

RAPPORT LNR 3892-98

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

(Foreløpig rapport)

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 vassdrag i Østmarka berørt av lekkasjene til Romeriksporten. Til belysning av eventuelle skader, og som grunnlag for avbøtende tiltak. (Foreløpig rapport.)	Løpenr. (for bestilling) 3892-98	Dato 25. juni 1998
	Prosjektnr. Undernr. O-97234	Sider Pris 69
Forfatter(e) Pål Brettum Dag Berge, Jarl Eivind Løvik, Marit Mjelde	Fagområde Vassdrag	Distribusjon
	Geografisk område Oslo Østmark	Trykket NIVA


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

Sammendrag Denne rapporten er en foreløpig rapport om "Undersøkelse av vannkvalitet og økologiske forhold i vassdrag i Østmarka berørt av lekkasjene i Romeriksporten". Undersøkelsene skal belyse eventuelle skader og være et grunnlag for avbøtende tiltak. Rapporten tar for seg de analyseresultatene som foreligger så langt i undersøkelsene for 1998. For den fysisk-kjemiske del av analysene vil det si 6 analyseserier for de 9 bekk-/elvestasjonene. For innsjøene Lutvatn, Nøklevatn, Krokstjern, Søndre Puttjern og Nordre Puttjern, foreligger så langt analyseresultater av to prøveserier (for Krokstjern 1 serie); under vinterstagnasjonen i mars og fra midten av mai. Undersøkelsene er et samarbeid mellom Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfisk (LFI) og NIVA der LFI har ansvaret for undersøkelser av bunndyr og fisk, mens NIVA har ansvaret for fysisk-kjemiske analyser, planteplankton, dyreplankton, høyere vegetasjon og begroing. Analyseresultater av en innsamlingsserie av planteplankton og dyreplankton fra innsjøene i mai er tatt med i rapporten. Dessuten en del resultater fra bearbeidelse av høyere vegetasjon samlet inn i oktober 1997 i Lutvatn.


En har forsøkt å gi en foreløpig bedømmelse av vannkvalitet / tilstand i de forskjellige vannlokalitetene på grunnlag av analyseresultatene så langt. Som retningslinjer for bedømmelsen har en benyttet SFT-veiledning nr.97:04: "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann".

Bekke-/elvestasjoner: Ellingsrudvassdraget: Puttjernsbekken (st.P1) klasse (II-) III ("god" til "mindre god", Munkebekken (st.M1) klasse III "mindre god", Nuggerudbekken / Ellingsrudelva (st.E0) klasse II "god", Ellingsrudelva (st.E1) klasse III "mindre god", Ellingsrudelva (st.E2) klasse IV "dårlig", Ellingsrudelva (st.E3) klasse III (-IV) "mindre god" (til "dårlig"). Ljansvassdraget: Ljanselva (st.Lj1) klasse II (-III) "god" (til "mindre god"), Ljanselva (Lj2) klasse (IV-) V ("dårlig" til "meget dårlig"). Lutvatn-/Nøklevatnvassdraget; Lutvatnsbekken (st.L1) klasse II "god". Innsjølokalitetene: Lutvatn: klasse I "meget god", Nøklevatn: klasse II "god", Krokstjern: klasse (II-) III ("god" til "mindre god", Søndre Puttjern: klasse II "god" og Nordre Puttjern: klasse (IV-) V ("dårlig" til "meget dårlig"). Det er også gjort en vurdering av hvilke effekter en reduksjon i overføring av vann fra Nøklevatn til Østensjøvatn vil ha på algeproduksjonen ved at fosforbelastningen øker på grunn av redusert fortykning. Effekter av ulike reduksjoner i overføringsmengde er beregnet. For at en skal få økologisk bedre forhold i Østensjøvatn må fosforkonsentrasjonen reduseres med 200 µg/l P. Overføring av vann fra Nøklevatn slik det skjer idag (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.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Vannkvalitetsvurderinger	1. Water quality
2. Limnologiske undersøkelser	2. Limnological investigations
3. Østmarka	3. Østmarka area
4. Oslo	4. Oslo


Pål Brettum
Prosjektleder

ISBN 82-577-3478-0


Dag Berge
Forsknings sjef

O-97234

**Undersøkelser 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

(Foreløpig rapport)

Innhold

Sammendrag og foreløpige konklusjoner	4
1. Innledning	8
2. Prøvetakingsstasjoner, -program og -frekvens	9
2.1 Innsjølokalitetene	9
2.2 Bekke-/elvelokalitetene	10
3. Resultater	12
3.1 Vannstands- og vannføringsvariasjoner	12
3.2 Innsjøer	12
3.2.1 Temperatur og oksygenforhold	12
3.2.2 Fysisk-kjemiske forhold	17
3.2.3 Planteplankton	28
3.2.4 Dyreplankton	30
3.2.5 Bunndyr og fisk	31
3.2.6 Høyere vegetasjon	31
3.3 Bekke-/elvestasjoner	33
3.3.1 Ellingsrudvassdraget	33
3.3.2 Ljanselvassdraget	45
3.3.3 Lutvatn/Nøklevatnvassdraget	49
4. Effekter på Østensjøvatn av redusert overføring av vann fra Nøklevatn	51
5. Referanser	53

Sammendrag og foreløpige konklusjoner

Dette er en foreløpig rapport om "Undersøkelse av vannkvalitet og økologiske forhold i vassdrag i Østmarka berørt av lekkasjene til Romeriksporten". Undersøkelsene skal belyse eventuelle skader og være et grunnlag for avbøtende tiltak.

Rapporten tar for seg de analyseresultatene som foreligger så langt i undersøkelsen i 1998. For den fysisk-kjemiske del av undersøkelsene vil det si analyseresultater fra 6 prøvetakingsserier i de 9 bekke-/elvestasjonene (fra og med 3. mars til og med 15. mai), og to prøvetakingsserier for innsjøene; under vinterstagnasjonen i mars med islagte sjøer og 14. mai etter vårsirkulasjonen. De undersøkte innsjøer er Lutvatn, Nøklevatn, Kroktjern, Søndre Puttjern og Nordre Puttjern. De 9 bekke-/elvestasjonene er: Puttjernsbekken (P1), Munkebekken (M1), Nuggerudbekken/Ellingsrudelva ved Nuggerud (E0), Ellingsrudelva (E1) ved Gamleveien, Ellingsrudelva ved Strømsveien og Ellingsrudelva ved Lørenskog st. i Ellingsrudvassdraget. Videre Ljanselva v/Skullerudstua (Lj1) og ved Munkerudbakken (Lj2) foruten Lutvannsbekken (L1) mellom Lutvatn og Nøklevatn.

Undersøkelsene er et samarbeid mellom Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfisk (LFI) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA) der LFI har ansvaret for undersøkelser av bunndyr og fisk, mens NIVA har ansvaret for fysisk-kjemiske analyser, planteplankton, dyreplankton, høyere vegetasjon og begroing.

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). En serie av kvantitative prøver av planteplankton og dyreplankton (14. mai 1998) er så langt analysert og rapportert i denne foreløpige rapporten. En del materiale av høyere vegetasjon i Lutvatn som ble samlet inn i 1997 er delvis bearbeidet og resultatene er tatt med i rapporten. Når det gjelder bunndyr fra Lutvatn, Lutvannsbekken og Nøklevatn, er det gjennomført en innsamlingsrunde, men materialet er så langt ikke ferdig bearbeidet.

Nedenfor har en forsøkt å gi en foreløpig bedømmelse av vannkvaliteten / tilstanden på de ulike bekke-/elvestasjonen og i innsjøene/tjernene på grunnlag av det analysemateriale som foreligger så langt. Som retningslinjer for bedømmelsen har en benyttet SFT-veiledning nr. 97:04: "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann".

BEKKE-/ELVESTASJONER

Ellingsrudvassdraget

Puttjernbekken (st. P1):

Denne stasjonen ligger langt ned i Puttjernbekken i den vestre gren av vassdraget før samløp med Grønliabekken. Da det ikke har rent vann ut av Nordre Puttjern til bekken etter at lekkasjene til Romeriksporten tok til, er vannet i bekken vesentlig avrenning fra ulike sidebekker og myrområder. Gjennomgående ganske sure vannmasser, betydelig påvirket av humusstoffer. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse (II-)III ("god" til "mindre god" tilstand.

Munkebekken (st. M1)

Denne stasjonen i den vestre gren av vassdraget ligger i et område der en del bebyggelse omkranser området. Dette preger analyseresultatene en del. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse III "mindre god" tilstand.

Nuggerudbekken/Ellingsrudelva (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. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse II "god" tilstand.

Ellingsrudelva (st. E1):

Denne stasjonen ligger lenger ned i østre gren av Ellingsrudvassdraget i et område med nærliggende bebyggelse og noe jordbruksareale. Vannkvaliteten her er noe forringet i forhold til stasjon E0. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse III "mindre god" tilstand.

Ellingsrudelva (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 avløpsvann fra nærliggende bebyggelse og industriområder. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse IV "dårlig" tilstand.

Ellingsrudelva (st. E3):

Stasjonen ligger lenger ned i Ellingsrudelva der elven går under Lørenskogveien ved Lørenskog stasjon. Også her er vannkvaliteten preget av nærliggende bebyggelse og industriområder. Kvaliteten ut fra foreløpige analyseresultater viser imidlertid at tilstanden her i stor grad er lik tilstanden på stasjon E2, eller litt bedre. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse III(-IV) "mindre god" (til "dårlig") tilstand.

Ljanselvassdraget**Ljanselva (st. Lj1):**

Stasjonen ligger nedstrøms Skraperudtjern på høyde med Skullerudstua. Relativt store variasjoner for en del parametre. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse II(-III) "god" (til "mindre god") tilstand.

Ljansleiva (st. Lj2):

Stasjonen ligger ved Munkerudkleiva i bebyggelsesområde. Sterkt påvirket av næringsrikt vann. Overløpsvann og utvasking av kloakkvann til tider. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse (IV-)V ("dårlig" til) "meget dårlig" tilstand.

Lutvatn/Nøklevatnvassdraget**Lutvannsbekken (st. L1):**

Stasjonen ligger relativt langt ned i bekken, men før samløp med bekk fra Rundtjern. Vann fra Kroktjern er kanalisert til bekken, og da svært lite vann fra Lutvatn renner inn i bekken, er det vannet fra Kroktjern som påvirker vannkvaliteten. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse II "god" tilstand.

INNSJØLOKALITETENE:

Analysegrunnlag så langt er en serie fra vinterstagnasjoner i mars og en serie etter vårsirkulasjonen i mai. For Kroktjern bare analyseresultater i mars.

Lutvatn:

Denne innsjøen har lite av definerte overflatetilløp, slik at kontakt med og tilførsler fra grunnvann i hovedsak bestemmer vannkvaliteten. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse I "meget god" tilstand.

Nøklevatn:

I motsetning til Lutvatn 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. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse II "god" tilstand.

Kroktjern:

Bare én analyseserie fra dette tjernet. Det representerer et vanlig skogstjern i området, som tidligere var svært surt, men som senere er kalket. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse (II-)III ("god" til) "mindre god" tilstand.

Søndre Puttjern:

Dette tjernet representerer også et tidligere surt skogstjern som senere har vært kalket. Lekkasje til Romeriksporten påvirker vannstanden i dette tjernet, men det kompenseres ved at vann fra Kroktjern pumpes opp. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse II "god" tilstand.

Nordre Puttjern:

Dette tjernet har fått mest medfart på grunn av lekkasjene til Romeriksporten. Fordi grunnvannsspeilet sank kraftig, ble store deler av myrområdene og grunnen rundt tjernet, som tidligere hadde anoksiske forhold, eksponert mot luft og en oksydasjon av svovel til sulfat fant sted. Dette førte til kraftig forsuring av vannet som ble tilført tjernet. Dette igjen har ført til kraftig økning i løste salter i vannmassene i de dypere vannlag, særlig jern, mangan og aluminiumssalter. Lekkasje har også ført til store variasjoner i vannstanden. Foreløpig tilstandsbedømmelse klasse (IV-)V ("dårlig" til) "meget dårlig" tilstand.






Samlet oversikt er vist på neste side.

Det er gjort en vurdering av hvilke effekter en reduksjon i overføring av vann fra Nøklevatn 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 Nøklevatn slik det skjer i dag (40 l/s) reduserer avlastningsbehovet med 50 µg/l P. Overpumping av vann om vinteren er særdeles viktig for å hindre at fullstendig oksygenvinn kan inntre med fiskedød som resultat.

Oversikt over foreløpig bedømmelse av miljøkvalitet og tilstand i bekkelokaliteter og innsjøer i vassdrag i Østmarka.

Lokalitet	pH	Alkalitet	Turbiditet	Farge	Tot-P	Tot-N	TOC	Samlet
Puttjernsbekken (st.P1)	Yellow	Green	Blue	Orange	Blue	Yellow	Orange	Yellow
Munkebekken (st.M1)	Blue	Blue	Orange	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow
Ellingsrudelva (st.E0)	Green	Green	Green	Green	Blue	Green	Yellow	Green
Ellingsrudelva (st.E1)	Blue	Green	Yellow	Green	Yellow	Orange	Yellow	Yellow
Ellingsrudelva (st.E2)	Blue	Blue	Orange	Yellow	Orange	Red	Yellow	Orange
Ellingsrudelva (st.E3)	Blue	Blue	Orange	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Orange
Ljanselva (st.Lj1)	Blue	Blue	Orange	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow
Ljanselva (st.Lj2)	Blue	Blue	Red	Yellow	Red	Red	Yellow	Red
Lutvannsbekken (st.L1)	Blue	Green	Green	Yellow	Blue	Green	Yellow	Green

Lokalitet	pH	Alkalitet	Turbiditet	Farge	TOC	Tot-P	Tot-N	Jern	Siktedyp	Klorofyll	Samlet
Lutvatn	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Nøklevatn	Blue	Green	Green	Blue	Yellow	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Green
Kroktjern	Blue	Blue	Yellow	Yellow	Orange	Blue	Green	Orange	White	White	Yellow
Søndre Puttjern	Blue	Blue	Yellow	Green	Yellow	Blue	Yellow	Yellow	Green	Blue	Green
Nordre Puttjern	Red	Red	Red	Blue	Yellow	Blue	Orange	Red	Yellow	Blue	Red

Klasse I "Meget god" tilstand		Klasse IV "Dårlig" tilstand	
Klasse II "God" tilstand		Klasse V "Meget dårlig" tilstand	
Klasse III "Mindre god" tilstand			

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 man mente 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 ferskvannøkologi og innlandsfisk) og NIVA (Norsk institutt for vannforskning) etter initiativ av Oslo Fiskeadministrasjon (OFA). Rapport over disse undersøkelsene foreligger (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 Dag O. Hessen, UiO, Cand.real. Dag Hongve, SIFF, Dr. philos Gunhild Riise, NLH og Dr. philos Øivind Løvstad, Limnoconsult.

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. Undersøkelsene skulle gi basismateriale om tilstanden i de berørte vassdrag og være grunnlag for vurdering av eventuelle skader og mulige tiltak.

Basisundersøkelsene som gjennomføres 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 Lutvatn og Nøklevatn, der Oslo vann- og avløpskontor (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 Lutvatn, Nøklevatn, Kroktjern og Søndre Puttjern finnes hos Riise (1987) og Gabestad & Krogstie (1997). Tidligere data om de fysisk-kjemiske forholdene i Nordre Puttjern har en ikke funnet, men siden det tidligere under normale forhold rant vann fra Søndre Puttjern til Nordre Puttjern, og derfra ut i Puttjernsbekken må en anta at vannmassene i de to tjernene i store trekk var relativt like fysisk-kjemisk sett.

2. Prøvetakingsstasjoner, -program og -frekvens

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

2.1 Innsjølokalitetene

De fem aktuelle innsjøene for undersøkelser i denne sammenheng er: Lutvatn, Nøklevatn, Kroktjern, 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 Lutvatn og Nøklevatn 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 i samme periode også i begge Puttjernene. I tillegg ble programmet utvidet med en prøveserie fra 45 m dyp (dypvannsområdet) i Lutvatn for å følge med utviklingen der hvis dremsvann fra tunnelen skulle infiltreres i grunnen under innsjøen. Programmet for Kroktjern ble ikke utvidet i forhold til det opprinnelige da en mente at dette ikke ble direkte berørt av lekkasjene til Romeriksporten.

Første innsamlingsrunde ble gjennomført 2. og 3. mars 1998. Dette var perioden for vinterstagnasjon i innsjøene og en periode med 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 vil bli gjennomført under sommerstagnasjonen i august for alle fem innsjølokalitetene.

Prøvene for fysisk-kjemiske analyser fra de andre tidspunktene som er angitt ovenfor, vil i hovedsak være blandprøver fra epilimnion (lyslagene). I tillegg kommer prøvene fra profundalsonen i Lutvatn (45 m dyp). Analyseprogrammet for de fysisk-kjemiske prøvene omfatter pH, konduktivitet, turbiditet, farge, TOC, Tot-P, PO₄-P, Tot-N, NO₃, NH₄, O₂, Fe, Mn, Na, Ca, Mg, K, alkalitet, Cl og SO₄. For på en enkel måte å følge med i utviklingen i de ulike dyp i Nordre Puttjern, blir det samlet inn ekstra prøver fra 2, 4 og 6(7) m dyp, ved hver prøvetakingsdato. Disse analyseres på pH, konduktivitet, Fe, Al/R, Al/II og SO₄.

Prøver for planteplankton og dyreplankton blir samlet inn som blandprøver i epilimnion (lyslagene).

I forbindelse med prøvetakingsinnsamlingen blir det målt temperatur og oksygen i ulike dyp langs en vertikal gradient fra overflaten til bunnen på dypeste område.

Analyseresultatene fra prøveseriene samlet inn 2. og 3. mars og 14. mai 1998, er med i denne foreløpige rapporten. En ny innsamlingsrunde ble foretatt 15. juni, men analyseresultatene fra disse prøvene foreligger foreløpig ikke.

Undersøkelse av bunndyr, fisk og begroing vil i hovedsak bli gjennomført på ettersommeren/høsten 1998, så det meste av disse undersøkelsene er foreløpig ikke kommet i gang. LFI har imidlertid gjennomført en innsamlingsrunde av bunndyrsprøver i Nøklevatn, Lutvatn og Lutvannsbekken.

Videre innsamling av prøver og inventering av høyere vegetasjon i Nøklevatn /Lutvatn vil gjennomføres i løpet av sommer-/høstperioden.

2.2 Bekke-/elvelokaliteter

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

Disse stasjonene er:

- Lutvannsbekken L1 (før samløp med Rundtjernsbekken)
- 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)

Fra disse bekke-/elvestasjonene skal det samles inn prøver hver fjortende dag i løpet av 1998. Første prøveinnsamling ble foretatt 3. mars og 6 prøveserier er så langt ferdig analysert og rapporteres i denne rapporten (inkl. 15. mai). Prøver fra 2. juni og 12. juni er også samlet inn, men disse er forløpig ikke ferdig analysert.

Analyseparametrene i prøvene fra bekkene/elvane omfatter pH, konduktivitet, alkalitet, turbiditet, farge, Tot-P, Tot-N, TOC, Al/R og Al/II.

I Lutvannsbekken vil det på ettersommeren/høsten bli gjennomført en innsamling av begroingsmateriale.

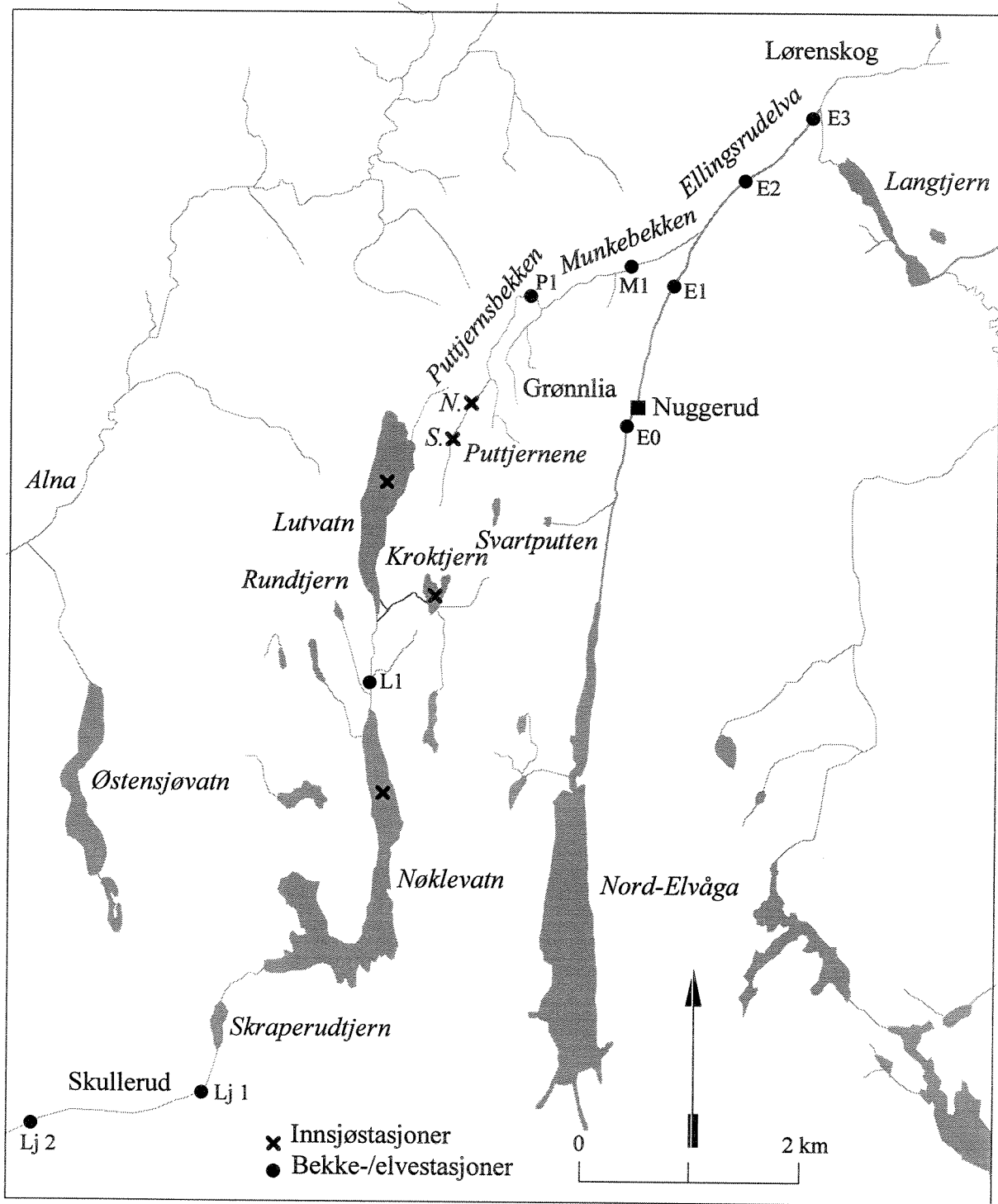


Fig. 1 Kartskisse som viser plasseringen av prøvetakingsstasjonene i bekke-/elvelokalitetene og innsjølokalitetene ved undersøkelsene i Østmarka.

3. Resultater

3.1 Vannstands- og vannføringsvariasjoner

Vannføringsmålinger er gjennomført av Norges Vassdrags- og Energiverk (NVE) på målestasjoner i området. I tillegg kommer registreringer av vannstandsvariasjoner i de impliserte innsjølokalitetene.

Måleresultatene er bearbeidet og nærmere kommentert av Jan Petter Magnell fra Statkraft Engeenering, som også har utformet egne rapporter om dette.

I den foreliggende rapport har en sett litt på vannstandsvariasjoner for Nordre Puttjern og vannføringsdata fra målepunktene ved Munkebekken (st. M1) og Ljanselva ved utløpet av Skraperudtjern i prøvetaksperioden for de fysisk-kjemiske undersøkelsene.

Resultatene er sammenstilt i figur 2 og viser at vannstanden i Nordre Puttjern i senvinter-/vårperioden 1998 gikk ned fra en vannstand på 5.22 m 2. mars, ned til en minste vannstand i perioden på 4.57 m i perioden 13.- 18. april. Deretter steg vannstanden relativt raskt til 6.92 m i perioden 4.- 11. mai. Etter det har vannstanden sunket langsomt igjen til 6.21 m rundt midten av juni. I perioden september-oktober 1997 var vannstanden på det laveste, helt nede i ca 2.3 m.

Etter lekkasjene satte inn har det ikke rent vann ut i Puttjernsbekken fra Nordre Puttjern, men vann er tilført fra andre bekker og fra myrområder i den øvre delen av denne grenen av Ellingsrudvassdraget. Vannføringskurven for undersøkelsesperioden ved Munkebekken (st. M1), lenger ned i denne delen av vassdraget, viser en topp rundt månedskiftet mars/april på 90 l/s. Nedbørdata fra Meteorologisk institutt viser at det i perioden falt en del sludd og regn som sammen med snøavsmelting økte tilrenningen til vassdraget. I en periode fra 15. april og til omkring 1 mai falt det nedbør i Oslo-området godt over det normale. Også en del snøsmelting i denne perioden fra høyereliggende områder. Utover i mai og juni har det vært liten vannføring i bekken.

Vannføringsmålingene for utløpet av Skraperudtjern til Ljanselva viser neste helt det samme forløpet, selv om den skarpe toppen i månedskiftet mars/april, var mer dempet her. Toppen i perioden 15. april til 1. mai er den samme, og her er den svært lave vannføringen fra omkring 15. mai og utover til midten av juni enda mer markert enn i Munkebekken som følge av at lite vann renner over dammen ved utløpet av Nøklevatn.

3.2 Innsjøer

3.2.1 Temperatur og oksygenforhold

De vertikale variasjonene i temperatur og oksygen ble målt ved begge de rapporterte prøvetakingstidspunktene for innsjøene, 2. og 3. mars og 14. mai. Det vil si fra vinterstagnasjonsperioden i mars mens innsjøene var islagte, og etter vårsirkulasjonen når temperaturen i epilimnion øker og det bygger seg opp en termoklin. Målingene ble utført ved hjelp av et oxymeter (YSI model 58). Ved prøvetakingen i mars ble i tillegg samlet inn prøver fra 5 ulike dyp (3 i Nordre Puttjern) i hver innsjø for måling av oksygeninnholdet etter Winklers metode. Det vil ofte være en viss forskjell i målt innhold av oksygen etter disse to metodene, men de viser den samme trend i variasjonene. I figur 3 er oxymetermålingene lagt til grunn.

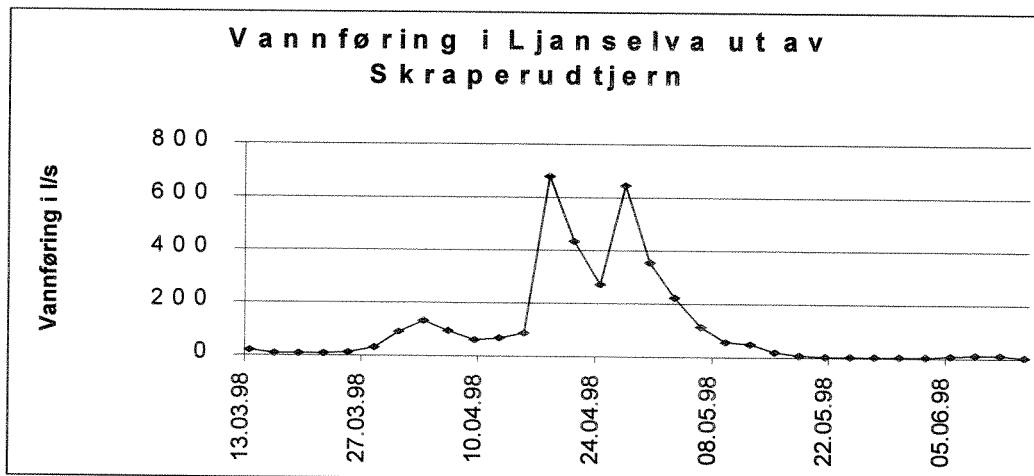
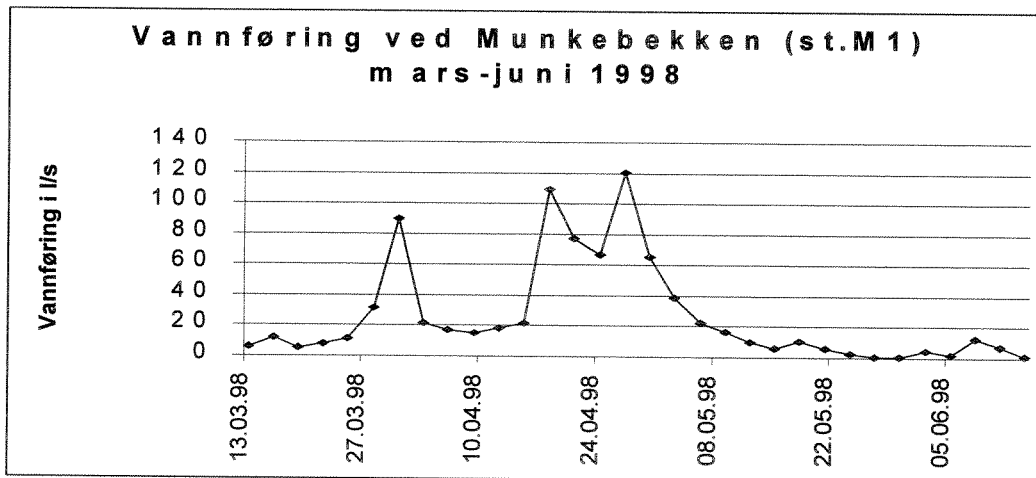
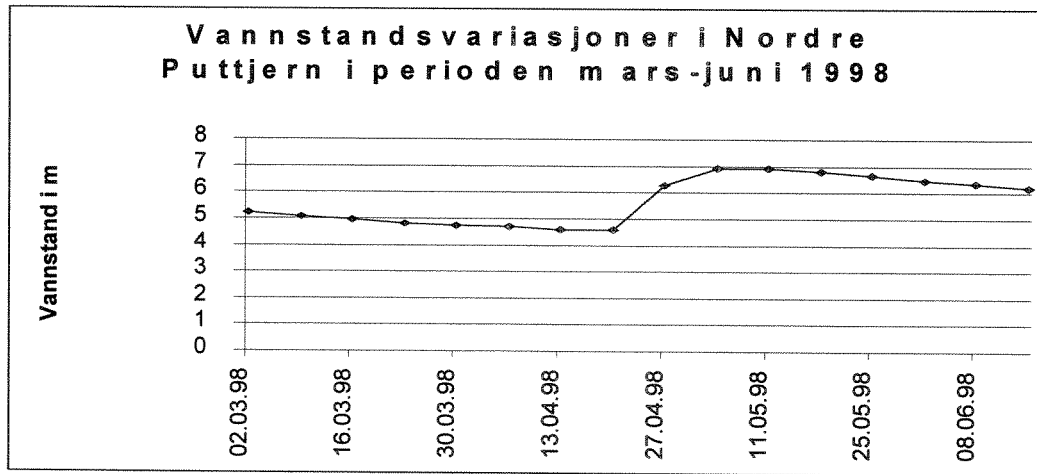


Fig. 2 Vannstandsvariasjoner i Nordre Puttjern og vannføringsvariasjoner ved Munkebekken (st.M1) og i Ljanselva ved utløp av Skraperudtjern i perioden mars-juni 1998.

Lutvatn

Her viser temperaturkurven for mars lavere temperatur i de øvre vannlag, som en kan forvente, og en økning nedover i dypet til 3.6 °C mot bunnen i det dypeste området. At temperaturen er så lav og ikke 4 °C som er vanlig for vann i de dypeste områdene av hypolimnion under vinterstagnasjonen, kan skyldes stor innflytelse av kaldere grunnvann. I mai, etter vårsirkulasjonen, er temperaturen i de dypere vannlag blitt 4 °C med en begynnende temperaturøkning i de øverste vannlag.

Oksygeninnholdet var høyt gjennom hele vannsøylen både i mars og mai. Innholdet var 12.9 mg/l O₂ i de øverste 10-12 m og jevnt synkende til 9.8 mg/l O₂ i 50 m dyp i mars. De siste 2-3 m før bunnen var det et klart oksygenavvik. I mai var innholdet svært jevnt i alle dyp fra de øverste lag og helt ned til bunnen, fra 11.2 til 10.8 mg/l O₂.

Nøklevatn

I mars ble det målt temperaturer på fra 3.8 °C tett under isen til 4 °C i de dypeste vannlagene. I mai, etter vårsirkulasjonen lå temperaturen i overflatelagene nær 10 °C, og en begynnende termoklin bygget seg opp i 2-4 m dyp. Fra 6 til 28 m var temperaturen jevnt synkende fra 6.2 til 4 °C.

Oksygeninnholdet lå i mars på omkring 10.5 mg/l O₂ i de øverste vannlag, jevnt synkende til 6.1 mg/l O₂ ved bunnen i de dypeste områdene. I mai var oksygeninnholdet noe lavere gjennom det meste av vannsøylen, fra 9.6 mg/l O₂ nær overflaten til 6.6 mg/l O₂ nær bunnen.

Kroktjern

Fra dette tjernet har en så langt bare temperatur og oksygenmålinger i forbindelse med vinterstagnasjonen i mars mens tjernet var islagt.

Temperaturkurven viser en jevn økning fra 2.8 °C oppunder isen til 4 °C mellom 7 og 9 m dyp. Nær bunnen ble det målt en svak økning i temperaturen til 4.5 °C.

Oksygeninnholdet var relativt høyt ned til 4 m dyp, fra 10.4 til 9.3 mg/l O₂. Fra 4 m dyp og nedover sank oksygenmengden jevnt til 1-2 mg/l O₂ nær bunnen ved 9-10 m dyp. Den innsamlete oksygenprøven fra dette dypet som ble målt på kjemilaboratoriet hadde et innhold på 3 mg/l O₂. Kroktjern har et betydelig innhold av organisk materiale i vannmassene. Nedbrytning av dette under den islagte perioden gir økt oksygenforbruk og oksygenreduksjon i dyplagene.

Søndre Puttjern

Her viser figuren en typisk vertikal variasjon i temperatur under vinterstagnasjonen i mars, med lav temperatur, 1.2 °C oppunder isen jevnt synkende til 4 °C i 7 m dyp. Også her ble det registrert en svak økning i temperaturen til 4.3 °C nær bunnen. I mai, etter vårsirkulasjonen, er temperaturen økt i de øverste vannlag i dette vindbeskyttete tjernet til 8.8 °C synkende til 4 °C i 5 m dyp. Også i mai ble det registrert en svak økning i temperaturen nær bunnen.

Oksygenkurven viser raskt synkende oksygeninnhold både i mars og i mai mot dypet. I mars var det nærmest oksygenfritt i de nederste 1-2 m, mens det i mai var så og si oksygenfritt allerede ved 7 m dyp. Oksygenkurven for mai tyder på at det ikke har skjedd en gjennomgripende sirkulasjon av vannmassene på dette tidspunktet.

Nordre Puttjern

I dette tjernet var det, som figuren viser, en helt jevnt synkende temperaturkurve, fra 1.8 °C i 1 m dyp til 4 °C i 5 m dyp i mars under isen. Nær bunnen på 6 m ble det også her registrert en svak økning i temperaturen igjen til 4.5 °C. Temperaturkurven for mai viser et noe uvanlig forløp. Fra en temperatur ved 1 m på 8.4 °C sank den til bare 3 °C i 3 m dyp for deretter å øke jevnt mot bunnen til 4.2 °C i 7 m dyp.

Temperaturkurven fra 3 m og nedover er nærmest uendret fra målingene i mars.

Det er mulig at relativt rask oppvarming av de øverste vannlag, og høyt innhold av løste salter i de dypere vannlag (se under fysisk-kjemiske forhold) har ført til at det ikke har skjedd en sirkulasjon av vannmassene og at det kalde vannet, i 3-4 m dyp har blitt liggende.

I mars var det omtrent oksygenfritt under 3 m dyp. Oksygenkurven for mai viser dårlig sirkulering av vannmassene i Nordre Puttjern, og praktisk talt oksygenfrie forhold under ca 4 m.

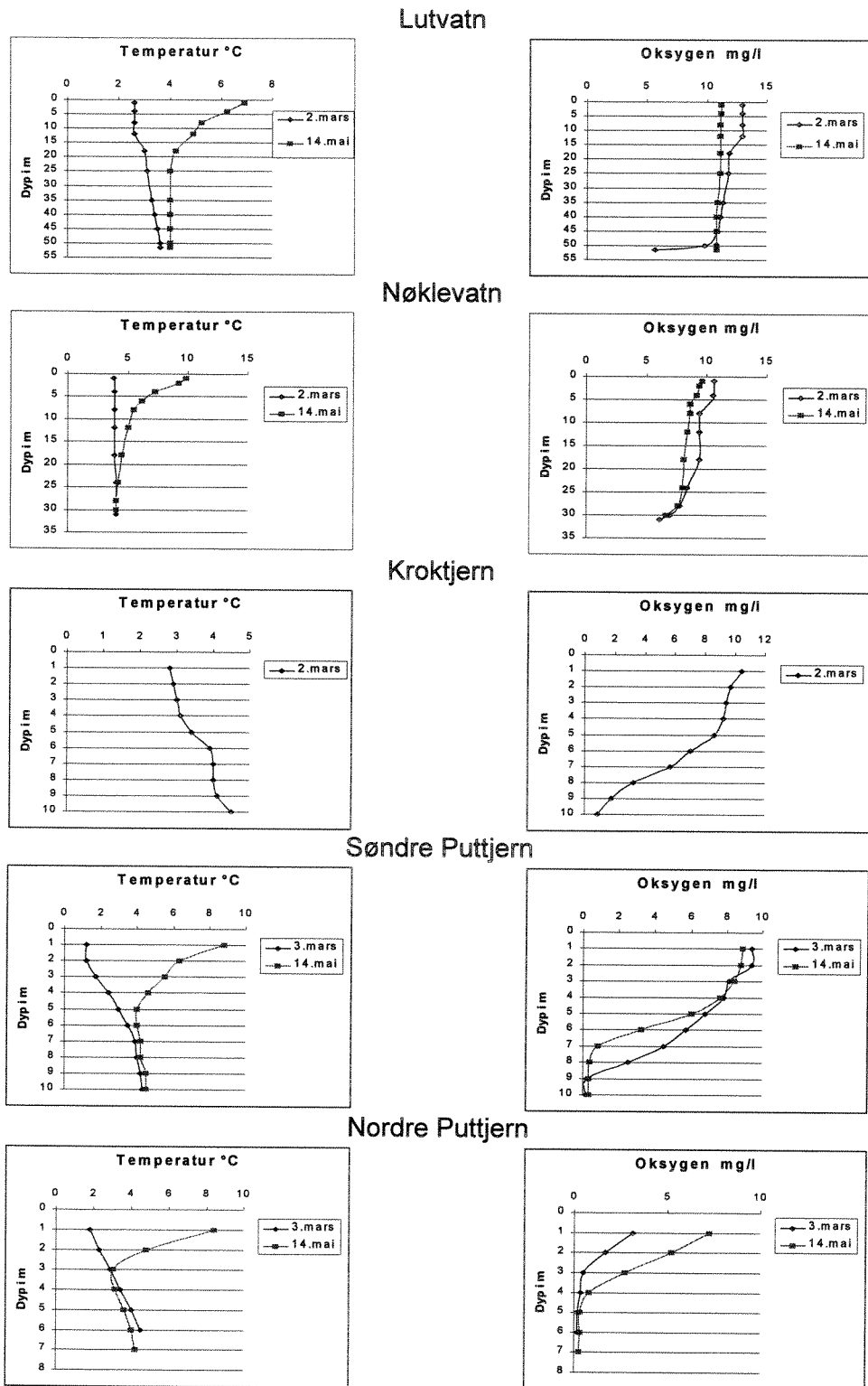


Fig. 3. Variasjoner i temperatur og oksygen i de berørte innsjøene i Østmarka i mars og mai 1998.

3.2.2 Fysisk-kjemiske forhold

Lutvatn (figur 4, tabell 4 og 5 i vedlegget)

Lutvatn har svært lite av definerte overflatetil løp, slik at kontakten med og tilførsler fra grunnvann i hovedsak bestemmer vannkvaliteten. Dette ser en på nivået for en rekke av de analyserte parametre. Kun to prøvetakingsserier er så langt ferdig analysert. Den ene fra begynnelsen av mars er representativ for vinterstagnasjonen mens innsjøen var islagt, den andre fra 14. mai er tidlig i vekstperioden.

Av figuren ser en at vannmassene i Lutvatn er svakt alkaliske, med pH rundt 7.10 – 7.20 i prøvene fra alle dyp, og alkaliteten er ganske høy, mellom 0.237 og 0.252 mmol/l.

Grunnvannet inneholder vanligvis mer kalsium og magnesium enn overflatevannet i disse områdene. De foreløpige resultatene viser et innhold av kalsium i Lutvatn mellom 6.90 – 7.30 mg/l Ca, mot 2-3 mg/l Ca som er vanlig i de fleste vann i Osloområdet. Dette fører til at konduktiviteten i Lutvatn er forholdsvis høy, 5.73 – 6.02 mS/m.

Partikkelinnholdet er lite i hele vannmassen og verdiene for turbiditet i mars lå mellom 0.15 og 0.34 FTU. I mai ble det imidlertid registrert en relativt sett markert økning med et snitt i epilimnion (0-10 m) på 0.71 og i dyplagene på 1.3 FTU. Om dette skyldtes noe økt avrenning til innsjøen på grunn av snøsmeltingen og vårsirkulasjonen, eller om det også skyldtes utvasking av partikler fra grunnområdene på grunn av vannstandsvariasjoner, er vanskelig å si. Resultater fra videre prøvetakinger vil forhåpentlig kunne si noe mer om dette.

De foreløpige tall for farge viser gjennomgående svært lave verdier i Lutvatn, mellom 1.54 og 2.30 mg/l Pt. Den høye verdien i 45 m dyp i mars er derfor vanskelig å gi noen forklaring på, da hverken verdien for totalt organisk karbon (TOC) eller jern viste spesielle verdier i dette dyp. Innholdet av TOC er også svært lite i Lutvatn, varierende ved de to prøvetakingstidspunktene mellom 1.3 og 1.7 mg/l C. Det samme gjelder innholdet av jern som i mars lå mellom 2 og 5 µg/l Fe og i mai noe høyere, 8 - 9 µg/l Fe.

Som for de fleste andre parametre var også innholdet av næringssaltene fosfor og nitrogen meget lavt med totalfosfor på 2 µg/l P og totalnitrogen varierende mellom 200 - 235 µg/l N.

Veksten av planteplankton i Lutvatn er da også liten, bare 0.57 µg/l klorofyll ble registrert i mai (se nærmere under planteplankton). Vannmassene er klare, med et siktedyp 14. mai på hele 15.3 m. Foreløpig bedømmelse av vannkvaliteten i Lutvatn:

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt/mest forekommende
pH		klasse I
Alkalitet:		klasse I
Turbiditet:		klasse I
Farge:	klasse I (-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)

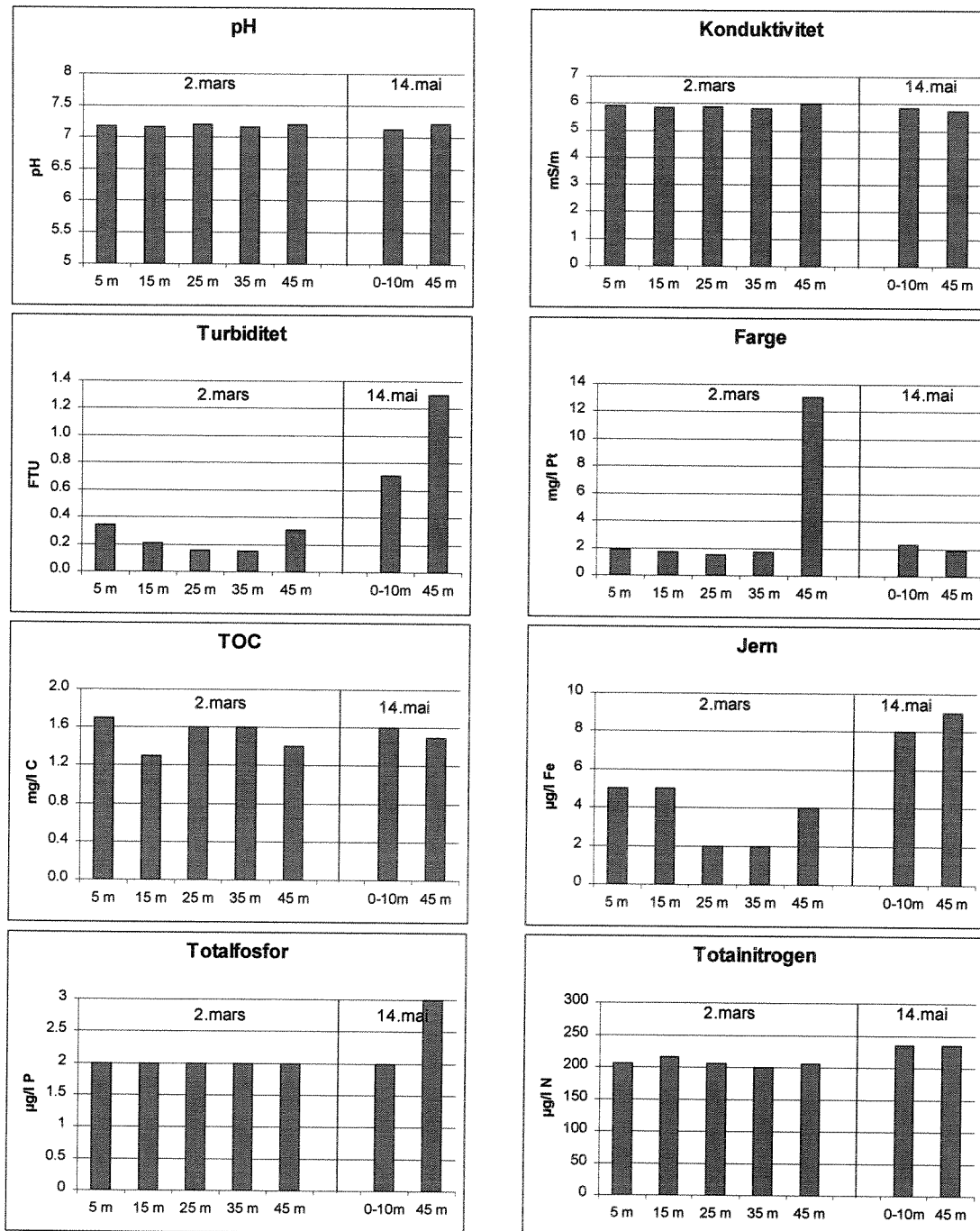


Fig. 4 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i ulike dyp i Lutvatn 2.mars og 14.mai 1998.

Nøklevatn (figur 5, tabell 6-7 i vedlegget)

I motsetning til Lutvatn har Nøklevatn definerte overflatetilførsler fra flere tjern i nedbørfeltet som Hauttjern, Rundtjern og Solbergvatn foruten fra Kroktjern via overføringer til Lutvannsbekken. I tillegg kommer tilførsler fra flere myrområder i nedbørfeltet.

Figuren viser at vannmassene i mars viste svakt sure verdier med pH i de ulike dyp mellom 6.77 – 6.86. I blandprøven (0-10 m) i mai lå pH på 7.03. Alkaliteten var relativt høy, mellom 0.164 – 0.185 mmol/l i perioden. Kalsiuminnholdet er også her litt høyere enn for innsjøer i Oslomarka generelt. Mellom 4.64 – 5.29 mg/l Ca ble målt, og konduktiviteten lå mellom 4.14 – 4.68 mS/m.

Turbiditetsverdiene for mars viser at det da var et svært lite partikkelinnhold, verdier mellom 0.26 – 0.45 FTU. I mai ble det målt 1.8 FTU i blandprøven noe som viser et økt partikkelinnhold da på grunn av stor tilrenning fra nedbørfeltet.

Verdiene for farge varierte en del i de ulike dyp i mars, fra 2.11 mg/l Pt i 5 m dyp til mer enn 11 mg/l Pt i dyplagene. I blandprøven fra mai var verdien 13.4 mg/l Pt. Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) lå i alle prøvene mellom 3.4 – 4.4 mg/l C, mest i prøven fra mai. Dette viser noe påvirkning av humusstoffer på vannmassene.

Innholdet av næringssalter er også i Nøklevatn lite. Analyseresultatene for perioden viser en variasjon i totalfosfor på 3 - 5 µg/l P og i totalnitrogen på 275 – 330 µg/l N.

Innholdet av planteplankton er her noe større enn i Lutvatn. Klorofyllverdien for mai var på 1.49 µg/l (se nærmere under planteplankton). Siktedypet i mai var på 5.3 m.

Foreløpig bedømmelse av vannkvaliteten i Nøklevatn:

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt/mest forekommende
pH		klasse I
Alkalitet:		klasse II
Turbiditet:	klasse I-III	klasse II
Farge:		klasse I
TOC:	klasse II-III	klasse III
Totalfosfor:		klasse I
Totalnitrogen:		klasse I
Jern:		klasse I
Siktedyp:		klasse II
Klorofyll:		klasse I
Samlet vurdering		klasse I-II (”meget god” til ”god” tilstand)

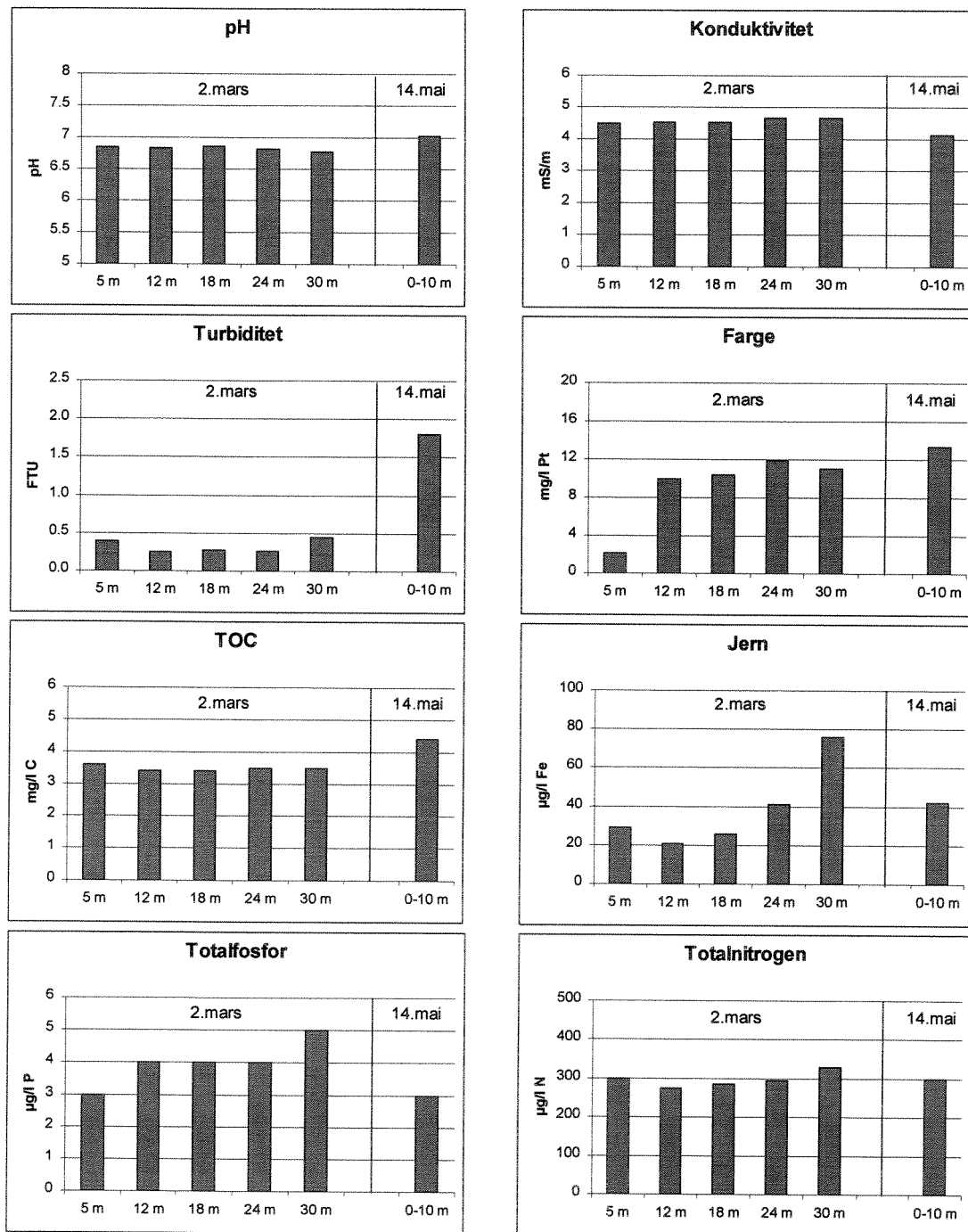


Fig. 5 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i ulike dyp i Nøklevatn 2.mars og 14.mai 1998.

Kroktjern (figur 6, tabell 8 i vedlegget)

Fra Kroktjern foreligger bare en analyseserie samlet inn under vinterstagnasjonen i mars. Kroktjern representerer et vanlig skogstjern i området som var svært surt, pH 4.50 – 4.76 tidligere (Riise 1987), men som har vært kalket.

Figuren viser at pH under vinterstagnasjonen lå mellom 6.62 og 7.25, økende mot største dyp som her er på ca 10 m. Dette viser effekten av kalkingen, noe en også ser på kalsiumverdiene som varierte mellom 5.29 – 9.93 mg/l Ca. Tilsvarende varierte alkaliteten fra 0.168 – 0.406 mmol/l. Konduktiviteten varierte mellom 4.53 – 6.47 mS/m økende mot bunnen.

Turbiditetsverdiene viste også en sterk økning i partikkelinnholdet fra de øvre vannlag mot bunnen. Verdiene lå fra 0.4 – 5.5 FTU.

Fargetallet viste de høyeste verdiene i de øverste og dypeste vannlag, men det var ikke spesielt store variasjoner gjennom vannsøylen, mellom 33.2 – 46.3 mg/l Pt. Innholdet av totalt organisk karbon i det islagte tjernet varierte mellom 7.2 – 8.6 mg/l C. Dette viser et betydelig innhold av humusstoffer i vannmassene i dette tjernet. Høye verdier også for jern, med en kraftig økning nær bunnen, fra 160 til 1150 µg/l Fe.

Innholdet av næringssaltene fosfor og nitrogen ligger på et nivå som en vanligvis registrerer i denne type skogstjern. Totalfosfor varierte i vannsøylen fra 3 – 8 µg/l P, mest nær bunnen, og totalnitrogen fra 280 – 380 µg/l N.

Da det bare er samlet inn prøver fra perioden da tjernet var islagt, har en ikke prøver av planteplankton eller måling av siktedyp.

Foreløpig bedømmelse av vannkvaliteten i Kroktjern: (grunnet på bare én vertikal prøveserie)

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt/mest forekommende
pH		klasse I
Alkalitet:		klasse I
Turbiditet:	klasse I-V (vertikalt)	klasse III
Farge:	klasse III-IV (vertikalt)	klasse III
TOC:		klasse IV
Totalfosfor:		klasse I
Totalnitrogen:		klasse II
Jern:	klasse III-V (vertikalt)	klasse IV
Samlet vurdering		klasse (II-)III ("god" til "mindre god" tilstand)

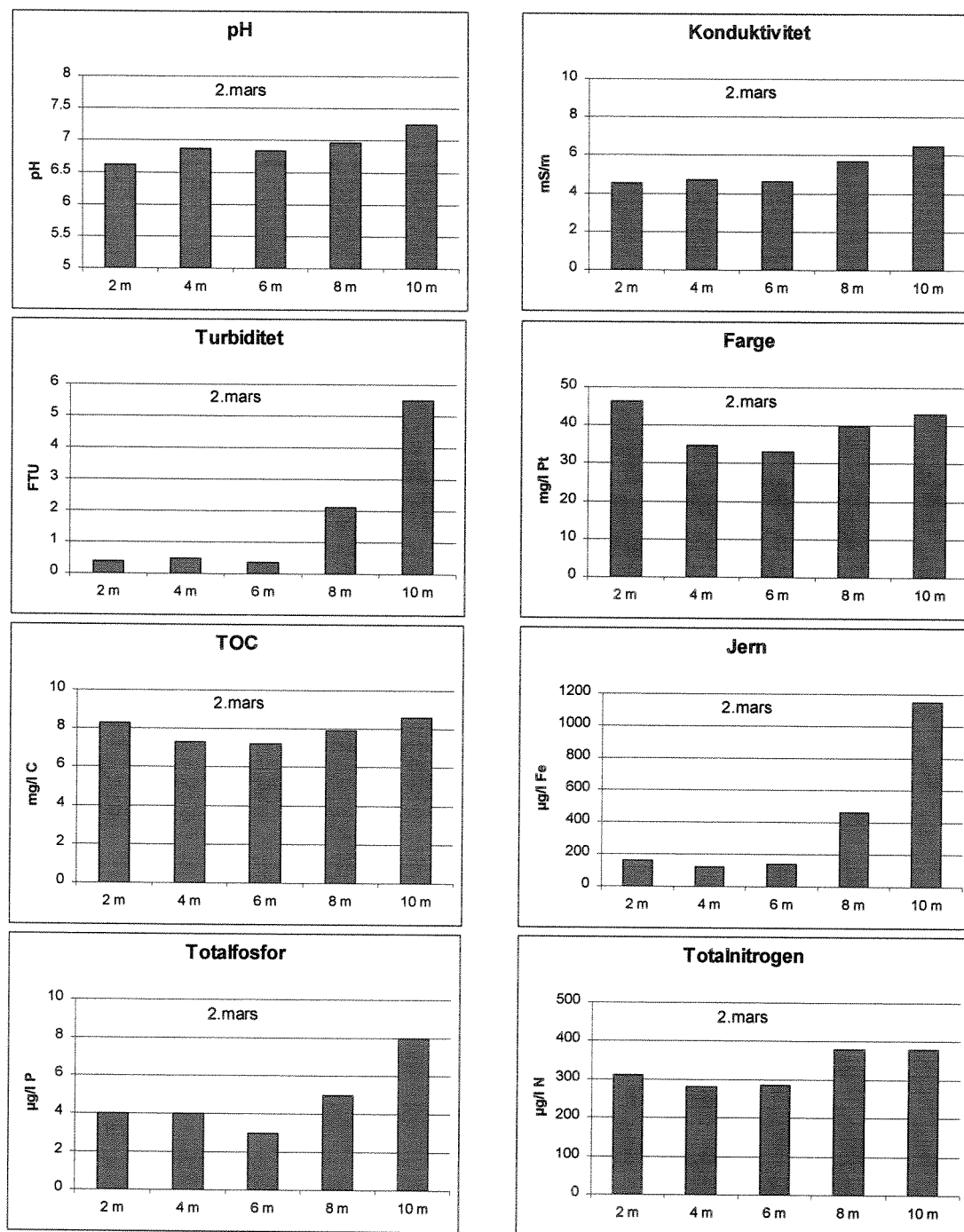


Fig. 6 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i ulike dyp i Kroktjern 2.mars 1998.

Søndre Puttjern (figur 7, tabell 9 og 10 i vedlegget)

Dette tjernet var et relativt surt skogstjern med pH 5.15 – 5.35 (Riise 1987), som er kalket. Lekkasjene til Romeriksporten påvirket også vannstanden i dette tjernet med synkende vannstand, men dette kompenseres ved at vann fra Krokstjern pumpes opp i Søndre Puttjern i perioder.

Av figuren fremgår det at pH i undersøkelsesperioden så langt viser delvis høye verdier, med en klar vertikal gradient i vannmassene under isen i mars, fra 6.29 på 2 m dyp til hele 7.76 i 10 m dyp, som må være et resultat av kalkingen i området. Under den første prøvetakingen på våren, den 14.mai, var verdien i blandprøven (0-8 m dyp) på 7.27.

På samme måte som i Krokstjern var det en vertikal gradient for kalsium fra 3.95 i de øverste vannlag til hele 19.1 mg/l Ca nær bunnen på 10 m dyp. Alkaliteten varierte fra 0.09 mmol/l i 2 m dyp til 0.855 mmol/l nær bunnen i mars. De tilsvarende verdiene for blandprøven i mai var 9.14 mg/l Ca og 0.368 mmol/l.

Konduktiviteten viser samme vertikale tendens, fra 4.05 mS/m i 2 m dyp til 11 mS/m i 10 m dyp. Blandprøven i mai hadde en konduktivitet på 6.02 mS/m.

Når det gjelder partikkelinnholdet var dette mer jevnt gjennom vannsøylen i mars. Turbiditeten varierte da fra 0.44 – 0.65 FTU. Blandprøven i mai hadde en betydelig høyere verdi med 2.5 FTU, noe som viser et økt partikkelinnhold i forbindelse med økt utvasking og tilførsler fra nedbørfeltet.

Også fargetallet var relativt jevnt gjennom vannsøylen i mars under isen, fra 20.5 – 31.9 mg/l Pt. Det samme var tilfelle med totalt organisk karbon (TOC) som varierte fra 5.4 – 7.3 mg/l C i mars. Høyeste verdier i de øverste vannlag. I blandprøven fra mai var verdiene henholdsvis 23.6 mg/l Pt for farge og 5.8 mg/l C for TOC. Analyseresultatene viser et betydelig innhold av humusstoffer i vannmassene. Det er også her høye verdier for jern, men den samme kraftige økningen mot bunnen som i Krokstjern ble ikke registrert, selv om det også var en klar økning her. Variasjonene lå mellom 80 og 184 µg/l Fe i mars. Blandprøven i mai inneholdt 105 µg/l Fe.

I Søndre Puttjern var det kraftig oksygensvinn mot bunnen i mars med islagt tjern, men også i mai.

Innholdet av næringssaltene fosfor og nitrogen var gjennomgående litt høyere her enn i Krokstjern, selv om variasjonen for totalfosfor stort sett lå innenfor samme intervallet, mellom 4 – 8 µg/l P i mars. Blandprøven i mai hadde 6 µg/l P. Tilsvarende verdier for totalnitrogen var 295 – 590 µg/l N fra de øverste vannlag mot bunnen i mars og 410 µg/l N i mai. Nitrogenverdiene var en del høyere enn i Krokstjern.

Innholdet av planteplankton var noe høyere enn i Nøklevatn. Klorofyllverdien for blandprøven i mai var 2.01 µg/l klorofyll (se nærmere under planteplankton). Siktedypet var på 4.80 m.

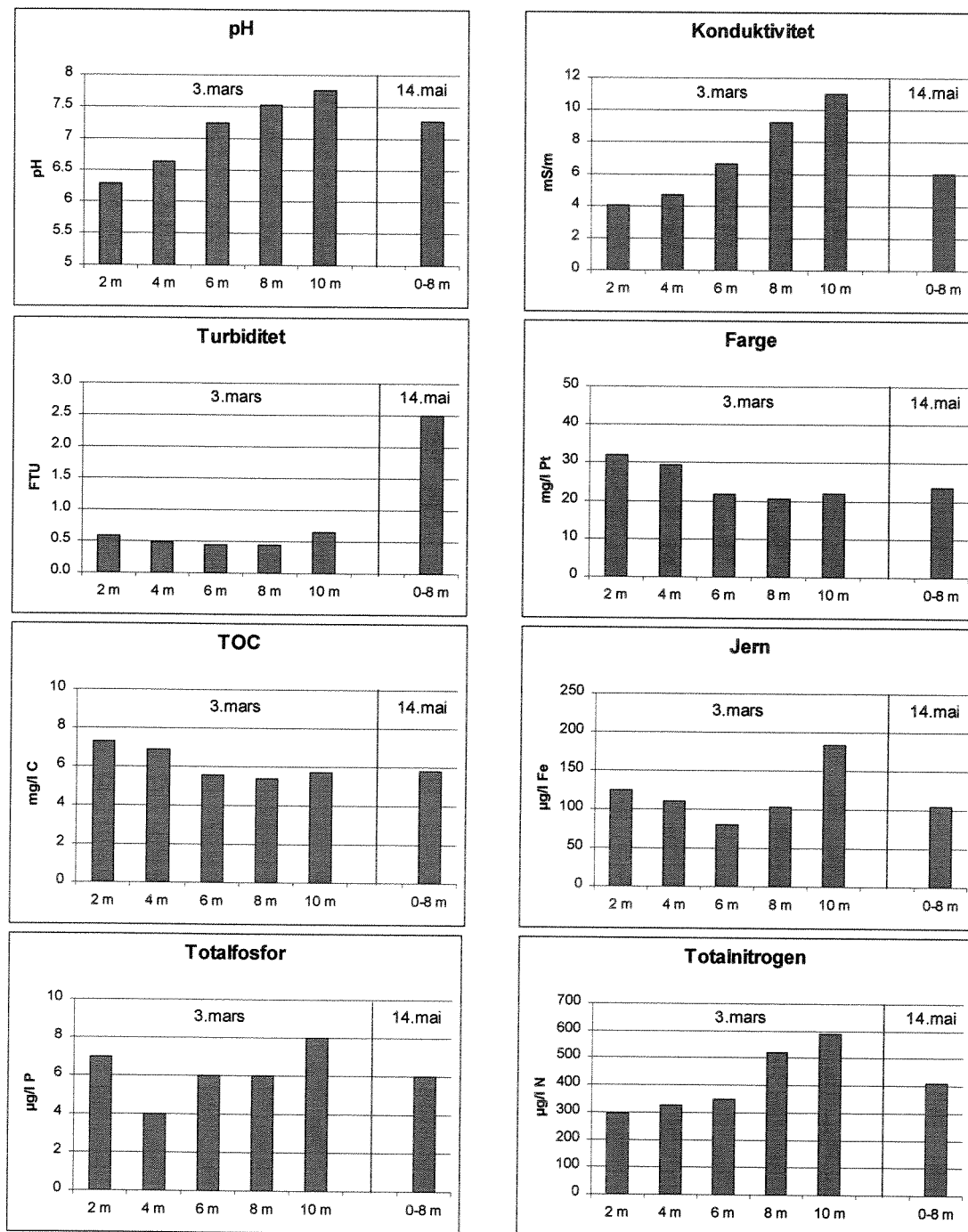


Fig. 7 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i ulike dyp i Søndre Puttjern 3.mars og 14.mai 1998.

Foreløpig bedømmelse av vannkvaliteten i Søndre Puttjern:

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt/mest forekommende
pH		klasse I
Alkalitet:	klasse I-II	klasse I
Turbiditet:	klasse I-IV	klasse III
Farge:	klasse II-III	klasse II
TOC:	klasse III-IV	klasse III
Totalfosfor:		klasse I
Totalnitrogen:	klasse II-IV	klasse III
Jern:		klasse III
Siktedyp:		klasse II
Klorofyll:		klasse I
Samlet vurdering		klasse II (”god” tilstand)

Nordre Puttjern (figur 8, tabell 11 og 12 i vedlegget)

Dette tjernet har fått mest medfart på grunn av lekkasjene til Romeriksporten. Fordi grunnvannspeilet i området sank kraftig, ble store deler av myrområdene og grunnen rundt, som tidligere hadde anoksiske forhold, eksponert mot luft og en oksidasjon av svovel og sterk økning i innholdet av sulfat (SO_4 fant sted. Dette førte til en kraftig forsurening av vannet som ble tilført tjernet.

Den kraftige senkningen av grunnvannstanden førte også til sterk senkning av vannstanden i tjernet i 1997. Selv om vannstanden har steget senere, er den fremdeles ca 2 – 2.5 m lavere enn normal vannstand fra før lekkasjene startet, såvidt en kan se av terrenget rundt tjernet.

Som figuren viser ble det registrert ekstremt lave pH-verdier i Nordre Puttjern både i prøvene samlet i mars under isen, og i mai. pH varierte i mars fra 4.53 i 2 m til 3.30 i 6 m dyp og fra 5.12 i 2 m til 3.36 i 7 m dyp i mai. Blandprøven i mai (0-4 m) viste 4.32 i pH.

Forsurning av vannet ga økt innhold av løste salter i det tilførte vannet til tjernet. Dette ga kraftig økte konduktivitetsverdier. I mars lå konduktiviteten i 2 m dyp på 24.1 mS/m og økte til 72.9 mS/m i 6 m dyp. I mai var verdiene 11.6 mS/m i 2 m og 83.4 mS/m i 7 m dyp. Blandprøven (0-4 m) i mai hadde en konduktivitet på 23.2 mS/m. Verdiene viser svært høyt innhold av løste salter. I første rekke var det innholdet av jern og mangan som var høyt, men også innholdet av aluminium var svært høyt i de dypere vannlag der pH var ekstremt lav.

For jern var det i mars en vertikal variasjon fra 650 i 2 m til 7900 $\mu\text{g/l}$ Fe i 6 m dyp, og for mangan fra 376 til 877 $\mu\text{g/l}$ Mn. De tilsvarende verdiene for reaktivt aluminium var fra 1500 i 2 m dyp til 14700 $\mu\text{g/l}$ Al i 6 m og for ikke-labilt aluminium fra 87 – 449 $\mu\text{g/l}$ Al. Dette gir ekstremt høye verdier for labilt, uorganisk, toksiske aluminium, som er differansen mellom reaktivt og ikke-labilt aluminium. Blandprøven fra mai hadde et innhold av jern på 1020 $\mu\text{g/l}$ Fe og mangan på 280 $\mu\text{g/l}$ Mn.

Også området rundt Nordre Puttjern har vært kalket, og de vertikale verdiene for kalsium i mars var fra 28.8 – 69.7 mg/l Ca, altså et høyt innhold av kalsium. Blandprøven i mai inneholdt 28.1 mg/l Ca. Dette ga imidlertid liten buffereffekt på den kraftige forsuringen forårsaket av oksidasjonen av sulfider til sulfat. Variasjonene i sulfat i mars var fra beskjedne 2.8 mg/l SO_4 i 2 m til hele 314 mg/l SO_4 i 6 m dyp, det vil si mer enn hundre ganger økt konsentrasjon.

Det var ingen målbar alkalitet, noe som viser at vannet ikke hadde noen bufferkapasitet mot forsureningen.

Et vannbasseng som har gjennomgått så store vannstandsvariasjoner på relativt kort tid som Nordre Puttjern får stor utvasking av partikler til vannmassene og turbiditetsverdiene var også svært høye, fra 6 – 20 FTU i mars og 5.3 FTU i blandprøven fra 14.mai.

Variasjonene i fargetall derimot var relativt små vertikalt fra 2 til 6 m i mars, med 8.83 – 9.02 mg/l Pt, og med 10.2 mg/l Pt i blandprøven i mai. De tilsvarende verdiene for totalt organisk karbon (TOC) var 4.0 – 4.6 mg/l C i mars og 4.5 mg/l C i mai.

Dette viser lite innhold i vannmassene av løste humusstoffer, noe som vel henger sammen med at det har vært svært liten tilrenning til dette tjernet av overflatevann fra nedbørfeltet i perioden med lekkasjene.

Innholdet av fosfor var lite, bare 4 –7 µg/l P totalfosfor, mars og mai sett under ett. Innholdet av totalnitrogen derimot var høyt, fra 775 – 1020 µg/l N i mars og 730 µg/l N i mai. Som tabellen i vedlegget viser var fra 55 – 70 % av nitrogenet i form av ammonium NH₄.

Artsinventaret av planteplankton i prøven fra mai var svært lite, bare få taksa ble registrert, men planteplanktonbiomassen, uttrykt som innhold av klorofyll var på nivå med både Nøklevatn og Søndre Puttjern. Klorofyllinnholdet var på 1.52 µg/l. Siktedyp i mai var 2.75 m.

Foreløpig bedømmelse av vannkvaliteten i Nordre Puttjern:

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt/mest forekommende
pH		klasse V
Alkalitet:		klasse V
Turbiditet:		klasse V
Farge:		klasse I
TOC:		klasse III
Totalfosfor:		klasse I
Totalnitrogen:		klasse IV
Jern:		klasse V
Siktedyp:		klasse III
Klorofyll:		klasse I
Samlet vurdering	klasse (IV)-V ((”dårlig” til) ”meget dårlig” tilstand)	

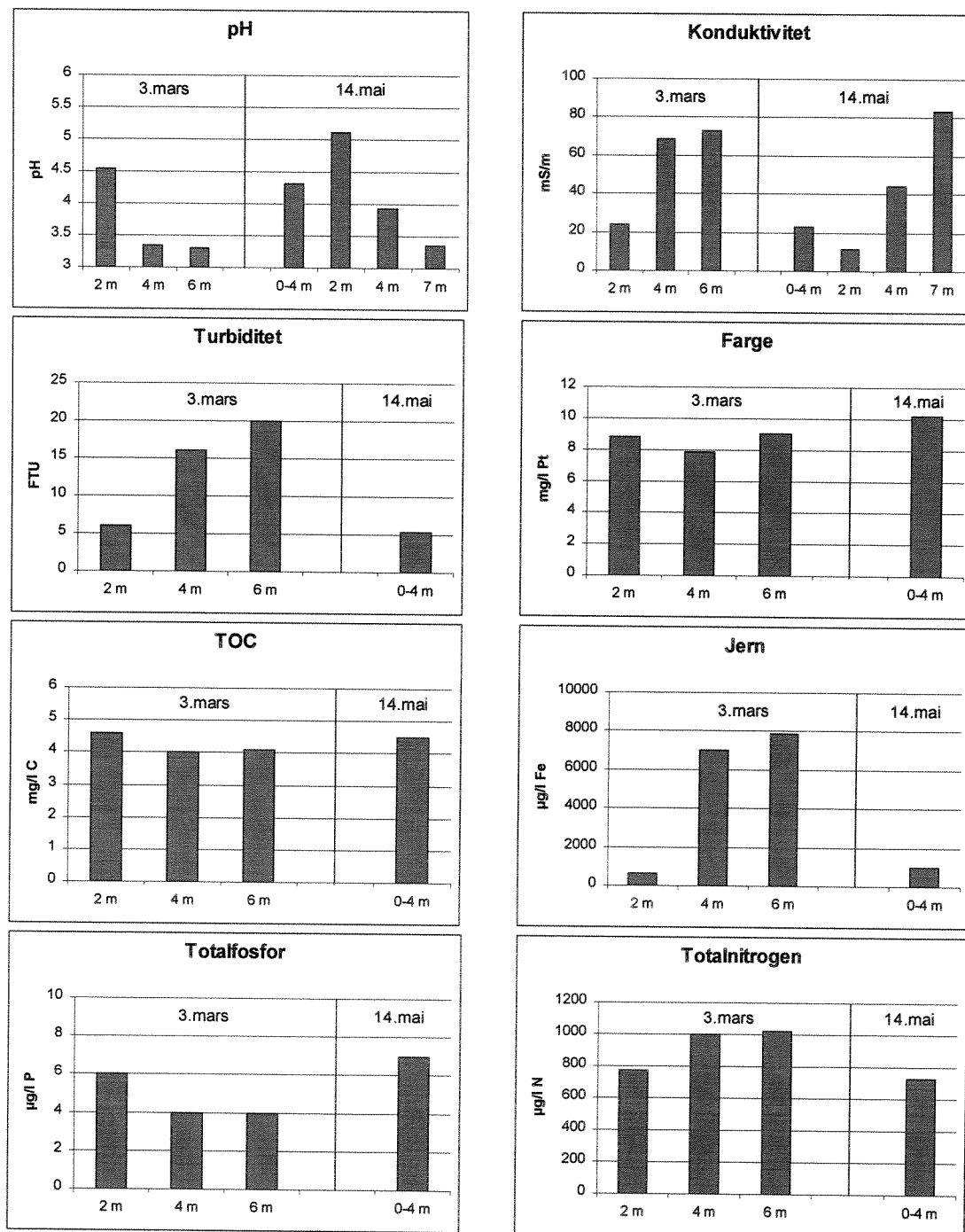


Fig. 8 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i ulike dyp i Nordre Puttjern 3.mars og 14.mai 1998.

3.2.3 Planteplankton

Analyseresultater fra innsamlete kvantitative planteplanktonprøver foreligger så lang bare for prøvene samlet inn 14.mai. Prøvene er analysert og algevolumentene beregnet etter metodikk utarbeidet av Utermöhl (1958) og Rott (1981). Nærmere beskrivelse av analysemetodikken finnes hos Brettum (1984).

Lutvatn

Analyseresultatene for 14.mai 1998 ga et totalvolum av planteplankton i prøven på $133 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ ($=\text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt). Verdien for klorofyll fra samme prøvetidspunkt var i Lutvatn $0.57 \mu\text{g}/\text{l}$ Chla. Størrelsesnivået for klorofyll fra denne prøvetakingen stemmer forholdsvis godt overens med analyseresultater fra tidligere år fra samme tid av året i Lutvatn (Wold 1993 b).

Gruppen Chrysophyceae (gullalger) var den mest fremtredende både med hensyn til antall arter og som volumandel av det samlede planteplankton. Ulike chrysonader var de viktigste taxa innen gruppen. Gruppen Dinophyceae (fureflagellater) var også, relativt sett, en viktig gruppe med store former som *Peridinium willei*, *Ceratium hirundinella* og *Gymnodinium helveticum*. En del sentriske kiselalger (Bacillariophyceae) av slekten *Cyclotella* var også vanlig i prøven. De andre gruppene var av underordnet betydning i den analyserte prøven. 35 taxa ble registrert i prøven.

Mengden av planteplankton, både som algevolum og som klorofyll, viser svært liten algebiomasse i prøven. Forøvrig er totalvolum, artsinventaret og den prosentuelle sammensetningen av planteplanktonet den en forventer å finne i en klar, svært næringsfattig, svakt alkalisk, oligotrof innsjø.

Nøklevatn

Resultatene av prøven fra 14. mai i Nøklevatn viser et totalvolum for planteplankton på $201 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ ($=\text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt). Verdien for klorofyll fra samme tidspunkt var $1.49 \mu\text{g}/\text{l}$ Chla. Størrelsesnivået for klorofyll fra denne prøvetakingen stemmer forholdsvis godt overens med analyseresultater fra tidligere år fra samme tid av året i Nøklevatn (Wold 1993 a).

Også her var Chrysophyceae (gullalger) den viktigste og dominerende gruppen, med ulike chrysonader som de viktigste taxa, mens volumandelen av de andre gruppene var relativt jevnt fordelt. Arter fra disse gruppene som var vanlig forekommende i prøven var *Rhodomonas lacustris* og *Katablepharis ovalis* (Cryptophyceae), *Cyclotella spp.* og *Aulacoseira alpigena* blant kiselalgene (Bacillariophyceae), *Gymnodinium lacustre* og *Peridinium willei* blant fureflagellatene (Dinophyceae) og *Monoraphidium griffithii* blant grønnalgene (Chlorophyceae). I alt ble det registrert 42 taxa i prøven fra Nøklevatn.

Mengden av planteplankton, både som algevolum og som klorofyll, viser lite algebiomasse i prøven. Forøvrig er totalvolum, artsinventaret og den prosentuelle sammensetningen av planteplanktonet den en forventer å finne i en noe humøs, næringsfattig, oligotrof innsjø.

Søndre Puttjern

Resultatene av prøven fra 14. mai i Søndre Puttjern viser et totalvolum for planteplankton på $260 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ ($=\text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt). Verdien for klorofyll fra samme tidspunkt var $2.01 \mu\text{g}/\text{l}$ Chla.

Også her var gruppen Chrysophyceae (gullalger) den største i det samlede planteplanktonet, men gruppen var ikke så dominerende som i Nøklevatn. Ulike former for chrysoomonader var de viktigste taxa innen gruppen sammen med *Chrysolykos skujai*. Et ikke ubetydelig innslag av en blågrønnalge (Cyanophyceae), *Pseudanabaena constricta* ble registrert i prøven, en art som en kan registrere i små vannlokaliteter med en viss organisk belastning i form av humusstoffer.

Kiselalgene (Bacillariophyceae) var av helt underordnet betydning. Gruppen Cryptophyceae derimot var godt representert i prøven ved arter som *Cryptomonas spp.* og *Rhodomonas lacustris*. Også gruppen fureflagellater (Dinophyceae), i første rekke ved arter innen slekten *Peridinium*, var av betydning i det samlede planteplankton. Det ble ialt registrert 25 taxa i prøven. "My-alger" er en samlebetegnelse for små, ikke nærmere identifiserbare former med diameter 2-4 µm. Disse har en prosentvis større andel i næringsfattige vannlokaliteter enn i næringsrike sjøer.

Mengden av planteplankton, både som algevolum og som klorofyll, viser lite algebiomasse i prøven. Totalvolum, artsinventaret og den prosentuelle sammensetningen av planteplanktonet er ikke uvanlig for humøse, relativt næringsfattige, oligotrofe små skogstjern.

Nordre Puttjern

Resultatene av prøven fra 14.mai i Nordre Puttjern viser et totalvolum for planteplankton på 158 mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt). Verdien for klorofyll fra samme tidspunkt var 1.52 µg/l Chla.

Gruppen Chrysophyceae (gullalger) er den viktigste også her, og som i de andre vannlokalitetene var det ulike former for chrysoomonader som dominerte innen gruppen. Gruppen Chlorophyceae (grønnalger) hadde større prosentvis andel av planteplanktonet her enn i de andre innsjøene, i første rekke ved *Chlamydomonas spp.*, mens gruppen Dinophyceae (fureflagellater) var av mindre betydning. Også her var det et visst innslag av "my-alger" i prøven.

Mengden av planteplankton, både som algevolum og som klorofyll, viser liten algebiomasse i prøven, på samme nivå som i Søndre Puttjern. Totalvolumet av alger er det i første rekke innholdet av næringssalter, spesielt fosfor, som bestemmer. Artsinventaret og den prosentuelle sammensetningen av planteplanktongruppene derimot var svært forskjellig. Mange arter, som ble registrert i planktonet i Søndre Puttjern ble ikke funnet i prøven fra Nordre Puttjern. Dette gjelder f.eks. *Rhodomonas lacustris* som ikke greier seg i vann med pH under 5, mens arter som *Chlamydomonas spp.* tydeligvis greier seg bra under slike forhold og øker i mengde. Kun 13 taxa ble registrert i prøven.

De svært spesielle fysiske-kjemiske forholdene en har fått i dette tjernet har gitt en kraftig endring i artssammensetning, prosentvis andel av de ulike gruppene og artsantallet av planteplankton i vannmassene.

3.2.4 Dyreplankton

Tabell 1. Dyreplankton-biomasse i Lutvatn, Nøklevatn, Nordre Puttjern og Søndre Puttjern 14. mai 1998, gitt som mg tørrvekt pr. m³.

	Lutvatn	Nøklevatn	Nordre Puttjern	Søndre Puttjern
	0-20 m	0-9 m	0-4 m	0-8 m
HJULDYR (Rotifera)				
Kellicottia longispina	0,59	2,77	0,04	1,24
Conochilus spp.	0,35	1,24		
Polyarthra spp.		0,06		
Keratella cochlearis	0,06	0,71	0,01	
Keratella hiemalis		0,61		0,08
Synchaeta spp.		0,18		
Sum HJULDYR	1,00	5,57	0,05	1,32
KREPSDYR (Crustacea)				
HOPPEKREPS (Copepoda)				
Eudiaptomus gracilis	24,39	21,18		
Diaptomus sp.			0,24	0,64
Cyclops scutifer	13,28	14,86		26,46
Thermocyclops oithonoides		1,37		0,09
Cyclopoide nauplier	0,69	0,12	0,39	0,19
Sum HOPPEKREPS	38,35	37,53	0,64	27,38
VANNLOPPER (Cladocera)				
Holopedium gibberum		1,03		
Daphnia cristata	0,40	1,51	1,14	0,25
Daphnia longiremis	10,76			
Bosmina longispina	3,47	4,62		0,58
Sum VANNLOPPER	14,63	7,15		0,83
TOTAL BIOMASSE	53,98	50,25	1,83	29,52

Tabell 2. Antall dyreplankton-arter/taxa i Lutvatn, Nøklevatn, Nordre og Søndre Puttjern 14.5.98.

	Lutvatn	Nøklevatn	Nordre Puttjern	Søndre Puttjern
Hjuldyr	3	6	2	2
Hoppekreps	3	4	2	4
Vannlopper	3	3	1	2
Dyreplankton totalt	9	13	5	8

Kort kommentar til analyseresultatene for første prøveserie:

Lutvatn

Normalt vårplankton for en innsjø i skogområde i denne regionen, men vannloppe-arten *Daphnia longiremis* er relativt sjelden (betraktes av enkelte som kaldstenoterm). Totalbiomassen kan betraktes som middels høy.

Nøklevatn

Normalt dyreplankton med relativt mange hjuldyr-taxa. Middels høy totalbiomasse.

Nordre Puttjern

Artsfattig dyreplankton med svært lav biomasse. I hele prøven (7 liter) ble det funnet bare 18 individer (11 cyclopoide nauplier, 1 calanoid copepoditt, 2 vannlopper og 4 hjuldyr). Artsinventar og biomasse kan tyde på ekstremt miljø som har virket toksisk på flere arter.

Søndre Puttjern

Normalt vårplankton med sterk dominans av cyclopoide hoppekreps (*Cyclops scutifer*). Middels høy totalbiomasse.

3.2.5 Bunndyr og fisk

Denne delen av undersøkelsene blir gjennomført av LFI (Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfisk). Undersøkelser av bunndyr og fisk ble foretatt i Søndre og Nordre Puttjern i 1997, og resultatene er rapportert i LFI-rapport nr. 172:1998.

I 1998 skal det gjennomføres undersøkelser av bunndyr og fisk i Lutvatn, Lutvannsbekken og Nøklevatn. En innsamlingsrunde av bunndyrsprøver ble foretatt i mai, men materialet er så langt ikke ferdig bearbeidet. Det meste av feltarbeidet vil skje i sommer/høstsesongen og resultatene vil bli ferdigstilt i forbindelse med den endelige rapporten om undersøkelsene i Østmarka som skal ferdigstilles innen 1. mars 1999.

3.2.6 Høyere vegetasjon

Undersøkelser av vannvegetasjonen i Lutvatn

Utført feltarbeid 1997

I oktober 1997 ble det foretatt artsregistrering av vannvegetasjonen i Lutvatn. Registreringen ble gjort fra båt ved hjelp av vannkikkert og kasterive, og omfattet det meste av innsjøens strandområder (ut til ca 3-4 m dyp). Kvantifiseringen av vannvegetasjonen er gjort etter en semi-kvantitativ skala, hvor 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende.

I perioden 11.-13. november 1997 ble det foretatt fotografering av vannvegetasjonen på fire lokaliteter i Lutvatn; 2 lokaliteter i nord, en ved søndre øy og en helt i sør.

Undervannsfotograferingen ble foretatt av dykker ved hjelp av standard fotograferingsutstyr påmontert dybdemåler (jfr. Rørslett m.fl. 1978). Det ble fotografert 0.12 m² (40 x 30 cm) prøveflater fra ca 0.4 m dyp og ut til nedenfor nedre vegetasjonsgrense, i Lutvatn 7-8m dyp. Prøveflatene er tilfeldig spredt i dybdegradienten ("random sampling"). I tillegg ble det, ved hjelp av samme metodikk, foretatt

rutefotografering på tørrlagt areal fra ca. 0.8m over aktuell vannstand og ned til vannstands nivå. Rutenes vertikalnivå ble bestemt ved nivellering.

Bearbeiding

Fotorutene (hver på 0.12 m²) er analysert etter standard bearbeidingsteknikk, dvs. visuell bestemmelse og kvantifisering i stereolupe med 40 x forstørrelse og rutenett. Totalt 566 bilder er analysert. Som mengdeangivelse er benyttet prosentvis dekningsgrad, og det er registrert dekning av plantearter og algebegroing, samt substrattyppe. Materialet vil bli bearbeidet og presentert i forhold til dybdegradienten. Den nøyaktige posisjon med hensyn til horisontal avstand mellom bildene er ikke kjent.

Dybdeangivelsene er foreløpig gitt i forhold til den aktuelle vannstanden ved prøvetakingstidspunktet.

Foreløpige resultater

Det er registrert 12 vannplanter i Lutvatn (se tabell). Artsantall og -sammensetning gjenspeiler de næringsfattige, men noe kalkrike vannmassene. Kortsukuddplantene botngras og stivt brasmegras dominerte sammen med langskuddsplanten tusenblad. Botngras var vanligst på grunt vann (høsten 1997 delvis tørrlagt), mens brasmegras og tusenblad stod noe dypere. Kransalgen *Chara globularis*, som dannet forholdsvis store bestander på 2-3m dyp i nordvestre del av innsjøen, forekommer stort sett bare i innsjøer med kalsium-innhold > ca 6-7 mg Ca/l. Vasspesten ble første gang registrert i Lutvatn på 1920-tallet, og har aldri vært noen problempilant i innsjøen, sannsynligvis på grunn av innsjøens morfometri og næringsfattige status. I enkelte mer næringsrike (mesotrofe) innsjøer har vasspesten hatt kraftig vekst og skaper problemer for flere brukerinteresser.

Tabell 3. Vannvegetasjonen i Lutvatn registrert 10. oktober 1997. Mengdeangivelse:

1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerer lokaliteten.

Arter	Forekomst
ISOETIDER (kortsukuddsplanter)	
<i>Isoetes lacustris</i> - stivt brasmegras	5
<i>Juncus bulbosus</i> - krypsiv	1
<i>Littorella uniflora</i> - tjønngras	3
<i>Lobelia dortmanna</i> - botngras	5
<i>Ranunculus reptans</i> - evjesoleie	2
ELODEIDER (langskuddsplanter)	
<i>Elodea canadensis</i> - vasspest	3-4
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> - tusenblad	5
<i>Potamogeton alpinus</i> - rusttjønnaks	2
<i>Potamogeton berchtoldii</i> - småtjønnaks	2-3
<i>Utricularia</i> sp. - blærerot	2
NYMPHAEIDER (flytebladsplanter)	
<i>Nuphar lutea</i> - gul nøkkerose	2
KRANSALGER	
<i>Chara globularis</i>	4

Lysmålinger

Det ble foretatt lysmålinger i Lutvatn 11. november 1997. I en vertikal dybdegradient fra 0.1 til 10m ble det målt både total PAR (400-700 nm) og spektralfordeling i bølgeområdet 300-850nm. Data er lagret for videre bearbeiding.

3.3 Bekke-/elvestasjoner

Ut fra de analyseresultatene som foreligger så langt (6 innsamlingstidspunkter til og med 15.mai) har en nedenfor forsøkt å trekke ut de viktigste resultatene for å gi en foreløpig 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: "Klasifisering 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 ser en på variasjonsbredden, men legger mest vekt på det området der de fleste observasjonene for en parameter eller gjennomsnittet ligger, og ikke så mye på de enkelte resultatene.

Det er i vurderingene av bekke-/elvestasjonene vanligvis lagt større vekt på innholdet av fosfor, nitrogen, turbiditet, farge og totalt organisk karbon (TOC) enn på verdiene for pH og alkalitet.

3.3.1 Ellingsrudvassdraget

Puttjernsbekken (st.P1) (figur 9, tabell 13-18 i vedlegg)

Figuren viser at vannmassene på denne stasjonen gjennomgående var forholdsvis sure, men at pH varierte en del fra prøvetaking til prøvetaking, mellom 5.40 og 6.40.

Det har ikke rent vann ut fra Nordre Puttjern til bekken etter at lekkasjene til Romeriksporten startet. Vannet i bekken vil derfor være mer eller mindre surt avhengig av om det meste av vannet drenerer fra områdene som har vært kalket, eller fra større myrområder lenger ned.

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

Konduktiviteten, som gir et inntrykk av innholdet av oppløste salter (ioner) i vannet, er relativt liten, fra 3-5 mS/m, og også partikkelinnholdet målt som turbiditet viser forholdsvis lave verdier, vanligvis mellom 0.3 og 0.7 FTU. 15. april var verdien riktig nok 1.2 FTU da partikkelinnholdet økte i forbindelse med snøsmeltingen.

Verdiene for farge er meget høye, fra 60 til 110 mg/l Pt, noe som viser stor påvirkning fra myrvann med høyt humusinnhold. Det samme viser innholdet av totalt organisk karbon (TOC) som varierte mellom 9 og 12 mg/l C.

Verdiene for totalfosfor er vanligvis lave varierende mellom 4 og 6 $\mu\text{g/l P}$, men 15. mai økte de sterkt på denne stasjonen til 13 $\mu\text{g/l P}$. Det er vanskelig å gi noen forklaring på dette foreløpig. Totalnitrogen lå noe høyere enn det en vanligvis registrere i vann som drenerer fra relativt sure skogs- og myrområder.

Surere vannmasser fører til økt utløsning av aluminium, og verdiene som er registrert er ganske høye. 31.mars var innholdet av labilt aluminium på 72 $\mu\text{g/l Al}$. Dette nærmer seg det nivå da denne fraksjonen av aluminium kan virke toksisk på eventuell fisk i bekken.

Foreløpig vannkvalitetsbedømmelse for Puttjernsbekken (st.P1):

	Variasjon i datamaterialet	Gjennomsnitt/mest forekommende
pH	klasse II-IV	klasse III
Alkalitet:	klasse II	klasse II
Turbiditet:	klasse I-III	klasse I
Farge:	klasse IV-v	klasse IV
Totalfosfor:	klasse I	klasse I
Totalnitrogen:	klasse III	klasse III
TOC:	klasse IV	klasse IV
Samlet vurdering	klasse (II)-III ("god" til "mindre god" tilstand)	

Munkebekken (st.M1) (fig. 10, tabell 13-18 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.

I Munkebekken viser de foreløpige resultatene at pH varierte i hovedsak mellom 6.70 og 7.40.

Innholdet av løste salter var gjennomgående høyere her enn foregående stasjon men svært varierende, mellom 5.3 og 12.1 mS/m, noe en må regne som middels konduktivitet.

Turbiditeten var relativt høy for det meste fra 2.4 til 3.5 FTU. Den høye verdien 31. mars med hele 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 og 40 mg/l Pt, noe som også viser at vannmassene innholdt annet vann enn bare humøst myrvann, selv om verdiene også her er relativt høye. Verdiene for totalt organisk materiale er også redusert betydelig sammenlignet med stasjonen ovenfor, men et innhold varierende mellom 4 og 7 er fremdeles forholdsvis høyt.

Innholdet av totalfosfor viser tilførsler av noe mer næringsrikt vann. Verdiene varierte for det meste mellom 4 og 8 $\mu\text{g/l P}$, som i seg selv ikke er spesielt høyt, men verdien 30 $\mu\text{g/l P}$ den 31.mars kan tyde på at bekken tilføres næringsrikere vann fra overløp i forbindelse med store nedbørmengder og snøsmelting. Også innholdet av totalnitrogen avviker noe fra ovenforliggende stasjon. Det varierte mellom 525 og 655 $\mu\text{g/l N}$.

Med økt pH løses mindre aluminium ut i vannet. Verdiene for reaktivt aluminium lå betydelig lavere enn på P1, under 120 $\mu\text{g/l Al}$, noe som ga moderat innhold av labilt aluminium, maksimalt 30 $\mu\text{g/l Al}$.

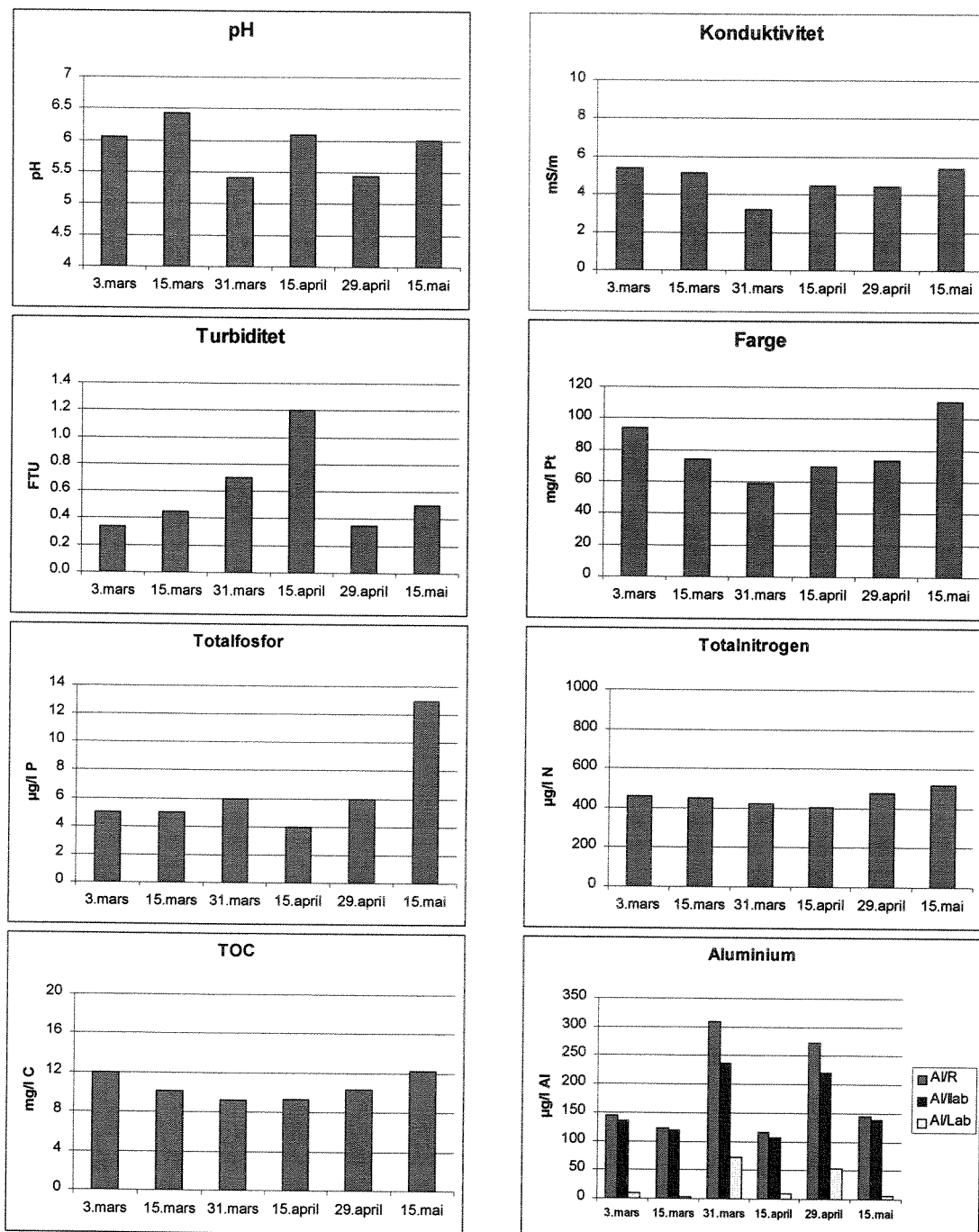


Fig. 9 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Puttjernsbekken (st.P1) 1998.

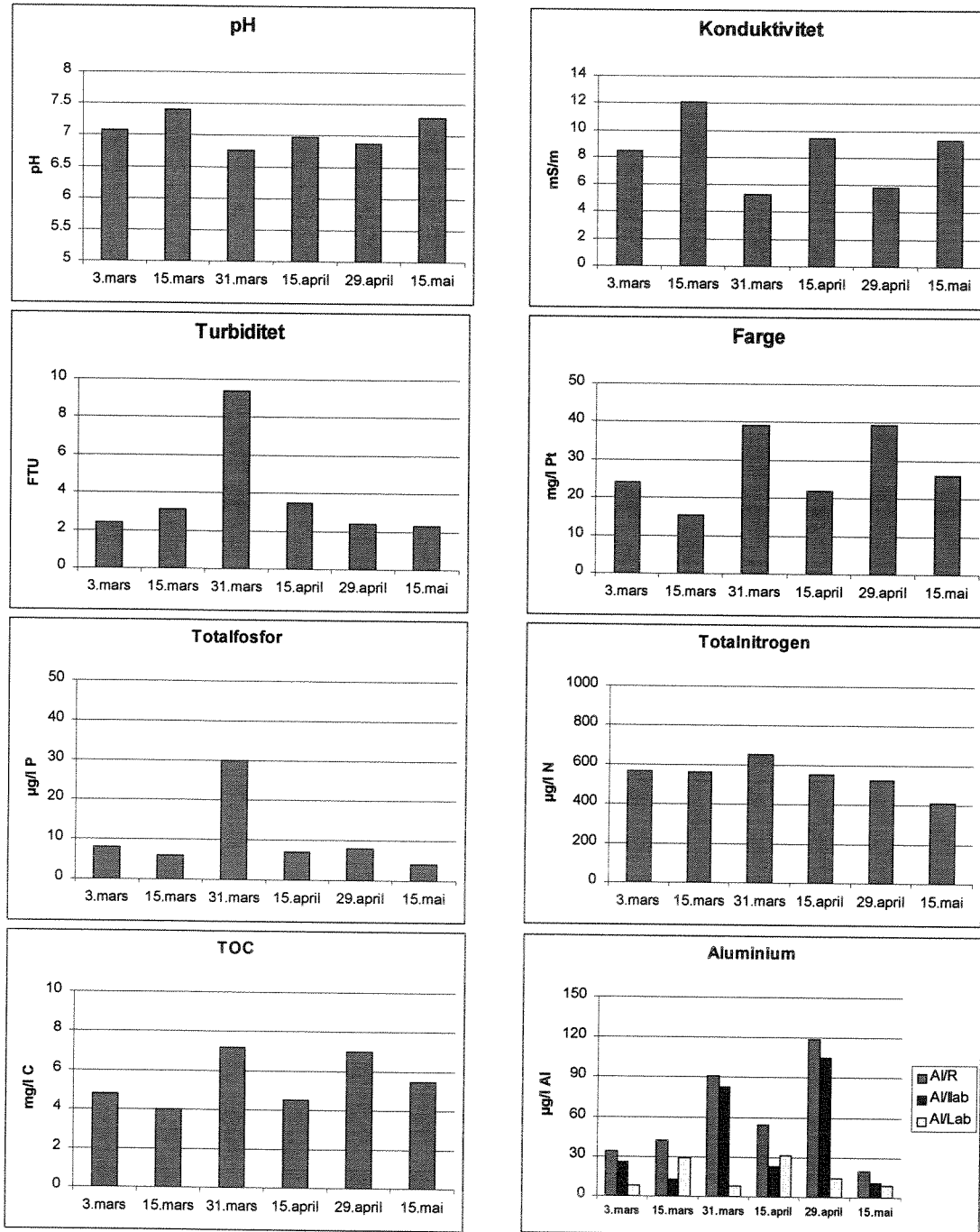


Fig. 10 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Munkebekken (st.M1) 1998.

Foreløpig vannkvalitetsbedømmelse for Munkebekken (st.M1):

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

Ellingsrudelva (v.Nuggerud) (st.E0) (figur 11, tabell 13-18 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 her var relativt jevn, og at vannmassene er svakt sure. Variasjonene mellom 6.20 og 6.70.

Innholdet av løste salter, registrert gjennom konduktiviteten, viste relativt små mengder. Konduktivitet mellom 3.2 og 3.9 mS/m.

Turbiditeten var forholdsvis lav, mellom 0.36 og 1.1, noe som viser at partikkelinnholdet i vannet på denne stasjonen gjennomgående er lite. Også her høyeste verdi 31. mars som henger sammen med kraftig snøsmelting og utvasking til vassdraget.

Verdiene for fargetallet var ikke spesielt høye, mellom 13 og 32 mg/l Pt, og innholdet av totalt organisk karbon (TOC) lå mellom 3.5 og 5.8 mg/l C. Dette viser at vannmassene er moderat påvirket av humusstoffer.

Innholdet av totalfosfor var lavt, mellom 3 og 7 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 under 130 µg/l Al, og andelen av labilt aluminium var beskjedent, bare mellom 5 og 17 µg/l Al.

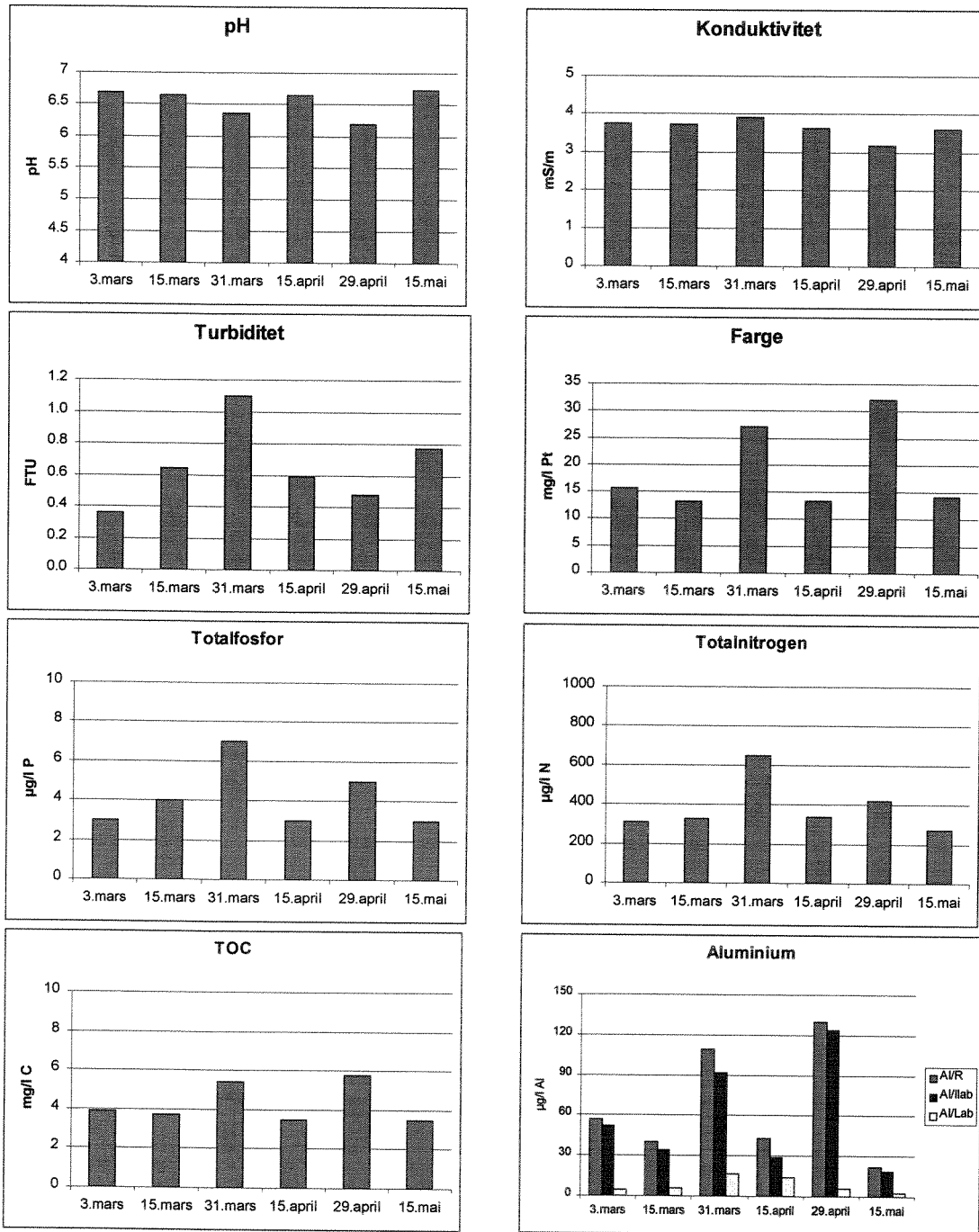


Fig. 11 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Ellingsrudelva v.Nuggerud (st.E0) 1998.

Foreløpig vannkvalitetsbedømmelse for Ellingsrudelva (v.Nuggerud) (st.E0):

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

Ellingsrudelva (st.E1) (figur 12, tabell 13-18 i vedlegg)

Ved denne stasjonen er bekken 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 litt høyere enn på E0, fra 6.65 til 6.99.

Konduktiviteten var også noe høyere, fra 4.9 til 6.79 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 0.94 og 2.4 FTU. Dette viser et moderat partikkelinnhold, selv om det er vesentlig høyere enn på stasjon E0.

Fargetallet varierte mellom 16 og 40 mg/l Pt og innholdet av totalt organisk karbon (TOC) mellom 4 og 7 mg/l C. Dette viser et moderat innhold av organisk materiale, vesentlig løste humusstoffer.

Innholdet av totalfosfor varierte en del på denne stasjonen, med unntak av verdien for 31. mars på 30 µg/l P, mellom 6 og 14 µg/l P. 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, mellom 380 og 970 µg/l N, med største registrerte verdi 31. mars.

Verdiene for aluminium på denne stasjonen skiller seg ikke vesentlig fra verdiene på stasjonen ovenfor.

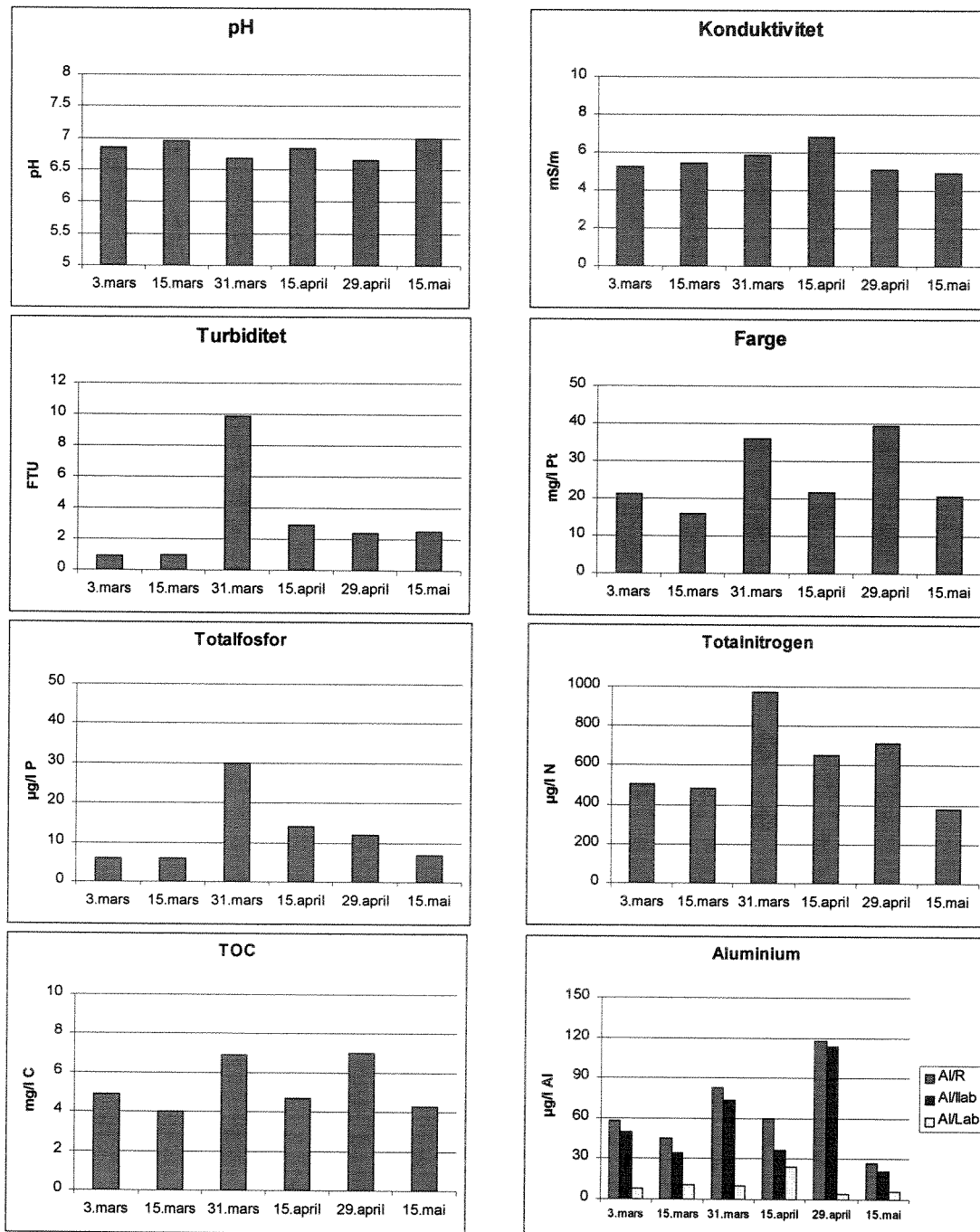


Fig. 12 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Ellingsrudelva (st.E1) 1998.

Foreløpig vannkvalitetsbedømmelse for Ellingsrudelva (st.E1):

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

Ellingsrudelva (st.E2) (figur 13, tabell 13-18 i vedlegg)

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

Figuren viser at vannmassene nå i ennå større grad enn på stasjon E1 er påvirkning av avløpsvann fra nærliggende bebyggelse og industriområder.

pH viste her svakt alkaliske verdier, varierende mellom 7.00 og 7.40, og konduktiviteten har økt betydelig i forhold til stasjon E1 og stasjon M1. Variasjonene i konduktivitet var store, fra 9.8 til 36.5 mS/m, selv om det for det meste lå mellom 10 og 20 mS/m.

Turbiditeten lå i den undersøkte perioden mellom 1.1 og 9.9 FTU, noe som viser et betydelig partikkelinnhold i vannmassene på de fleste prøvetakingstidspunktene.

Verdiene for fargetall varierte i store trekk mellom 16 og 40 mg/l Pt og innholdet av totalt organisk karbon (TOC) mellom 4 og 7 mg/l C, som på stasjon E1.

Det er i første rekke innholdet av næringssaltene fosfor og nitrogen som viser en økt påvirkning av nærliggende bebyggete områder på denne stasjonen sammenlignet med de ovenforliggende. Innholdet av totalfosfor varierte mellom 12 og 37 µg/l P og totalnitrogen mellom 670 og 1160 µg/l N.

Innholdet av aluminium varierte ikke vesentlig på denne stasjon sammenlignet med analyseresultatene fra både stasjon E1 og M1.

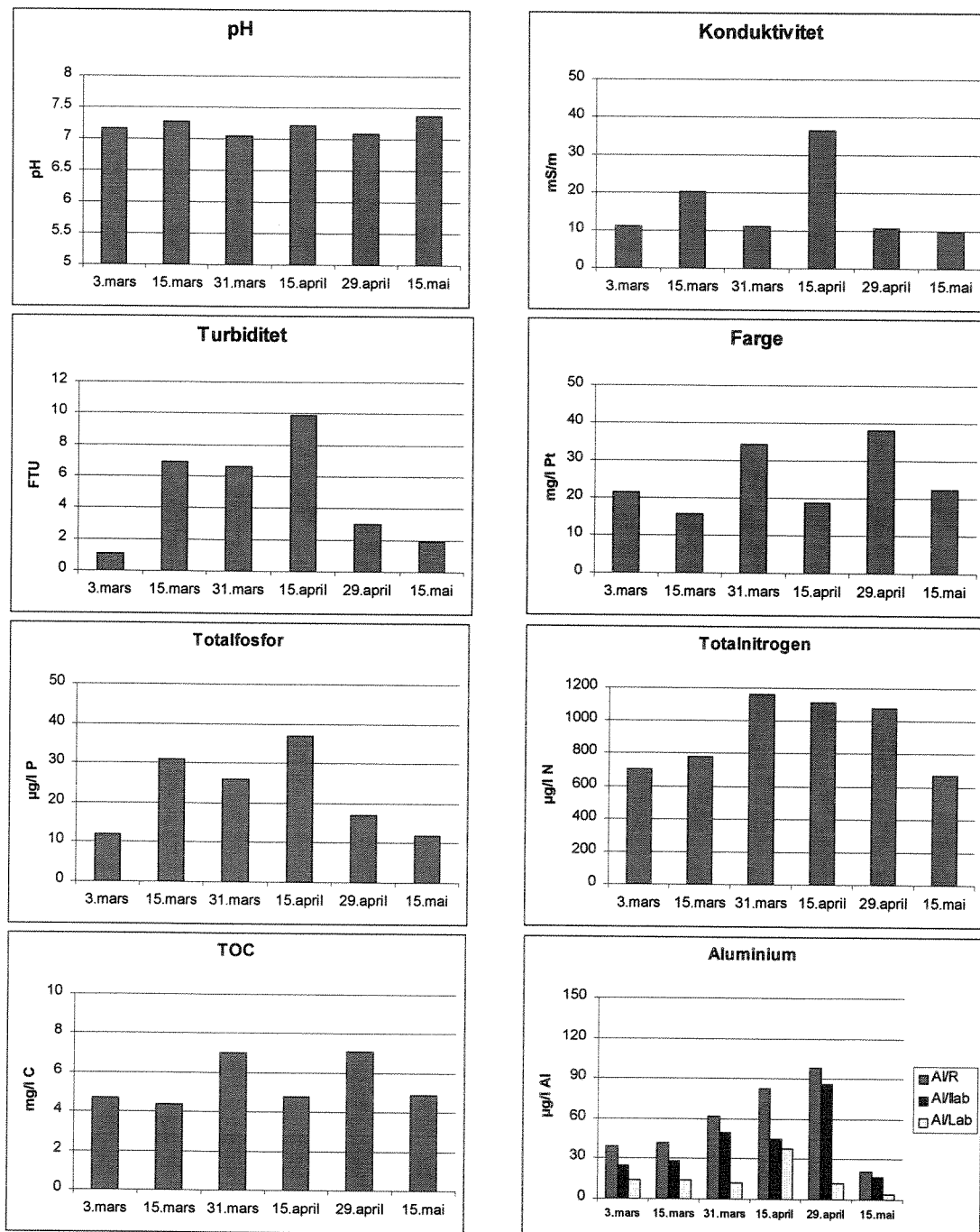


Fig. 13 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Ellingsrudelva (st.E2) 1998.

Foreløpig vannkvalitetsbedømmelse for Ellingsrudelva (st.E2):

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

Ellingsrudelva (st.E3) (figur 14, tabell13-18 i vedlegg)

Denne stasjonen, som ligger nederst i vassdraget, har på mange måter et nivå for ulike parametre som ligger nær forholdene på stasjon E2.

Av figuren går det frem at vannmassene her også var svakt alkaliske, med pH varierende mellom 7.10 og 7.50, og konduktiviteten varierte på observasjonstidspunktene mellom 12.8 og 29.7 mS/m.

Turbiditeten varierte mellom 1.5 og 8.8 FTU i perioden, noe som viser et betydelig partikkelinnhold.

Verdiene for fargetall varierte i store trekk mellom 15 og 38 mg/l Pt og innholdet av TOC mellom 4 og 7 mg/l C, som på stasjon E2 lenger opp i vassdraget. Dette viser et moderat innhold av humusstoffer.

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 men var gjennomgående litt mindre enn på stasjon E2. Totalnitrogen lå mellom 640 og 1300 µg/l N. Nivået var her litt høyere enn på E2.

Når det gjelder innholdet av aluminium var nivået svært likt det en registrerte på stasjon E2.

Foreløpig vannkvalitetsbedømmelse for Ellingsrudelva (st.E3):

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

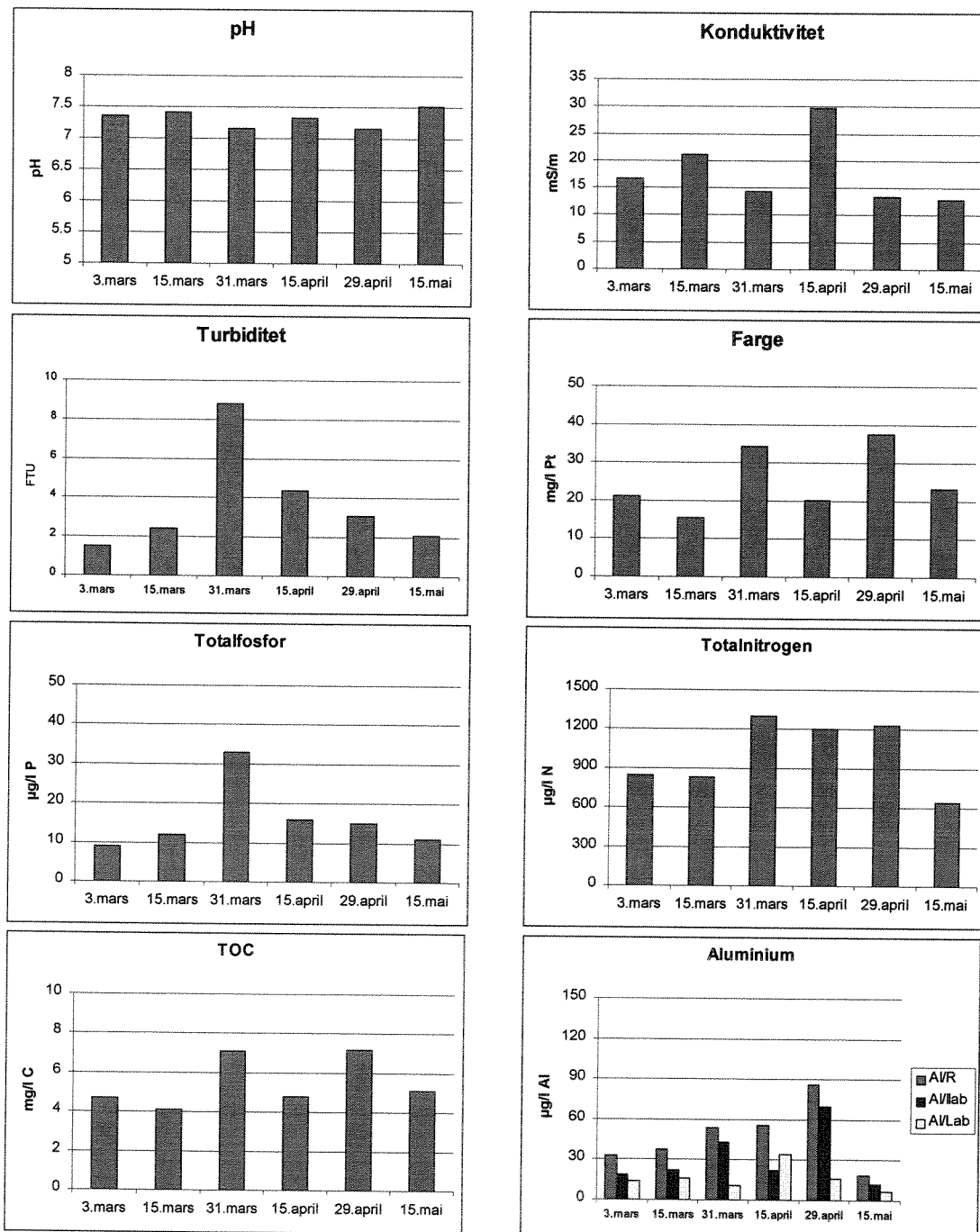


Fig. 14 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Ellingsrudelva (st.E3) 1998.

3.3.2 Ljanselvassdraget

Ljanselva (st.Lj1) (figur 15, tabell 13-18 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 drenggrøfter og småbekker i nærområdet.

Vannets pH varierte mellom 6.85 og 7.51 i perioden og dette gjenspeiler seg også på alkaliteten som varierte i hovedsak mellom 0.203 og 0.661 mmol/l. Vannet i denne elven har høy bufferkapasitet.

Konduktiviteten, som gir et uttrykk for innholdet av oppløste salter (ioner) i vannet, varierte mellom 4.58 og 18.6 mS/m i perioden. Dette viser et moderat til forholdsvis høyt innhold.

Partikkelinnholdet uttrykt som turbiditet var til tider relativt høyt og varierte mellom 1.3 og 5.1 FTU, mest i avsmeltingsperioden.

Verdiene for farge, som et mål på innholdet av organiske stoffer, i første rekke humusstoffer i vannet, lå mellom 16.5 og 43.8 mg/l Pt og innholdet av totalt organisk karbon (TOC) mellom 4.3 og 7.1 mg/l C. De høyeste verdiene i forbindelse med snøsmeltingsperioden. Dette viser forholdsvis humøse vannmasser.

Innholdet av fosfor og nitrogen i vannmassene varierte sterkt. Totalfosfor varierte fra 7 til hele 79 µg/l P. Laveste verdiene hadde en antagelig 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. Dette må være årsaken til de høye konsentrasjonene i siste del av mars.

Totalnitrogen viste samme variasjon, med verdier mellom 315 og 940 µg/l N, og mest også her i siste del av mars.

Verdiene for aluminium var i perioden relativt lave.

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

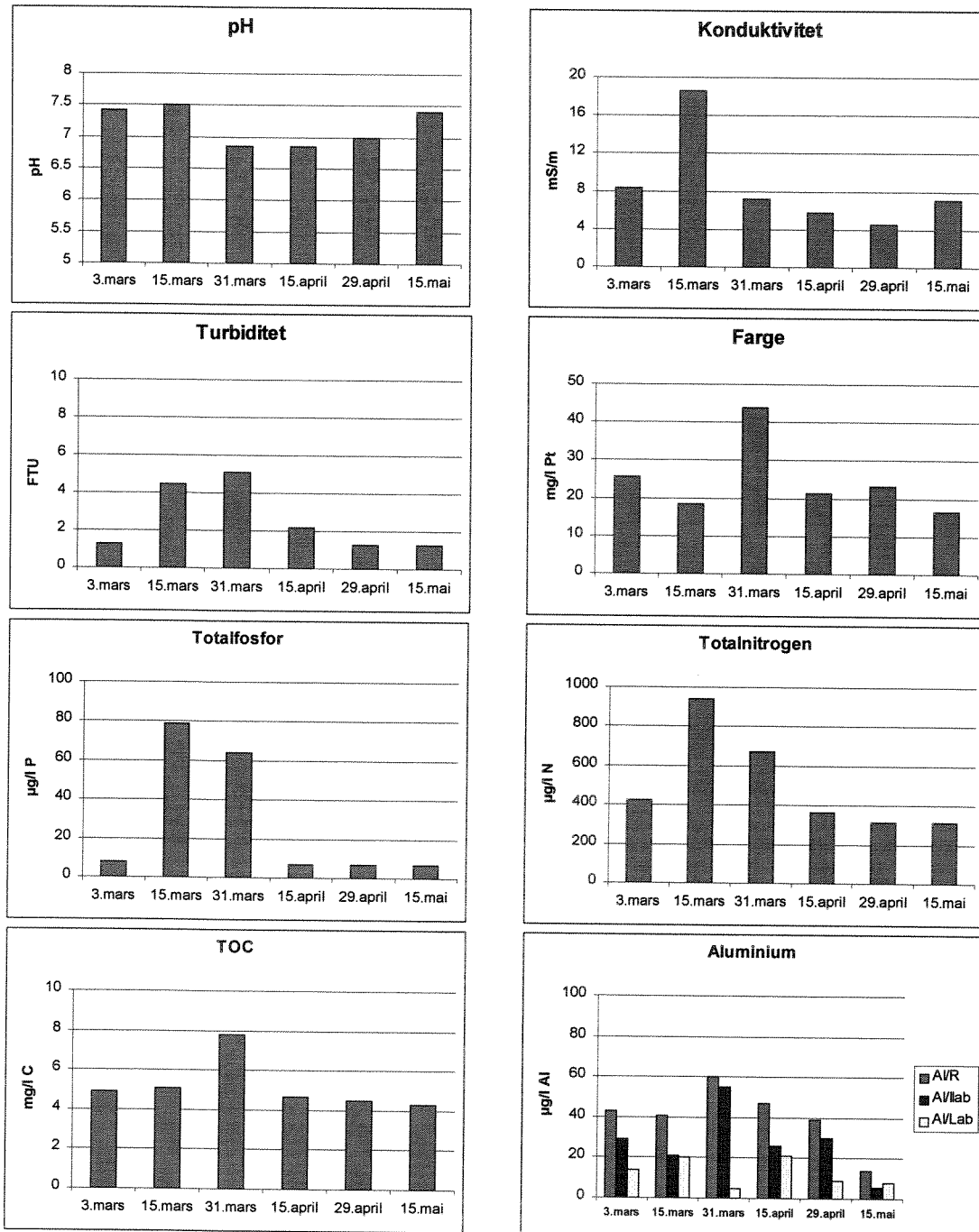


Fig. 15 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Ljanselva (st.Lj1) 1998.

Ljanselva (st.Lj2) (figur 16, tabell 13-18 i vedlegg)

Resultatene fra denne stasjonen 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 prøvetaksperioden så langt varierende mellom 7.39 og 7.85. Alkaliteten var høy, mellom 0.415 og 1.004 mmol/l. Konsentrasjonene av løste salter varierte en del, men var gjennomgående meget høye. Konduktiviteten lå mellom 9.21 og 44.3 mS/m. Partikkelinnholdet var også varierende, men meget stort. Turbiditeten lå mellom 3.2 og 44 FTU.

Fargetallet var fra 14.0 til 35.1 mg/l Pt som sammen med verdier for totalt organisk karbon (TOC) fra 3.9 til 9.7 mg/l C 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 46 til hele 514 µg/l P, den høyeste verdien fra første innsamlingsrunde. På denne tiden hadde en også høyeste verdi for totalnitrogen, 5400 µg/l N. Ellers var variasjonene også for denne parameter stor, fra 610 til 5400 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.

Foreløpig vannkvalitetsbedømmelse for Ljanselva (st.Lj2):

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

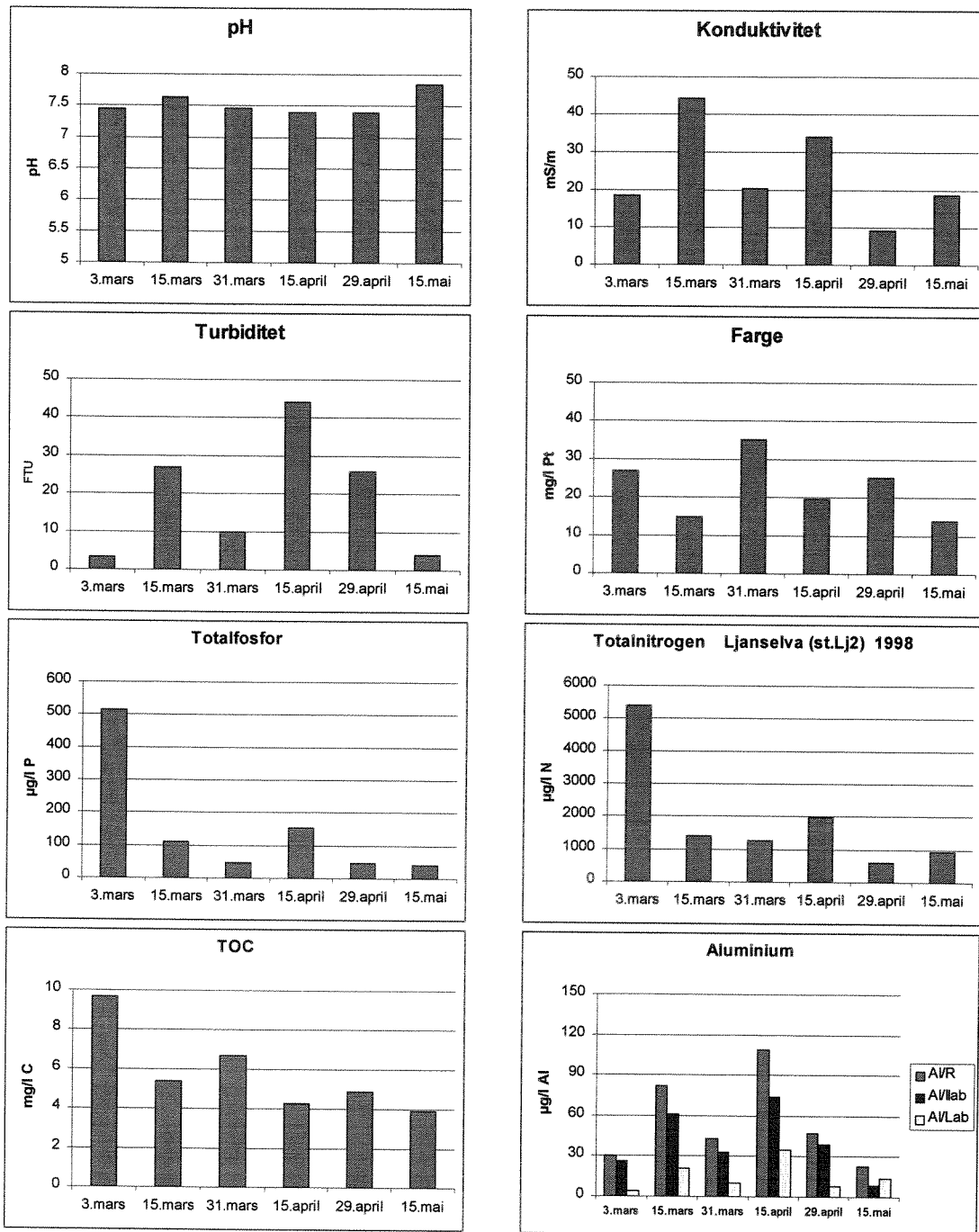


Fig. 16 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Ljanselva (st.Lj2) 1998.

3.3.3 Lutvatn/Nøklevatnvassdraget

Lutvannsbekken (st.L1) (figur 17, tabell 13-18 i vedlegg)

Prøver samles inn fra en stasjon i Lutvannsbekken mellom Lutvatn og Nøklevatn. Slik situasjonen har vært i vinter-vårperioden 1998, har det meste av vannet i bekken blitt tilført gjennom bekk fra Krokstjern.

Verdiene for pH viste gjennomgående svakt sure vannmasser og varierte mellom 6.48 og 7.22. Områdene rundt Krokstjern har vært kalket, og de relativt høye pH verdiene gjenspeiler dette, da Krokstjern i utgangspunktet var et svært surt skogstjern (Riise 1987). Dette vises også ved høyere alkalitet enn vanlig, mellom 0.091 og 0.252 mmol/l.

Også konduktiviteten reflekterer påvirkningen av kalkingen. Den varierte mellom 3.42 og 6.44 mS/m.

Turbiditetsverdier mellom 0.29 og 0.91 viser at vannet i denne bekken har et relativt lite partikkelinnhold.

Fargetallene var middels høye, varierende mellom 15.9 og 40.5 mg/l Pt, og innholdet av totalt organisk karbon (TOC) lå i undersøkelsesperioden så langt mellom 3.3 og 6.0 mg/l C. Dette viser at det er en del løste humusstoffer i vannet i bekken, og at det meste av vannet er avløp fra Krokstjern.

Verdiene for næringssaltene fosfor og nitrogen derimot var lave. Totalfosfor varierte mellom 2 og 7 µg/l P og totalnitrogen mellom 255 og 365 µg/l N, som viser næringsfattige vannmasser.

Innholdet av aluminium var omtrent som eller noe høyere enn de andre stasjonene i undersøkelsen, Puttjernsbekken unntatt, men innholdet av den toksiske formen labilt aluminium var ganske lite.

Foreløpig vannkvalitetsbedømmelse for Lutvannsbekken (st.L1):

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

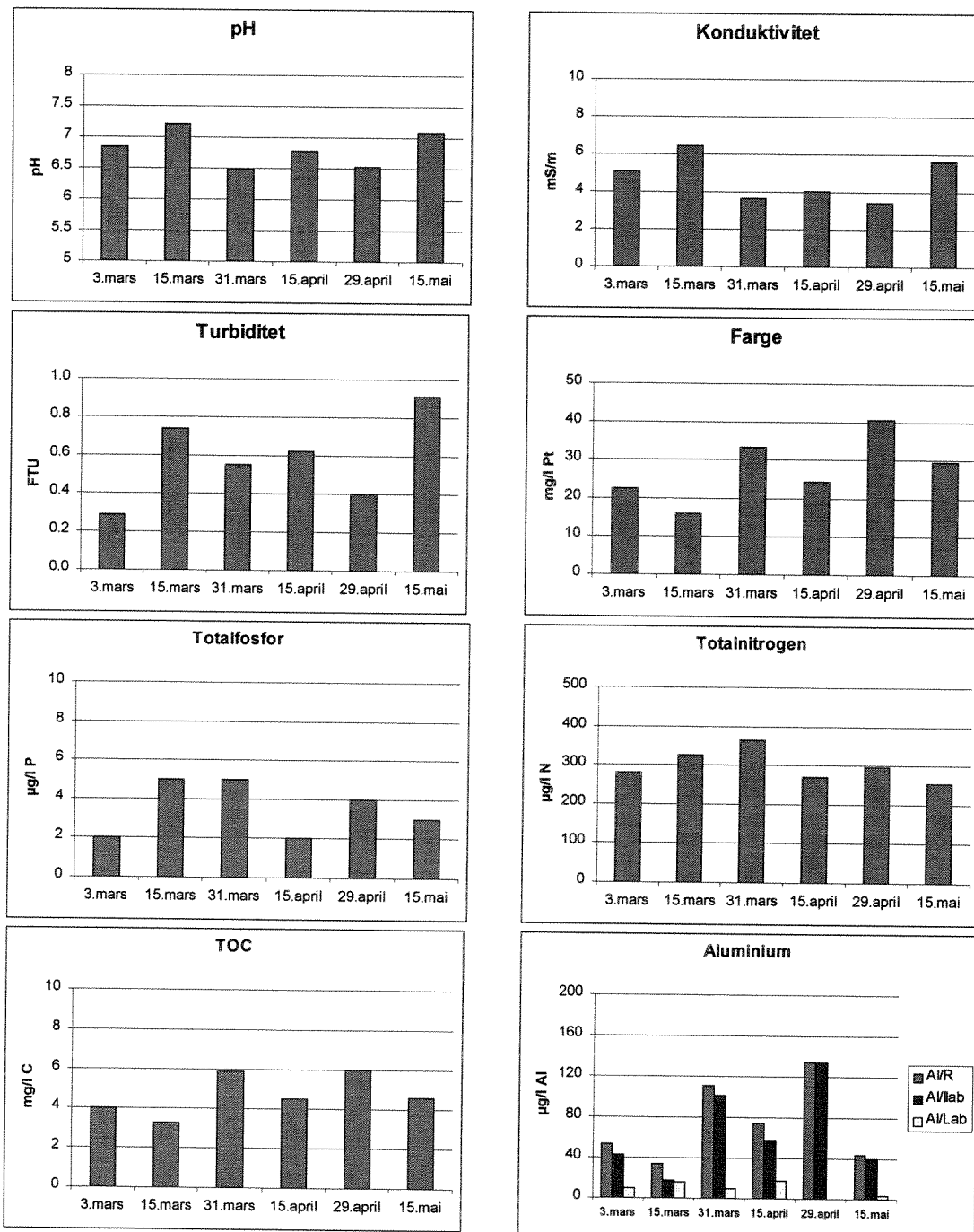


Fig. 17 Variasjoner i en del fysisk-kjemiske parametre i Lutvannsbekken (st.L1) 1998.

4. Effekter på Østensjøvatn av redusert overføring av vann fra Nøklevatn

I dag overføres det vann fra Nøklevatn (ca 40 l/s) til Østensjøvatn for å bedre vannkvaliteten her. Lekkasjene i Østmarka, om de ikke lar seg kontrollere, vil kunne bidra til at denne overføringen må reduseres. I reguleringskonsesjonen ber SFT om at det gjøres beregninger over konsekvensene for Østensjøvatn av å redusere overføringen fra Nøklevatn med 25%, 50%, 75% og 100%.

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

Areal nedbørfelt	10	km ²
Årlig avløp Q	5x10 ⁶	m ³
Volum V	0.58x10 ⁶	m ³
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 NIVA's regionale eutrofiundersøkelser (Faafeng og medarb. 1990) er midlere konsentrasjon over 4 somre av total fosfor 243 µgP/l. Algemengden ligger i middel på 70-80 µg klorofyll a pr liter. Dette er meget høye verdier i norsk sammenheng.

Det sentrale spørsmål blir hva fosforkonsentrasjonen vil bli i Østensjøvannet med ovennevnte reduksjoner i overføringer fra Nøklevatn? Vi antar ved beregningene at fosforkonsentrasjonen i Nøklevatn er 5 µgP/l.

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

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

Ulike overføringsreduksjoner	P-kons ugP/l
Dagens total fosforkonsentrasjon	243
Fosforkons. ved 25% reduksjon av overføringen	255
Fosforkons. ved 50% reduksjon av overføringen	267
Fosforkons. ved 75% reduksjon av overføringen	279
Fosforkons. 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 gode forhold i Østensjøvannet må fosforkonsentrasjonen reduseres med 200 $\mu\text{gP/l}$. Overpumpingen av vann fra Nøklevatn reduserer avlastningsbehovet med ca 50 $\mu\text{gP/l}$.

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

5. Referanser

- 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.
- Brabrand, Å., Brandrud, T.E., Bremnes, T. og Saltveit, S.J. 1998. Vannstandsreduksjon i Nordre Puttjern, Østmarka: Effekt på vannlevende organismer. LFI (Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfisk). Rapport nr.172.
- 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.
- Faafeng, B., Brettum, P. og Hessen, D. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofitalstanden i 355 innsjøer i Norge. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 389/90. NIVA-rapport nr. 2355. O- 87124. 57s.
- Gabestad, H. & 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. Kjølervann fra Lutvann i Østmarka. Notat fra Norsk institutt for vannforskning (NIVA). O-93142.
- 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 Kvalvågnæs, K. 1978. Stereophotography as a tool in aquatic biology. Aquat. Bot., 4: 73-81.
- Statens forurensningstilsyn (SFT) 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning nr.97:04. 31 s.
- Wold, T. 1993 a. Nøklevann. En sammenstilling av resultater fra overvåkingsprogrammet. 1983-1993.
- Wold, T. 1993 b. Lutvann. En sammenstilling av resultater fra overvåkingsprogrammet. 1983-1993.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. Mitt. int. Verein. Limnol. 9. 1-38.

VEDLEGG

Tabell 4 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Lutvatn 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 ₄ -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO ₃ -N µg/l N	NH ₄ -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 ₄ mg/l	Cl mg/l	O ₂ 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 5 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Lutvatn 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 ₄ -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO ₃ -N µg/l N	NH ₄ -N µg/l N
Bl.pr.0-10 m	7.13	5.85	0.242	0.71	2.3	2	<1	235	92	
45 m	7.21	5.73	0.244	1.3	1.92	3	<1	235	93	

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO ₄ 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			2.04	6.89	1.1	0.48	3	8	0.57
45 m	1.5			2.03	6.9	1.11	0.47	3.6	9	

Tabell 6 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Nøkklevatn 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 ₄ -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO ₃ -N µg/l N	NH ₄ -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 ₄ mg/l	Cl mg/l	O ₂ mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Fe µg/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 7 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Nøkklevatn 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 ₄ -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO ₃ -N µg/l N	NH ₄ -N µg/l N
Bl.pr.0-10m	7.03	4.14	0.164	1.8	13.4	3	<1	300	119	

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO ₄ 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			2.04	4.64	0.76	0.37	13	42	1.49

Tabell 8 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i Krokstjern 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 ₄ -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO ₃ -N µg/l N	NH ₄ -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 ₄ mg/l	Cl mg/l	O ₂ 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 9 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 ₄ -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO ₃ -N µg/l N	NH ₄ -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 ₄ mg/l	Cl mg/l	O ₂ 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 10 Analyseresultater av prøver fra ulike dyp i 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 ₄ -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO ₃ -N µg/l N	NH ₄ -N µg/l N
Bl.pr.0-10m	7.27	6.02	0.368	2.5	23.6	6	<1	410	51	

Analysevariabel Enhet Dyp i m	TOC mg/l C	SO ₄ 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	5.8			1.98	9.14	0.68	0.25	64	105	2.01

Tabell 11 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 ₄ -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO ₃ -N µg/l N	NH ₄ -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 ₄ mg/l	Cl mg/l	O ₂ 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 12 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 ₄ -P/l µg/l P	Tot-N/l µg/l N	NO ₃ -N µg/l N	NH ₄ -N µg/l N
Bl.pr.0-4 m	4.32	23.2	*	5.3	10.2	7	< 1	730	160	
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 ₄ 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	4.5			1.96	28.1	3.72	0.57	280	1020	1.52

* Ikke målbart

Tabell 13 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner i vassdrag i Oslo Østmark 3.mars 1998

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	A/R µg/l	A/I/l 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 14 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner i vassdrag i Oslo Østmark 15.mars 1998.

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	A/R µg/l	A/I 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 15 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner i vassdrag i Oslo Østmark 31.mars 1998

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/I 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 16 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner i vassdrag i Oslo Østmark 15.april 1998.

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/I 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 17 Kjemiske analyseresultater for ulike bekke-/elvestasjoner i vassdrag i Oslo Østmark 29.april 1998.

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/I 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 18 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/I 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

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3892-98

ISBN 82-577-3478-0