.84	4.50	0.166	0.39	2.11	3	< 1	300	138	7
12	6.83	4.53	0.177	0.26	9.98	4	< 1	275	143	< 5
18	6.86	4.52	0.179	0.28	10.40	4	< 1	285	150	< 5
24	6.82	4.66	0.181	0.27	11.90	4	< 1	295	138	5
30	6.77	4.68	0.185	0.45	11.10	5	< 1	330	150	7

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe mg/l
5	3.6	7.3	3.1	9.44	2.18	4.91	0.79	0.38	7.3	29
12	3.4	7.3	3.1	8.66	2.14	5.02	0.80	0.39	6.8	21
18	3.4	7.4	3.2	8.15	2.19	5.21	0.83	0.39	9.0	26
24	3.5	7.4	3.2	7.80	2.15	5.23	0.82	0.39	14.2	41
30	3.5	7.5	3.2	6.09	2.19	5.29	0.83	0.39	17.3	76

Tabell 11 Analyseresultater av prøver fra Nøklevann 14. mai 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-10m	7.03	4.14	0.164	1.8	13.4	3	< 1	300	119	11

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-10m	4.4	7.0	3.0	2.04	4.64	0.76	0.37	13.0	42	1.49

Tabell 12 Analyseresultater av prøver fra Nøklevann 15. juni 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-10m	7.06	4.18	0.170	0.4	12.1	6	< 1	270	66	13

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Al/I µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-10m	3.9	7.0	3.0	2.21	4.62	0.79	0.40	6.2	25	18	11	7	2.20



Tabell 13 Analyseresultater av prøver fra Nøklevann 15. juli 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-10m	6.95	4.03	0.166	0.61	12.3	6	< 1	265	42	9

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Al/I µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-10m	4.0	6.9	2.9	2.11	4.51	0.77	0.37	6.8	38	12	11	1	3.64

Tabell 14 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Nøkle vann 12. august 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr. 0-10 m	6.94	4.50	0.179	0.62	11.50	3	< 1	270	43	15
5	7.05	4.39	0.174	0.92	12.10	4	< 1	235	6	10
12	6.67	4.48	0.162	0.76	11.10	4	< 1	310	150	7
18	6.71	4.52	0.165	0.74	10.80	4	< 1	305	160	6
24	6.95	4.55	0.165	0.56	10.60	5	< 1	320	165	5
30	6.67	4.61	0.170	1.00	9.98	5	< 1	310	160	7

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chl a µg/l
Bl.pr. 0-10 m	4.2	7.0	3.1		2.10	4.67	0.79	0.34	7.2	38	2.24
5	4.2	6.7	2.9	7.45	2.09	4.65	0.81	0.35	8.1	63	
12	3.5	7.2	3.0	6.07	2.14	4.78	0.81	0.37	6.8	28	
18	3.4	7.2	3.0	5.84	2.12	4.82	0.81	0.37	7.4	27	
24	3.4	7.1	3.0	5.23	2.15	4.75	0.80	0.38	9.0	31	
30	3.4	7.3	3.8	4.38	2.15	4.78	0.82	0.38	19.8	83	

Tabell 15 Analyseresultater av prøver fra Nøklevann 15. september 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-10m	7.04	4.36	0.166	1.1	15.2	5	< 1	260	43	12

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-10m	4.5	6.7	2.9	2.07	4.47	0.77	0.31	7.2	44	3.35

Tabell 16 Analyseresultater av prøver fra Nøklevann 14. oktober 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-10m	7.02	4.32	0.174	0.31	15.0	5	1	250	42	10

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-10m	4.0	6.8	3.0	2.08	4.49	0.77	0.40	6.8	40	2.35

Tabell 17 Temperatur- og oksygenmålinger i Kroktjern 1998

Dato	2.mars		13.aug	
Dyp i m	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l
0			18.0	8.9
1	2.8	10.4	17.7	8.7
2	2.9	9.7	17.2	8.6
3	3.0	9.4	15.3	8.9
4	3.1	9.2	10.4	6.6
5	3.4	8.6	8.7	5.7
6	3.9	7.0	5.7	3.7
7	4.0	5.7	5.3	2.6
8	4.0	3.3	5.0	0.7
9	4.1	1.8	4.8	0.3
9.5	4.5	0.9	5.0	0.3
Siktedyp i m	4.0			

Tabell 18 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Kroktjern 2. mars 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
2	6.62	4.53	0.168	0.40	46.3	4	< 1	310	29	38
4	6.87	4.71	0.204	0.47	34.8	4	< 1	280	28	46
6	6.84	4.63	0.203	0.35	33.2	3	< 1	285	29	46
8	6.97	5.68	0.319	2.10	39.7	5	< 1	380	25	107
10	7.25	6.47	0.406	5.50	43.0	8	< 1	380	21	142

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l
2	8.3	6.8	3.3	8.85	2.31	5.29	0.60	0.25	49.4	160
4	7.3	6.6	3.3	7.70	2.26	6.05	0.64	0.26	46.6	120
6	7.2	6.6	3.4	7.00	2.25	5.99	0.65	0.26	51.0	140
8	7.9	6.6	3.4	3.58	2.34	8.13	0.74	0.29	115.0	460
10	8.6	6.4	3.4	3.00	2.33	9.93	0.79	0.29	128.0	1150

Tabell 19 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Kroktjern 12. august 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr. 0-8 m	6.89	4.92	0.236	1.10	32.6	5	< 1	290	11	43
2	6.95	4.26	0.181	0.78	31.7	5	1	305	4	12
4	6.90	4.28	0.185	0.69	34.0	4	< 1	270	< 1	12
6	6.79	5.11	0.240	0.85	32.6	5	< 1	270	23	20
8	6.81	5.43	0.269	1.20	33.2	4	< 1	330	27	91
10	6.81	5.32	0.259	1.40	33.2	5	< 1	320	23	67

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chl a µg/l
Bl.pr. 0-8 m	7.3	6.3	3.1		2.12	6.11	0.61	0.23	90.0	190	2.63
2	6.9	6.2	2.9	7.62	2.04	5.19	0.54	0.22	4.7	80	
4	7.1	6.1	2.8	7.66	2.02	5.21	0.55	0.22	8.8	91	
6	6.8	6.5	3.3	4.45	2.20	6.46	0.67	0.25	60.0	185	
8	6.9	6.4	3.4	2.84	2.23	6.95	0.71	0.26	110.0	275	
10	6.8	6.5	3.4	2.97	2.23	6.75	0.70	0.26	120.0	280	

Tabell 20 Temperatur- og oksygenmålinger i Søndre Puttjern 1998

Dato	2.mars		14.mai		15.juni		15.juli		13.aug		15.sep		15.okt	
Dyp i m	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l
0					14.0	10.6	15.5	10.2	16.0	8.8	11.7	9.4	6.7	10.0
1	1.2	9.4	8.8	8.9	13.8	10.3	15.4	10.0	16.0	8.9	11.7	9.5	6.7	9.9
2	1.2	9.4	6.3	8.8	13.3	10.5	14.5	10.4	16.0	8.8	11.5	9.3	6.7	9.6
3	1.7	8.1	5.5	8.4	8.9	11.3	11.6	10.6	14.3	9.8	11.3	9.3	6.7	9.5
4	2.4	7.8	4.6	7.6	6.0	9.7	8.6	9.2	10.4	8.6	11.1	9.2	6.7	9.4
5	3.0	6.8	4.0	6.0	4.6	6.2	6.1	5.8	7.4	4.7	8.7	4.5	6.7	9.4
6	3.5	5.7	4.0	3.2	4.2	2.9	5.2	2.4	5.7	0.6	6.7	0.8	6.7	8.9
7	3.9	4.5	4.2	0.8	4.1	0.6	4.8	0.7	5.2	0.3	5.6	0.4	6.0	0.9
8	4.0	2.5	4.2	0.4	4.2	0.4	4.7	0.5	5.0	0.2	5.1	0.3	5.2	0.6
9	4.2	0.2	4.5	0.3	4.2	0.3	4.6	0.4	4.8	0.1	4.9	0.3	5.0	0.6
9.5	4.3	0.2	4.5	0.3	4.2	0.3	4.6	0.4	4.8	0.0	4.9	0.3	4.9	0.5
Siktedyp i m			4.8		5.3		5		4.4		4.35		4.5	



Tabell 21 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Søndre Puttjern 3. mars 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
2	6.29	4.05	0.090	0.59	31.9	7	< 1	295	63	27
4	6.63	4.70	0.158	0.48	29.4	4	< 1	325	63	47
6	7.25	6.63	0.373	0.44	21.7	6	< 1	350	71	87
8	7.53	9.26	0.675	0.45	20.5	6	< 1	520	50	265
10	7.76	11.00	0.855	0.65	22.1	8	< 1	590	21	369

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l
2	7.3	8.4	2.9	8.95	2.29	3.95	0.58	0.24	62.0	124
4	6.9	8.6	3.0	8.51	2.25	5.48	0.65	0.23	53.0	110
6	5.6	8.5	3.2	6.66	2.20	9.85	0.78	0.26	40.4	80
8	5.4	8.5	3.3	3.24	2.16	15.90	0.91	0.29	53.0	104
10	5.7	8.5	3.4	1.46	2.12	19.10	0.93	0.30	82.0	184

Tabell 22 Analyseresultater av prøver fra Søndre Puttjern 14. mai 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-8 m	7.27	6.02	0.368	2.5	23.6	6	< 1	410	51	134

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Al/I µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-8 m	5.8	7.8	2.8	1.98	9.14	0.68	0.25	64	105	113	83	30	2.01

Tabell 23 Analyseresultater av prøver fra Søndre Puttjern 15. juni 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-8 m	7.40	6.26	0.400	0.45	21.7	9	< 1	415	30	135
9 m	7.78	13.80								

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Al/I µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-8 m	6.1	7.6	2.8	2.14	9.51	0.73	0.30	60	110	77	56	21	5.02
9 m		5.5						163	720				

Tabell 24 Analyseresultater av prøver fra Søndre Puttjern 15. juli 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-8 m	7.27	5.93	0.385	0.69	23.8	9	2	400	21	93
9 m	7.49	12.90								

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Al/I µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-8 m	6.1	7.4	2.7	2.10	9.29	0.72	0.25	70.0	77	98	82	16	7.16
9 m		5.8							660	64	47	17	

Tabell 25 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Søndre Puttjern 13. august 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr. 0-10 m	6.90	4.24	0.236	0.63	23.6	5	< 1	240	8	9
2	6.78	3.61	0.129	0.56	23.0	5	< 1	225	4	9
4	6.67	3.78	0.136	0.85	26.3	5	< 1	305	< 1	5
6	7.27	7.59	0.442	0.75	18.8	6	1	355	56	68
8	7.68	10.80	0.797	0.87	17.7	8	< 1	475	11	236
10	7.68	14.60	1.290	2.70	35.1	12	1	1090	< 1	720

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chl a µg/l
Bl.pr. 0-10 m	6.0	7.0	2.5		1.89	4.98	0.57	0.20	20.7	50	3.43
2	5.8	6.5	2.2	8.22	1.80	3.89	0.51	0.19	17.5	50	
4	6.2	6.8	2.3	9.05	1.83	4.17	0.52	0.20	28.7	59	
6	5.7	8.6	3.4	4.40	2.18	11.00	0.84	0.25	14.4	53	
8	5.4	7.9	3.4	0.36	2.14	16.80	0.98	0.25	180.0	57	
10	6.4	4.4	3.5	0.05	2.10	25.00	1.09	0.29	240.0	810	





Tabell 28 Temperatur- og oksygenmålinger i Nordre Puttjern 1998

Dato	2.mars		14.mai		15.juni		15.juli		13.aug		15.sep		15.okt		25.nov	
Dyp i m	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l	Temp. °C	Oks.mg/l
0					14.50	9.00	15.60	9.00	15.60	6.90	12.10	9.40	6.80	5.40	1.00	7.20
1	1.80	3.15	8.40	7.20	13.30	8.90	14.90	8.05	15.70	6.70	11.60	6.60	6.70	5.40	4.50	4.20
2	2.30	1.65	4.80	5.20	8.40	2.90	10.30	4.05	12.40	0.50	9.50	3.50	6.70	5.30	5.20	2.80
3	2.90	0.50	3.00	2.70	5.10	1.30	7.80	1.80	8.40	1.10	9.20	0.50	6.70	5.30	5.30	3.20
4	3.40	0.35	3.10	0.80	4.60	0.46	5.70	0.65	6.50	0.30	8.10	0.40	7.90	0.80	5.50	3.40
5	4.00	0.15	3.60	0.30	4.30	0.38	5.00	0.45	5.60	0.20	6.30	0.30	7.20	0.60	6.00	1.20
6	4.50	0.15	4.00	0.30	4.30	0.30	4.70	0.45	5.40	0.10	5.60	0.20	6.00	0.40	6.50	0.40
7			4.20	0.25	4.40	0.29	4.70	0.45	5.20	0.10	5.50	0.20	5.60	0.40	6.80	0.40
Siktedyp i m			2.75		2.65		2.55		2.85		2.2		2.5			



Tabell 29 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Nordre Puttjern 3. mars 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
2	4.53	24.1	*	6.0	8.83	6	< 1	775	205	432
4	3.35	68.8	*	16.0	7.87	4	< 1	1000	170	696
6	3.30	72.9	*	20.0	9.02	4	< 1	1020	175	715

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l
2	4.6	2.8	2.8	3.98	2.45	28.8	3.75	0.72	376	650
4	4.0	298	2.8	1.32	2.57	66.4	8.78	0.90	837	7000
6	4.1	314	2.8	1.88	2.50	69.7	8.85	0.90	877	7900

\* Ikke målbart

Tabell 30 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Nordre Puttjern 14. mai 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-4 m	4.32	23.2	*	5.3	10.2	7	< 1	730	160	382
2 m	5.12	11.6								
4 m	3.93	44.4								
7 m	3.36	83.4								

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Al/I µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-4 m	4.5	> 100	2.2	1.96	28.1	3.72	0.57	280	1020	2010	92	1918	1.52

\* Ikke målbart

Tabell 31 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Nordre Puttjern 15. juni 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-4 m	4.27	25.7	*	7.6	20.5	9	< 1	680	70	349
2 m	4.52	24.1								
4 m	3.59	63.4								
6 m	3.69	76.1								

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	Al/I µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-4 m	5.5	110	2.3	2.08	29.3	4.19	0.71	420	2030	2150	97	2053	2.99
2 m		99						362	470	1340	81	1259	
4 m		290						1080	10200	9100	296	8804	
6 m		380						1270	22500	15000	440	14560	

\* Ikke målbart

Tabell 32 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Nordre Puttjern 15. juli 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-4 m	4.51	23.5	*	3.3	12.5	10	1	580	52	212
2 m	4.73	15.9								
4 m	3.58	47.0								
7 m	3.34	70.1								

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-4 m	5.5	78	2.2	2.03	22.9	3.34	0.62	310	920	8.01
2 m		61							720	
4 m		250							10000	
7 m		360							14900	

\* Ikke målbart

Tabell 33 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Nordre Puttjern 13. august 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr. 0-4 m	4.43	23.4	*	4.30	8.45	10	< 1	580	16	277
2	5.62	11.3	0.051	0.92	25.70	11	1	415	16	79
4	3.91	50.2	*	4.50	4.61	4	< 1	925	16	670
6	3.50	67.2	*	43.00	7.49	10	< 1	1290	8	990

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chl a µg/l
Bl.pr. 0-4 m	5.3	93.0	2.7		2.06	26.0	3.81	0.65	390	990	3.51
2	5.9	29.6	2.1	5.71	1.78	13.3	2.04	0.53	190	235	
4	3.5	222.0	2.4	0.81	2.51	57.4	7.92	0.88	860	1160	
6	4.9	286.0	2.8	1.07 <sup>1)</sup>	2.51	67.4	9.20	0.89	1010	10700	

\* Ikke målbart <sup>1)</sup> Resultatene er H<sub>2</sub>S mg/l

Tabell 34 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Nordre Puttjern 15. september 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-4 m	4.39	22.5	*	5.2	10.2	15	2	650	43	288
2 m	5.42	11.3								
4 m	3.70	53.8								
6 m	3.33	83.7								

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-4 m	6.1	89	2.1	2.08	25.5	3.56	0.63	360	1525	11.20
2 m		38							750	
4 m		238							3920	
6 m		370							25000	

\* Ikke målbart

Tabell 35 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Nordre Puttjern 15. oktober 1998.

Analysevariabel Enhet Dyp i m	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	PO <sub>4</sub> -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO <sub>3</sub> -N µg/l N	NH <sub>4</sub> -N µg/l N
Bl.pr.0-4 m	5.57	11.4	0.044	0.84	33.8	15	2	535	36	177
2 m	5.22	11.6								
4 m	4.23	26.9								
6 m	3.83	74.8								

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Chla µg/l
Bl.pr.0-4 m	6.0	34.5	2.3	1.85	13.2	2.08	0.68	196	515	3.69
2 m		41								
4 m		109								
6 m		320								

\* Ikke målbart

Tabell 36 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 3. mars 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/II µg/l
Lutvannsbekken	L1	6.84	5.06	0.181	0.29	22.5	2	280	4.0	53	43
Puttjernsbekken	P1	6.05	5.39	0.140	0.34	93.7	5	460	12.1	145	135
Munkebekken	M1	7.07	8.47	0.386	2.4	24.0	8	565	4.8	34	26
Ellingsrudbekken	E0	6.69	3.74	0.101	0.36	15.7	3	310	3.9	57	52
Ellingsrudbekken	E1	6.86	5.23	0.161	0.94	21.3	6	505	4.9	58	50
Ellingsrudbekken	E2	7.16	11.1	0.396	1.1	21.5	12	705	4.7	39	25
Ellingsrudbekken	E3	7.36	16.6	0.569	1.5	21.1	9	845	4.7	33	19
Ljanselva	Lj 1	7.42	8.38	0.406	1.3	25.7	8	425	4.9	43	29
Ljanselva	Lj 2	7.45	18.6	0.928	3.2	26.9	514	5400	9.7	30	26



Tabell 37 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 15. mars 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Analysevariabel Enhet Stasjon	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/II µg/l
Lutvannsbekken L1	7.22	6.44	0.319	0.74	15.9	5	325	3.3	34	18
Puttjernsbekken P1	6.43	5.16	0.142	0.45	73.9	5	450	10.1	130	123
Munkebekken M1	7.40	12.1	0.663	3.1	15.4	6	560	4.0	42	13
Ellingsrudbekken E0	6.64	3.73	0.109	0.64	13.2	4	325	3.7	40	34
Ellingsrudbekken E1	6.95	5.43	0.185	0.95	15.9	6	480	4.0	45	34
Ellingsrudbekken E2	7.27	20.2	0.481	6.9	15.6	31	780	4.4	42	28
Ellingsrudbekken E3	7.41	21.2	0.526	2.4	15.6	12	830	4.1	38	22
Ljanselva Lj 1	7.51	18.6	0.661	4.5	18.6	79	940	5.1	41	21
Ljanselva Lj 2	7.63	44.3	1.003	27.0	14.8	109	1360	5.4	82	61

Tabell 38 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 31. mars 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/II µg/l
Lutvannsbekken	L1	6.48	3.67	0.091	0.55	33.4	5	365	5.9	111	101
Puttjernsbekken	P1	5.42	3.19	0.049	0.70	59.1	6	420	9.2	309	237
Munkebekken	M1	6.77	5.31	0.208	9.4	39.2	30	655	7.2	91	83
Ellingsrudbekken	E0	6.37	3.91	0.090	1.1	27.1	7	650	5.4	109	92
Ellingsrudbekken	E1	6.68	5.84	0.180	9.9	35.9	30	970	6.9	83	73
Ellingsrudbekken	E2	7.04	11.3	0.389	6.6	34.4	26	1160	7.0	62	50
Ellingsrudbekken	E3	7.16	14.4	0.450	8.8	34.2	33	1300	7.1	54	43
Ljanselva	Lj 1	6.85	7.18	0.403	5.1	43.8	64	675	7.8	60	55
Ljanselva	Lj 2	7.46	20.3	0.758	9.8	35.1	46	1270	6.7	43	33

Tabell 39 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 15. april 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/Il µg/l
Lutvannsbekken	L1	6.78	4.05	0.147	0.62	24.4	2	270	4.5	75	57
Puttjernsbekken	P1	6.10	4.46	0.118	1.2	69.7	4	405	9.3	117	107
Munkebekken	M1	6.97	9.47	0.487	3.5	21.9	7	555	4.5	54	23
Ellingsrudbekken	E0	6.64	3.64	0.116	0.59	13.4	3	335	3.5	43	29
Ellingsrudbekken	E1	6.84	6.79	0.226	2.9	21.7	14	655	4.7	60	36
Ellingsrudbekken	E2	7.21	36.5	0.600	9.9	18.8	37	1110	4.8	83	45
Ellingsrudbekken	E3	7.33	29.7	0.667	4.4	20.2	16	1200	4.8	56	22
Ljanselva	Lj 1	6.86	5.81	0.275	2.2	21.3	7	365	4.7	47	26
Ljanselva	Lj 2	7.39	34.1	0.756	44.0	19.6	155	1990	4.3	109	74

Tabell 40 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 29. april 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/II µg/l
Lutvannsbekken	L1	6.53	3.42	0.110	0.40	40.5	4	295	6.0	134	134
Puttjernsbekken	P1	5.44	4.42	0.055	0.35	73.7	6	475	10.3	273	220
Munkebekken	M1	6.87	5.81	0.228	2.4	39.4	8	525	7.0	119	105
Ellingsrudbekken	E0	6.20	3.18	0.077	0.48	32.1	5	420	5.8	130	124
Ellingsrudbekken	E1	6.65	5.10	0.172	2.4	39.6	12	715	7.0	118	114
Ellingsrudbekken	E2	7.09	10.8	0.414	3.0	38.2	17	1080	7.1	98	86
Ellingsrudbekken	E3	7.16	13.3	0.456	3.1	37.6	15	1230	7.2	86	70
Ljanselva	Lj 1	7.00	4.58	0.203	1.3	23.2	7	315	4.5	39	30
Ljanselva	Lj 2	7.39	9.21	0.415	26	25.2	47	610	4.9	47	39

Tabell 41 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 15. mai 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/II µg/l
Lutvannsbekken	L1	7.09	5.64	0.252	0.91	29.6	3	255	4.6	44	40
Puttjernsbekken	P1	6.01	5.37	0.113	0.50	111.0	13	520	12.3	145	139
Munkebekken	M1	7.29	9.31	0.481	2.3	26.1	4	410	5.5	20	11
Ellingsrudbekken	E0	6.73	3.60	0.122	0.77	14.2	3	270	3.5	22	19
Ellingsrudbekken	E1	6.99	4.90	0.191	2.5	20.7	7	380	4.3	27	21
Ellingsrudbekken	E2	7.37	9.77	0.404	1.9	22.5	12	670	4.9	21	17
Ellingsrudbekken	E3	7.51	12.8	0.504	2.1	23.2	11	640	5.1	19	12
Ljanselva	Lj 1	7.40	7.07	0.429	1.3	16.5	7	315	4.3	14	6
Ljanselva	Lj 2	7.85	18.7	1.004	4.0	14.0	40	935	3.9	23	9

Tabell 42 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 2. juni 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/Il µg/l
Lutvannsbekken	L1	7.51	8.55	0.580	0.61	22.1	5	370	4.4	31	18
Puttjernsbekken	P1	6.49	4.91	0.204	0.89	203.0	32	840	23.9	134	132
Munkebekken	M1	7.37	22.80	1.750	2.70	18.0	15	690	7.3	21	6
Ellingsrudbekken	E0	6.88	3.90	0.150	0.42	9.98	4	235	3.1	13	8
Ellingsrudbekken	E1	6.99	6.45	0.301	6.70	30.3	36	1250	8.6	31	32
Ellingsrudbekken	E2	7.04	10.70	0.480	17.00	46.7	166	1660	17.1	41	39
Ellingsrudbekken	E3	7.30	12.40	0.551	1.90	20.4	19	620	5.0	16	13
Ljanselva	Lj 1	7.55	15.80	1.242	1.00	20.5	15	325	4.9	15	<5
Ljanselva	Lj 2	7.31	17.00	0.909	9.50	38.4	145	1460	11.5	29	19

Tabell 43 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 12. juni 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/Il µg/l
Lutvannsbekken	L1	7.33	6.62	0.384	0.92	25.2	3	270	4.4	30	23
Puttjernsbekken	P1	6.36	4.34	0.117	0.42	89.3	8	355	11.1	106	102
Munkebekken	M1	7.24	9.76	0.606	1.30	23.6	4	385	5.3	21	7
Ellingsrudbekken	E0	6.78	3.65	0.139	0.53	13.8	4	245	3.2	15	12
Ellingsrudbekken	E1	7.03	5.58	0.231	1.20	21.1	8	450	4.8	16	13
Ellingsrudbekken	E2	7.30	12.00	0.550	1.50	22.6	12	750	5.2	16	11
Ellingsrudbekken	E3	7.38	15.80	0.695	2.00	26.9	16	950	6.0	12	11
Ljanselva	Lj 1	7.46	9.09	0.612	0.92	17.3	7	235	4.6	9	<5
Ljanselva	Lj 2	7.87	23.80	1.170	3.70	13.1	43	1000	3.6	17	7

Tabell 44 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 2. juli 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Analysevariabel Enhet Stasjon		pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/Il µg/l
Lutvannsbekken *	L1	7.21	6.33	0.385	6.50	43.2	19	420	6.8	67	63
Puttjernsbekken	P1	5.57	6.69	0.074	0.43	121.0	6	530	15.7	286	251
Munkebekken	M1	7.03	6.77	0.296	1.30	45.9	5	395	8.3	72	58
Ellingsrudbekken	E0	6.50	3.34	0.108	0.40	25.9	5	285	5.5	58	53
Ellingsrudbekken	E1	6.90	5.11	0.211	1.40	38.6	11	505	7.1	67	58
Ellingsrudbekken	E2	7.32	10.60	0.500	1.40	40.3	15	810	7.7	51	39
Ellingsrudbekken	E3	7.36	13.90	0.610	2.60	40.5	18	980	7.8	39	29
Ljanselva	Lj 1	7.42	8.24	0.533	1.50	25.3	6	280	5.9	19	9
Ljanselva	Lj 2	7.82	15.40	1.190	1.90	22.5	44	1170	5.5	89	75

\* Økte verdier for en del parametre skyldtes arbeidet med dammen i Lutvatn.



Tabell 45 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 15. juli 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/II µg/l
Lutvannsbekken *	L1	7.25	5.61	0.302	3.20	33.0	12	345	5.2	56	47
Puttjernsbekken	P1	5.90	9.07	0.072	0.48	64.3	6	635	8.5	257	196
Munkebekken	M1	7.24	8.65	0.422	1.00	26.5	5	345	5.7	31	19
Ellingsrudbekken	E0	6.80	3.40	0.137	0.39	18.4	6	310	3.9	26	22
Ellingsrudbekken	E1	7.05	5.17	0.268	1.10	34.9	9	520	6.4	44	39
Ellingsrudbekken	E2	7.35	10.10	0.601	1.50	32.8	14	815	6.8	48	48
Ellingsrudbekken	E3	7.41	14.10	0.690	2.30	32.8	18	915	6.8	20	16
Ljanselva	Lj 1	7.55	9.14	0.755	0.54	24.4	7	280	5.7	11	6
Ljanselva	Lj 2	7.87	16.00	1.240	1.10	11.7	38	1030	3.8	24	10

\*Mest vann fra Kroktjernsbekken nå, men også en del tilførsler fra områder nedslitt av anleggstrafikk

Tabell 46 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 29. juli 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/Il µg/l
Lutvannsbekken *	L1	7.13	5.73	0.298	1.10	29.8	8	320	4.3	49	43
Puttjernsbekken	P1	5.93	8.65	0.087	0.73	110.0	8	405	10.6	207	196
Munkebekken	M1	7.14	11.70	0.615	0.84	29.2	6	395	4.9	30	19
Ellingsrudbekken	E0	6.66	3.83	0.139	0.65	15.0	6	280	3.2	23	20
Ellingsrudbekken	E1	6.98	5.62	0.250	1.20	20.9	9	410	4.3	26	25
Ellingsrudbekken	E2	7.24	12.10	0.599	2.10	25.9	22	770	5.5	26	24
Ellingsrudbekken	E3	7.39	14.40	0.697	1.80	26.7	20	865	5.2	21	19
Ljanselva	Lj 1	7.46	12.10	0.846	0.76	21.9	6	280	4.3	17	11
Ljanselva	Lj 2	7.66	21.90	1.210	4.00	14.6	54	985	4.7	26	17

\*Mest vann fra Kroktjernsbekken nå, men også en del tilførsler fra områder nedlitt av anleggstrafikk

Tabell 47 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 13. august 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/II µg/l
Lutvannsbekken *	L1	7.36	8.51	0.520	1.70	21.7	8	410	3.7	30	20
Puttjernsbekken	P1	6.25	7.69	0.091	1.10	34.6	10	470	6.0	68	61
Munkebekken	M1	7.36	15.50	0.986	2.40	22.1	7	645	5.4	14	< 5
Ellingsrubekken	E0	6.86	3.93	0.154	1.20	14.6	7	315	3.7	14	11
Ellingsrubekken	E1	7.16	7.36	0.340	2.90	26.9	33	745	8.5	16	13
Ellingsrubekken	E2	7.39	15.40	0.775	12.00	26.7	38	1170	7.3	28	24
Ellingsrubekken	E3	7.27	14.40	0.710	36.00	25.0	116	1360	7.3	21	17
Ljanselva	Lj 1	7.45	10.60	0.702	0.92	30.7	8	330	6.6	11	< 5
Ljanselva	Lj 2	7.67	19.80	1.080	24.00	20.2	74	1220	5.0	30	19

\*Mest vann fra Krokstjernsbekken nå, men også en del tilførsler fra områder nedlitt av anleggstrafikk

Tabell 48 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 31. august 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/II µg/l
Lutvannsbekken	L1	7.31	6.23	0.324	0.59	23.2	4	290	4.2	38	29
Puttjernsbekken	P1	6.43	7.67	0.082	0.37	58.0	6	370	8.0	128	114
Munkebekken	M1	7.85	14.90	0.913	0.82	21.5	5	445	5.4	23	7
Ellingsrudbekken	E0	6.84	3.88	0.141	0.35	14.6	5	240	3.8	20	18
Ellingsrudbekken	E1	7.18	6.13	0.285	1.10	27.1	9	520	5.7	27	21
Ellingsrudbekken	E2	7.44	12.60	0.637	1.40	22.3	20	725	5.5	21	13
Ellingsrudbekken	E3	7.46	16.40	0.816	3.50	23.0	29	815	5.6	16	10
Ljanselva	Lj 1	7.69	10.50	0.697	0.50	37.4	7	320	7.0	30	17
Ljanselva	Lj 2	7.94	21.40	1.219	2.20	20.9	37	835	5.0	28	11

Tabell 49 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 14. september 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/Il µg/l
Lutvannsbekken	L1	6.51	3.90	0.116	1.00	56.6	8	370	8.8	117	110
Puttjernsbekken	P1	4.68	6.17	0.017	1.40	167.0	11	610	21.5	477	372
Munkebekken	M1	6.64	5.31	0.159	2.30	91.6	11	595	13.7	207	205
Ellingsrudbekken	E0	6.10	3.38	0.085	1.30	71.2	9	425	10.4	185	182
Ellingsrudbekken	E1	6.65	5.68	0.210	4.00	84.5	22	800	12.9	178	173
Ellingsrudbekken	E2	7.11	10.80	0.477	4.20	79.1	25	1080	12.6	152	139
Ellingsrudbekken	E3	7.18	13.20	0.583	5.50	73.7	33	1220	12.2	124	102
Ljanselva	Lj 1	7.23	8.08	0.494	1.80	54.3	14	380	8.1	54	40
Ljanselva	Lj 2	7.58	18.40	0.988	9.70	61.8	46	1140	9.8	98	44

Tabell 50 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 30. september 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/II µg/l
Lutvannsbekken	L1	7.27	5.69	0.289	0.44	36.1	5	295	5.4	57	45
Puttjernsbekken	P1	5.82	8.94	0.069	0.72	100.0	9	420	12.0	396	315
Munkebekken	M1	7.34	9.64	0.434	0.78	29.8	5	350	5.7	53	31
Ellingsrudbekken	E0	6.90	3.84	0.141	0.31	24.2	5	250	4.3	44	37
Ellingsrudbekken	E1	7.17	5.56	0.237	0.55	35.3	8	595	6.0	54	45
Ellingsrudbekken	E2	7.61	10.70	0.513	0.77	34.2	17	1070	6.5	48	36
Ellingsrudbekken	E3	7.54	14.60	0.631	1.40	34.4	15	2910	7.8	37	29
Ljanselva	Lj 1	7.56	9.00	0.582	0.39	40.7	7	280	6.3	49	31
Ljanselva	Lj 2	7.94	18.60	1.087	6.60	21.9	44	740	4.4	44	25

Tabell 51 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 13. oktober 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/Il µg/l
Lutvannsbekken	L1	7.33	6.56	0.357	0.33	30.3	4	325	4.4	39	30
Puttjernsbekken	P1	5.88	8.53	0.080	0.61	103.0	8	435	12.1	313	232
Munkebekken	M1	7.14	10.10	0.457	0.89	24.0	4	375	4.7	32	19
Ellingsrudbekken	E0	6.82	3.91	0.140	0.41	20.6	4	265	4.0	31	25
Ellingsrudbekken	E1	6.98	5.74	0.233	0.62	32.3	7	760	5.4	42	35
Ellingsrudbekken	E2	7.36	10.50	0.495	0.81	31.5	12	800	5.6	34	25
Ellingsrudbekken	E3	7.39	12.90	0.623	0.96	32.4	14	865	5.7	30	19
Ljanselva	Lj 1	7.47	12.40	0.860	0.33	33.0	7	265	5.4	26	12
Ljanselva	Lj 2	7.81	20.40	1.203	1.80	16.1	42	820	3.7	31	12

Tabell 52 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 28. oktober 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/II µg/l
Lutvannsbekken	L1	6.81	4.10	0.141	0.84	63.0	2	355	8.6	131	111
Puttjernsbekken	P1	4.79	6.53	0.021	0.54	110.0	8	565	14.6	440	292
Munkebekken	M1	6.75	5.54	0.152	1.70	68.7	7	535	9.9	196	178
Ellingsrubekken	E0	6.33	3.39	0.089	0.64	61.4	6	380	8.6	171	155
Ellingsrubekken	E1	6.74	5.06	0.174	2.30	66.6	11	650	10.0	171	157
Ellingsrubekken	E2	7.18	9.97	0.407	2.60	66.8	15	950	10.0	154	127
Ellingsrubekken	E3	7.33	11.80	0.498	3.20	63.4	19	1030	9.9	129	90
Ljanselva	Lj 1	7.13	5.59	0.274	2.40	35.7	10	340	5.7	46	25
Ljanselva	Lj 2	7.47	9.02	0.438	5.60	37.2	25	560	6.3	44	19



Tabell 53 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 16. november 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/Il µg/l
Lutvannsbekken	L1	7.05	5.65	0.265	0.44	38.6	4	330	5.8	77	64
Puttjernsbekken	P1	5.81	8.23	0.086	0.47	97.7	6	480	11.3	342	289
Munkebekken	M1	7.09	10.00	0.472	2.50	27.3	6	480	5.2	70	44
Ellingsrudbekken	E0	6.66	3.24	0.135	0.29	25.2	4	330	4.4	63	54
Ellingsrudbekken	E1	6.95	6.46	0.273	1.30	34.0	8	595	5.7	84	64
Ellingsrudbekken	E2	7.31	13.50	0.621	6.10	30.5	61	955	6.2	57	37
Ellingsrudbekken	E3	7.34	15.80	0.700	3.60	30.0	28	845	6.2	56	34
Ljanselva	Lj 1	7.25	6.97	0.380	0.77	25.5	7	295	4.8	40	24
Ljanselva	Lj 2	7.71	19.10	0.929	1.70	20.0	40	950	4.5	35	17

Tabell 54 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 30. november 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/II µg/l
Lutvannsbekken	L1	7.09	5.06	0.202	0.56	38.0	4	335	5.4	61	44
Puttjernsbekken	P1	5.74	7.06	0.062	0.84	77.0	4	430	9.5	323	257
Munkebekken	M1	7.13	8.22	0.337	1.30	30.3	4	505	4.9	68	39
Ellingsrudbekken	E0	6.82	3.94	0.126	0.32	21.7	3	295	3.5	34	24
Ellingsrudbekken	E1	6.93	4.97	0.174	0.61	25.7	6	430	4.4	56	40
Ellingsrudbekken	E2	7.30	9.27	0.361	1.40	27.3	14	625	5.0	48	24
Ellingsrudbekken	E3	7.39	11.10	0.432	1.50	28.6	12	680	4.9	49	21
Ljanselva	Lj 1	7.21	6.92	0.388	1.00	30.5	6	340	5.0	43	17
Ljanselva	Lj 2	7.73	20.80	0.900	1.50	24.6	32	860	4.2	38	9

Tabell 55 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner 11. desember 1998 i vassdrag i Oslo Østmark

Stasjon	Analysevariabel Enhet	pH	Kond. mS/m	Alk. mmol/l	Turb. FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	TOC mg/l C	Al/R µg/l	Al/II µg/l
Lutvannsbekken	L1	7.11	5.45	0.242	0.56	31.5	4	330	4.9	66	54
Puttjernsbekken	P1	6.04	6.95	0.128	0.80	81.8	10	460	10.0	219	195
Munkebekken	M1	7.09	9.95	0.487	2.40	22.8	6	485	4.6	59	37
Ellingsrudbekken	E0	6.62	3.98	0.134	0.38	18.6	4	310	3.8	49	40
Ellingsrudbekken	E1	6.80	5.54	0.221	0.83	24.8	7	530	4.4	61	48
Ellingsrudbekken	E2	7.14	11.60	0.466	4.00	25.9	28	760	5.1	48	34
Ellingsrudbekken	E3	7.27	14.40	0.587	2.30	25.3	17	775	5.2	47	32
Ljanselva	Lj 1	7.36	8.96	0.530	0.76	26.3	7	375	4.9	32	20
Ljanselva	Lj 2	7.73	19.80	1.014	5.30	15.0	86	775	3.8	31	15

**Tabell 56 Begroingsorganismer i Lutvannsbekken 14. august 1998**

Organismer	Forekomst	
<b>Blågrønnalger (Cyanophyceae)</b>		
<i>Oscillatoria</i> sp. (8µm bred, innsnørt ved tverrveggene)	x	
<i>Oscillatoria</i> sp. (12µm bredd)	x	
<i>Phormidium</i> sp. (6µm bred, avbøyd, avsmalnene, kalyptra)	<1%	blågrønt belegg(skorpe)på liten stein
<i>Phormidium</i> sp. (7,5µm, rett, gran. ved tverrveggene)	<1%	blågrønne skorper på leirslam
<i>Tolypothrix penicillata</i>	<1%	blågrønne dusker på stein
<b>Grønnalger (Chlorophyceae)</b>		
<i>Closterium</i> spp.	x	
<i>Microspora</i> cf. <i>abbreviata</i> (9µm)	<1%	tråder i mose i strykpartier
<i>Mougeotia</i> a (7,5µm)	x	
<i>Oedogonium</i> sp. (18µm)	xx	
<i>Oedogonium</i> sp. (28 - 32µm)	5 %	tråder i slambelegg på stein
<i>Tetraspora cylindrica</i>	<1%	grønne geletråder, tykke hylser
<b>Kiselalger (Bacillariophyceae)</b>		
<i>Achnanthes</i> cf. <i>minutissima</i>	xx	
<i>Amphora</i> sp.	x	
<i>Fragilaria ulna</i>	xxx	
<i>Fragilaria</i> sp.	xx	
<i>Gomphonema acuminatum</i>	x	
<i>Gomphonema</i> sp.	x	
<i>Pinnularia</i> spp.	x	
<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx	
Ubestemte kiselalger	xx	
<b>Moser (Bryophyta)</b>		
<i>Scapania undulata</i>	5 %	dominerende moser
Ubestemt levermose	5 %	
<b>Diverse</b>		
Ciliater	x	
Jernbakterier	xx	
Sopphyfer	x	

**Tegnforklaring:** Prosenttall angir organismens prosent dekning av elvebunnen. Organismer som vokser blant/eller på disse er merket : x = sparsom, xx = vanlig, xxx = hyppig

Dato ⇒	980514	980615	980715	980812	980915	981014
Gruppe	Volum	Volum	Volum	Volum	Volum	Volum
<b>Arter</b>						
<b>Chlorophyceae (grønnalger)</b>						
Botryococcus braunii	0.8	.	.	.	0.7	.
Carteria sp. (l=6-7)	0.4	.	0.5	.	.	.
Chlamydomonas sp. (l=8)	.	.	.	0.3	0.5	0.5
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	.	0.3	4.5	1.0	0.5	0.7
Gloeotila sp.	.	.	1.6	.	.	2.7
Monoraphidium griffithii	0.1	0.4	8.1	38.0	14.1	21.7
Nephrocytium limneticum	.	0.2	.	.	0.4	.
Oocystis submarina v.variabilis	6.2	3.7	1.3	.	.	.
Quadrigula closterioides	0.4	.	.	.	.	.
Sphaerocystis Schroeteri	.	.	1.4	.	.	.
Tetraedron minimum v.tetralobulatum	.	0.1	.	.	.	.
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	.	.	0.7	.	.	.
<b>Sum</b>	<b>7.9</b>	<b>4.8</b>	<b>18.1</b>	<b>39.2</b>	<b>16.2</b>	<b>25.6</b>
<b>Chrysophyceae (gullalger)</b>						
Bitrichia chodatii	.	.	0.3	.	.	0.3
Chrysidiastrum catenatum	.	9.7	42.4	16.8	2.9	0.4
Chrysochromulina parva	0.2	0.3	.	7.6	0.5	0.3
Chrysococcus sp.	.	.	.	.	.	1.5
Chrysolykos skujai	0.5	0.1	.	.	.	.
Craspedomonader	.	.	.	0.7	3.0	1.1
Cyster av Chrysolykos skujai	0.4	1.0	.	.	.	.
Dinobryon borgei	.	.	.	.	0.7	2.1
Dinobryon crenulatum	0.4	20.7	15.7	1.2	2.0	2.0
Dinobryon cylindricum var.alpinum	4.4	.	.	.	.	.
Kephyrion boreale	.	0.2	.	.	.	0.8
Kephyrion litorale	.	.	.	.	.	0.3
Kephyrion sp.	1.9	1.0	.	.	1.1	1.0
Løse celler Dinobryon spp.	.	.	.	.	.	0.8
Mallomonas akrokomos (v.purvula)	2.1	1.5	.	.	.	.
Mallomonas caudata	0.6	2.1	.	.	.	.
Mallomonas spp.	2.3	.	.	.	.	1.0
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	6.8	2.6	3.3	2.8	7.4	5.7
Pseudokephyrion alaskanum	0.2	.	.	0.6	0.3	0.3
Pseudokephyrion entzii	0.2	.	.	.	.	.
Små chrysomonader (<7)	22.0	14.0	21.7	14.0	30.3	20.8
Spiniferomonas sp.	0.3	.	4.4	2.4	.	.
Stichogloea doederleinii	.	2.7	.	.	.	.
Store chrysomonader (>7)	12.1	18.9	25.0	15.5	18.9	17.2
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0.3	0.3	.	.	3.0	0.3
Ubest.chrysophyceae	.	.	.	.	.	0.4
<b>Sum</b>	<b>54.6</b>	<b>75.0</b>	<b>112.8</b>	<b>61.6</b>	<b>70.3</b>	<b>56.3</b>
<b>Bacillariophyceae (kiselalger)</b>						
Achnanthes sp. (l=15-25)	.	.	.	.	0.4	.
Cyclotella cf.comensis	.	35.2	6.9	.	.	.
Cyclotella comta v.oligactis	17.5	48.2	25.7	32.7	.	2.2
Cyclotella glomerata	.	1.6	13.8	15.4	15.2	1.9
Cyclotella radiosa	8.0	10.9	18.0	8.0	.	.
Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	.	.	.	.	4.4	.
Fragilaria sp. (l=30-40)	.	.	.	.	.	0.6
Fragilaria sp. (l=40-70)	0.4	2.6	0.6	0.9	0.3	.
Fragilaria sp. (l=80-100)	.	0.2	.	.	.	.
Tabellaria flocculosa	1.0	1.3	0.8	.	.	.
<b>Sum</b>	<b>26.8</b>	<b>100.0</b>	<b>65.8</b>	<b>57.0</b>	<b>20.2</b>	<b>4.7</b>
<b>Cryptophyceae</b>						
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	.	0.6	0.3	.	1.6	11.5
Cryptomonas marssonii	.	0.5	.	0.3	0.4	2.2
Cryptomonas sp. (l=15-18)	.	.	.	.	.	1.2
Cryptomonas sp. (l=20-22)	1.2	0.2	.	.	4.8	12.7
Cryptomonas spp. (l=24-28)	.	1.0	1.2	1.5	5.0	11.0
Katablepharis ovalis	1.3	2.2	1.7	2.1	6.9	1.7
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	0.5	1.6	2.0	4.6	5.5	3.7
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	.	.	.	.	1.4	.
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	.	0.7	0.2	0.7	0.7	.
<b>Sum</b>	<b>3.1</b>	<b>6.9</b>	<b>5.4</b>	<b>9.2</b>	<b>26.3</b>	<b>43.9</b>
<b>Dinophyceae (fureflagellater)</b>						
Ceratium hirundinella	6.0	58.5	35.0	.	.	.
Gymnodinium cf.lacustre	0.6	0.9	1.1	6.0	12.1	0.5
Gymnodinium cf.uberrimum	.	14.4	14.4	12.0	19.2	9.6
Gymnodinium helveticum	7.2	12.0	16.0	26.4	19.8	18.0
Gymnodinium sp. (l=14-16)	0.2	2.2	.	1.0	2.9	.
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	.	.	.	.	.	2.0
Peridinium willei	18.0	.	.	.	.	.
Ubest. dinoflagellat (l=9-10)	.	.	.	.	1.2	.
Ubest.dinoflagellat	0.5	0.5	0.5	1.6	1.4	.
<b>Sum</b>	<b>32.5</b>	<b>88.5</b>	<b>66.9</b>	<b>46.9</b>	<b>56.5</b>	<b>30.1</b>
<b>Xanthophyceae (gulgrønnalger)</b>						
Isthmochloron trispinatum	.	.	.	0.7	.	.
<b>My-alger</b>						
My-alger	8.6	9.8	5.5	10.4	21.9	14.6
<b>Total sum (mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg våtvekt/m<sup>3</sup>)</b>	<b>133.5</b>	<b>284.9</b>	<b>274.5</b>	<b>225.0</b>	<b>211.5</b>	<b>175.2</b>

Dato ⇒	980514	980615	980715	980812	980915	981014
<b>Gruppe</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>
<b>Arter</b>						
<b>Cyanophyceae</b> (blågrønnalger)						
<i>Merismopedia tenuissima</i>	.	.	.	.	14.3	22.6
<i>Snowella lacustris</i>	.	.	.	.	0.1	.
<b>Sum</b>	.	.	.	.	14.4	22.6
<b>Chlorophyceae</b> (grønnalger)						
<i>Botryococcus braunii</i>	1.6	.	.	.	0.7	.
<i>Carteria</i> sp. (l=6-7)	.	.	0.5	.	.	.
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8)	.	0.8	.	.	0.5	.
<i>Closterium setaceum</i>	.	.	.	0.7	.	.
<i>Coelastrum asteroideum</i>	.	.	0.5	.	.	.
<i>Crucigenia quadrata</i>	.	1.3	.	.	2.3	.
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> (genevensis)	0.7	4.2	0.3	0.7	1.2	0.3
<i>Gloeotila</i> sp.	.	.	0.8	.	.	.
<i>Gyromitus cordiformis</i>	.	.	.	0.8	.	.
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	.	2.0	4.5	4.8	6.5	4.7
<i>Monoraphidium griffithii</i>	5.5	8.7	11.4	8.2	13.3	8.7
<i>Nephrocytium limneticum</i>	.	.	0.2	.	0.5	.
<i>Oocystis parva</i>	.	4.8	.	.	.	.
<i>Oocystis submarina</i> v.variabilis	3.2	5.0	1.4	0.9	5.4	8.3
<i>Scenedesmus denticulatus</i> v.linearis	.	.	0.4	1.3	0.1	0.1
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	.	1.5	.	0.9	0.2	1.6
<i>Staurodesmus indentatus</i>	0.6	1.0	1.2	0.5	.	0.5
Ubest.cocc.gr.alge ( <i>Chlorella</i> sp.?)	.	.	.	.	1.3	1.3
<i>Willea irregularis</i>	.	.	0.5	0.2	.	.
<b>Sum</b>	11.5	29.4	21.7	19.0	32.1	25.6
<b>Chrysophyceae</b> (gullalger)						
<i>Aulomonas purdyi</i>	.	.	.	.	.	0.1
<i>Bitrichia chodatii</i>	.	0.7	0.7	0.7	.	0.3
<i>Chromulina</i> sp. ( <i>Chr.pseudonebulosa</i> ?)	.	.	.	.	.	0.8
<i>Chrysidiastrum catenatum</i>	0.4	.	3.8	.	.	.
<i>Chrysochromulina parva</i>	0.4	0.5	.	3.0	0.2	.
<i>Chrysococcus cordiformis</i>	0.4	.	.	.	.	.
<i>Chrysolykos planctonicus</i>	0.5	.	0.1	.	.	0.2
<i>Chrysolykos skujai</i>	0.4	.	.	.	.	.
<i>Craspedomonader</i>	.	.	0.5	0.7	0.8	0.8
Cyster av <i>Chrysolykos skujai</i>	.	0.1	.	.	.	.
Cyster av chrysophyceer	.	.	.	0.7	.	.
<i>Desmarella moniliformis</i>	.	.	.	0.7	.	.
<i>Dinobryon bavariicum</i>	.	0.2	5.2	.	.	.
<i>Dinobryon borgei</i>	4.6	.	0.4	.	.	.
<i>Dinobryon crenulatum</i>	5.2	2.0	0.8	1.2	.	.
<i>Dinobryon cylindricum</i> var.alpinum	0.1	.	.	.	.	.
<i>Dinobryon divergens</i>	0.4	1.4	10.4	.	.	.
<i>Dinobryon sociale</i> v.americanum	.	.	.	0.8	.	.
<i>Dinobryon suecicum</i> v.longispinum	.	.	0.3	0.3	.	.
<i>Epipyxis polymorpha</i>	.	.	.	0.5	.	.
<i>Kephyrion boreale</i>	0.2	.	0.3	.	.	.
<i>Kephyrion litorale</i>	.	0.1	.	.	.	.
<i>Kephyrion</i> sp.	1.9	.	0.5	0.1	.	0.2
Løse celler <i>Dinobryon</i> spp.	0.8	.	.	.	.	.
<i>Mallomonas akrokomos</i> (v.parvula)	2.4	0.9	0.6	0.5	.	.
<i>Mallomonas caudata</i>	1.8	4.9	1.4	7.0	.	1.2
<i>Mallomonas cf.maiorensis</i>	.	.	.	0.7	.	.
<i>Mallomonas crassisquama</i>	.	.	0.2	3.1	.	.
<i>Mallomonas</i> spp.	8.0	1.6	.	.	.	.
<i>Ochromonas</i> sp. (d=3.5-4)	17.6	1.6	4.1	3.5	4.0	5.4
<i>Pseudokephyrion alaskanum</i>	0.2	.	.	.	.	.
Små chrysomonader (<7)	45.6	10.7	17.9	11.0	12.1	14.5
<i>Spiiferomonas</i> sp.	1.4	.	1.0	.	.	.
<i>Stichogloea doederleinii</i>	.	.	0.9	.	2.4	0.6
Store chrysomonader (>7)	28.4	4.3	16.4	12.9	13.8	5.2
Ubest.chrysomonade ( <i>Ochromonas</i> sp.?)	1.0	.	.	.	0.3	0.3
Ubest.chrysophycee	.	.	0.1	.	0.1	.
<i>Uroglena americana</i>	.	.	1.1	.	.	.
<b>Sum</b>	121.6	29.0	66.6	47.4	33.8	29.6
<b>Bacillariophyceae</b> (kiselalger)						
<i>Achnanthes</i> sp. (l=15-25)	.	0.4	.	.	.	0.4
<i>Aulacoseira alpigena</i>	4.0	2.4	0.3	.	.	0.3
<i>Cyclotella comta</i> v.oligactis	.	.	.	.	.	0.2
<i>Cyclotella glomerata</i>	4.8	6.0	0.9	1.0	.	.
<i>Cyclotella kützingiana</i>	9.6	1060.0	664.6	115.8	7.2	35.8
<i>Eunotia lunaris</i>	.	.	.	.	0.2	.
<i>Fragilaria</i> sp. (l=40-70)	0.6	.	0.2	0.1	.	.
<i>Fragilaria</i> sp. (l=80-100)	.	0.8	.	.	.	.
<b>Sum</b>	19.0	1069.6	666.0	116.9	7.4	36.7
<b>Cryptophyceae</b>						
<i>Cryptaulax vulgaris</i>	.	.	.	.	.	0.3
<i>Cryptomonas erosa</i> v.reflexa ( <i>Cr.refl.</i> ?)	.	.	2.1	.	.	3.6
<i>Cryptomonas marssonii</i>	.	0.6	0.4	7.8	1.8	3.9
<i>Cryptomonas</i> sp. (l=15-18)	1.5	.	.	.	.	.
<i>Cryptomonas</i> sp. (l=20-22)	0.5	.	13.5	18.1	2.9	4.1
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=24-28)	0.4	0.5	12.5	10.5	5.0	6.0
<i>Katablepharis ovalis</i>	5.3	1.9	.	0.4	2.6	2.4
<i>Rhodomonas lacustris</i> (+v.nannoplantica)	12.2	8.6	17.1	16.6	8.2	18.6
Ubest.cryptomonade ( <i>Chroomonas</i> sp.?)	.	.	6.9	5.8	1.6	.
Ubest.cryptomonade (l=6-8) <i>Chro.acuta</i> ?	0.2	0.5	0.2	1.2	2.6	0.5

## N ø k l e v a t n forts.

Dato ⇒	980514	980615	980715	980812	980915	981014
Gruppe	Volum	Volum	Volum	Volum	Volum	Volum
Arter						
Sum	20.1	12.1	52.7	60.4	24.7	39.3
<b>D i n o p h y c e a e</b> (fureflagellater)						
Gymnodinium cf. lacustre	5.3	.	4.8	0.9	0.1	1.0
Gymnodinium cf. uberrimum	.	.	21.0	14.0	2.0	2.0
Gymnodinium sp. (l=14-16)	3.6	0.2	3.0	0.2	0.2	.
Peridinium (Peridiniopsis) gostaviense	.	.	1.7	.	.	.
Peridinium sp. (l=15-17)	.	.	.	.	.	0.3
Peridinium umbonatum (P. inconspicuum)	0.9	.	40.4	4.4	.	.
Peridinium willei	9.0	.	.	.	.	.
Ubest. dinoflagellat	.	.	0.9	0.5	.	1.2
<b>Sum</b>	<b>18.8</b>	<b>0.2</b>	<b>71.8</b>	<b>20.0</b>	<b>2.3</b>	<b>4.5</b>
<b>X a n t h o p h y c e a e</b> (gulgrønnalger)						
Isthmochloron trispinatum	0.7	.	.	.	.	.
<b>M y - a l g e r</b>						
My-alger	9.5	5.2	7.7	10.1	11.8	8.6
<b>Total sum</b> (mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> = mg våtvekt/m <sup>3</sup> )	<b>201.2</b>	<b>1145.5</b>	<b>886.6</b>	<b>273.9</b>	<b>126.5</b>	<b>166.9</b>

Tab. 58

(forts.)

## Kvantitative planteplankton analyser: K r o k t j e r n

Dato ⇒	980812
Gruppe	Volum
<b>Arter</b>	
<b>Cyanophyceae</b> (blågrønnalger)	
<i>Pseudanabaena constricta</i>	0.7
<b>Chlorophyceae</b> (grønnalger)	
<i>Cosmarium sphagnicolum</i> v. <i>pachygonum</i>	0.4
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> (genevensis)	4.0
<i>Gyromitus cordiformis</i>	1.3
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	0.5
<i>Oocystis submarina</i> v. <i>variabilis</i>	5.8
<i>Scourfieldia cordiformis</i>	0.2
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	0.5
Ubest.cocc.gr.alge ( <i>Chlorella</i> sp.?)	3.7
<b>Sum</b>	16.4
<b>Chrysophyceae</b> (gullalger)	
<i>Chrysochromulina parva</i>	0.2
<i>Chrysolykos skujai</i>	0.3
<i>Craspedomonader</i>	0.3
Cyster av <i>Dinobryon</i> spp.	0.7
<i>Dinobryon bavaricum</i>	1.2
<i>Dinobryon crenulatum</i>	0.4
<i>Dinobryon divergens</i>	2.7
<i>Dinobryon sociale</i> v. <i>americanum</i>	6.3
<i>Mallomonas caudata</i>	87.5
<i>Mallomonas</i> spp.	4.8
<i>Ochromonas</i> sp. (d=3.5-4)	4.3
Små chrysomonader (<7)	17.6
Store chrysomonader (>7)	33.6
<i>Uroglena americana</i>	3.3
<b>Sum</b>	163.1
<b>Bacillariophyceae</b> (kiselalger)	
<i>Stenopterobia intermedia</i>	0.6
<b>Cryptophyceae</b>	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	3.2
<i>Cryptomonas</i> sp. (l=15-18)	2.1
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=24-28)	24.0
Ubest.cryptomonade ( <i>Chroomonas</i> sp.?)	4.0
Ubest.cryptomonade (l=6-8) <i>Chro.acuta</i> ?	1.4
<b>Sum</b>	34.7
<b>Dinophyceae</b> (fureflagellater)	
<i>Amphidinium</i> sp.	0.5
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>uberrimum</i>	7.2
<i>Gymnodinium</i> sp. (l=14-16)	1.7
<i>Peridinium umbonatum</i> ( <i>P.inconspicuum</i> )	79.6
<b>Sum</b>	89.0
<b>My-alger</b>	
My-alger	10.9
<b>Totalsum</b> (mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> = mg våtvekt/m <sup>3</sup> )	315.4

Tab. 59



Dato ⇒	980514	980615	980715	980813	980915	981015
<b>Gruppe</b>						
<b>Arter</b>						
<b>Cyanophyceae</b> (blågrønner)						
<i>Pseudanabaena constricta</i>	47.7	74.9	96.7	.	64.9	.
<b>Chlorophyceae</b> (grønner)						
<i>Carteria</i> sp. (l=6-7)	.	.	.	2.1	.	.
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=12)	1.0	.	.	.	.	.
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8)	4.8	0.8	0.5	.	1.1	1.1
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> (genevensis)	.	2.0	16.6	3.3	3.6	0.4
<i>Gyromitus cordiformis</i>	.	.	0.2	1.4	.	.
<i>Micrasterias pinnatifida</i>	.	.	5.0	2.4	.	.
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	.	.	1.6	0.9	0.2	0.5
<i>Oocystis rhomboidea</i>	.	.	.	5.3	.	.
<i>Oocystis submarina</i> v. <i>variabilis</i>	.	2.0	22.4	5.7	1.4	.
<i>Scenedesmus</i> sp. ( <i>Sc. bicellularis</i> ?)	.	0.4	.	.	.	.
<i>Scourfieldia complanata</i>	.	.	.	.	0.1	.
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	.	3.7	0.3	.	.	.
<i>Staurastrum lunatum</i>	.	1.2	.	.	.	.
Ubest.cocc.gr.alge ( <i>Chlorella</i> sp.?)	.	3.6	2.0	15.9	5.3	.
<b>Sum</b>	5.7	13.7	48.6	37.0	11.8	1.9
<b>Chrysophyceae</b> (gullalger)						
<i>Bitrichia chodatii</i>	.	.	1.3	1.0	0.3	0.6
<i>Chromulina</i> sp. ( <i>Chr. pseudonebulosa</i> ?)	.	.	.	.	.	0.8
<i>Chrysolykos skujai</i>	14.9	0.7	.	.	.	.
<i>Craspedomonader</i>	.	0.1	1.3	.	9.0	7.2
Cyster av <i>Dinobryon</i> spp.	.	18.6	.	.	.	.
<i>Dinobryon bavaricum</i>	.	0.2	9.7	67.7	2.8	.
<i>Dinobryon borgei</i>	.	0.2	.	0.2	0.1	1.0
<i>Dinobryon crenulatum</i>	3.2	20.4	0.8	1.6	.	0.4
<i>Dinobryon cylindricum</i> var. <i>alpinum</i>	.	.	.	.	0.1	.
<i>Dinobryon divergens</i>	.	.	20.3	6.8	.	.
<i>Dinobryon sociale</i> v. <i>americanum</i>	.	19.1	1.6	.	.	.
<i>Dinobryon suecicum</i> v. <i>longispinum</i>	.	0.3	.	.	.	1.1
<i>Kephyrion boreale</i>	.	.	.	0.3	.	.
<i>Kephyrion litorale</i>	1.2	1.0	.	.	.	.
<i>Kephyrion</i> sp.	0.2	0.1	.	.	.	.
<i>Mallomonas caudata</i>	.	.	.	.	4.8	.
<i>Mallomonas pulchella</i> ( <i>M. reginae</i> )	2.7	1.8	.	.	.	.
<i>Mallomonas</i> spp.	.	2.0	.	2.3	.	2.0
<i>Ochromonas</i> sp. (d=3.5-4)	14.8	7.2	1.6	6.2	6.7	6.4
<i>Pseudokephyrion taeniatum</i>	.	0.1	.	.	.	.
Små <i>chrysomonader</i> (<7)	36.9	24.5	11.0	28.9	25.1	14.1
<i>Spiniferomonas</i> sp.	.	.	.	.	.	1.0
Store <i>chrysomonader</i> (>7)	13.8	12.9	6.9	17.2	43.1	8.6
Ubest.chrysomonade ( <i>Ochromonas</i> sp.?)	.	.	.	.	0.7	0.7
<i>Uroglena americana</i>	.	8.5	.	1.3	.	.
<b>Sum</b>	87.6	117.7	54.5	133.4	92.7	43.8
<b>Bacillariophyceae</b> (kiselalger)						
<i>Aulacoseira alpigena</i>	.	.	.	.	0.3	.
<i>Cyclotella</i> sp. (d=8-12 h=5-7)	0.8	2.7	.	.	.	.
<b>Sum</b>	0.8	2.7	.	.	0.3	.
<b>Cryptophyceae</b>						
<i>Cryptaulax vulgaris</i>	.	.	.	.	.	0.3
<i>Cryptomonas erosa</i> v. <i>reflexa</i> ( <i>Cr. refl.</i> ?)	.	0.8	.	4.0	.	0.7
<i>Cryptomonas marssonii</i>	.	5.1	.	1.6	.	1.4
<i>Cryptomonas</i> sp. (l=15-18)	27.8	8.5	241.7	.	180.9	6.5
<i>Cryptomonas</i> sp. (l=20-22)	2.6	.	.	16.9	1.9	0.5
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=24-28)	1.6	28.0	12.6	30.0	2.3	2.4
<i>Katablepharis ovalis</i>	.	2.1	0.4	4.2	0.5	0.5
<i>Rhodomonas lacustris</i> (+v. <i>nannoplantica</i> )	6.6	0.3	0.7	.	.	0.6
Ubest.cryptomonade ( <i>Chroomonas</i> sp.?)	1.7	1.4	8.0	.	.	4.8
Ubest.cryptomonade (l=6-8) <i>Chro. acuta</i> ?	1.2	2.1	1.7	4.0	7.4	.
<b>Sum</b>	41.6	48.4	265.0	60.7	193.0	17.6
<b>Dinophyceae</b> (fureflagellater)						
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>lacustre</i>	5.6	.	.	1.9	.	0.4
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>uberrimum</i>	.	3.0	2.0	9.0	.	.
<i>Gymnodinium</i> sp. (l=14-16)	3.1	6.8	.	.	.	.
<i>Peridinium raciborskii</i> ( <i>P. palustre</i> )	.	48.0	248.0	288.0	191.4	13.2
<i>Peridinium umbonatum</i> ( <i>P. inconspicuum</i> )	16.0	3.6	.	7.6	18.4	.
<i>Peridinium volzii</i>	21.0	.	.	.	.	.
Ubest.dinoflagellat	8.8	3.7	.	0.5	0.9	3.7
<b>Sum</b>	54.5	65.1	250.0	307.0	210.7	17.3
<b>Euglenophyceae</b>						
<i>Euglena acus</i>	0.3	0.6	1.8	.	3.5	.
<i>Rhabdomonas incurva</i>	.	.	.	.	1.3	.
<b>Sum</b>	0.3	0.6	1.8	.	4.8	.
<b>Xanthophyceae</b> (gulgrønner)						
<i>Isthmochloron trispinatum</i>	.	0.7	.	.	.	.
<b>My-alger</b>						
My-alger	21.6	7.5	18.2	7.4	21.3	8.2
<b>Totalsum</b> (nm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> = mg våtvekt/m <sup>3</sup> )	259.9	331.1	734.8	545.6	599.6	88.9

## Kvantitative planteplankton analyser: N o r d r e P u t t j e r n

Dato =>	980514	980615	980715	980813	980915	981015
Gruppe	Volum	Volum	Volum	Volum	Volum	Volum
<b>Arter</b>						
<b>Chlorophyceae</b> (grønnalger)						
Chlamydomonas sp. (l=12)	31.8	.	.	.	11.1	6.4
Chlamydomonas sp. (l=8)	3.2	15.9	140.6	25.4	11.7	2.1
Chlorogonium minimum	4.0	.	.	.	.	.
Scourfieldia complanata	.	.	.	53.9	319.3	8.0
<b>Sum</b>	39.0	15.9	140.6	79.4	342.1	16.4
<b>Chrysophyceae</b> (gullalger)						
Chrysidiastrium catenatum	.	89.0	0.8	.	.	.
Chrysolykos skujai	2.2	1.9	18.1	.	.	.
Craspedomonader	.	.	.	.	.	9.3
Cyster av chrysophyceer	2.1	.	4.2	.	.	.
Dinobryon crenulatum	.	71.2	.	2.8	7.6	0.3
Dinobryon cylindricum var.alpinum	.	5.1	.	.	.	.
Dinobryon sociale v.americanum	.	67.8	2.9	.	.	.
Løse celler Dinobryon spp.	.	21.0	.	.	.	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	9.2	9.3	1.7	2.8	6.7	6.5
Pseudokephyrion sp.	.	.	2.4	.	.	.
Små chrysomonader (<7)	23.1	77.9	21.4	18.3	37.0	11.9
Store chrysomonader (>7)	41.3	53.4	41.3	18.9	40.5	7.8
Synura sp. (l=9-11 b=8-9)	.	1.1	.	.	.	.
Ubest.chrysophyceae (l=8-9)	0.9	.	.	.	.	.
Uroglena americana	.	.	381.6	.	1.5	.
<b>Sum</b>	78.9	397.8	474.4	42.8	93.3	35.8
<b>Bacillariophyceae</b> (kiselalger)						
Eunotia lunaris	.	.	.	.	0.2	0.2
Tabellaria flocculosa	.	.	.	.	2.2	.
<b>Sum</b>	.	.	.	.	2.4	0.2
<b>Cryptophyceae</b>						
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	.	1.0	.	.	0.2	1.2
Cryptomonas marssonii	.	24.1	2.0	7.3	3.7	4.4
Cryptomonas sp. (l=15-18)	.	134.7	12.7	23.3	31.8	10.6
Cryptomonas sp. (l=20-22)	.	.	0.5	.	0.2	.
Cryptomonas spp. (l=24-28)	.	.	.	.	0.5	0.8
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	.	.	71.6	130.9	261.8	70.4
<b>Sum</b>	.	159.8	86.7	161.5	298.3	87.3
<b>Dinophyceae</b> (fureflagellater)						
Amphidinium sp.	.	.	.	.	0.5	.
Gymnodinium cf.lacustre	7.4	3.0	.	.	2.2	1.1
Gymnodinium sp. (l=14-16)	.	.	0.7	.	5.0	.
Peridinium raciborskii (P.palustre)	.	.	.	9.0	.	.
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	.	1.2	6.0	.	219.1	9.0
Ubest. dinoflagellat (l=9-10)	9.5	.	.	.	.	.
Ubest.dinoflagellat	0.9	.	1.9	.	.	.
<b>Sum</b>	17.9	4.2	8.6	9.0	226.9	10.1
<b>Euglenophyceae</b>						
Euglena sp. (l=40)	.	.	.	.	14.1	0.6
<b>Xanthophyceae</b> (gulgrønnalger)						
Isthmochloron trispinatum	.	3.3	.	.	.	.
<b>My-alger</b>						
My-alger	22.7	12.2	17.5	17.5	13.1	8.7
<b>Totalsum</b> (mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> = mg våtvekt/m <sup>3</sup> )	158.5	593.2	727.8	310.1	990.3	159.1

Tab. 61

**Tabell 62 Dyreplankton i Lutvann 1998, gitt som mg tørrvekt pr. m<sup>3</sup> i sjiktet 0-10m.**

	14.mai	15.jun	15.jul	12.aug	15.sep	14.okt
<u>HJULDYR (Rotifera):</u>						
Kellicottia longispina	0.59	0.50	0.27	0.55	0.61	0.50
Conochilus spp.	0.35	2.10	57.82	39.27	7.17	4.35
Polyarthra spp.		0.50	0.27	1.41	1.39	0.05
Keratella cochlearis	0.06	0.10				0.05
Asplanchna priodonta			1.36	0.34		
Rotifera ubest.						0.05
Sum Rotifera	1.00	3.20	59.73	41.57	9.17	5.00
<u>HOPPEKREPS (Copepoda):</u>						
Heterocope appendiculata			1.78	5.09	0.06	
Eudiaptomus gracilis	24.39	32.31	16.40	0.85	7.20	21.68
Sum Calanoida	24.39	32.31	18.18	5.94	7.26	21.68
Cyclops scutifer	13.28	10.43			0.07	2.96
Cyclopoida cop.+naup. ubest.	0.69	1.25		0.23	0.06	0.80
Sum Cyclopoida	13.97	11.68	0.00	0.23	0.12	3.76
<u>VANNLOPPER (Cladocera):</u>						
Daphnia cristata	0.40			1.45		
Daphnia longiremis	10.76	9.80				
Bosmina longispina	3.47	1.76	0.19			
Bosmina longirostris			0.05			
Sum Cladocera	14.63	11.56	0.24	1.45	0.00	0.00
Sum krepssdyr	52.98	55.55	18.41	7.62	7.38	25.44
Sum dyreplankton	53.98	58.75	78.14	49.19	16.54	30.44

Tabell 63 Dyreplankton i Nøklevann 1998, gitt som mg tørrvekt pr. m<sup>3</sup> i sjiktet 0-10m.

	14.mai	15.jun	15.jul	17.aug	15.sep	14.okt
<u>HJULDYR (Rotifera):</u>						
Kellicottia longispina	2.77	9.60	3.80	0.31		0.15
Conochilus spp.	1.24		2.10	3.38	1.00	0.90
Polyarthra spp.	0.06	2.30	1.10	1.13	0.22	0.15
Keratella cochlearis	0.71	2.00	0.60	1.28	0.03	0.05
Keratella spp.	0.61	0.13				
Synchaeta spp.	0.18					
Gastropus spp.			0.10			
Sum Rotifera	5.57	14.03	7.70	6.09	1.25	1.25
<u>HOPPEKREPS (Copepoda):</u>						
Heterocope appendiculata				10.64		
Eudiaptomus gracilis	21.18	14.21	7.10	9.29	8.99	17.15
Sum Calanoida	21.18	14.21	7.10	19.93	8.99	17.15
Cyclops scutifer	14.86	20.63	3.91	0.61	0.54	1.27
Thermocyclops oithonoides	1.37	0.43	1.93	1.50	3.30	1.82
Cyclopoida cop. +naup. ubest.	0.12	2.83	1.75	1.69	0.81	1.60
Sum Cyclopoida	16.35	23.89	7.59	3.80	4.65	4.69
<u>VANNLOPPER (Cladocera):</u>						
Leptodora kindtii			30.00	18.75	16.67	
Holopedium gibberum	1.03	43.24	0.13	6.94	8.81	1.10
Daphnia cristata	1.51	38.88	21.12	34.65	3.42	2.70
Bosmina longispina	4.62	27.82	2.79	2.70	6.20	5.89
Bosmina longirostris			0.09			
Sum Cladocera	7.15	109.94	54.13	63.04	35.10	9.69
Sum krepsdyrplankton	44.68	148.03	68.82	86.76	48.74	31.53
Sum dyreplankton	50.25	162.06	76.52	92.85	49.99	32.78

**Tabell 64** Dyreplankton i Kroktjern 12. august 1998, gitt som mg tørrvekt pr. m<sup>3</sup> i sjiktet 0-8m.

	12.aug
<u>HJULDYR (Rotifera):</u>	
Kellicottia longispina	0.63
Polyarthra spp.	2.50
Keratella cochlearis	5.00
Sum Rotifera	8.13
<u>HOPPEKREPS (Copepoda):</u>	
Eudiaptomus gracilis	11.33
Sum Calanoida	11.33
Cyclops scutifer	4.56
Cyclopoida cop.+naup. ubest.	2.22
Sum Cyclopoida	6.78
<u>VANNLOPPER (Cladocera):</u>	
Daphnia cristata	0.28
Ceriodaphnia quadrangula	20.65
Bosmina longirostris	1.43
Polyphemus pediculus	0.26
Chydoridae ubest.	0.06
Sum Cladocera	22.68
Sum krepssdyrplankton	40.78
Sum dyreplankton	48.91

**Tabell 65 Dyreplankton i Søndre Puttjern 1998, gitt som mg tørrvekt pr. m<sup>3</sup> i sjiktet 0-8m.**  
Prøven fra 13.august 98 ble ødelagt.

	14.mai	15.jun	15.jul	15.sep	15.okt
<u>HJULDYR (Rotifera):</u>					
Kellicottia longispina	1.24	3.50	3.30	0.56	0.30
Conochilus spp.					
Polyarthra spp.		8.63	1.70		2.20
Keratella cochlearis		0.19	1.20	6.61	0.50
Keratella spp.	0.08	0.03			
Synchaeta spp.					0.90
Asplanchna priodonta		2.81			
Gastropus spp.				4.67	2.30
Collotheca spp.		0.38			
Sum Rotifera	1.32	15.53	6.20	11.83	6.20
<u>HOPPEKREPS (Copepoda):</u>					
Harpacticoida ubest.					0.03
Eudiaptomus gracilis	0.64	4.96	8.48	10.72	16.04
Sum Calanoida	0.64	4.96	8.48	10.72	16.04
Cyclops scutifer	26.46	41.05	14.79	1.06	1.08
Thermocyclops oithonoides	0.09				
Cyclopoida cop.+naup. ubest.	0.19	3.03	5.03	0.06	0.03
Sum Cyclopoida	26.73	44.08	19.82	1.11	1.11
<u>VANNLOPPER (Cladocera):</u>					
Leptodora kindtii					
Holopedium gibberum		13.56	18.34		
Daphnia galeata				0.06	0.74
Daphnia cristata	0.25				
Ceriodaphnia quadrangula		13.51	15.60	8.18	13.86
Bosmina longispina	0.58	4.55	7.92		0.30
Bosmina longirostris		2.93	7.26	0.27	10.44
Polyphemus pediculus					
Chydoridae ubest.				0.22	0.10
Sum Cladocera	0.83	34.55	49.12	8.72	25.44
Sum krepssdyrplankton	28.20	83.59	77.42	20.55	42.61
Sum dyreplankton	29.52	99.12	83.62	32.38	48.81

**Tabell 66 Dyreplankton i Nordre Puttjern 1998, gitt som mg tørrvekt pr. m<sup>3</sup> i sjiktet 0-4m.**

	14.mai	15.jun	15.jul	13.aug	15.sep	15.okt
<u>HJULDYR (Rotifera):</u>						
Kellicottia longispina	0.04	0.06	0.13			
Polyarthra spp.			6.00	1.00	4.78	29.80
Keratella cochlearis	0.01				0.03	
Asplanchna priodonta		7.50	4.22	0.75		
Sum Rotifera	0.05	7.56	10.34	1.75	4.81	29.80
<u>HOPPEKREPS (Copepoda):</u>						
Harpacticoida ubest.			0.06		0.33	
Sum Harpacticoida	0.00	0.00	0.06	0.00	0.33	0.00
Diaptomidae ubest.	0.24					
Sum Calanoida	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cyclops abyssorum						6.56
Cyclopoida cop.+naup. ubest.	0.39	1.32	0.35	0.19	0.44	3.26
Sum Cyclopoida	0.39	1.32	0.35	0.19	0.44	9.82
<u>VANNLOPPER (Cladocera):</u>						
Sida crystallina				0.10		
Daphnia cristata	1.14					
Ceriodaphnia quadrangula			0.56			
Bosmina longispina		1.15	0.34	1.60	0.32	0.21
Bosmina longirostris		0.25		1.70	0.21	
Chydorus sp.			0.13		0.39	
Chydoridae ubest.					0.06	
Sum Cladocera	1.14	1.40	1.03	3.40	0.97	0.21
Sum krepssdyrplankton	1.77	2.72	1.44	3.59	1.74	10.03
Sum dyreplankton	1.82	10.28	11.78	5.34	6.55	39.83

**Tabell 67 Bunndyr på stasjon LUT 1 - LUT 3 i Lutvann**

	LUT 1				LUT 2				LUT 3			
	nov.97	mai.98	aug.98	des.98	nov.97	mai.98	aug.98	des.98	nov.97	mai.98	aug.98	des.98
<b>STEINFLUER</b>												
Brachyptera risi	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Nemoura avicularis	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	1	.
Nemoura cinerea	1	.	.	.	.	.	.	12	.	.	.	.
Amphinemura sulciollis	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<b>DØGNFLUER</b>												
Caenis horaria	.	.	.	.	4	.	.	.	1	5	.	.
Caenis luctuosa	.	.	.	.	4	.	.	.	+	.	.	2
Leptophlebia marginata	+	.	.	1	2	3	3	1	6	3	4	8
Leptophlebia vespertina	4	5	.	.	20	37	.	3	2	6	.	10
Cloeon dipterum	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.
Baëtis sp.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>VÅRFLUER</b>												
Tinodes waeneri	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Cynura trimaculatus	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Polycentropus flavomaculatus	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
Lepidostoma hirtum	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	4
Chaetopteryx sp.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Halesus sp.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Limnephilidae ubest	+	1	.	.	3	15	1	2	1	16	.	8
Goera pilosa	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Sericostoma personatum	.	.	.	.	2	.	+	1	+	.	.	.
Mystacides azurea	1	+	.	.	.	+	.	.	2	.	.	.
Leptoceridae ubest.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Ubest. husbygg. (små)	.	.	.	.	1	.	2	.	.	.	.	.
<b>BILLER</b>												
Haliphus sp. (larve)	1	1	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.
Haliphus sp. (imago)	1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Dytiscidae (imago)	3	+	.	1	.	.	1	.	.	+	.	.
Limnius volckmari (larve)	2	2	10	1	.	2	.	.	+	6	6	2
<b>IGLER</b>												
Erpobdella octoculata	1	1	.	1	.	1	.	.	3	2	.	16
Glossophonia complanata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Helobdella stagnalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
<b>SNEGL</b>												
Lymnaea peregra	6	1	.	.	.	.	.	.	2	3	.	.
Physa fontinalis	.	1	.	.	1	3	.	.	+	.	.	.
Bathymphalus contortus	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gyraulus acronicus	6	1	8	2	11	2	3	1	8	9	9	28

+ = arten er påvist



Tabell 68 Bunndyr på stasjon LUT 4 - LUT 8 i Lutvann

	LUT 4			LUT 5				LUT 6			LUT 7			LUT 8
	mai.98	aug.98	des.98	nov.97	mai.98	aug.98	des.98	nov.97	mai.98	aug.98	nov.97	mai.98	aug.98	nov.97
<b>STEINFLUER</b>														
Nemoura cinerea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	3	.
<b>DØGNFLUER</b>														
Ephemera vulgata	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	2	.	.
Caenis horaria	62	.	.	.	.	.	.	24	.	.	8	1	.	51
Caenis luctuosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	87
Leptophlebia marginata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2	10	8
Leptophlebia vespertina	18	.	38	.	24	.	10	.	.	.	5	23	23	24
Procladius bifidum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Cloeon dipterum	2	.	28	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1
<b>VÅRFLUER</b>														
Oxyethira sp	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tinodes waeneri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Cyrtus flavidus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cyrtus trimaculatus	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Polycentropus flavomaculatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Phryganidae ubest.	2	.	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Limnephilus rhombicus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Limnephilidae ubest	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17	1
Mystacides azurea	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leptoceridae ubest.	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ubest. husbygg. (små)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>BILLER</b>														
Halipus sp. (larve)	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Halipus sp.(imago)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Limnius volekmari (larve)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Limnius volekmari (imago)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<b>IGLER</b>														
Erpobdella octoculata	.	2	.	.	16	.	.	.	.	.	.	.	3	+
<b>SNEGL</b>														
Lymnaea peregra	.	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Physa fontinalis	.	4	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	1
Gyraulus acronicus	.	4	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7

+ = arten påvist

**Tabell 69 Bunndyr på stasjon LUB 1 - LUB 3 i Lutvannsbekken og stasjon KRO 1 i Kroktjernsbekken**

	LUB 1				LUB 2			LUB 3			KRO 1		
	nov.97	mai.98	aug.98	des.98	mai.98	aug.98	des.98	mai.98	aug.98	des.98	mai.98	aug.98	des.98
<b>STEINFLUER</b>													
Diura nanseni	.	.	.	.	.	.	.	.	7	2	.	.	.
Isoperla difformis	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Isoperla grammatica	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Brachyptera risi	.	.	.	.	.	.	1	6	.	27	1	.	.
Nemoura avicularis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nemoura cinerea	136	47	4	196	.	.	7	.	.	7	38	17	22
Amphinemura sulcipectus	.	.	.	.	18	.	6	2	.	15	.	.	.
Capnopsis schilleri	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Leuctra fusca	.	.	39	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.
Leuctra hippopus	296	.	2	.	.	.	54	.	.	24	.	.	.
Leuctra nigra	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<b>DØGNFLUER</b>													
Caenis luctuosa	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leptophlebia marginata	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.
Leptophlebia vespertina	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Baëtis niger	176	1	.	.	49	6	17	2	.	.	.	.	.
Baëtis rhodani	6	.	3	8	.	5	19	1	61	57	.	2	1
Baëtis subalpinus	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<b>VÄRFLUER</b>													
Rhyacophila nubila (larve)	.	.	.	.	.	6	3	.	3	1	.	.	.
Philopotamus montanus	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Wormaldia sp.	.	.	.	.	.	7	1	.	.	.	.	.	.
Plectrocnemia conspersa	2	2	1	16	8	4	3	.	2	1	15	2	2
Hydropsyche siltalai	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Chaetopteryx sp.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chaetopteryx sp./Potamophylax sp.	.	.	.	.	18	.	27	41	.	9	.	.	1
Halesus sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Potamophylax cingulatus	.	.	.	.	2	.	.	1	.	.	.	.	.
Potamophylax sp.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Limnephilidae ubest	100	.	.	16	.	.	1	.	.	.	.	2	.
Sericostoma personatum	2	4	1	8	1	6	1	1	2	.	.	.	.
<b>BILLER</b>													
Halipilus sp. (imago)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Dytiscidae (larve)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.
Elodes sp. (larve)	.	.	.	.	.	.	.	.	39	53	.	.	.
Elmis aenae (larve)	.	.	2	.	5	11	.	.	2	.	.	.	.
Elmis aenae (imago)	.	.	.	.	.	1	.	.	2	6	.	.	.
Limnius volckmari (larve)	.	.	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Limnius volckmari (imago)	.	.	1	.	.	3	.	1	32	6	.	.	.
Ubestemte	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<b>STANKELBEIN</b>													
Dicranota sp.	32	7	13	.	.	1	.	1	1	4	.	7	1
Elaeophila sp.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Limoniidae ubest.	22	.	.	.	.	1	.	2	.	.	.	.	.

Tabell 70 Bunndyr på stasjoner NØK 1 - NØK 5 i Nøkle vann

	NØK 1		NØK 2			NØK 3			NØK 4			NØK 5	
	mai.98	aug.98	mai.98	aug.98	des.98	mai.98	aug.98	des.98	mai.98	aug.98	des.98	mai.98	aug.98
<b>STEINFLUER</b>													
Nemoura cinerea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Amphinemura sulcicollis	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>DØGNFLUER</b>													
Ephemera vulgata	.	.	2	.	.	5	.	1	4	+	.	.	.
Caenis horaria	.	.	.	.	5	1	.	3	3	.	6	10	.
Caenis luctuosa	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leptophlebia marginata	.	.	.	.	7	.	.	12	.	.	59	.	1
Leptophlebia vespertina	202	.	71	2	79	48	2	41	62	1	45	18	.
Procladius bifidus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Procladius dipterum	165	34	.	8	.	.	2	3	.	+	5	3	2
<b>VÅRFLUER</b>													
Rhyacophila sp.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Oxyethira sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
Cynus flavidus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	2	.
Agrypnia sp.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phryganidae ubest.	.	.	.	4	1	.	2	.	.	+	.	.	1
Limnephilus sp.	7	.	4	.	.	2	.	.	2	.	.	3	.
Halesus sp.	.	.	.	.	.	1	.	.	3	.	.	.	.
Limnephilidae ubest	1	.	.	.	1	.	.	.	.	1	2	.	3
Athripsodes sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Mystacides azurea	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Leptoceridae ubest.	1	.	.	6	.	.	2	.	.	.	.	.	1
Ubest. husbygg. (små)	.	.	.	.	5	.	.	.	1	.	.	.	.
<b>BILLER</b>													
Dytiscidae (larve)	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dytiscidae (imago)	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gyrinidae (imago)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<b>IGLER</b>													
Erpobdella octoculata	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	9
<b>SNEGL</b>													
Lymnaea peregra	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hippeutis complanata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
Bathymphalus contortus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	15
Gyraulus acronicus	.	6	.	.	.	.	6	.	1	1	.	2	3

+ = arten er påvist

**Tabell 71 Bunndyr på stasjon NØB 1 i Nøklevannsbekken**

	NØB 1		
	mai.98	aug.98	des.98
<b>STEINFLUER</b>			
Nemoura cinerea	1	.	2
Amphinemura sulciollis	.	4	80
Leuctra fusca	.	39	.
Leuctra hippopus	.	1	23
Leuctra nigra	1	.	.
<b>DØGNFLUER</b>			
Caenis horaria	4	.	.
Leptophlebia vespertina	15	.	1
Cloeon dipterum	.	.	.
Centroptilum luteolum	106	2	30
Baëtis niger	139	18	84
Baëtis rhodani	31	122	63
<b>VÅRFLUER</b>			
Rhyacophila nubila (larve)	.	3	.
Rhyacophila nubila (pu.)	.	2	.
Wormaldia sp.	.	1	.
Plectrocnemia conspersa	3	.	3
Polycentropus flavomaculatus	4	50	9
Hydropsyche siltalai	9	.	1
Hydropsyche sp.	.	9	6
Halesus sp.	1	.	1
Limnephilidae ubest	.	.	13
<b>STANKELBEIN</b>			
Limoniidae ubest.	.	.	2
Tipula sp.	.	.	1
<b>SNEGL</b>			
Bathymphalus contortus	1		