



RAPPORT LNR 4957-2005

Overvåking av
vannkvalitet og
biologiske forhold i
Randsfjorden med
tilløpselver

Samlerapport for 2001-2004



Dokka ved Grønvold sag og mølle den 17. august 2004

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Midt-Norge

Postboks 1264 Pirsenteret
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 87 10 34 / 44
Telefax (47) 73 87 10 10

Tittel Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Randsfjorden med tilløpselver. Samlerapport for 2001-2004.	Løpenr. (for bestilling) 4957-2005	Dato 10. mars 2005
	Prosjektnr. Undernr. O-21137	Sider Pris 54
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik, Gösta Kjellberg og Pål Brettum	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Oppland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Oppland Energi, Randsfjordforbundet, Foreningen til Randsfjordens Regulering, Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen/Statens forurensningstilsyn	Oppdragsreferanse Ole Edvard Sand
---	--------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Dokkfløymagasinet kan betegnes som en næringsfattig innsjø med meget god vannkvalitet, lave konsentrasjoner av fosfor og nitrogen og små algemengder. Utviklingen i vannkvaliteten siden 1990-tallet tyder på at det ikke lenger vaskes ut så mye næringsalter og organisk materiale fra de neddemte områdene i Dokkfløymagasinet, dvs. at reguleringseffekten er over. Størstedelen av Dokka- og Etna- vassdraget i Nordre Land kommune var lite påvirket av næringsalter og lett nedbrytbart organisk stoff. Nedre del av Dokka var imidlertid klart mer påvirket, spesielt på en strekning like nedstrøms Dokka renseanlegg. Pussrudelva nedenfor utløpet fra Elverum renseanlegg var sterkt forurenset. Vannkvaliteten i Flubergfjorden har vært god i de siste 6-7 årene. Algemengdene har vært lave, og mengden tarmbakterier har også vært lav i de siste 3-4 årene. Vannkvaliteten har blitt bedre i den senere årene, men situasjonen på 1990-tallet viser at denne delen av Randsfjorden kan være sårbar for tilførsler av næringsalter og fekale forurensninger fra landbruk og befolkning. På hovedstasjonen har situasjonen i hovedsak vært stabil og god med hensyn til algemengder og algesamfunnets sammensetning i de årene vi har observasjoner fra. Vannkvaliteten kan betegnes som meget god med hensyn til konsentrasjoner av fosfor, algemengder og hygienisk/-bakteriologiske forhold i 2003 og 2004. Tendensen til økte algemengder og en økende andel kiselalger, som ble observert i 2000-2001, fortsatte ikke i 2002-2004. Siktedypet ble redusert med ca. 2,5 m (sesongmiddel) på hovedstasjonen i perioden 1992-2001, vesentlig på grunn av økende konsentrasjoner av humussyrer.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Forurensningsovervåking 2. Randsfjorden 3. Dokka-vassdraget 4. Vannkvalitet 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pollution monitoring 2. Lake Randsfjorden 3. The Dokka water course 4. Water quality
--	---



Jarl Eivind Løvik
Prosjektleder



Nils Roar Sælthun
Forskningsleder



Odd Skogheim
Ansvarlig

**Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i
Randsfjorden med tilløpselver**

Samlerapport for 2001-2004

Forord

Denne rapporten omhandler vannkvaliteten i Randsfjorden i perioden 1988-2004 og i den største tilløpselva – Dokka med sideelver – samt Dokkfløymagasinet i 2004. Det er tidligere gitt ut 12 årsrapporter fra overvåkingen av Randsfjorden i perioden 1992-2003. Rapporten bygger videre på de undersøkelsene av vannkvaliteten som ble gjort i forbindelse med Dokka-reguleringen i perioden 1988-1991.

Prosjektet er finansiert av Randsfjordforbundet, Oppland Energi, Foreningen til Randsfjordens Regulering og Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen/Statens forurensningstilsyn (SFT). Ole Edvard Sand i Randsfjordforbundet har vært kontaktperson hos oppdragsgiverne. Jarl Eivind Løvik har vært prosjektleder for NIVA.

De kjemiske og hygienisk/bakteriologiske analysene har vært utført av LabNett AS og NIVAs laboratorium i Oslo. Vannkraft Øst og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har stilt vannføringsdata til disposisjon, mens temperatur- og nedbørdata er stilt til disposisjon av Kise meteorologiske stasjon. Gösta Kjellberg har gjennomført de biologiske feltobservasjonene i tilløpselvene med assistanse av J. E. Løvik (begge NIVA Østlandsavdelingen). Pål Brettum (NIVA Oslo) og J. E. Løvik har analysert og vurdert henholdsvis planteplankton og dyreplankton. Personalet ved NIVA Østlandsavdelingen har stått for prøveinnsamling og utarbeidelsen av rapporten. Alle takkes for villig samarbeid!

Ottestad, 10. mars 2005



Jarl Eivind Løvik

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Kort beskrivelse av Randsfjorden og nedbørfeltet	9
1.3 Målsetting	9
1.4 Materiale og metoder	11
2. Resultater og diskusjon	13
2.1 Meteorologiske og hydrologiske forhold	13
2.2 Døkkfløymagasinet	14
2.2.1 Siktedyp og vannkjemi	14
2.2.2 Planteplankton	16
2.2.3 Dyreplankton	18
2.3 Randsfjorden	19
2.3.1 Siktedyp og vannkjemi	19
2.3.2 Klassifisering av tilstanden	26
2.3.3 Planteplankton	27
2.3.4 Sammenligning med andre innsjøer	30
2.3.5 Krepserplankton	32
2.3.6 Fekale indikatorbakterier	36
2.4 Biologiske feltobservasjoner i Etna og Dokka	36
3. Litteratur	41
4. Vedlegg	43

Sammendrag

Målsettingen med denne undersøkelsen har vært å registrere vannkvaliteten og forurensningsgraden av næringssalter i Randsfjorden og å følge utviklingen over tid i viktige vannkjemiske variabler, tarmbakterier, mengder og sammensetning av plante- og dyreplankton, samt å peke på mulige årsaker til eventuelle endringer. Videre skal forurensningsgraden beskrives og klassifisering av tilstanden skal foretas for viktige deler av utvalgte tilløpselver med hensyn til overgjødning og tilførsler av organisk materiale. Eventuell forurensning, giftpåvirkning eller skader av reguleringer vurderes også. En grov klassifisering av miljøtilstanden i utvalgte innsjøer i Randsfjordens nedbørfelt skal også gjennomføres. I 2004 har undersøkelsen omfattet de to faste stasjonene i Randsfjorden, hovedstasjonen utenfor Grymyr (st. 1) og Flubergfjorden (st. 6), samt Dokkfløymagasinet og Dokka og Etna med sideelver i Nordre Land kommune.

Dokkfløymagasinet

Dette er en ca. 12 km lang kunstig innsjø som fungerer som hovedmagasin i Dokka-utbyggingen. Vannet føres fra Dokkfløymagasinet via Torpa kraftverk, Kjølja-dammen og videre til Dokka kraftverk med utløp i nordre del av Randsfjorden (Flubergfjorden). Dokkfløymagasinet ble fylt opp for første gang i 1989. Kraftverkene har vært i ordinær drift siden desember 1989. Dokka kraftverk stod for ca. 40 % av de totale vanntilførslene fra Dokka/Etna i perioden juni-oktober 2004.

Resultatene av undersøkelsene i 2004 viser at vannkvaliteten i Dokkfløymagasinet var meget god (tilstandsklasse I). Konsentrasjonene av fosfor, nitrogen og partikler var lave. Algemengdene var også lave, og så vel algemengden som sammensetningen av planteplanktonet viser at innsjøen kan betegnes som næringsfattig. Videre var dyreplanktonet dominert av arter som er karakteristiske for næringsfattige innsjøer med et moderat predasjonspress ("beitepress") fra planktonspisende fisk som sik og abbor. Vannet var svakt surt og hadde relativt god bufferevne mot endring av pH ved tilførsler av surt vann.

Neddemmingen av ca. 9 km² vesentlig skog og myr førte til betydelig utvasking av næringssalter og organisk materiale fra de neddemte områdene i etterkant av reguleringen. Dette medførte økte konsentrasjoner av næringssalter og økt produksjon av alger, dyreplankton og fisk på 1990-tallet (reguleringseffekten). Undersøkelsene mot slutten av 1990-tallet og i 2004 tyder på at det ikke lenger vaskes ut så mye næringssalter og organisk stoff fra de neddemte områdene, dvs. at reguleringseffekten er over. Konsentrasjonen av fosfor og nitrogen samt biomassen av plante- og krepsdyrplankton har gått betydelig ned, mens siktedypet har økt i de senere årene. Dette betyr også at det vannet som tilføres nordre del av Randsfjorden via Dokka kraftverk, høyst sannsynlig har hatt lavere konsentrasjoner av næringssalter og humussyrer enn på 1990-tallet.

Dokka og Etna med sideelver

Biologiske feltobservasjoner ble gjennomført i Dokka og Etna med sideelver ved lav til middels stor vannføring den 17-18. august 2004. Størstedelen av vassdraget var lite påvirket av næringssalter og lett nedbrytbart organisk stoff, dvs. det hadde rentvannsforhold eller nær rentvannsforhold, med andre ord en fullt ut akseptabel biologisk status. Noen strekninger var imidlertid mer påvirket, og øvre deler av Dokka har redusert produksjon av bunndyr og fisk som følge av kraftutbyggingen. Pussrudelva var sterkt forurenset (vannkvalitetsklasse IV) nedstrøms Elverum tettsted der avløpsvannet fra det kommunale kloakkrenseanlegget munner ut. Biologisk status vurderes her som meget dårlig. På det tidspunktet da undersøkelsen ble foretatt, var renseanleggets biorotor var satt ut av drift. Biorotoren ble imidlertid satt i drift igjen i løpet av høsten 2004.

Bekken som renner gjennom Fosa Settefiskanlegg, Dokkas østre løp ved Dokka sentrum og Dokka etter samløp med Etna var klart overgjødlet tilsvarende vannkvalitetsklasse II. Like nedstrøms

utslippet fra Dokka renseanlegg var elva også synlig påvirket av lettnedbrytbart organisk stoff, dvs. den var her moderat påvirket til markert forurenset (klasse II-III). I lengre perioder med lav vannføring og dermed mindre fortykning og dårligere biologisk selvrensingsevne, vil en på denne strekningen trolig kunne få stor og sjenerende forekomst av fastsittende alger, og muligens vil det også kunne utvikles omfattende heterotrof begroing. Nedre del av Etna, en strekning av Kjøljlua samt Dokka på strekningen like ovenfor samløp med Etna var noe overgjødslet, men hadde likevel god biologisk status (vannkvalitetsklasse I-II). For at Dokkavassdraget skal kunne opprettholde akseptabel vannkvalitet, god biologisk status og tilstrekkelig resipientkapasitet, er det nødvendig at tilførslene av næringssalter og lettnedbrytbart organisk stoff ikke øker og at slike tilførsler reduseres på visse strekninger. Reduksjoner er spesielt aktuelt i Pussrudelva og i nederste del av hovedelva. Videre er det viktig å opprettholde en rik kantvegetasjon langs vassdraget, som kan begrense lystilgangen og tjene som buffersone mot tilførsler av næringssalter, jordpartikler, leire og finsand fra dyrket mark og veier.

Randsfjorden

Vannkvaliteten i Flubergfjorden har stort sett vært god eller meget god (tilstandsklasse I-II) med hensyn til algemengder og konsentrasjoner av næringssaltene fosfor og nitrogen i de siste 6-7 vekstsesongene. Algemengdene har vært lave, og det har ikke vært observert markerte algeoppblomstringer i denne perioden. Dette var også situasjonen i 2004. Planteplanktonet var dominert av arter innen gruppene gullalger og svelgflagellater samt my-alger, som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer. Innslaget av kiselalger og blågrønnalger, som ofte øker ved økende næringssaltbelastning, var beskjedent. Mengden fekale indikatorbakterier (tarmbakterier), som indikerer tilførsel av fersk avføring fra mennesker eller varmblodige dyr, var lave i 2004. Det ser ut til å ha skjedd en bedring av vannkvaliteten i Flubergfjorden i de senere årene. Dette har gitt seg utslag i lavere konsentrasjoner av fosfor, lavere algemengder og mindre tarmbakterier samt en økning av siktedypet sammenlignet med på 1990-tallet. Dette skyldes trolig en kombinasjon av at tilførslene av næringssalter og humus fra Dokkfløymagasinet har blitt redusert (pga. at de neddemte arealene har blitt mer utvasket) og at tilførslene fra jordbruk, kommunale avløp og spredt bosetting har vært relativt beskjedne. Situasjonen på 1990-tallet viser imidlertid at denne delen av Randsfjorden kan være sårbar for økte tilførsler av næringssalter og fekale forurensninger.

Ved hovedstasjonen i Randsfjorden var vannkvaliteten meget god (tilstandsklasse I) med hensyn til algemengder, konsentrasjon av fosfor og tarmbakterier samt siktedyp i 2004, i likhet med situasjonen i 2003. Algemengdene var lave og hadde en sammensetning som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer også i denne delen av Randsfjorden. Situasjonen har generelt vært stabil og god med hensyn til algemengder og algesamfunnets sammensetning i de årene vi har observasjoner fra. Tendensen til en moderat økning i mengden alger og økningen i andelen kiselalger som ble observert i 2000-2001 har ikke fortsatt i 2002-2004. Sesongmiddelverdiene av total-fosfor i 2002-2004 var blant de laveste som er registrert ved hovedstasjonen siden de tidligste målingene på slutten av 1960-tallet.

Konsentrasjonene av nitrogenforbindelser øker betydelig sørover i Randsfjorden fra Flubergfjorden til hovedstasjonen. Dette skyldes først og fremst at vanntilførslene i nord domineres av avrenningen fra fjell og skogområder, mens tilførslene i sør i langt sterkere grad preges av avrenning fra dyrket mark og tilførsler fra jordbruksaktiviteter. Tilførsler av kommunale avløp fra den relativt store befolkningen i Hadelandsregionen bidrar også til økningen sørover i Randsfjorden. Ut fra sesongmiddelverdiene av total-nitrogen kan vannkvaliteten betegnes som god og mindre god (tilstandsklasse II og III) henholdsvis i Flubergfjorden og på hovedstasjonen de siste 3-4 årene. Middelkonsentrasjonen av nitrat og total-nitrogen har hatt en noenlunde lik tidsutvikling ved de to stasjonene. I de senere årene har konsentrasjonene ved hovedstasjonen ligget på omtrent samme nivå som på slutten av 1970-tallet. Resultatene tyder imidlertid på at det har vært en moderat nedgang siden de høyeste middelverdiene ble registrert i siste halvdel av 1990-tallet.

Det er også betydelige regionale forskjeller mellom Flubergfjorden og hovedstasjonen med hensyn til siktedyp, konsentrasjoner av partikler og humussyrer. Vannet i Flubergfjorden har generelt høyere

humus- og partikkelkonsentrasjoner (og dermed lavere siktedyp) enn vannet på hovedstasjonen. Dette har først og fremst naturlige årsaker, og skyldes at vannet i Flubergfjorden i stor grad påvirkes av vanntilførslene fra Dokka/Etna og f.eks. Landåselva som har relativt høye konsentrasjoner av humussyrer og til tider høyt partikkelinnhold, spesielt i flomsituasjoner. På vannets veg sørover i Randsfjorden skjer det en nedbrytning av humus ("avfarging"), og partikler sedimenterer ut av vannmassene.

Sesongmiddelverdiene for fargetall (mål på konsentrasjonen av humussyrer) økte utover på 1990-tallet. Dette er en tilsvarende utvikling som i innsjøer i andre deler av Norden og Europa forøvrig hvor det er dokumentert en økende trend i konsentrasjonen av humussyrer i perioden 1990-2001 (Skjelkvåle et al. 2003). Årsakene til dette antas å være relatert til et varmere klima. I Flubergfjorden fortsatte økningen i sesongmiddelverdiene for fargetall også i de siste 2 årene, mens middelverdiene ved hovedstasjonen var lavere i 2003 og 2004 enn i de to foregående årene. Økningen i konsentrasjonen av humus var trolig hovedårsaken til at siktedypet ble redusert med ca. 2,5 m (sesongmiddel) på hovedstasjonen i perioden 1992-2001.

Biomassen av krepsdyrplankton kan karakteriseres som lav til middels høy i Randsfjorden sammenlignet med andre norske innsjøer. Biomassen har generelt vært noe høyere i Flubergfjorden enn på hovedstasjonen, men variasjonene fra år til år har også vært større i Flubergfjorden. Det synes å ha vært en tendens til økning i totalbiomassen (sesongmiddel) siden midten av 1990-tallet ved begge stasjonene. Utviklingen i artssammensetningen og i størrelsen av de dominerende vannloppene kan tyde på at predasjonspresset ("beitepresset") fra planktonspisende fisk som sik og/eller krøkle har blitt mindre i de senere årene sammenlignet med på slutten av 1990-tallet. Etableringen av den cyclopoide hoppekrepsen *Thermocyclops oithonoides* i Randsfjorden de siste årene kan muligens ha sammenheng med utviklingen mot et varmere klima.

Overvåkingen av Randsfjorden har vist at så vel Flubergfjorden som hovedstasjonen i hovedsak har hatt en god og stabil vannkvalitet i de senere årene. Undersøkelsene i utvalgte tilløpselver og innsjøer i Randsfjordens nedbørfelt har imidlertid vist at deler av sidevassdragene fortsatt er betydelig påvirket av tilførsler av næringssalter og lett nedbrytbart organisk stoff fra boligkloakk og jordbruk. Det er fortsatt behov for tiltak mot forurensninger for å bedre tilstanden samt forhindre ytterligere forverring i deler av vassdragene. En systematisk overvåking vil derfor også i framtida være et viktig verktøy for å kunne vite hvor det er viktig å sette inn tiltak og for å etterprøve om tiltakene virker. Klimaendringene som er i ferd med skje, vil kunne føre til forandringer i tilførselsmønsteret og endret biologisk respons i Randsfjorden som i andre innsjøer. Dette understreker betydningen av å videreføre den lange tidsserien med data slik at trender i vannkvaliteten kan dokumenteres.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Overvåkingen av Randsfjorden med tilløpselver i perioden 2001-2004 representerer en videreføring av undersøkelsene i forbindelse med Dokka-reguleringen i 1988-1991 (Rognerud et al. 1992) og senere overvåkingen i perioden 1992-2000 (Løvik og Rognerud 2001). Vannkvaliteten i Randsfjorden har således vært overvåket årlig i perioden 1988-2004. I sluttrapporten fra NIVA's undersøkelser i 1988-91 er det gitt en fyldig oversikt over tidligere undersøkelser i Randsfjorden og Dokka (Rognerud et al. 1992). Overvåkingen i perioden 2001-2003 er rapportert i form av årlige datarapporter (Løvik og Kjellberg 2002, 2003 og 2004).

Neddemmingen av store landområder i Dokkfløymagasinet førte til at vannet i magasinet ble mer humusrikt og fikk høyere konsentrasjoner av partikler og næringssalter enn det Dokkfløyvatnet hadde tidligere. Reguleringen innebar utvasking av næringssalter fra de neddemte områdene, noe som gav sekundære effekter i form av økt produksjon av alger, dyreplankton og fisk (reguleringseffekten). Utviklingen av Randsfjordens nordre del (spesielt Flubergfjorden) er bl.a. avhengig av vannkvaliteten i Dokkfløymagasinet, og de økte konsentrasjonene av næringssalter i Dokkfløymagasinet førte også til økt transport av næringssalter til Flubergfjorden. Videre førte reguleringen til at vannutskiftingen i Flubergfjorden ble dårligere i sommerhalvåret. Dette har sannsynligvis bidratt til at Flubergfjorden har blitt noe mer sårbar for tilførsler av forurensninger fra nærområdene etter Dokkautbyggingen, som ble fullført i 1989. Det skal derfor mindre til av økte fosfortilførsler før det kan gi seg utslag i uønskede algeoppblomstringer. Enkelte år på 1990-tallet ble det observert økte algemengder og oppblomstringer spesielt av gullalgen *Uroglena americana*. Mulighetene for å "fortynne" fekale forurensninger f.eks. fra kloakkutslipp eller sig fra gjødselkjellere har også blitt mindre i sommerhalvåret sammenlignet med før reguleringen. Fram mot århundreskiftet avtok fosforkonsentrasjonen (og algemengdene) i Dokkfløymagasinet, noe som trolig har bidratt til at fosfortilførslene til Flubergfjorden også har avtatt.

Vannkvaliteten i Flubergfjorden har vært god med hensyn til algemengder og konsentrasjoner av næringssaltene fosfor og nitrogen i de siste 5-6 årene. Konsentrasjonen av tarmbakterier har likevel vært relativt høy ved enkelte tilfeller. Årsaken til forbedringen i vannkvaliteten i denne perioden er trolig en kombinasjon av moderate tilførsler fra det lokale nedbørfeltet, og at de neddemte områdene i Dokkfløymagasinet har blitt mer utvasket for organisk materiale og næringssalter.

Ved hovedstasjonen i Randsfjorden har vannkvaliteten stort sett vært stabil og god i perioden 1988-2003. Algemengden og andelen kiselalger viste en moderat økning i perioden 1998-2001, men reduksjon igjen i 2002-2003. Konsentrasjonen av fosfor var i 2002-2003 blant de laveste som er registrert i Randsfjorden, og konsentrasjonen av tarmbakterier har generelt vært lav i hele overvåkingsperioden.

Opplegget for overvåkingen ble endret fra og med 2001. Prøver har vært samlet inn ved de to faste stasjonene i Randsfjorden årlig, men med 5 i stedet for 8 observasjoner pr. sesong. Dokkfløymagasinet inngår som en av flere innsjøer innenfor Randsfjordens nedbørfelt i et rullerende program. Hittil har Landåsvatnet i Søndre Land kommune, Jarevatnet i Gran kommune og Vassjøtjernet i Jevnaker og Lunner kommuner vært undersøkt. På grunnlag av disse undersøkelsene kan de 3 innsjøene karakteriseres som middels næringsrike (mesotrofe). Vannkvaliteten kan betegnes som mindre god til dårlig i henhold til SFT's system for klassifisering av vannkvalitet (SFT 1997).

Det har også vært gjennomført biologiske feltobservasjoner i flere av de viktigste tilløpselvene til Randsfjorden i de nevnte kommunene. Undersøkelsene viste at Vigga var markert overgjødset,

Askjumbekken, Grymyrbekken og Sløvikelva var også tydelig overgjødset, mens Landåselva, Fallselva, Gullerudelva og Moselva i hovedsak var ubetydelig påvirket av næringssalttilførsler. I 2004 stod Dokkfløymagasinet, Dokka og Etna i Nordre Land kommune for tur i til å bli undersøkt.

1.2 Kort beskrivelse av Randsfjorden og nedbørfeltet

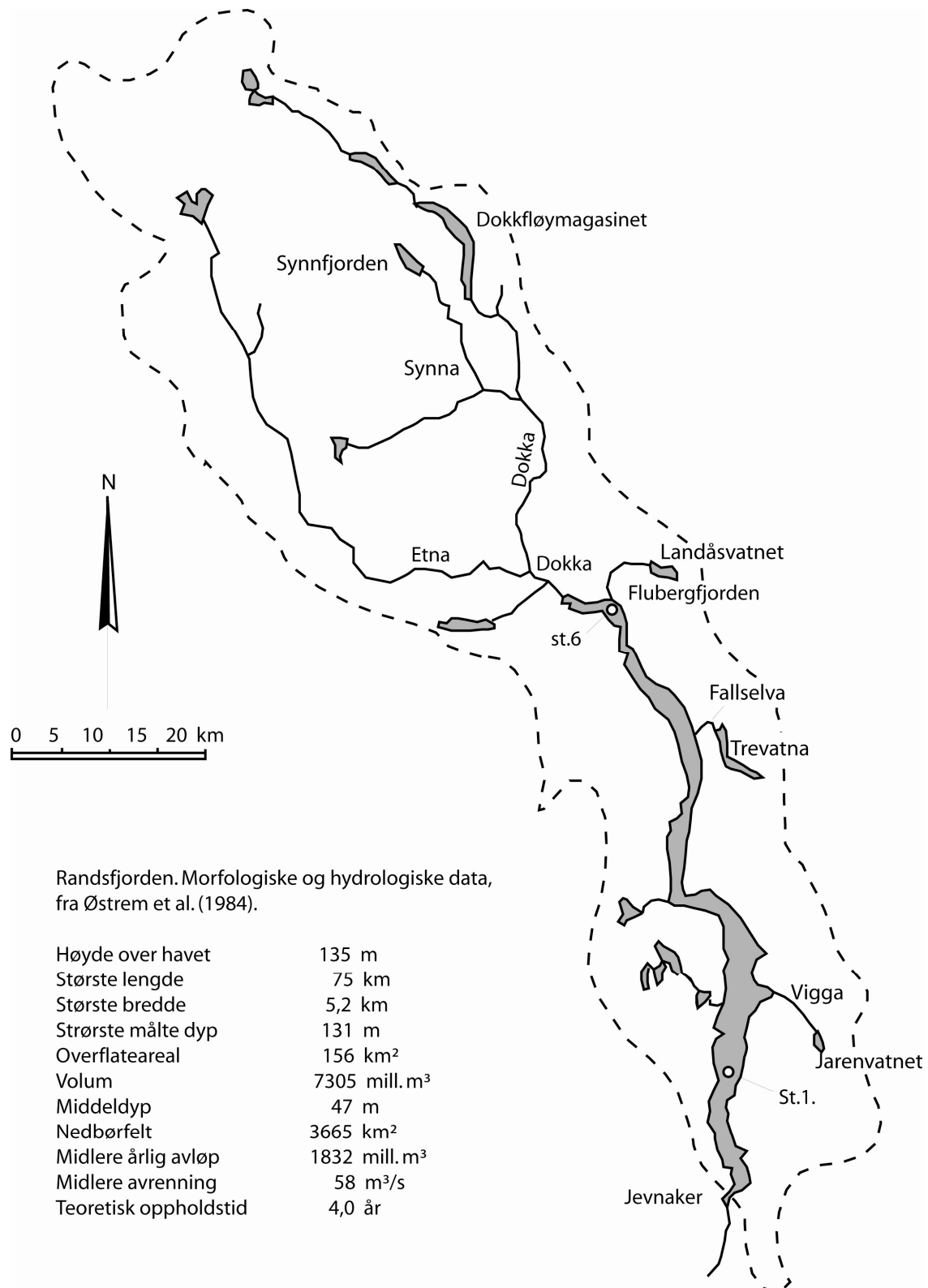
Randsfjorden (135 moh.) er en 75 km lang, smal og relativt dyp fjordsjø med et nedbørfelt på 3665 km² hvor ca. 6 % er dyrket areal (Figur 1). Vassdraget er en del av Drammensvassdraget, og den nordlige delen av nedbørfeltet består av sparagmitter (skifrige sandsteiner) og fyllitter (omdannede kambrosiluriske bergarter). Vestsiden av Randsfjorden består av grunnfjell (gneis og granitt). Det samme gjør østsiden ned til Røykenvika hvor kambrosiluriske bergarter (leirskifer og kalkstein) overtar og dominerer ned til Jevnaker. Denne fordelingen i geologien er med på å gi enkelte regionale forskjeller i vannkvaliteten. Størstedelen av befolkningen og de viktigste jordbruksområdene finner vi på de kambrosiluriske avsetningene øst for innsjøen og i Dokka-regionen.

De viktigste bruksinteressene i Randsfjorden er energiproduksjon, vannforsyning og resipient for befolkning, jordbruk og industri samt fiske og friluftsliv.

Dokkfløymagasinet (HRV 735 moh.) er i dag en ca. 12 km lang kunstig innsjø som fungerer som hovedmagasin i Dokka-utbyggingen. 9,0 km² vesentlig skog og myr ble neddemt da magasinet ble anlagt, og magasinet har et overflateareal på 9,5 km² når det er fullt. Reguleringshøyden er 65 m dvs. 39 m over det opprinnelige Dokkfløyvatnet (jfr. Kroken og Faugli 1990). I Dokkfløymagasinet samles tilsiget fra bekker og elver i nedbørfeltet samt at vannet fra elva Synna tas inn i magasinet via tunnel. Fra utløpet ved bunnen av den 85 m høye Dokkfløydammen føres vannet via tunnel til Torpa kraftverk som har utløp til Kjøljuva-dammen (35 m høy demning, reguleringshøyde 3 m). Vannet føres videre til Dokka kraftverk som har utløp til nordre del av Randsfjorden (Flubergfjorden) ved Odnas. Dokkfløymagasinet ble i hovedsak fylt opp i 1989, og kraftverkene har vært i ordinær drift siden desember 1989. Magasinet tappes ned i løpet av vinteren, og er normalt nesten tomt i begynnelsen av mai. Oppfyllingen skjer fra snøsmeltingen kommer igang på våren og i løpet av sommeren og høsten slik at det normalt skal være fullt den 1. oktober.

1.3 Målsetting

Målsettingen med denne undersøkelsen har vært å registrere vannkvaliteten og forurensningsgraden av næringssalter i Randsfjorden og å følge utviklingen over tid i viktige vannkjemiske variable, fekale indikatorbakterier, mengder og sammensetning av plante- og dyreplankton, samt å peke på mulige årsaker til eventuelle endringer. Videre skal forurensningsgraden beskrives og klassifisering av tilstanden skal foretas i viktige deler av utvalgte tilløpselver, med hensyn til overgjødning og tilførsel av organisk materiale. Eventuell forurensning, giftpåvirkning eller skader av reguleringer vurderes også. En grov klassifisering av miljøtilstanden i utvalgte innsjøer i Randsfjordens nedbørfelt skal også gjennomføres. I 2004 har undersøkelsen omfattet de to faste stasjonene i Randsfjorden – hovedstasjonen utenfor Grymyr (st. 1) og sentralt i Flubergfjorden (st. 6), samt Dokkfløymagasinet, Dokka og Etna i Nordre Land kommune (Figur 1).



Figur 1. Randsfjorden med nedbørfelt og stasjonsplassering.

1.4 Materiale og metoder

Innsjøundersøkelser

Prøver ble samlet inn 5 ganger i perioden juni-oktober ved to stasjoner i Randsfjorden – hovedstasjonen utenfor Grymyr (st. 1) og i Flubergfjorden (st. 6). I Dokkfløymagasinet ble det samlet inn prøver ved den faste stasjonen sentralt i søndre del av innsjøen en gang pr. måned i perioden juli-september. Blandprøver fra sjiktet 0-10 m ble analysert med hensyn på pH, alkalitet, konduktivitet, turbiditet, fargetall, total-fosfor, total-nitrogen og nitrat (alle stasjoner) samt silisium i Randsfjorden. Analysene er gjennomført etter standardiserte og akrediterte metoder. Blandprøver fra 0-10 m ble også analysert med hensyn på mengde og sammensetning av alger dvs. planteplankton (klorofyll *a* og algetelling). I Randsfjorden ble kvantitative prøver for analyser av mengde og sammensetning av krepsdyrplankton samlet inn månedlig i perioden juni-oktober ved hjelp av Schindler-felle (25 l) fra sjiktet 0-20 m. Dyreplankton ble samlet inn i form av vertikale håvtrekk fra sjiktet 0-20 m i Dokkfløymagasinet. Fekale indikatorbakterier (*Escherichia coli* = *E. coli*) ble analysert på prøver fra 1 meters dyp ved alle stasjonene. Samtidig med prøveinnsamlingen ble siktedyp målt, og temperatursjiktningen ble klarlagt. Vannkvaliteten er vurdert i henhold til SFT's system for klassifisering av vannkvalitet i ferskvann (SFT 1997).

Meteorologiske og hydrologiske forhold

Temperatur- og nedbørsobservasjoner fra Kise meteorologiske stasjon i Ringsaker er brukt i vurderingene. Vannføringsdata fra vannmerke Kolbjørnshus i Dokka og fra Dokka kraftverk, stilt til rådighet av henholdsvis NVE og Oppland Energi, er også sammenstilt for å gi et bilde av fordelingen av vanntilførslene til Randsfjorden gjennom vekstsesongen.

Elveundersøkelser

De biologiske feltobservasjonene i Dokka og Etna i Nordre Land, ble utført 17.- 18. august. Det er i hovedsak observasjoner av begroingsorganismer og makrobunndyr i foss- og særlig strykparter, men på enkelte lokaliteter også vannplanter (makrovegetasjon) som er lagt til grunn for vurderingene av forurensningssituasjonen og den biologiske status. Metodikken er den samme som er brukt ved tilsvarende biologiske feltobservasjoner i andre tilløpselver til Randsfjorden i årene 2001-2003 (Løvik og Kjellberg 2002, 2003 og 2004), samt i tilløpselver til Mjøsa (Kjellberg 2004) og Storsjøen i Odal (Kjellberg 2004). Ved vurdering av eventuell forurensningspåvirkning har vi benyttet vurderingsnormer gitt av Brettum (1989), Bækken og Kjellberg (2004) og Lindstrøm et al. (2004). Et forslag til vurderingsgrunnlag med hensyn til om tilstanden (økologisk status) i vassdragene er akseptabel eller ikke er gitt i Tabell 1.

Etna og Dokka hadde lav til middels stor vannføring da de biologiske feltobservasjonene ble utført, og det var også vann i de fleste av de mindre bekkene som i lengre tørkeperioder normalt går tørre. Årsaken til dette var at vannføringen var relativt stor hele sommeren som resultat av jevnt fordelt nedbør. Det var også lite uttak til og behov for jordvanning i 2004. Stor vannføring gir økt fortykningsevne og dermed økt resipientkapasitet, særlig i mindre vassdrag. De biologiske feltobservasjonene utføres fortrinnsvis i vegetasjonsperioden etter en lengre periode med lav vannføring. Årsaken til dette er at i slike perioder er fortykningsevnen lav, og de biologiske effektene av forurensning blir mer synlige, samt at kilder til lokalbettinget forurensning er lettere å identifisere. Foreliggende resultater gir derfor et noe gunstigere bilde av forholdene i de undersøkte vassdragene enn om de biologiske feltobservasjonene hadde blitt utført etter en lengre periode med lav vannføring.

Tabell 1. Vurderingsgrunnlag for Etna og Dokka.

Lokalitetstype	Akseptabel tilstand
Alle elver samt de større bekker som avvanner lite berørte områder.	Forurensningsklasse I (blå markering) og klasse I-II (blågrønn markering).
Småbekker som avvanner skogområder.	Forurensningsklasse I (blå markering) og klasse I-II (blågrønn markering)
Bekker i bebygde områder og/eller i jordbruksområder.	Forurensningsklasse II (grønn markering) eller bedre.

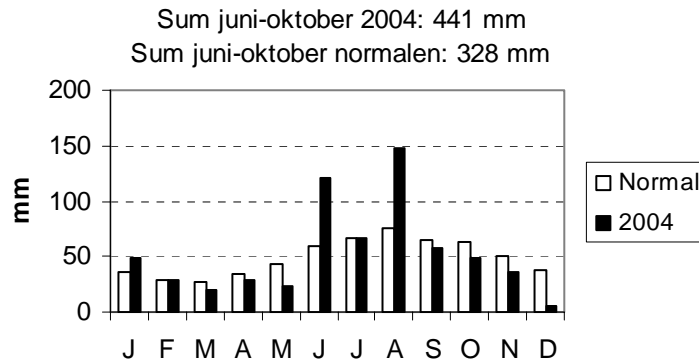
Vi bør her likevel nevne at det vil bli satt strengere krav til miljøkvaliteten i vannforekomstene når EUs vanndirektiv (2000) blir operativt i Norge. Direktivet forutsetter at alle vannforekomster i 2015 skal ha god økologisk status. Det arbeides nå på nasjonalt og internasjonalt nivå med å konkretisere hva som menes med god økologisk status.

Ved denne typen undersøkelser i bekker og elver vurderes økologisk status, forurensningsgrad og til dels vannkvalitet ut fra feltobservasjoner av begroingsorganismer (sopp, bakterier, ciliater, alger og vannmoser), makrovegetasjon og makrobunndyr. Vi legger særlig vekt på forekomst og eventuelt fravær av såkalte indikatororganismer, dvs. rentvannsorganismer eller populasjoner som er følsomme overfor forurensningstilførsler eller andre menneskeskapt (antropogene) påvirkninger. Om nødvendig samles det inn biologiske prøver for videre analyse og artsbestemmelse i laboratoriet. Vurdering og klassifisering av økologisk status gjøres ut fra avvik i forhold til kjent eller forventet naturtilstand. En nærmere beskrivelse av vurderingssystemet med referanser til faglitteratur er gitt i vedlegget.

2. Resultater og diskusjon

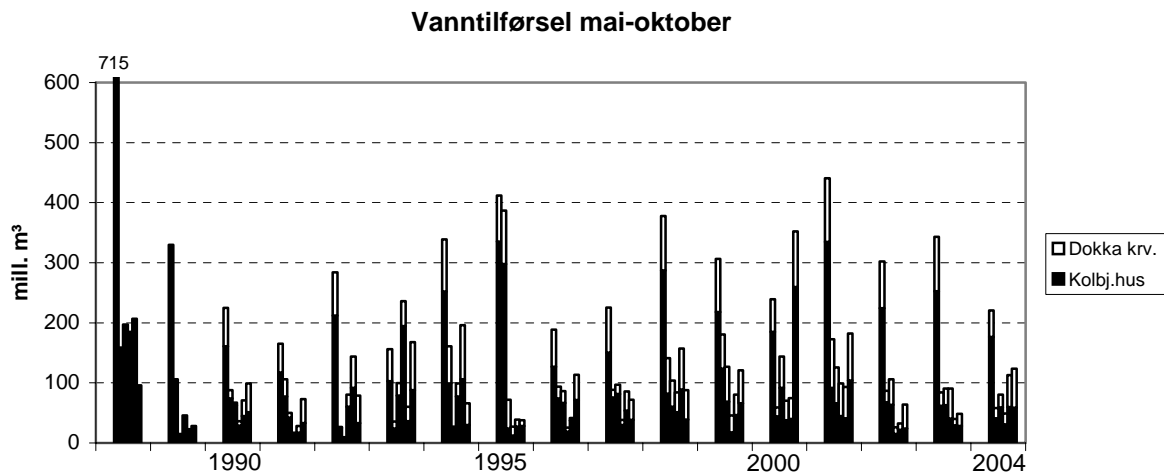
2.1 Meteorologiske og hydrologiske forhold

Vekstsesongen 2004 var preget av betydelig høyere nedbørmengder enn normalen i juni og august og i underkant av normalen i resten av perioden (Figur 2). Forsommeren (juni-juli) var relativt kjølig, mens august hadde nesten 2 °C høyere middeltemperatur enn normalen. September og oktober var også mildere enn normalt.

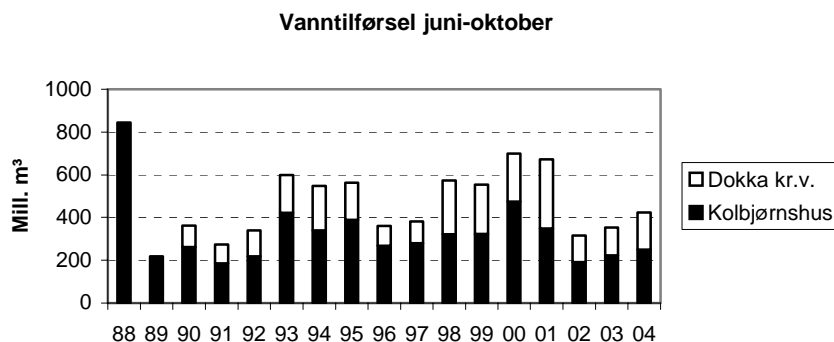


Figur 2. Nedbørmengden ved Kise meteorologiske stasjon i 2004. Normalen for perioden 1961-1990 er også gitt samt totalmengder for vekstsesongen.

Vanntilførselen til Randsfjorden i mai 2004 var under gjennomsnittet for mai i perioden etter at Dokka-reguleringen trådte i kraft (Figur 3). En betydelig del av vårflommen kom imidlertid i april dette året. Vanntilførselen var relativt lav i juni og august og omtrent middels for hele perioden juni-oktober. Dokka kraftverk stod for ca. 40 % av vanntilførselen i denne perioden i 2004 (Figur 4).



Figur 3. Vanntilførselen til Randsfjorden fra Dokka/Etna (vanmerke Kolbjørnshus) og fra Dokka kraftverk i tiden mai-oktober 1988-2004.



Figur 4. Sum vanntilførsel til Randsfjorden fra Dokka/Etna og Dokka kraftverk i tiden juni-oktober.

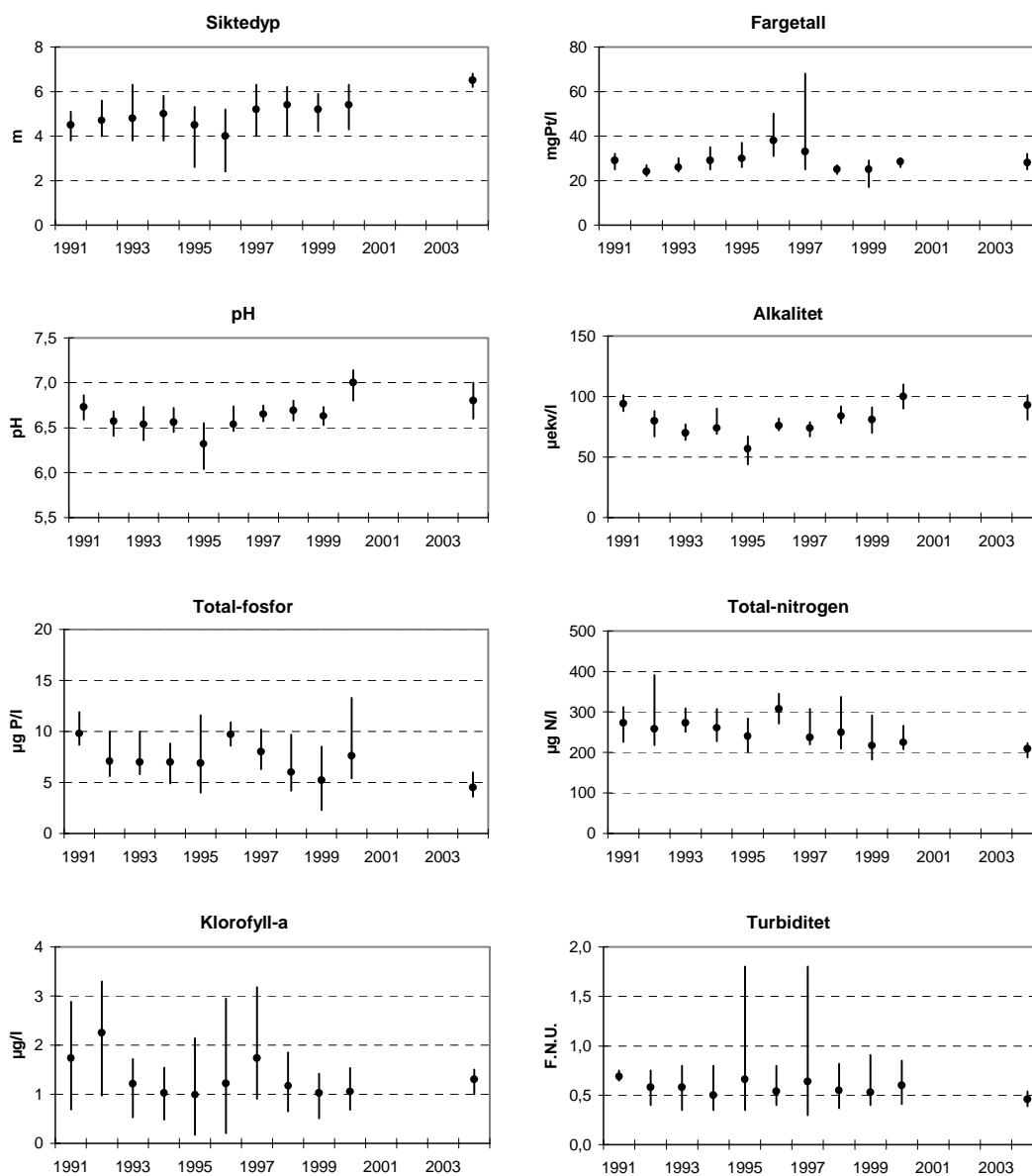
2.2 Dokkfløymagasinet

2.2.1 Siktedyp og vannkjemi

Resultatene av de kjemiske målingene og siktedypsobservasjonene i Dokkfløymagasinet er gitt i vedlegget og vist i Figur 5-6. Figur 5 viser tidsutviklingen for de årene vi har observasjoner fra, mens Figur 6 viser en samlet klassifisering av vannkvaliteten for aktuelle målevariable. Vurderingen av tidsutviklingen i vannkvaliteten i Dokkfløymagasinet i perioden 2000-2004 må betraktes som relativt lite sikker ettersom vi ikke har målinger fra de mellomliggende årene og bare har 3 observasjoner fra 2004, samt at 2004 kan ha vært et lite typisk år vannkvalitetsmessig.

Siktedypet gir i de fleste tilfeller et indirekte mål på lyssvekningen i vannmassene. Økte mengder løste forbindelser (humussyrer) og partikler, slik som alger, dødt organisk materiale og erosjonsprodukter fra nedbørfeltet nedsetter siktedypet. Siktedypet i Dokkfløymagasinet har økt betydelig fra de første årene etter fyllingen av magasinet og fram til i 2004. Utvaskingen av humus og partikler fra de neddemte områdene i kombinasjon med en betydelig algevekst førte i flere år til at siktedypet var relativt lavt. Fargetall er mål på konsentrasjonen av humus, turbiditet mål på konsentrasjonen av partikler, og klorofyll-*a* er et mål på algemengden i de frie vannmasser. Av Figur 5 framgår det at så vel konsentrasjonen av humus og partikler som algemengden var relativt høye i perioder på 1990-tallet. Konsentrasjonen av humus var imidlertid enda høyere i Dokkfløyvatnet før reguleringen (ca. 50 mg Pt/l i 1978, jfr. Rognerud et al. 1992). Utviklingen i Dokkfløymagasinet kan tyde på at en del av denne ekstra tilførselen av humus fra de neddemte arealene kompenseres ved økt nedbrytning som følge av økt oppholdstid i en større innsjø som Dokkfløymagasinet sammenlignet med det betydelig mindre Dokkfløyvatnet. Tilsvarende utvikling er også dokumentert i andre oppdemningsmagasiner (Dag Berge, NIVA, pers. oppl.). Resultatene fra 1998-2000 og 2004 kan videre tyde på at mye av utvaskingen av humus er over.

Alkaliteten er et mål på vannets evne til å motstå pH-endringer ved forsurening (bufferevnen). Vannet i Dokkfløymagasinet var svakt surt og hadde relativt god bufferevne mot endring av pH. Det var et godt samsvar mellom tidsutviklingen i pH og alkalitet i Dokkfløymagasinet. Fra relativt lave verdier på midten 1990-tallet økte alkaliteten og pH fram mot århundreskiftet, mens det ser ut til å ha vært en svak nedgang igjen fram mot 2004. Tilstanden kan betegnes som ”meget god” til ”god” i henhold til SFT’s klassifiseringssystem.








Figur 5. Middelerverdier og variasjonsbredder for siktedyp, fargetall, pH, alkalitet, total-fosfor, total-nitrogen, klorofyll-*a* og turbiditet i Dokkfløymagasinet i perioden 1991-2000 og i 2004.

Fosfor er det næringssaltet som vanligvis begrenser algeveksten i innsjøer. Økt tilførsel av fosfor f.eks. fra kloakk, landbruksaktiviteter eller industri vil derfor oftest føre til økt vekst av planteplankton og/eller begroingsalger og vannvegetasjon i strandsonen. Utviklingen i konsentrasjonene av næringssaltene fosfor og nitrogen tyder på at Dokkfløymagasinet ikke lenger tilføres så mye næringssalter fra de neddemte områdene som i de første årene etter oppfyllingen av magasinet. Middelskonsentrasjonen av total-fosfor og total-nitrogen var i 2004 henholdsvis ca. 50 % og ca. 20 % lavere enn de høyeste middelerverdiene på 1990-tallet. Dette betyr videre at nordre del av Randsfjorden tilføres vann med lavere konsentrasjoner av fosfor og nitrogen enn det vannet som ble tilført i de første

årene etter at reguleringen trådte i kraft. Algemengden målt som klorofyll-*a* var i 2004 lav og på omtrent samme nivå som i perioden 1998-2000. Ut fra middelkonsentrasjonene av total-fosfor, total-nitrogen og klorofyll-*a* kan Dokkfløymagasinet betegnes som en næringsfattig (oligotrof) innsjø. Vannkvaliteten samlet sett kan karakteriseres som "meget god" (tilstandsklasse I).

År	pH	Alkalitet	Turbiditet	Farge	Tot-P	Tot-N	Klorofyll	Siktedyp	Tarmbakt	Samlet
1991	6,59	0,088	0,69	29	9,8	273	1,73	4,5		
1992	6,41	0,067	0,58	24	7,1	258	2,25	4,7		
1993	6,36	0,064	0,58	26	7,0	273	1,21	4,8		
1994	6,45	0,069	0,50	29	7,0	261	1,02	5,0		
1995	6,04	0,044	0,66	30	6,9	240	0,99	4,5		
1996	6,46	0,072	0,54	38	9,7	307	1,22	4,0		
1997	6,57	0,067	0,64	33	8,0	237	1,73	5,2		
1998	6,58	0,078	0,55	25	6,0	250	1,17	5,4		
1999	6,53	0,070	0,53	25	5,2	217	1,02	5,2		
2000	6,80	0,090	0,60	29	7,6	225	1,05	5,4		
2004	6,60	0,081	0,46	28	4,5	209	1,3	6,5	4	

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

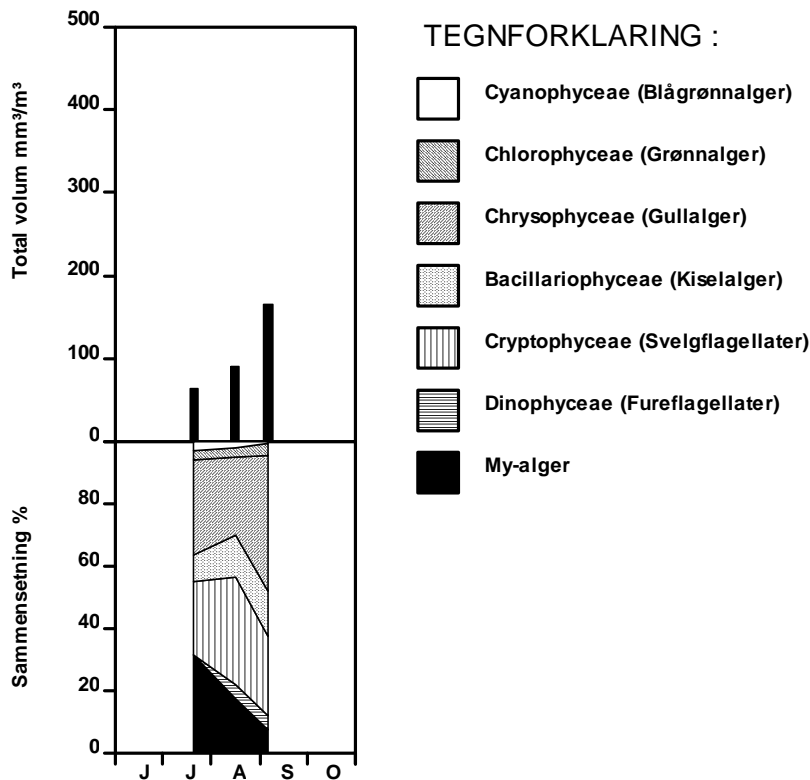
Figur 6. Klassifisering av tilstand i Dokkfløymagasinet i perioden 1991-2000 og i 2004 i henhold til SFT's system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997). Karakteristiske verdier er også gitt. Laveste verdi er brukt for pH og alkalitet, 90 prosentilen for tarmbakterier og aritmetisk middel for andre målevariable.

2.2.2 Planteplankton

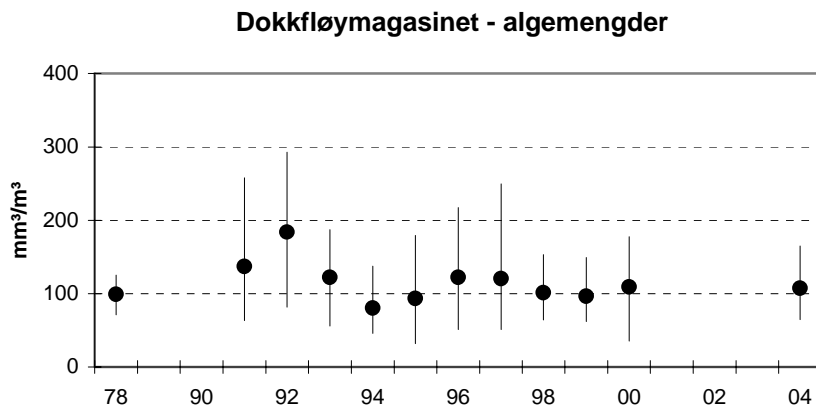
Resultatene av algetellingene for 2004 er gitt i artslistene i vedlegget. Totalvolumene og fordelingen på hovedgrupper er vist i Figur 7. Middelerverdier og variasjonsbredder av totalmengdene over vekstsesongen for Dokkfløyvatnet i 1978 og Dokkfløymagasinet i perioden 1991-2000 og 2004 er vist i Figur 8. Mengden og sammensetningen av alger (planteplankton) gir et godt bilde på en innsjø status med hensyn til næringsalter (trofigraden). Med økende alger endres som regel også sammensetningen av planktonet, og forekomsten av grupper og arter av alger brukes derfor som indikasjon på innsjøenes næringsstatus (Brettum 1989). Planteplanktonet er følsomt for endringer i innsjøenes næringsaltbelastning.

I de årene vi har observasjoner fra, har Dokkfløymagasinet hatt algemengder innenfor det intervallet som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer, dvs. sesongmiddelverdier $<400 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ og maksimumsverdier $<700 \text{ mm}^3/\text{m}^3$, i likhet med Dokkfløyvatnet før reguleringen. De største algemengdene ble observert i de første årene etter reguleringen (1991-1992), noe som sannsynligvis hadde sammenheng med utvasking av næringsalter fra de neddemte arealene. Etter hvert har algemengdene blitt redusert til omtrent samme nivå som i Dokkfløyvatnet før regulering.

Planteplanktonet har i hovedsak vært sammensatt av grupper og arter som er typiske i næringsfattige innsjøer. Det har særlig vært arter innen gruppene gullalger og svelgflagellater som har dominert algesamfunnet. I 2004 var planteplanktonet dominert av gullalgene *Stichogloea doederleinii*, *Ochromonas* spp., små og store chrysomonader, samt svelgflagellaten *Rhodomonas lacustris*. Gruppen my-alger representerte også en betydelig andel særlig i juli.



Figur 7. Mengder og sammensetning av planktonalger i Dokkfløymagasinet i juli-september 2004. Totalvolumer gitt i $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt.



Figur 8. Sesongmiddelverdier og variasjonsbredder av totalt algevolum i Dokkfløyvatnet før regulering (1978) og i Dokkfløymagasinet i årene 1991-2000 og i 2004.

2.2.3 Dyreplankton

Resultatene av analysene av dyreplankton er gitt i tabell 1. Gjennomsnittslengder av de vanligste vannloppeartene er gitt i vedlegget.

Tabell 2. Kvalitativ sammensetning av dyreplankton i Dokkfløymagasinet i 2004, basert på vertikale håvtrekk fra sjiktet 0-20 m. +++ = rikelig/dominerende, ++ = vanlig, + = få individer.

Arter	21.07.04	16.08.04	6.09.04
<u>HJULDYR (Rotifera):</u>			
Keratella cochlearis	+		++
Kellicottia longispina	++	++	++
Asplanchna priodonta	++	+	+
Polyarthra spp.	++	++	+
Conochilus spp.	+++	+++	+++
Collotheca spp.			+
Lecane sp.			+
<u>HOPPEKREPS (Copepoda):</u>			
Heterocope appendiculata	++	++	+
Acanthodiaptomus denticornis	++	+++	+
Cyclops scutifer	++	+	+++
Cyclopoida ubest. cop.	+		
Cyclopoida ubest. naup. ¹	+++	+++	+++
<u>VANNLOPPER (Cladocera):</u>			
Leptodora kindtii	+		+
Holopedium gibberum	++	++	+
Daphnia longispina		+	
Daphnia galeata	+++	+++	++
Daphnia cristata	++	++	++
Bosmina longispina	++	++	++
Bythotrephes longimanus		+	

¹⁾ Hovedsakelig *Cyclops scutifer*

Dyreplanktonet utgjør en viktig del av en innsjøes pelagiske næringsnett ved at disse dyrene står for en vesentlig del av energiomsetningen fra alger, bakterier og dødt organisk materiale til fisk. Flere av artene innen krepsdyrplanktonet er viktige byttedyr for planktonspisende fisk som f.eks. røye, sik,

abbor og krøkle. For Dokkfløymagasinet del gjelder dette først og fremst sik og abbor, men ørret kan også til tider leve av krepsdyrplankton i betydelig grad. Ved økende predasjonspress ("beitepress") fra planktonspisende fisk forskyves oftest sammensetningen av dyreplanktonet i retning mer småvokste arter og former. Dette fordi fisken foretrekker de største og lettest synlige byttedyrene. Storvokste arter spesielt av vannloppeslekten *Daphnia* regnes som de mest effektive algebeiterne. Ved sin beiting kan de bidra til å redusere algemengden i kortere eller lengre deler av vekstsesongen. De ulike artene har ulik toleranse for surt vann, høye konsentrasjoner av partikler, metaller og f.eks. høyt innhold av trådformige blågrønnalger.

Dyreplanktonet i Dokkfløymagasinet var i 2004 dominert av arter som er karakteristiske for næringsfattige innsjøer (jfr. Hessen et al. 1995). Bl.a. den betydelige bestanden av gelekrepsen *Holopedium gibberum* viser dette. Det ble ikke registrert vesentlige endringer i artssammensetningen siden forrige undersøkelse i 2000. Videre tydet artssammensetningen og middellengden av dominerende arter på at predasjonspresset fra planktonspisende fisk var moderat. Oppdemningen av Dokkfløymagasinet førte til stor produksjon og høy biomasse av krepsdyrplanktonarter som kan utnytte bakterier og/eller dødt organisk materiale (Løvik og Røgnerud 2001). En tilbakegang i bestandene av flere arter førte imidlertid til at middelbiomassen var redusert med ca. 40 % på slutten av 1990-tallet sammenlignet med i 1991. Denne tilbakegangen skyldtes antagelig en kombinasjon av redusert mattilgang i form av alger, bakterier og dødt organisk materiale og et økende beitepress fra planktonspisende fisk. Middellengdene av dominerende vannlopper i 2004 indikerte at predasjonspresset fra planktonspisende fisk trolig ikke har endret seg nevneverdig siden forrige undersøkelse. Krepsdyrplanktonet hadde videre en stor andel viktige algebeiterne som storvokste daphnier og *Holopedium gibberum*, dvs. en sammensetning som er gunstig med tanke på innsjøens selvrensingsevne (jfr. Pace 1984, Hessen 1985).

2.3 Randsfjorden

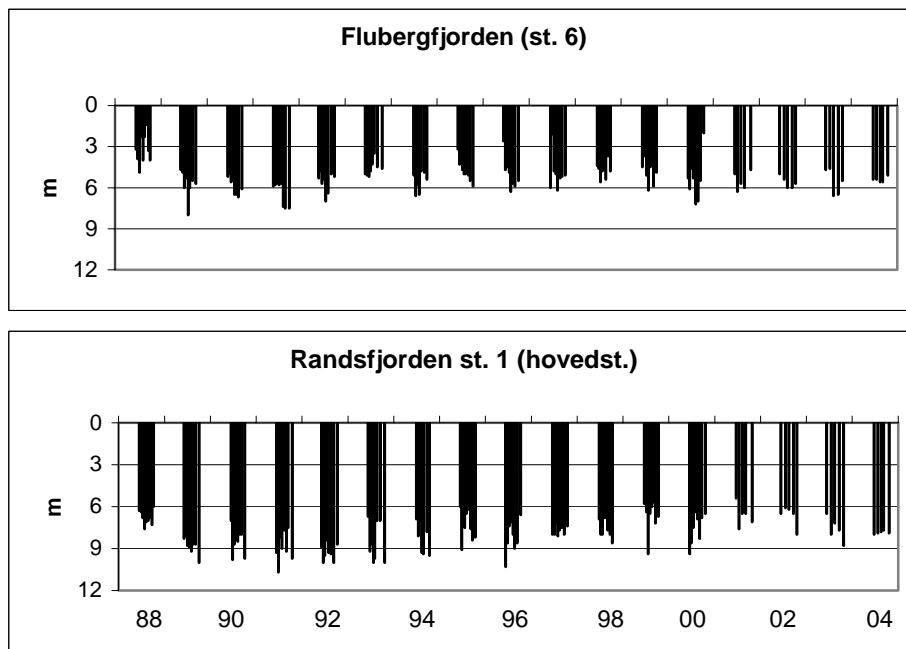
2.3.1 Siktedyp og vannkjemi

Resultatene av de kjemiske målingene og siktedypsobservasjonene er gitt i vedlegget og vist i Figur 9-14.

Siktedyp

Figur 9 viser at hovedstasjonen i Randsfjorden hadde gjennomgående høye siktedypsverdier de fleste årene tilsvarende tilstandsklasse I ("meget god tilstand"). Flubergfjorden har generelt hatt lavere siktedyp dvs. tilstandsklasse II ("god tilstand"). Dette skyldes først og fremst at denne delen av Randsfjorden i langt større grad påvirkes av tilførsler av humus og partikler fra den største tilløpselva, Dokka, enn hovedstasjonen. Dette gir seg også utslag i større variasjoner i vannkvaliteten gjennom sesongen i Flubergfjorden. Siktedypet var spesielt lavt i Flubergfjorden i 1988 da nordre del av Randsfjorden ble tilført store mengder uorganiske partikler i forbindelse med anleggsvirksomheten og store nedbørmengder. Ved denne stasjonen ble det observert en reduksjon i siktedypet utover 1990-tallet som trolig til dels skyldtes økte algemengder, mens økningen som ble observert igjen i de senere årene, kan ha hatt sammenheng med reduserte algemengder. Tilførsler av humus og partikler f.eks. i forbindelse med flomperioder har imidlertid også stor betydning for variasjonen i siktedypet i Flubergfjorden.

Siktedypet var betydelig lavere også ved hovedstasjonen i 1988 enn det stort sett har vært i årene deretter. På denne stasjonen gikk siktedypet ned ca. 2,5 m i middelverdi i perioden 1992-2001, men har økt igjen i de siste årene. Figur 13 viser at det var en statistisk signifikant sammenheng mellom konsentrasjonen av humus målt som fargetall og siktedypet på hovedstasjonen i perioden 1990-2004.



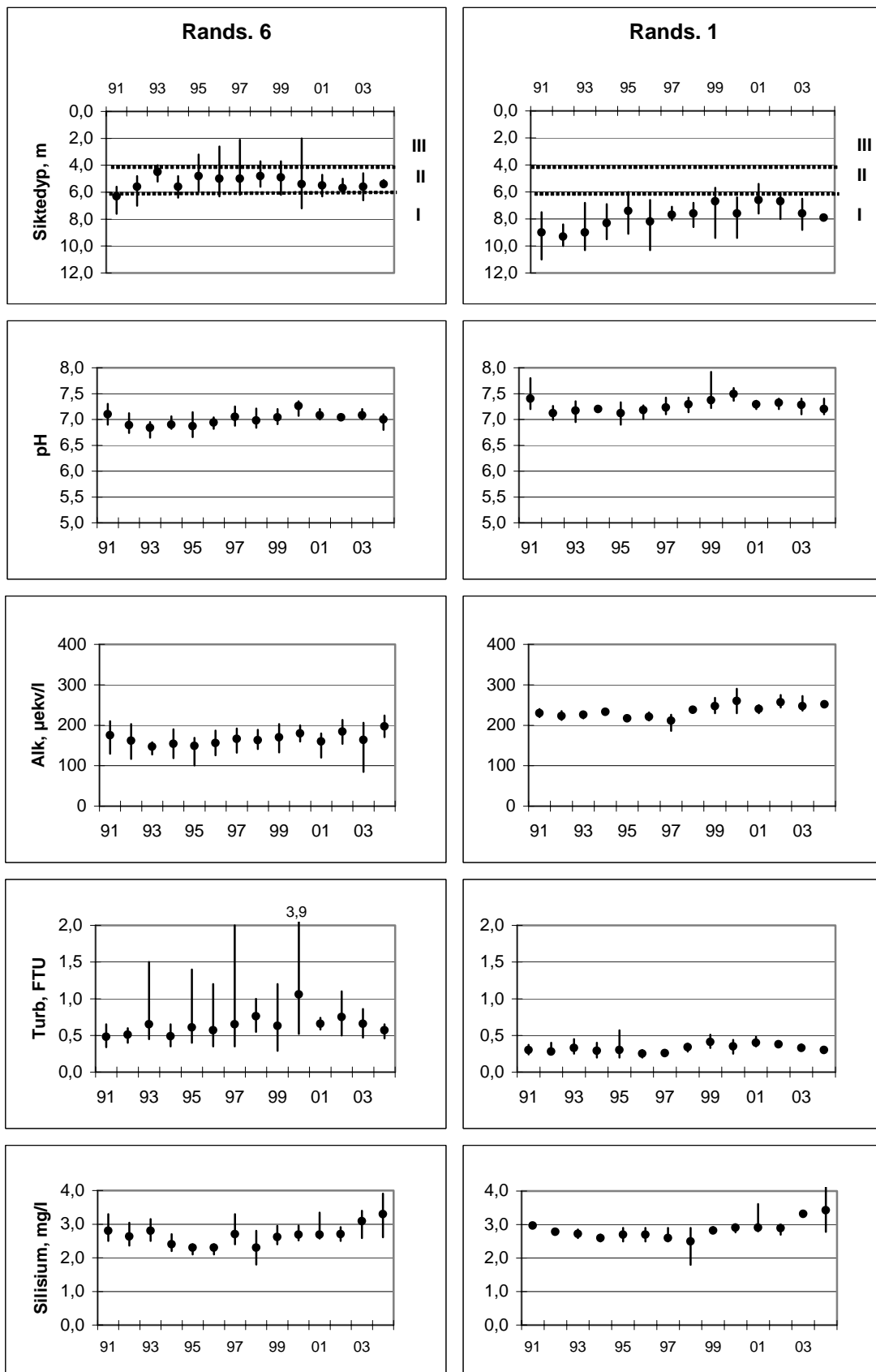
Figur 9. Siktedyp i Flubergfjorden og på hovedstasjonen i perioden 1988-2004.

Generell vannkjemi

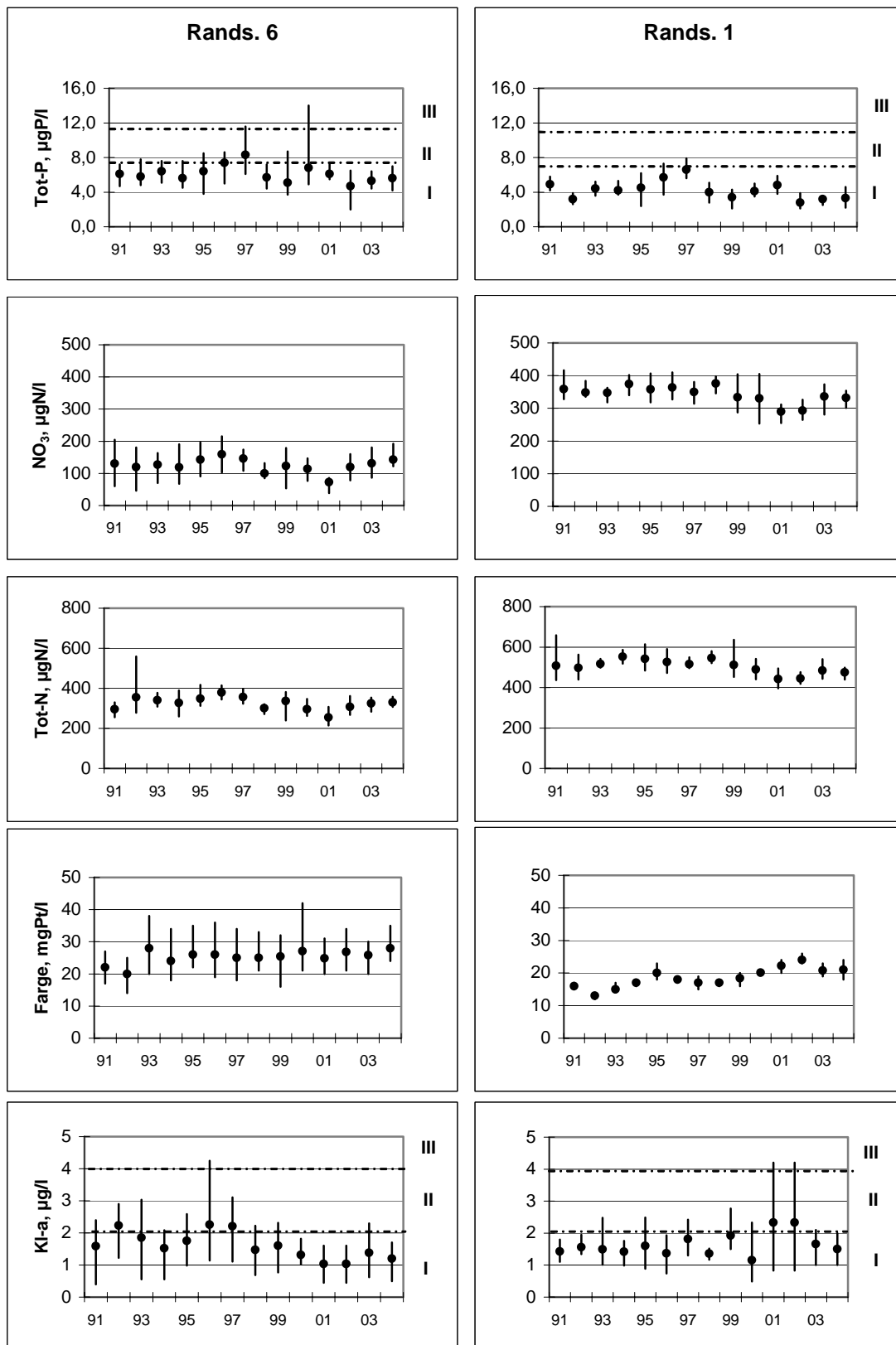
Randsfjorden har hatt tilnærmet nøytralt eller svakt surt til svakt basisk vann med god bufferevne mot endring i pH ved tilførsel av syrer, dvs. relativt høy alkalitet. pH og alkalitet er vanligvis noe høyere ved hovedstasjonen enn i Flubergfjorden. Dette skyldes særlig det betydelige innslaget av mer lettforvitrelige og basiske bergarter i sørøstre del av nedbørfeltet (Hadeland). Konsentrasjonen av løste salter (målt som konduktivitet, se vedlegget) synes ikke å ha endret seg i Randsfjorden i løpet av de siste 25-30 år når vi sammenligner med eldre undersøkelser (Faafeng et al. 1982).

Partikkelmengden (målt som turbiditet) var betydelig høyere i Flubergfjorden enn ved hovedstasjonen. De sesongmessige variasjonene var også markert større i Flubergfjorden enn ved hovedstasjonen. Forskjellene skyldes først og fremst at Flubergfjordens vannmasser i langt større grad enn hovedstasjonens påvirkes av tilførsler fra store tilløpselver. Vurdert ut i fra sesonggjennomsnittene, så har partikkelmengden gått noe ned i de siste 3-4 årene ved begge stasjonene. Vannkvaliteten kan betegnes som "god" og "meget god" med hensyn til partikler henholdsvis i Flubergfjorden og på hovedstasjonen.

Humuspåvirkningen (målt som fargetall) var klart større, og de sesongmessige variasjonene i humuskonsentrasjonen var større i Flubergfjorden enn ved hovedstasjonen. Sesonggjennomsnittene av fargetall økte utover på 1990-tallet ved begge stasjonene. Dette er i samsvar med resultatene fra undersøkelser i andre deler av Europa som har dokumentert en økende trend i konsentrasjonen av humussyrer i perioden 1990-2001 (Skjelkvåle et al. 2003). Årsakene til dette antas å være relatert til et varmere klima. I Flubergfjorden har humuskonsentrasjonen økt også i de siste 2 årene, mens den ved hovedstasjonen var lavere i 2003 og 2004 enn i 2001 og 2002.



Figur 10. Middelerverdi og variasjonsbredder for siktedyp, pH, alkalitet, turbiditet og silisium i Randsfjorden i årene 1991-2004. Grenser for tilstandsklasser er gitt for siktedyp.



Figur 11. Middelerverdi og variasjonsbredder for total-fosfor, nitrat, total-nitrogen, fargetall og klorofyll-a i Randsfjorden vekstsesongene for årene 1991-2004. Grenser for tilstandsklasser er gitt for total-fosfor og klorofyll-a.

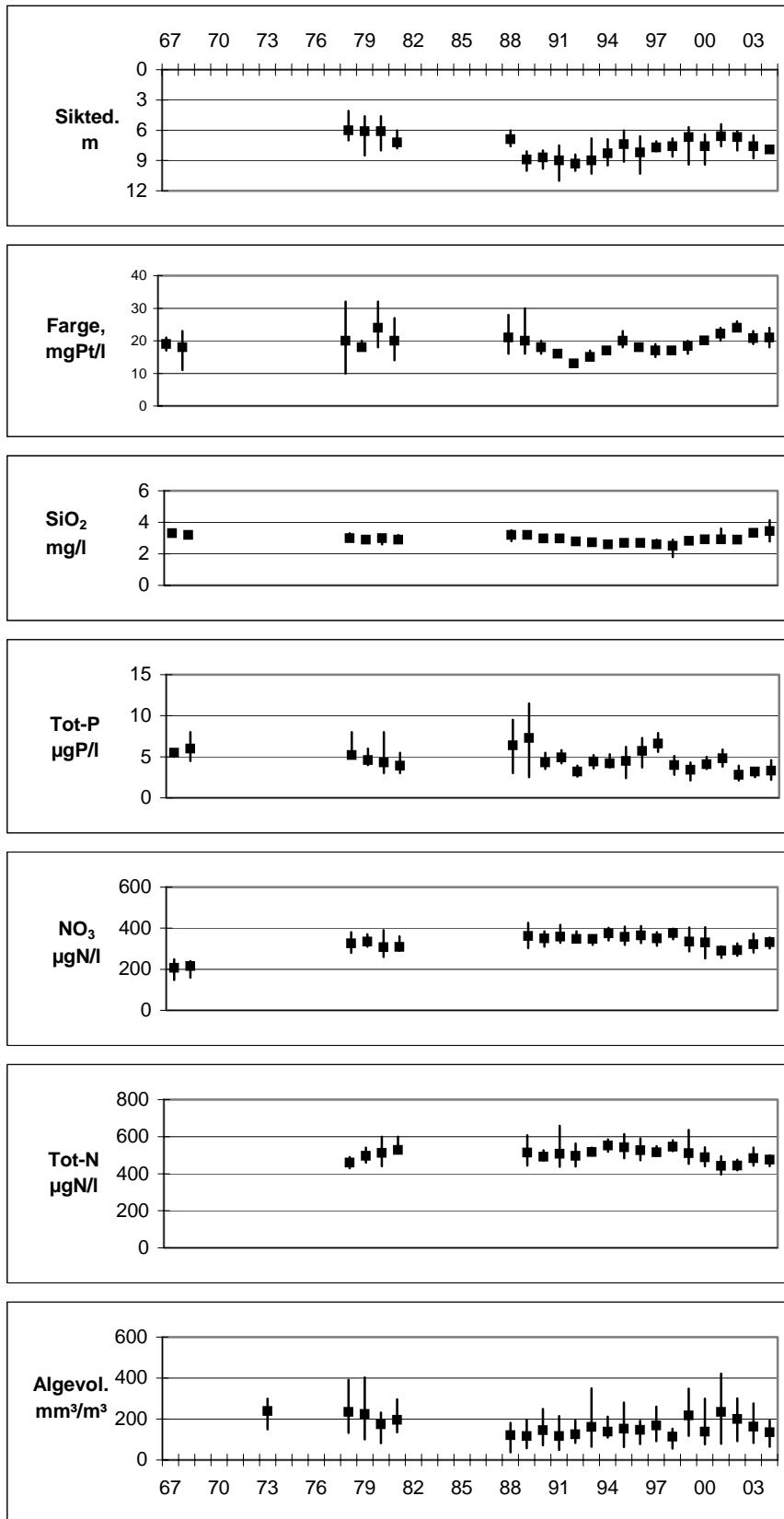
Næringsalter og klorofyll

Ut fra sesongmiddelverdiene av total-fosfor og klorofyll-*a* kan vannkvaliteten i både Flubergfjorden og på hovedstasjonen i Randsfjorden betegnes som meget god (tilstandsklasse I) i 2004 i likhet med foregående år. Sesongmiddelverdiene har ved begge lokalitetene variert i intervallet ca. 3-6 µg P/l og ca. 1-2 µg Kl-*a*/l i senere år. Resultatene av klorofyllmålingene (og algetellingene) viste at de største algemengdene i Flubergfjorden ble observert i 1996 og 1997 i tilknytning til oppblomstringer av gullalgen *Uroglena americana*. Ved hovedstasjonen var det økninger i mengden kiselalger i 2001 og 2002 som gav seg utslag i de høyeste klorofyll-konsentrasjonene. Tendensen til en moderat økning i algemengden ved hovedstasjonen fram mot 2001-2002, ser ikke ut til å ha fortsatt i 2003 og 2004 da det igjen ble observert lave algemengder.

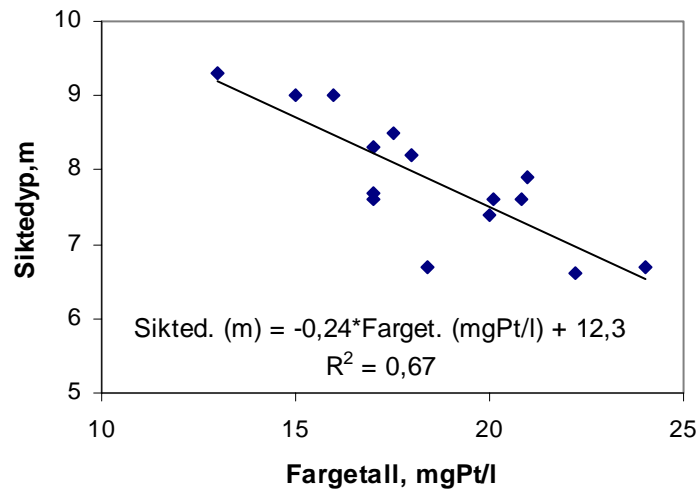
Konsentrasjonen av nitrogenforbindelser var i likhet med tidligere år relativt lave i Flubergfjorden og betydelig høyere ved hovedstasjonen, med sesongmiddelverdier på henholdsvis 330 µg N/l og 475 µg N/l i 2004. Dette tilsvarer henholdsvis "god" og "mindre god" vannkvalitet. De regionale forskjellene i Randsfjorden henger først og fremst sammen med at vanntilførslene i nord domineres av avrenningen fra fjell og skogområder, mens tilførslene i sør i større grad påvirkes av tilførsler fra jordbruk, men også fra befolkning. Middelkonsentrasjonene av nitrat og total-nitrogen har hatt en noenlunde lik tidsutvikling ved de to stasjonene i de senere årene.

De tidligste målingene av næringsalter i Randsfjorden er nitrat- og totalfosfor-analyser fra hovedstasjonen på slutten av 1960-tallet og totalnitrogen-analyser ved samme stasjon i 1978-81. Disse resultatene viser at sesongmiddelverdiene av nitrat økte med ca. 100 µg N/l fra 1966-67 til slutten av 1970-tallet. I de siste 3-4 årene har middelverdiene av både nitrat og total-nitrogen ligget på omtrent samme nivå som på slutten av 1970-tallet. Dette er noe lavere enn i siste halvdel av 1990-tallet. Middelverdiene av total-fosfor ved hovedstasjonen var i perioden 2002-2004 blant de laveste som er registrert siden de første målingene i Randsfjorden.

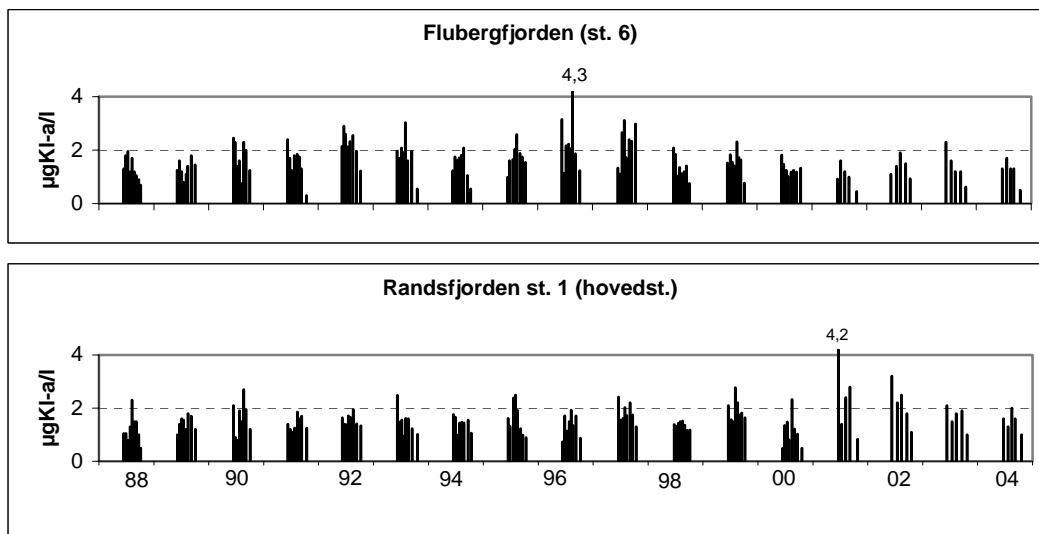
Silikat er et nødvendig nærings salt for dannelse av kiselalgenes skall. Det kan også være nødvendig for vekst av gullalger som *Dinobryon*, *Uroglena* og *Mallomonas*. I mer næringsrike innsjøer fører ofte oppblomstringer av kiselalger til markerte sesongmessige svingninger i silikatkonsentrasjonen, og på sikt kan konsentrasjonen i enkelte innsjøer avta som følge av sedimentasjon av kiselskall. Konsentrasjonen av silikat avtok ved begge stasjoner i første halvdel av 1990-tallet og økte igjen fram mot 2004. Endringene har trolig sammenheng med variasjoner i tilførslene fra nedbørfeltet og fortykning i Randsfjordens vannmasser (jfr. Løvik og Rognerud 2001). Det har ikke skjedd endringer i f.eks. mengden kiselalger som kan forklare denne tidsutviklingen.



Figur 12. Tidsutviklingen av vannkvaliteten i Randsfjorden ved hovedstasjonen (middelverdier og variasjonsbredder).



Figur 13. Sammenhengen mellom konsentrasjonen av humus (målt som fargetall) og siktedyp på hovedstasjonen i Randsfjorden i perioden 1990-2004. N = 15, P < 0,001.



Figur 14. Algemengder målt som klorofyll-a i Flubergfjorden og ved hovedstasjonen i Randsfjorden i perioden 1988-2004.

2.3.2 Klassifisering av tilstanden

Tilstandsklasser for Randsfjorden for ulike målevariable og ”samlet” er vist for årene 2001-2004 i Figur 15. Figuren gir en illustrasjon av forskjellene i vannkvalitet mellom de to stasjonene. Videre viser den at tilstanden totalt sett kan betegnes ”god” (tilstandsklasse II) i Flubergfjorden og ”meget god” (tilstandsklasse I) ved hovedstasjonen i denne perioden.

Lokalitet og år	pH	Alk	Turb	Farge	Siktedyp	Tot-P	Tot-N	Klorofyll	Tarmbakt	Samlet
Flubergfjorden 2001	7,0	0,12	0,7	25	5,5	6,1	254	1,0	7	
Flubergfjorden 2002	7,0	0,15	0,8	27	5,6	4,7	307	1,4	5	
Flubergfjorden 2003	7,0	0,09	0,7	26	5,6	5,3	325	1,4	4	
Flubergfjorden 2004	6,8	0,17	0,6	28	5,4	5,6	330	1,2	5	

Lokalitet og år	pH	Alk	Turb	Farge	Siktedyp	Tot-P	Tot-N	Klorofyll	Tarmbakt	Samlet
Hovedstasjonen 2001	7,2	0,23	0,4	22	6,6	4,8	442	2,3	1	
Hovedstasjonen 2002	7,2	0,24	0,4	24	6,7	2,8	444	2,2	3	
Hovedstasjonen 2003	7,1	0,24	0,3	21	7,6	3,2	484	1,7	1	
Hovedstasjonen 2004	7,1	0,25	0,3	21	7,9	3,3	475	1,5	4	

Klasse I "Meget god" tilstand



Klasse IV "Dårlig" tilstand



Klasse II "God" tilstand



Klasse V "Meget dårlig" tilstand



Klasse III "Mindre god" tilstand



Figur 15. Klassifisering av tilstanden i Flubergfjorden og på hovedstasjonen i Randsfjorden i årene 2001-2004 i henhold til SFT's vannkvalitetskriterier. Karakteristiske verdier er gitt. Laveste verdi i sesongen er brukt for pH og alkalitet, 90 prosentiler for tarmbakterier og aritmetisk middel for andre målevariable.

2.3.3 Planteplankton

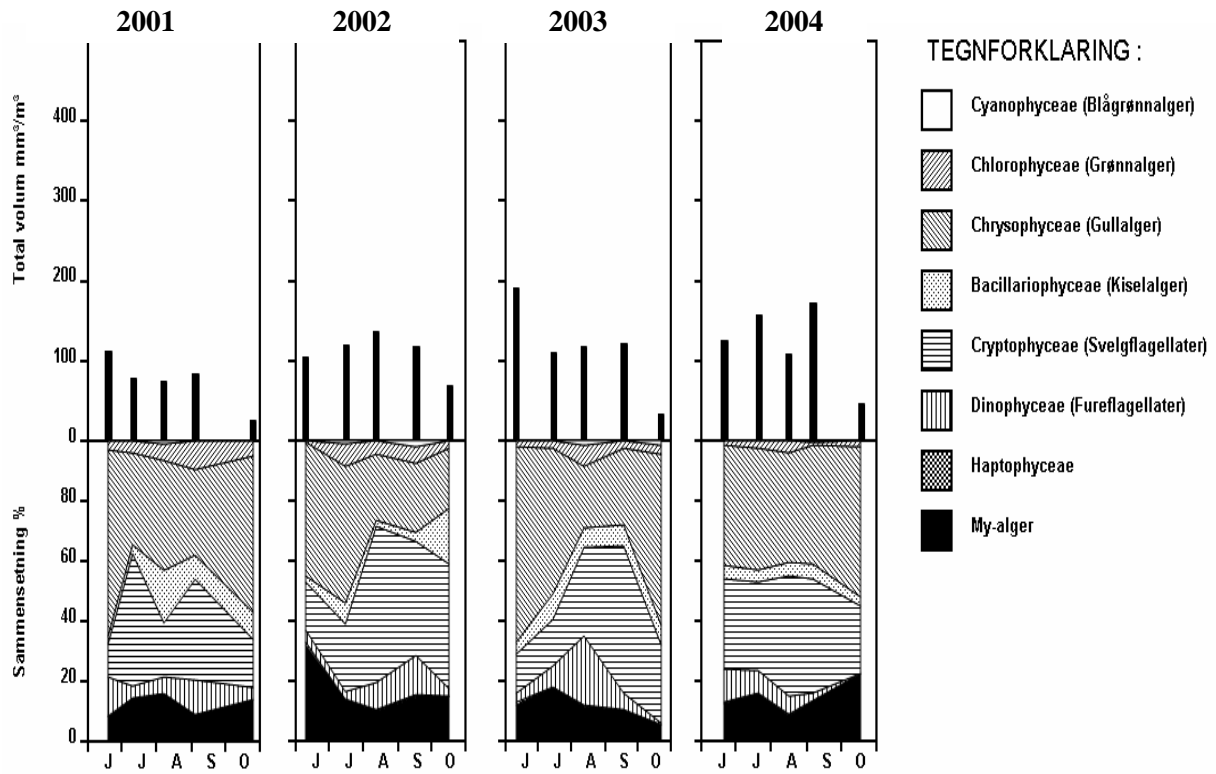
Resultatene av algetellingene fra 2004 er gitt i vedlegget og vist i Figur 16-17 sammen med resultatene fra årene 2001-2003. Tidsutviklingen i sammensetningen av grupper innen algesamfunnet ved hovedstasjonen er vist i Figur 18. I Figur 20 er tidsutviklingen i totalmengden vist for de to stasjonene og sammenlignet med totalmengdene i en del andre innsjøer.

Gjennom alle de årene vi har observasjoner fra, har Flubergfjorden og hovedstasjonen i Randsfjorden hatt algemengder innenfor det intervallet som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer, dvs. sesongmiddelverdier $<400 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ og maksimumsverdier $<700 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ (jfr. Brettum 1989).

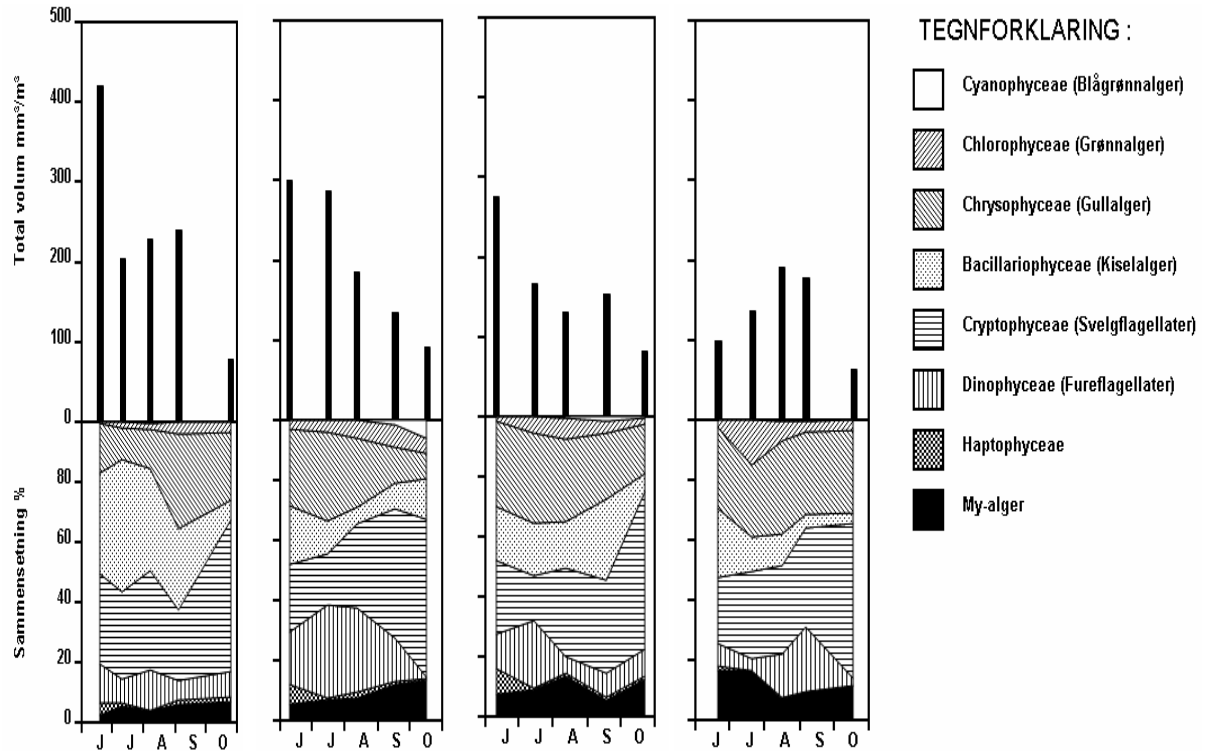
I Flubergfjorden økte algemengdene betraktelig i perioden 1988 til 1996-97 (3 ganger økning av sesongmiddelverdiene). De største mengdene ble observert i forbindelse med oppblomstringer av gullalgen *Uroglena americana* i juli-august 1996 og 1997. Det er rimelig å anta at økningen av algemengden på 1990-tallet skyldtes en kombinasjon av økte tilførsler av fosfor som følge av utvasking fra de neddemte arealene i Dokkfløymagasinet, redusert vannutskifting i Flubergfjorden i vekstsesongen for alger og betydelige lokale tilførsler av næringsalter (jfr. Løvik og Rognerud 2001). Det kan også ha hatt betydning at mengden effektive algebeitere innen krepsdyrplanktonet ble redusert i samme periode (se avsnitt 2.3.5). I de senere årene har algemengdene i Flubergfjorden vært lave. Dette kan bl.a. ha sammenheng med at fosfortilførslene fra Dokkfløymagasinet har blitt redusert som følge av at de neddemte arealene har blitt mer utvasket for næringsalter, og at tilførslene fra menneskelige aktiviteter har vært beskjedne.

Ved hovedstasjonen ble de største algemengdene observert i 2001 i tilknytning til en moderat oppblomstring av kiselalger. Dette året var både sesongmiddelverdien og maksimalverdien på samme nivå som på slutten av 1970-tallet. I årene 2001-2004 ser det ut til å ha vært en nedgang i algemengden på hovedstasjonen.

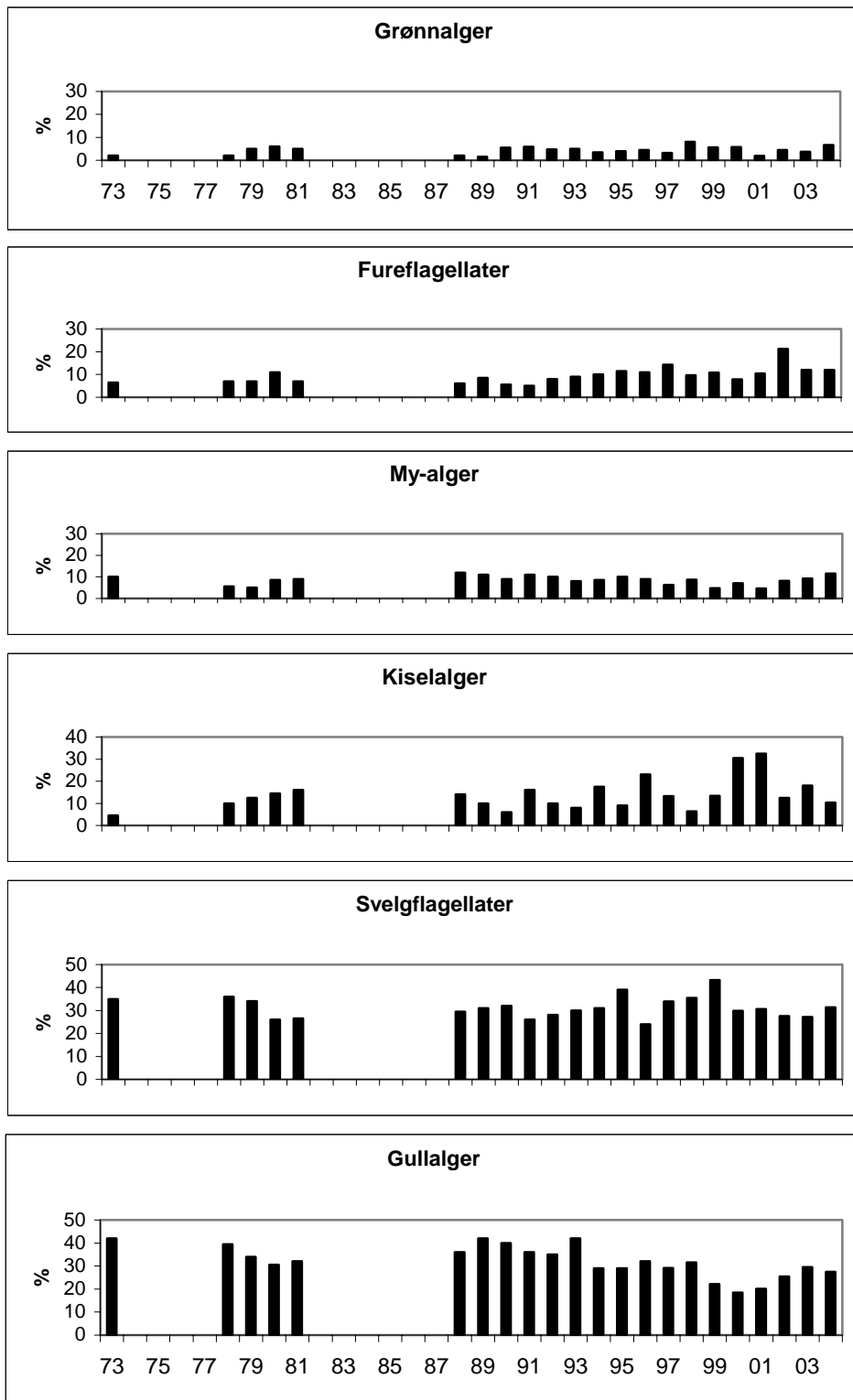
Planteplanktonet har i de senere årene i hovedsak vært sammensatt av grupper og arter som er typiske i næringsfattige innsjøer ved begge stasjonene (jfr. Brettum 1989). Det har særlig vært arter innen gruppen gullalger, svelgflagellater samt my-alger som har dominert algesamfunnet. Enkelte år har imidlertid kiselalger og fureflagellater representert betydelige andeler i deler av vekstsesongen. I 2004 var planteplanktonet i Flubergfjorden og på hovedstasjonen dominert av gullalger som små og store chrysomonader, *Ochromonas* spp., svelgflagellaten *Rhodomonas lacustris* samt my-alger.



Figur 16. Mengder og sammensetning av planktonalger i Flubergfjorden i vekstsesongene 2001-2004.



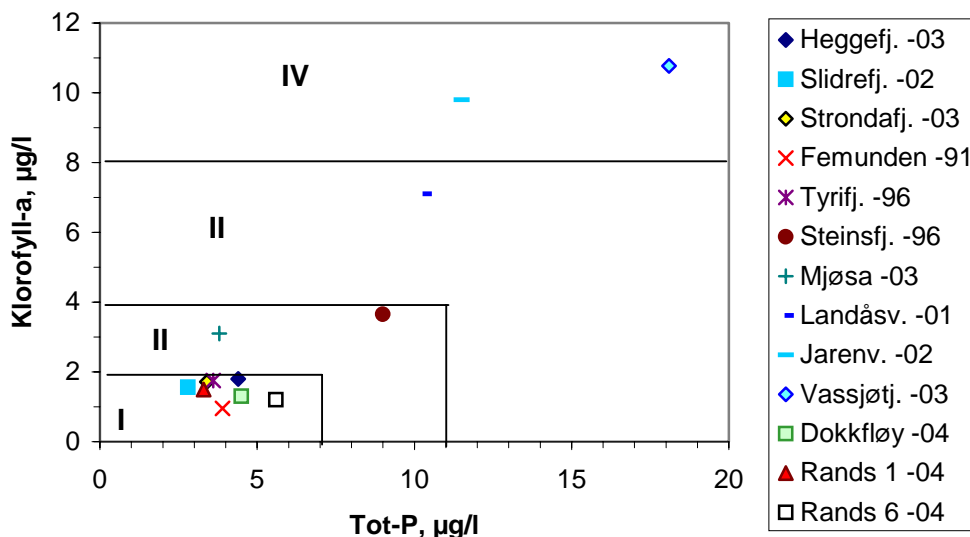
Figur 17. Mengder og sammensetning av planktonalger ved hovedstasjonen i Randsfjorden vekstsesongene 2001-2004. Totalvolumer gitt i $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt.



Figur 18. Prosentvis sammensetning av ulike grupper av planteplankton på hovedstasjonen i Randsfjorden. Figuren er basert på middelerverdi for vekstsesongen juni-oktober av blandprøver fra sjiktet 0-10 m.

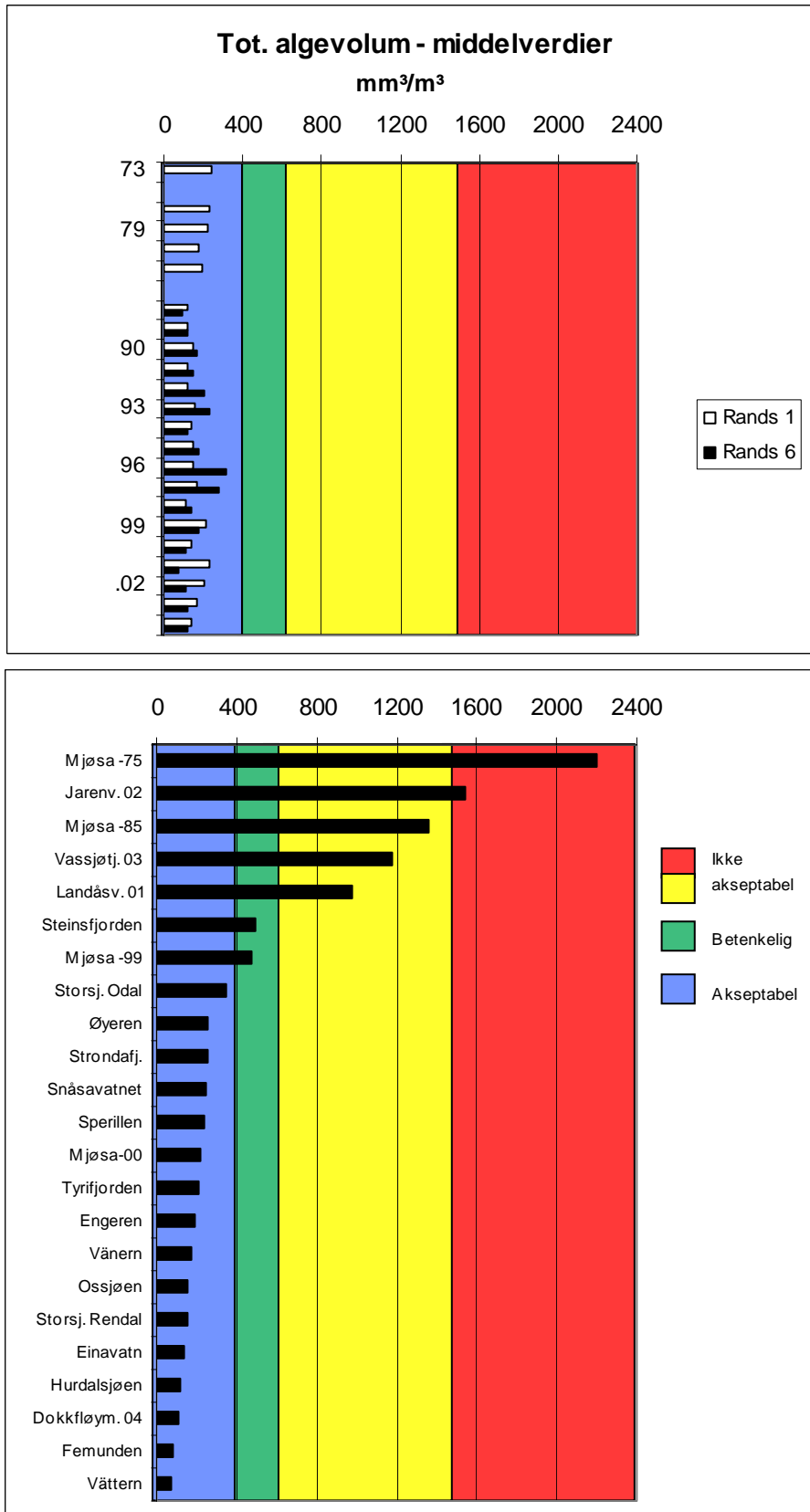
2.3.4 Sammenligning med andre innsjøer

Figur 19 viser at fosfor-konsentrasjonen på hovedstasjonen i Randsfjorden var på omtrent samme nivå som i Strondafjorden, Tyrifjorden, Mjøsa og Femunden. Konsentrasjonen i Dokkfløymagasinet og Flubergfjorden var litt høyere, men ikke på langt nær så høy som f.eks. i Steinsfjorden. Algemengden målt som klorofyll-*a* var i Flubergfjorden, Dokkfløymagasinet og ved hovedstasjonen på omtrent samme nivå som i Strondafjorden og Slidrefjorden, men klart lavere enn i Mjøsa og Steinsfjorden. Landåsvatnet, Jarenvatnet og Vassjøtjernet hadde betydelig høyere algemengder enn disse igjen.



Figur 19. Sammenhengen mellom sesongmiddelverdiene av total-fosfor og klorofyll-*a* i Randsfjorden, Dokkfløymagasinet og andre innsjøer i Regionen.

Figur 20 viser tidsutviklingen i algemengden (på grunnlag av algetellinger) i Flubergfjorden og ved hovedstasjonen (sesongmiddelverdier). Disse er sammenlignet med middelverdier fra en del andre innsjøer i Norge og Sverige og inndelt i vannkvalitetsklasser (jfr. Brettum 1989, Kjellberg et al. 2001). Randsfjorden (begge stasjoner) har hele tiden kunnet betegnes som en næringsfattig (oligotrof) innsjø med en akseptabel vannkvalitet. Landåsvatnet og Vassjøtjernet kan betegnes som middels næringsrike (mesotrofe) innsjøer, mens Jarenvatnet lå i grenseområdet mellom middels næringsrik og næringsrik (eutrof) innsjø, (jfr. Løvik og Kjellberg 2003). Vannkvaliteten i de tre sistnevnte kan betegnes som ikke akseptabel.



Figur 20. Tidsutviklingen i sesongmiddelverdiene av totalt algevolum i Randsfjorden, samt middelverdier fra en del andre større innsjøer. Inndelingen i vannkvalitetsklasser etter Brettum (1989) og Kjellberg et al. (2001).

2.3.5 Krepssdyrplankton

Tidsutviklingen for de viktigste artene av krepssdyrplankton i Randsfjorden for perioden 1988-2004 er vist i Figur 21, mens Figur 22 viser en generalisert illustrasjon av artssammensetningen ved hovedstasjonen i de siste ca. 45 år. Tidsutviklingen i middellengden av de viktigste vannloppene (*Daphnia* spp. og *Bosmina* spp.) er vist i Figur 23. En del karakteristiske data for krepssdyrplanktonet i Randsfjorden er gitt i Tabell 2.

Totalbiomassen av krepssdyrplankton har generelt vært høyere (10-90%) i Flubergfjorden enn ved hovedstasjonen. Den viktigste årsaken til dette er sannsynligvis mer tilgjengelig næring i form av bakterier og dødt organisk materiale (detritus) i Flubergfjorden. Det forhold at Flubergfjorden er grunnere kan muligens også bidra til en raskere kolonisering av vannmassene av de artene som har hvilestadier i sedimentet på vinteren, slik at produksjonssesongen utnyttes bedre. Krepssdyrplanktonet i Flubergfjorden er sterkt dominert av vannlopper (først og fremst *Daphnia cristata* og *Bosmina longispina*), mens calanoide hoppekreps (vesentlig *Eudiaptomus gracilis* og *Heterocope appendiculata*) er den dominerende gruppen ved hovedstasjonen. De forskjellene i miljøfaktorer som er nevnt ovenfor, kan trolig også være medvirkende årsaker til disse forskjellene i dominans mellom hovedgruppene. Cyclopoide hoppekreps representerer en forholdsvis liten andel av totalbiomassen (<10 %) ved begge lokalitetene.

Biomassen av krepssdyrplankton i Randsfjorden kan karakteriseres som lav til middels høy sammenlignet med andre norske innsjøer (jfr. Hessen et al. 1995). Så vel totalbiomassen som middelbiomassen av de enkelte artene har variert betydelig fra år til år, spesielt i Flubergfjorden. Det synes imidlertid å ha vært en tendens til økning i totalbiomassen siden midten av 1990-tallet, ved begge stasjonene. Det kan være flere årsaker til dette, men generelt har tilgangen på egnet føde i form av beitebare alger, bakterier og detritus stor betydning. Vanntemperatur, vanngjennomstrømning og predasjon ("beiting") fra planktonspisende fisk og rovlevende former av krepssdyrplankton er andre viktige faktorer.

Tabell 3. Karakteristiske data for krepssdyrplanktonet i Randsfjorden i perioden 2001-2004. "Totalbiomasse" står for middelbiomassen i perioden juni-oktober. TV = tørrvekt. "Effektive algebeitere" er her beregnet som summen av *Daphnia galeata* og *Holopedium gibberum*.

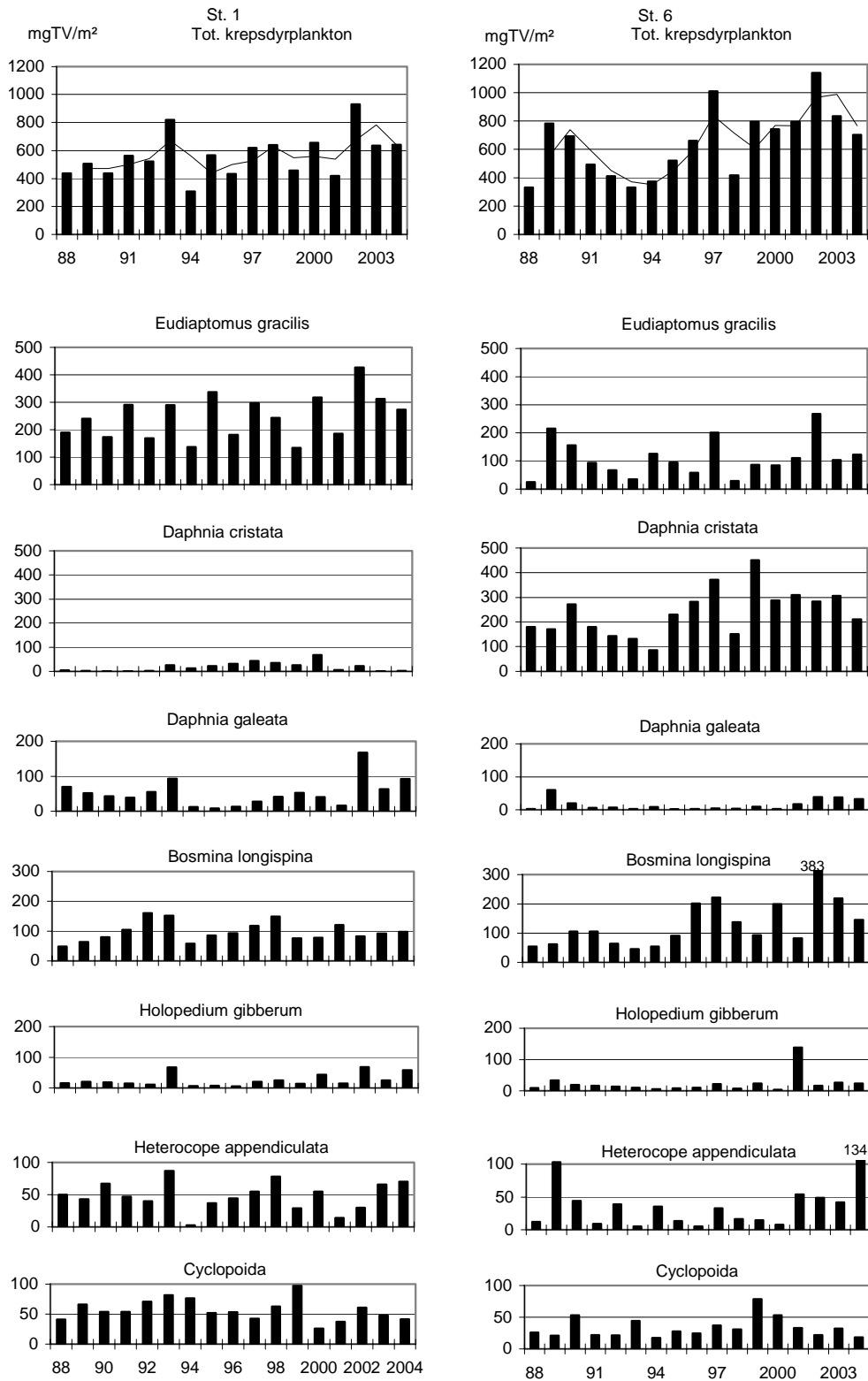
		Hovedstasjonen	Flubergfjorden
Totalbiomasse (0-20 m)	mg TV/m ²	400-900	700-1100
Totalbiomasse (0-20 m)	mg TV/m ³	20-45	35-55
Andel calanoide hoppekreps	%	50-60	20-40
Andel vannlopper	%	30-40	60-70
Andel cyclopoide hoppekreps	%	5-10	3-5
Andel effektive algebeitere	%	10-25	5-20
Middellengde dominerende <i>Daphnia</i> -art	mm	1,3-1,4	ca. 1,1

Krepssdyrplanktonets artssammensetning og utvikling i Randsfjorden er i stor grad influert av endringene i predasjonspresset fra planktonspisende fisk, dvs. først og fremst sik og krøkle. Forskjellene i artssammensetning mellom Flubergfjorden og hovedstasjonen skyldes antagelig i stor grad at predasjonspresset hele tiden har vært større i Flubergfjorden enn ved hovedstasjonen (Løvik & Andersen 2000). Dette har bl.a. gitt seg utslag i at den relativt store vannloppen *Daphnia galeata* har vært dominerende *Daphnia*-art ved hovedstasjonen, mens den mindre *Daphnia cristata* har vært dominerende i Flubergfjorden. Utover på 1990-tallet så det ut til at predasjonspresset økte ved begge stasjonene, antagelig som følge av en stadig økende sikkbestand. Dette førte til reduksjoner i middellengden av vannlopper og en økende andel *D. cristata* også ved hovedstasjonen. I de senere årene har denne utviklingen snudd. Middellengden av vannlopper har økt, og i 2003 og 2004 var

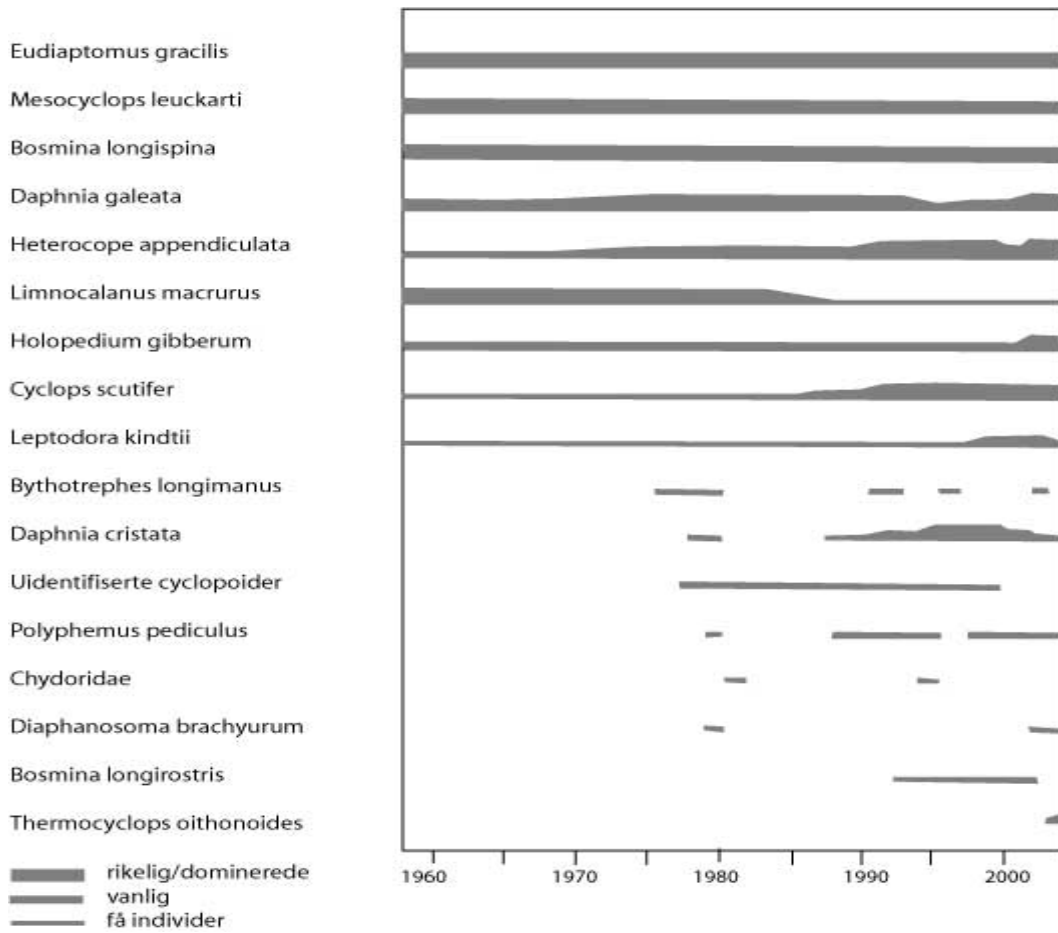
bestanden av *D. cristata* meget beskjeden ved hovedstasjonen. Den lille vannloppen *Bosmina longirostris*, som ofte favoriseres av sterkt predasjonspress, ble dessuten ikke observert i 2004. En sannsynlig forklaring til denne utviklingen er at det har skjedd endringer i sikbestanden som har ført til avtagende predasjonspress på krepsdyrplanktonet i løpet av de siste 3-4 årene.

Andelen av såkalte effektive algebeitere var relativt lav i Randsfjorden (5-25 % av totalbiomassen). Gruppen representeres først og fremst av *D. galeata* og gelekrepsen *Holopedium gibberum*. Andelen effektive algebeitere var generelt noe lavere i Flubergfjorden enn ved hovedstasjonen. Dette kompenseres imidlertid delvis av at mengden vannlopper totalt sett var gjennomgående høyere i Flubergfjorden. Det er likevel mulig at denne delen av Randsfjorden kan være noe mer sårbar for markerte algeoppblomstringer som følge av f.eks. økte tilførsler av fosfor enn hovedstasjonen.

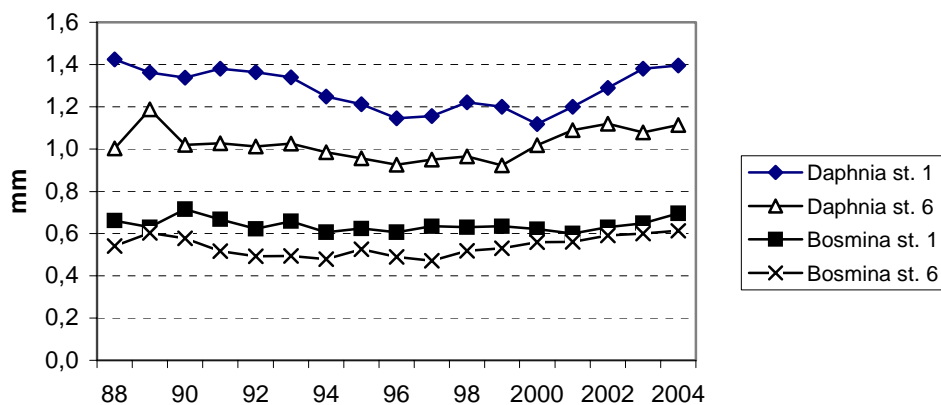
Den cyclopoide hoppekrepsen, *Thermocyclops oithonoides*, som ble registrert for første gang i Randsfjorden i 2003, synes å ha etablert en livskraftig bestand. I Norge har arten sin hovedutbredelse på Østlandet, i innsjøer som ligger lavere enn høyeste marine grense. Den kan være dominerende cyclopoide-art i så vel næringsfattige som næringsrike innsjøer. Arten er vanlig bl.a. i Mjøsa, Einafjorden og Tyrifjorden, og den er tidligere funnet i Trevatna, Mæna og Jarenvatnet som alle ligger i Randsfjordens nedbørfelt. Den er en "varmekjær" art, og det er mulig at etableringen i Randsfjorden kan henge sammen med et mildere klima i de senere årene (jfr. Gerten & Adrian 2002, Lydersen et al. 2003).



Figur 21. Mengden av krepssdyrplankton i Randsfjorden, st. 1 (hovedstasjonen) og st. 6 (Flubergfjorden), gitt som middelværdier for perioden juni-oktober (milligram tørrvekt pr. m² fra sjiktet 0-20 m)



Figur 22. Generalisert illustrasjon av artssammensetningen av krepsdyrplankton i Randsfjorden (hovedstasjonen) i perioden 1960-2004 (omtegnet etter Løvik & Andersen 2000).

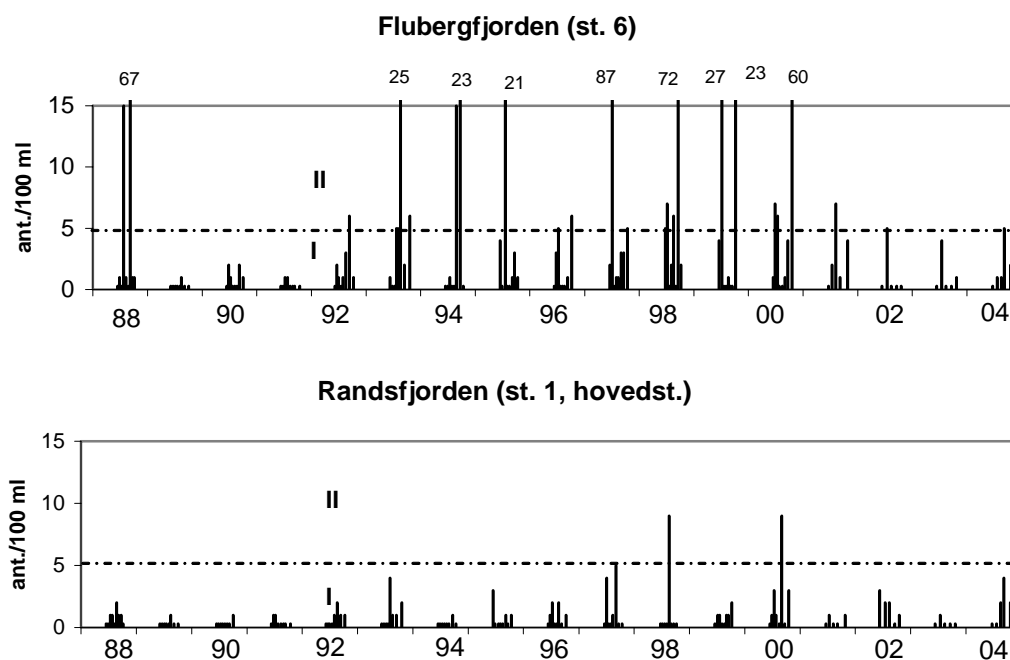


Figur 23. Kroppslengder av *Daphnia* spp. og *Bosmina* spp. i Randsfjorden, st. 1 og st. 6 i perioden 1988-2004. Figuren viser gjennomsnittslengder av voksne hunner.

2.3.6 Fekale indikatorbakterier

Resultatene av de hygienisk/bakteriologiske analysene er gitt i vedlegget og vist i Figur 24. Mengden av fekale indikatorbakterier ("tarmbakterier") målt som termotolerante koliforme bakterier eller *Escherichia coli* er et følsomt mål for påvisning av kloakk og tilførsler av avføring fra varmblodige dyr (f.eks. sig fra gjødselkjellere).

Den hygienisk/bakteriologiske vannkvaliteten i de øvre vannlag var god på hovedstasjonen i 2004 i likhet med tidligere år. Det ble påvist tarmbakterier ved 3 av 5 observasjoner, men konsentrasjonene var lave. Innholdet av tarmbakterier var lavt også i Flubergfjorden. Her ble det påvist bakterier ved 4 av 5 observasjoner i 2004. I årene 1993-2000 ble det påvist til dels høye bakterietall i Flubergfjorden, mens den hygienisk/bakteriologiske situasjonen synes å ha vært bedre i de siste 4 årene i perioden juni-oktober.



Figur 24. Tidsutviklingen i mengden fekale indikatorbakterier (termotolerante koliforme bakter, *E. coli* f.o.m. 2004) på 1 m dyp i Randsfjorden i vekstsesongen årene 1988-2004. Ved 0 bakt./100 ml er verdien her satt til 0,3 bakt./100 ml for å kunne vise alle observasjonene. Grenser for tilstandsklasser er gitt (I = meget god vannkvalitet, II = god vannkvalitet).

2.4 Biologiske feltobservasjoner i Etna og Dokka

Etna

Det ble bare foretatt biologiske feltobservasjoner i den delen av Etna som ligger i Nordre Land kommune, dvs. på strekningen like nedstrøms Høljerast bru til samløp med Dokka. Generelt sett var denne delen av Etna-vassdraget lite påvirket av forurensning, men i nedre del av hovedelva var det likevel indikasjon på noe næringssaltforurensning.

- Samtlige av de elve- og bekkestrekninger der det ble utført biologiske feltobservasjoner hadde levedyktige bestander av moderat og/eller litt forsuringfølsomme makrobunndyr. Bl.a. indikerte stor tetthet av arter tilhørende døgnflueslektene *Baetis*, *Ephemerella* og *Heptagenia* godt bufret vann dvs. at det ikke ble påvist noen skadeeffekter grunnet tilførsel av surt vann. Det foreligger heller ikke forsuringsskader pga.. sur nedbør i øvrige deler av vassdraget (pers. oppl. fra fiskeforvalter Ola Hegge ved fylkesmannen i Oppland).
- Det ble ikke påvist elve- og/eller bekkestrekninger med skadeeffekter av miljøgifter med akutteffekter, dvs. lokaliteter uten flora og/eller fauna, eller strekninger der det ble påvist død fisk og/eller døde bunndyr.
- Det ble ikke observert elve- og/eller bekkestrekninger med så stor forekomst av jernhydroksid/oker ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) at dette medførte skadeeffekter ("giftig jern").
- Det ble ikke påvist elve- eller bekkestrekninger som var direkte forurenset, dvs. der det var synlig heterotrof begroing og vond lukt.
- Øverste del av hovedelva, tilløpselva Leppa og to sidebekker som avvanner skogområder uten fast bosetting inkl. innsjøene i den søndre del av nedbørfeltet, hadde rentvannskarakter (Vannkvalitetsklasse I) med en flora og fauna som var i nært samsvar med forventet naturtilstand. Den biologiske status i øvre del av Etna-vassdraget i Nordre Land kommune ble vurdert som god.
- Nedre del av hovedelva, fra området ved Nordsinni til samløp med Dokka, en strekning på ca. 7 km, var noe påvirket av lettredbrytbart organisk stoff og særlig økt tilførsel av næringssalter. Dette hadde bidratt til økt forekomst av fastsittende alger, vannplanter og makrobunndyr. Denne strekning av Etna ble vurdert som noe overgjødset tilsvarende vannkvalitetsklasse I-II. Den biologiske status vurderes likevel som god da floraens og faunaens sammensetting var i nært samsvar med forventet naturtilstand.
- Nedre del av hovedelva, der den renner gjennom dyrket mark, var også litt påvirket av leir- og jordpartikler samt sand som dekket bunnen i kulper og på mer stilleflytende partier. Her vil det sannsynligvis også være stor partikkeltransport i snøsmeltingsperioden og i regnrrike perioder. Økt forekomst av partikler og sand i bunnsstratet forringer levevilkårene (habitatene) for flora og fauna. Årsaken til den økte partikkelforekomsten er transport av jordpartikler og sand fra dyrket mark og kjøreveier. Partikkelpåvirkningen vurderes likevel ikke som noe større problem.
- Selvrensingsevnen og resipientkapasiteten i nedre del av Etna-vassdraget vurderes som god og fullt akseptabel når vannføringen er god som ved tidspunktet for befaringen. Hvorvidt selvrenningskapasiteten i elvas nederste del også er tilstrekkelig i lengre perioder med lav vannføring, må eventuelt undersøkes nærmere. Sannsynligvis kan vi her lokalt få stor og sjenerende forekomst av fastsittende alger når det over lengre tid er lav vannføring.

Dokka

Dokka-vassdraget består av hovedløpet Dokka samt sideelvene Synna, Livasselva, Gjerda og Kjøljuva. Videre flere bekker som til dels drenerer større jordbruksområder med fast bosetting i Skartlibygda, Nordbygda, Vest-Torpa, Elverum og Aust-Torpa. De biologiske feltobservasjonene ble i hovedsak foretatt i bekker og langs elvestrekninger som kan være berørt av lokalbettinget forurensning, dvs. de delene av vassdraget der det bor folk og/eller er dyrket mark. Generelt sett var disse delene av Dokka-vassdraget lite påvirket av forurensning ved tidspunktet for befaringen, men i nedre del av hovedelva var det klare indikasjoner på næringssaltforurensning. Indikasjon på overgjødning var det også i Kjøljuva. Videre var en bekk ved Elverum sterkt forurenset av boligkloakk.

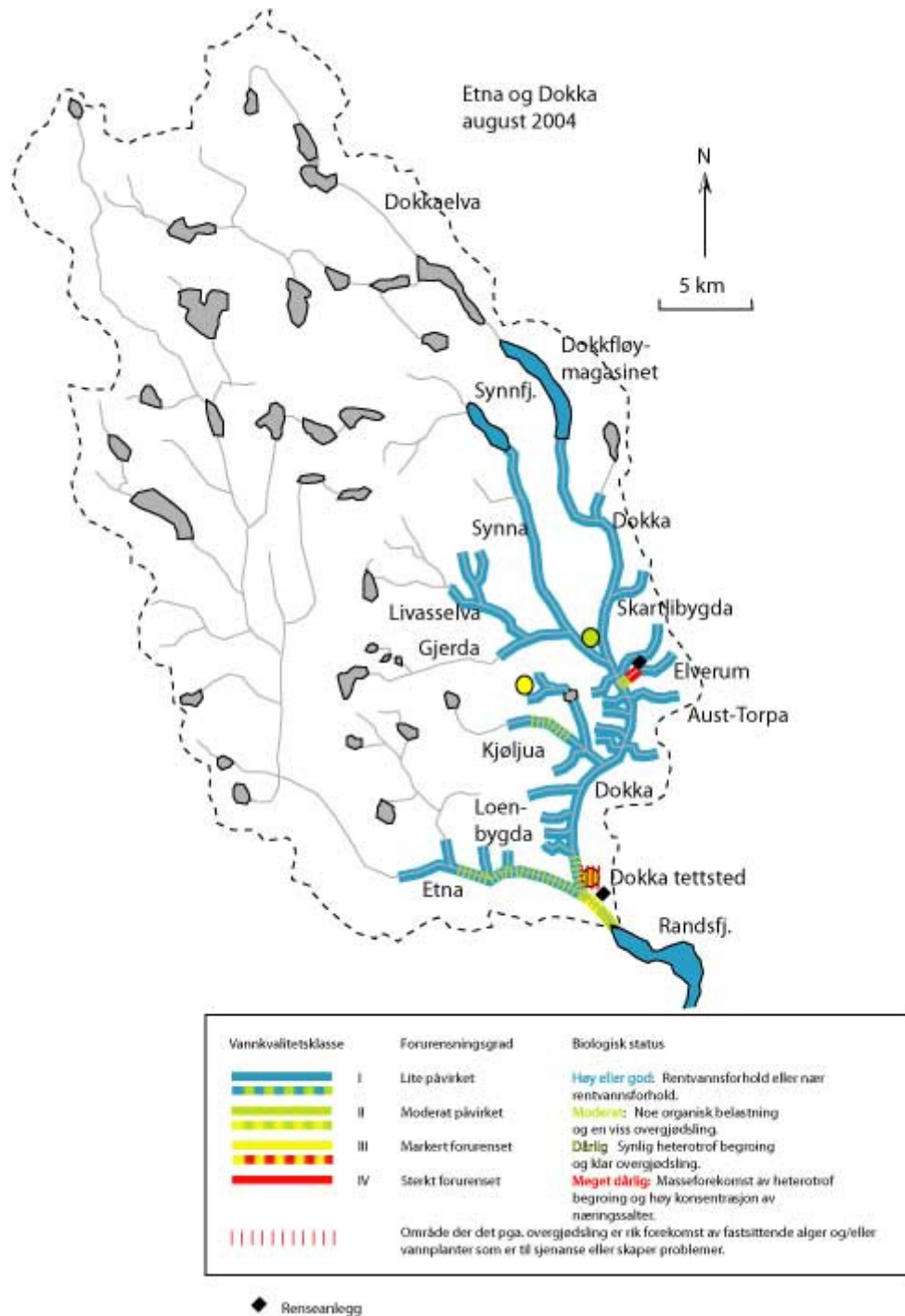
- Samtlige av de elve- og bekkestrekninger der det ble utført biologiske feltobservasjoner hadde levedyktige bestander av meget og/eller moderat forsuringfølsomme makrobunndyr. Dette viste at den delen av vassdraget som ble undersøkt, ikke var negativt påvirket av forsuring. Det foreligger heller ikke forsuringsskader pga. sur nedbør i øvrige deler av vassdraget med unntak av noen mindre skogstjern som ligger på åsen sør for Kjøljuva (pers. oppl. fra fiskeforvalter Ola Hegge ved Fylkesmannen i Oppland). Disse tjerna blir kalket av Nordre-Land JFF.
- Det ble ikke påvist elve- og/eller bekkestrekninger med skadeeffekter av miljøgifter med akutteffekter, dvs. lokaliteter uten flora og/eller fauna, eller lokaliteter der det ble observert død fisk og/eller døde makrobunndyr.
- De bekker og bekkestrekninger som i hovedsak avvanner skogområder, hadde rentvannskarakter (Vannkvalitetsklasse I) med en flora og fauna som stort sett var i samsvar med forventet naturtilstand. Dvs. at de hadde god biologisk status.
- Øvre delen av Dokka, Synna, Livasselva, Gjerda og mesteparten av Kjøljuva var lite påvirket av forurensninger og hadde en flora og fauna som stort sett var i samsvar med forventet naturtilstand. Dvs. at de hadde god biologisk status. Øvre deler av hovedelva har imidlertid redusert produksjon av bunndyr og fisk som følge av kraftutbyggingen.
- Dokka på strekningen like oppstrøms samløp Etna samt Kjøljuva på en ca. 2 km lang strekning ved Solhaug/Vestvold var noe overgjødslet. Disse elvestrekningene hadde likevel en flora og fauna som var i nært samsvar med forventet naturtilstand og den biologiske status ble også her vurdert som god.
- De mindre elvene og bekkene som renner gjennom eller drenerer jordbruksområdene ved Skartlibygda, Nordbygda, Aust-Torpa, Vest-Torpa og Loengbygda/Dælibygda, lite påvirket av forurensning og hadde en flora og fauna som var i nært samsvar med forventet naturtilstand. Dvs. at de hadde god biologisk status. Unntak her var en liten bekk i Vest-Torpa (se punkt nedenfor).
- Nederste delen av Dokkaelva etter samløp Etna var klart overgjødslet tilsvarende vannkvalitetsklasse II, og like nedstrøms utslippet fra det kommunale renseanlegget på Dokka var elva lokalt også synlig påvirket av lettredbrytbart organisk stoff. Dvs. at Dokkaelva her var moderat påvirket tilsvarende vannkvalitetsklasse II-III. Klart overgjødslet var også bekken som renner ut/gjennom Fosa Settefiskeanlegg som ligger like ved Åmot og et mindre elfefar av Dokkaelva ved Dokka sentrum. Disse lokalitetene er markert med grønne ringer i Figur 25. Her var det økt forekomst av vannvegetasjon og bunndyr, og vi vurderte den biologiske status som moderat.
- Med unntak av en mindre bekk i Vest-Torpa ble det ikke observert elve- og/eller bekkestrekninger med så stor forekomst av jernhydroksid/oker ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) at dette medførte skadeeffekter ("giftig jern"). Bekken ved Vest-Torpa, som er markert med en gul ring i Figur 25, drenerer et jorde og var også noe påvirket av lettredbrytbart stoff og næringssalter. Bekken hadde dårlig biologisk status tilsvarende vannkvalitetsklasse III.
- Med unntak fra Pussrudelva, som renner gjennom Elverum tettsted, og som var sterkt forurenset av boligkloakk, ble det ikke funnet elve- eller bekkestrekninger som var direkte forurenset. Dvs. lokaliteter der det var synlig heterotrof begroing og vond lukt. Det kommunale renseanlegget i Elverum tettsted benytter Pussrudelva som resipient. Elva var sterkt forurenset der avløpsvannet fra renseanlegget munner ut, tilsvarende vannkvalitetsklasse IV. Langs elva skjer det en selvrensingsprosess, og forholdene i Pussrudelva var klart bedre (vannkvalitetsklasse II, moderat påvirket) der elva renner sammen med Dokka. Vi vurderte den biologiske status i Pussrudelva

nedstrøms Elverum som meget dårlig til dårlig. Oppstrøms Elverum var elva lite påvirket av forurensning og hadde god biologisk status.

- Deler av Livasselva og Kjøljua var mer eller mindre påvirket av leir- og jordpartikler samt noe sand som dekket bunnen i kulper og på mer stilleflytende partier. Her vil det sannsynligvis også være stor partikkeltransport i snøsmeltingsperioden og når det kommer mye regn. Økt forekomst av partikler og/eller sand i bunnssubstratet forringer levevilkårene (habitatene) for flora og fauna. Årsaken til den økte partikkelforekomsten er transport av leir- og jordpartikler fra dyrket mark og kjøreveier. Partikkelforurensning vurderes likevel ikke å være noe direkte problem i Dokka-vassdraget for tiden. På slutten av 1980-tallet, i forbindelse med anleggsarbeidene ved Dokkautbyggingen, var imidlertid partikkeltransporten i Dokka meget stor (Rognerud et al. 1992).
- Selvreinsingsevnen og resipientkapasiteten vurderes stort sett som god i Dokka-vassdraget, men særlig i perioder med lav vannføring vil sannsynligvis elvas nederste del få redusert selvreinsingsevne og dermed nedsatt resipientkapasitet. Sannsynligvis vil det da kunne bli stor og sjenerende forekomst av fastsittende alger, og muligens vil det også kunne utvikles synlig heterotrof begroing ("lammehaler" og lignende) i elva like nedstrøms utslippet fra Dokka renseanlegg. Renseanlegget har ikke biologisk rensetrinn (Gunnar Øversveen, Nordre Land kommune, pers. oppl.).

Forslag til tiltak

- En forutsetning for at nedre del av Etna- og Dokka-vassdraget skal kunne opprettholde akseptabel vannkvalitet, god biologisk status og tilstrekkelig resipientkapasitet, er at særlig tilførselen av næringssalter ikke øker. Videre at tilførselen av næringssalter og lettnedbrytbart organisk stoff (dvs. kloakken) til Pussrudelva og nederste del av Dokka blir redusert. Det er dessuten viktig at en opprettholder en rik kantvegetasjon som bl.a. kan begrense lystilgangen og der det er dyrket mark også kan tjene som buffersone. Det er også ønskelig at tilførselen av leir- og jordpartikler samt sand fra dyrket mark og kjøreveier blir redusert, f.eks. langs nedre del av Etna.
- Det er viktig at de forurensningsbegrensende tiltakene, som er satt i verk i nedbørfeltet til Dokkavassdraget, videreføres og ikke minst blir forbedret. Det kommunale avløpsanlegget i Dokka synes å virke godt, mens det kommunale renseanlegget i Elverum ikke hadde akseptabel rensing, sannsynligvis først og fremst fordi biorotoren var satt ut av drift. Fra Nordre Land kommune har vi fått opplyst at biorotoren ble bygget opp igjen og satt i drift i løpet av høsten 2004 (G. Øversveen pers. oppl.). Videre bør separatanlegg i spredt bosetting med direkte utslipp, bare slamavskillere og/eller sandfilter oppgraderes til høyere standard (jfr. Fylkesmannen i Oppland/Oppland fylkeskommune 2000). En bør også knytte flere hustander til de kommunale nettene. Videre er det viktig at jordbruket opprettholder årvåkenhet mot utslipp og gjennomfører tiltak for å hindre akuttutslipp og lekkasjer fra gjødselkjellere, melkerom, siloanlegg, frittliggende deponier med gjødsel og uteforplasser. Det er også viktig å begrense lekkasje og transport av sprøytmiddelrester, næringssalter samt leir- og jordpartikler fra dyrket mark.
- Kantvegetasjonen langs vassdraget må mest mulig opprettholdes/reetableres. En velutviklet kantvegetasjon/buffersone vil redusere lystilgangen og herved redusere produksjonen av fastsittende alger og høyere vegetasjon samt også kunne redusere transporten av næringssalter og leir- og jordpartikler fra dyrket mark. Videre utgjør kantvegetasjonen en viktig viltbiotop, og den produserer organisk materiale (løvfall etc.) som kan bli næring for bunndyr og fisk.
- En bør ikke ta ut mer vann til jordvanning fra de mindre bekkene enn at biologisk mangfold og forsvarlig fortykningsevne kan opprettholdes.



Figur 25. Forurensningssituasjonen i Etna og Dokka i Nordre Land kommune i august 2004, vurdert ut fra de biologiske forhold. Vannforekomster som ikke er vurdert, er ikke fargelagt.

3. Litteratur

Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton. NIVA-rapport. Løpenr. 2344. 111 s.

Bækken, T. og Kjellberg, G. 2004. Klassifisering av surhetsgrad og vurdering av forsurening i rennende vann basert på forekomst av makrobunndyr. Klassifiseringssystem tilpasset humusrike elver og bekker i østlandsområdet. NIVA-rapport nr. 4923-2004. 13 s.

EUs Vanddirektiv 2000: Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy., European Union, The Council, PE-CONS 3639/00, ENV 221 CODEC 513, Brussel, 18 July 2000.

Faafeng, B., Løvik, J.E., og Sahlqvist, E.-Ø. 1982. Rutineovervåking av Randsfjorden 1981. Overvåkningsrapport 35/82. NIVA-rapport. Løpenr. 1373. 18 s.

Fylkesmannen i Oppland/Oppland Fylkeskommune 2000. Miljøtilstanden i Oppland 2000. 48 s.

Gerten, D. & Adrian, R. 2002. Species-specific changes in the phenology and peak abundance of freshwater copepods in response to warm summers. *Freshwat. Biol.*, 47: 2163-2173.

Hessen, D.O. 1985. Filtering structures and particle size selection in coexisting Cladocera. *Oecologia (Berlin)* 66: 368-372.

Hessen, D.O., Faafeng, B.A. & Andersen, T. 1995. Replacement of herbivore zooplankton species along gradients of ecosystem productivity and fish predation pressure. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 733-742.

Kjellberg, G., Hegge, O. og Løvik, J.E. 2001. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport for 2000. NIVA-rapport. Løpenr. 4364-2001. 129 s.

Kjellberg, G. 2004a. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Samlerapport for 2001 og 2002. NIVA-rapp. Løpenr. 4816-2004. 165 s.

Kjellberg, G. 2004b. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Nord-Odal kommune. Årsrapport for 2003. NIVA-rapp. Løpenr. 4932-2004. 38 s.

Kroken, A. og Faugli, P.E. (red.) 1990. Etterundersøkelser i Dokka. Norges Vassdrags- og Energiverk. Publikasjon nr. 43. 183 s.

Lindstrøm, E-A, P. Brettum, S.W. Johansen og M. Mjelde. 2004. Vannvegetasjon i norske vassdrag. Kritiske grenseverdier for forsurening. Effekter av kalking. NIVA-rapp. Løpenr. 4821-2004. 133 s.

Lydersen, E., Aanes, K.J., Andersen, S., Andersen, T., Brettum, P., Bekken, T., Lien, L., Lindstrøm, E.A., Løvik, J.E., Mjelde, M., Oredalen, T.J., Solheim, A.L., Romstad, R., Rørslett, B. og Saloranta, T. 2003. Thermosprosjektet – Fagrapport 1998-2002. NIVA-rapport. Løpenr. 4720-2003. 119 s.

Løvik, J.E. and Andersen, T. 2000. Temporal and spatial patterns in the zooplankton community structure of a large, oligotrophic lake (Randsfjorden, SE Norway). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27, 1050-1055.

Løvik, J.E. og Kjellberg, G. 2002. Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Randsfjorden med tilløpselver. Datarapport for 2001. NIVA-rapport. Løpenr. 4510-2002. 36 s.

Løvik, J.E. og Kjellberg, G. 2003. Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Randsfjorden med tilløpselver. Datarapport for 2002. NIVA-rapport. Løpenr. 4636-2003. 42 s.

- Løvik, J.E. og Kjellberg, G. 2004. Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Randsfjorden med tilløpselver. Datarapport for 2003. NIVA-rapport. Løpenr. 4817-2004. 41 s.
- Løvik, J.E. og Rognerud, S. 2001. Vannkvaliteten i Randsfjorden og Dokkfløymagasinet i perioden 1988-2000. NIVA-rapport. Løpenr. 4357-2001. 51 s.
- Pace, M. L. 1984. Zooplankton community structure, but not biomass, influences the phosphorus-chlorophyll a relationship. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 1089-1096.
- Rognerud, S., Løvik, J.E. og Brettum, P. 1992. Undersøkelser av Randsfjorden og Dokka. Sluttrapport for undersøkelsene i 1988-91. NIVA-rapport. Løpenr. 2746-1992. 39 s.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:04. 31 s.
- Skjelkvåle, B.L., Stoddard, J., Jeffries, D., Tørseth, K., Høgåsen, T., Bowman, J., Licsko, I., Lyulko, I., Mannio, J., Monteith, D., Mosello, R., Rogora, M., Rzychon, D., Srybny, A., Talkop, R., Vesely, J., Wieting, J., Wilander, A. and Worsztynowicz, A. 2003. Trends in surface water chemistry 1990-2001. In: Skjelkvåle, B.L. (Ed.). *The 15-year report: Assessment and monitoring of surface waters in Europe and North America; acidification and recovery, dynamic modelling and heavy metals.* ICP Waters report 73/2003: 27-50.
- Østrem, G., Flakstad, N. og Santha, J.M. 1984. Dybdekart over norske innsjøer. Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen. Medd. nr. 48 fra Hydrologisk avdeling. 128 s.

4. Vedlegg

Tabell I. Primærdata fra undersøkelsene i Randsfjorden og Dokkfløymagasinet i 2004.

R 1 = Randsfjorden, hovedst. v. Grymyr (0-10 m), R 6 = Flubergfjorden (0-10 m),

Dok = Dokkfløymagasinet (0-10 m).

	21.jun	21.jul	16.aug	06.sep	18.okt	Middelv.	Klasse
Klorofyll-a ($\mu\text{g/l}$)							
R 1	1,6	1,3	2,0	1,6	1,0	1,5	I
R 6	1,3	1,7	1,3	1,3	0,5	1,2	I
Dok		1,0	1,3	1,5		1,3	I
Tot-P ($\mu\text{gP/l}$)							
R 1	4,1	2,2	2,5	4,6	3,2	3,3	I
R 6	6,6	4,2	4,5	7,0	5,5	5,6	I
Dok		4,0	3,6	6,0		4,5	I
Tot-N ($\mu\text{gN/l}$)							
R 1	474	490	440	473	499	475	III
R 6	357	327	317	342	307	330	II
Dok		223	188	215		209	I
NO3 ($\mu\text{gN/l}$)							
R 1	349	339	301	318	354	332	
R 6	192	133	136	122	131	143	
Dok		39	<20	29		26	
Silisium (mgSiO_2/l)							
R1	2,78	3,29	3,27	4,13	3,66	3,43	
R6	2,61	3,14	3,04	3,80	3,91	3,30	
pH							
R 1	7,1	7,2	7,4	7,1	7,1	7,2	I
R 6	6,8	7,1	7,1	7,0	6,8	7,0	I
Dok		6,6	7,0	6,7		6,8	I
Alkalitet (mmol/l)							
R 1	0,248	0,252	0,255	0,250	0,253	0,252	I
R 6	0,171	0,192	0,223	0,224	0,174	0,197	II
Dok		0,081	0,098	0,101		0,093	II
Turbiditet (F.N.U.)							
R 1		0,28	0,34	0,27	0,31	0,30	I
R 6		0,58	0,46	0,60	0,65	0,57	II
Dok		0,54	0,44	0,39		0,46	I
Konduktivitet (mS/m)							
R1	4,48	4,55	4,50	4,56	4,76	4,57	
R6	3,24	3,42	3,81	3,77	3,31	3,51	
Dok		1,52	3,80	1,65		2,32	
Fargetall (mgPt/l)							
R 1	20	21	18	24	21	21	II
R 6	26	28	27	35	24	28	III
Dok		32	25	28		28	III
Siktedyp (m)							
R 1	8,0	7,9	7,8	7,7	7,9	7,9	I
R 6	5,4	5,4	5,6	5,6	5,1	5,4	II
Dok		6,4	6,8	6,2		6,5	I
E. coli på 1 m dyp (ant./100 ml)							
R 1	0	0	2	4	2	4*	I
R 6	0	1	1	5	2	5*	II
Dok		0	0	4		4*	I

* 90 prosentiler

Tabell II. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra : Randsfjorden, St_1

Verdier gitt i mm^3/m^3 (=mg/m³ våtvekt)

	År	2004	2004	2004	2004	2004
	Måned	6	7	8	9	10
	Dag	21	21	16	6	18
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m	0-10m	0-10m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)						
Chroococcus limneticus		.	.	.	0,2	.
Snowella lacustris		.	.	0,5	0,2	.
Woronichinia compacta		.	.	0,2	.	.
Sum - Blågrønnalger		0,0	0,0	0,6	0,4	0,0
Chlorophyceae (Grønnalger)						
Botryococcus braunii		.	0,6	3,0	0,5	0,5
Carteria sp. (I=6-7)		.	.	2,0	0,4	.
Chlamydomonas sp. (I=8)		0,3	.	2,1	0,3	0,3
Dictyosphaerium subsolitarium		.	0,6	.	.	.
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		0,5	0,3	0,1	0,1	.
Gyromitus cordiformis		.	.	0,3	.	.
Monoraphidium contortum		.	.	0,2	.	.
Monoraphidium dybowskii		0,9	5,4	3,6	4,5	1,6
Monoraphidium griffithii		0,2	0,2	0,4	0,2	.
Oocystis marssonii		.	.	0,2	.	.
Oocystis submarina v. variabilis		0,4	3,8	.	.	.
Quadrigula pfitzeri		.	.	.	0,5	.
Scenedesmus sp. (Sc.bicellularis ?)		.	2,7	.	.	.
Selenastrum capricornutum		.	5,6	0,3	.	.
Sphaerocystis Schroeteri		.	0,3	.	0,3	.
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		.	1,0	0,8	.	.
Sum - Grønnalger		2,3	20,4	13,0	6,7	2,3
Chrysophyceae (Gullalger)						
Bitrichia chodatii		.	.	1,1	.	.
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)		.	.	.	0,1	.
Craspedomonader		0,1	0,6	1,2	0,8	0,2
Cyster av Chrysolykos skujai		.	.	.	0,4	.
Dinobryon borgei		0,2	0,4	0,3	0,6	0,1
Kephyrion sp.		0,1	.	.	0,1	.
Mallomonas akrokomos (v.parvula)		.	.	0,7	0,5	.
Mallomonas caudata		.	.	0,6	.	.
Mallomonas cf.maiorensis		.	.	0,7	0,7	.
Mallomonas spp.		0,3	1,2	1,0	0,5	0,3
Ochromonas sp.		1,2	.	.	20,4	3,1
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		2,1	3,7	4,6	4,2	3,1

Ochromonas spp.	.	3,2	6,0	.	.
Pseudokephyrion alaskanum	0,1	.	.	.	.
Små chrysomonader (<7)	15,7	16,9	25,5	12,7	7,6
Stichogloea doederleinii	.	.	1,2	.	.
Store chrysomonader (>7)	6,9	4,3	16,4	6,9	2,6
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	.	2,3	.	0,7	0,8
Ubest.chrysofytce	.	0,1	.	.	.
Sum - Gullalger	26,8	32,7	59,2	48,7	17,9
Bacillariophyceae (Kiselalger)					
Asterionella formosa	0,3	.	.	.	.
Aulacoseira alpigena	0,9	2,9	6,9	3,2	1,2
Aulacoseira islandica (morf.helvetica)	2,8	.	.	.	.
Cyclotella comta v.oligactis	0,2	.	1,5	2,6	.
Cyclotella glomerata	1,5	8,5	10,2	0,4	.
Cyclotella radiosa	.	0,7	1,0	1,8	.
Eunotia lunaris	.	.	.	.	0,2
Fragilaria nanana	.	.	.	.	0,9
Fragilaria sp. (l=30-40)	.	0,1	.	.	.
Fragilaria sp. (l=40-70)	5,0	0,6	0,2	0,2	.
Fragilaria ulna (morfotyp"acus")	0,3	0,3	.	.	.
Rhizosolenia longiseta	10,2	0,5	.	.	.
Stephanodiscus hantzschii	0,3	.	.	.	.
Tabellaria fenestrata	1,4	2,5	.	.	.
Tabellaria flocculosa	.	.	.	0,2	.
Sum - Kiselalger	22,8	16,1	19,9	8,3	2,2
Cryptophyceae (Svelgflagellater)					
Cryptomonas cf.erosa	3,1	4,3	8,5	11,5	10,8
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	1,5	0,6	1,3	4,8	4,0
Cryptomonas marssonii	0,6	0,6	0,8	4,2	2,9
Cryptomonas sp. (l=15-18)	.	1,2	.	.	1,0
Cryptomonas spp. (l=24-30)	.	0,5	1,8	3,6	2,3
Katablepharis ovalis	1,7	4,3	4,3	1,2	0,1
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	14,8	28,6	34,7	30,1	9,3
Rhodomonas lens	.	.	.	.	1,4
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	0,2	.	5,4	3,3	1,9
Sum - Svelgflagellater	22,0	40,1	56,8	58,7	33,6
Dinophyceae (Fureflagellater)					
Ceratium hirundinella	6,5	.	13,0	.	.
Cyster av dinophyceer	.	.	.	.	0,3
Gymnodinium cf.lacustre	0,2	1,0	3,2	1,1	0,4
Gymnodinium cf.uberrimum	.	2,9	2,9	14,5	.
Gymnodinium helveticum	.	.	.	7,2	.
Gymnodinium sp. (l=14-16)	.	1,0	1,7	1,0	0,5
Peridinium sp. (l=15-17)	.	.	0,3	.	0,3
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	.	.	3,0	14,4	.
Ubest.dinoflagellat	0,8	0,5	3,7	0,4	.
Sum - Fureflagellater	7,5	5,4	27,8	38,6	1,5
Haptophyceae					

Chrysochromulina parva	1,7	.	1,9	.	0,1
Sum - Haptophyceae	1,7	0,0	1,9	0,0	0,1
My-alger					
My-alger	16,4	22,8	13,4	17,3	7,5
Sum - My-alge	16,4	22,8	13,4	17,3	7,5
Sum totalt :					
	99,6	137,4	192,5	178,6	65,1

Tabell III. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra : Randsfjorden, St_6

Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2004	2004	2004	2004	2004
	Måned	6	7	8	9	10
	Dag	21	21	16	6	18
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m	0-10m	0-10m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)						
Anabaena lemmermannii	.	.	.	0,3	.	.
Snowella lacustris	.	.	.	0,2	.	.
Sum - Blågrønnalger	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	
Chlorophyceae (Grønnalger)						
Botryococcus braunii	.	.	0,5	0,5	.	.
Carteria sp. (I=6-7)	.	.	.	.	0,2	.
Chlamydomonas sp. (I=12)	.	.	.	0,1	0,1	.
Chlamydomonas sp. (I=8)	.	0,5	2,0	.	.	.
Cosmarium sphagnicolum v. pachygonum	.	.	.	0,4	.	.
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	0,1	0,3	0,8	.	.	.
Euastrum elegans	.	0,3	.	.	.	.
Gyromitus cordiformis	0,2	0,1	.	0,1	0,2	.
Koliella sp.	0,1	.	.	.	.	.
Monoraphidium dybowskii	0,2	1,2	.	0,5	0,2	.
Monoraphidium griffithii	.	0,3	.	.	.	.
Nephrocytium limneticum	0,2	.	.	0,2	.	.
Oocystis submarina v. variabilis	.	0,8	.	0,2	.	.
Paramastix conifera	0,9	.	.	.	0,1	.
Quadrigula pfitzeri	.	.	0,5	.	.	.
Selenastrum capricornutum	.	0,2	.	.	.	.
Tetraedron minimum v. tetralobulatum	.	0,2	.	.	.	.
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	.	.	0,4	.	.	.
Willea irregularis	.	.	.	0,2	.	.
Sum - Grønnalger	1,7	3,8	4,2	2,2	0,8	

Chrysophyceae (Gullalger)

Bitrichia chodatii	.	.	1,2	.	.
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.	.	.	0,4	.
Chrysidiastrum catenatum	.	0,4	.	.	.
Chrysolykos skujai	.	0,3	.	.	.
Craspedomonader	0,3	2,7	1,7	1,0	1,4
Cyster av Chrysolykos skujai	.	.	.	0,7	.
Dinobryon bavaricum	0,6	.	0,3	.	.
Dinobryon borgei	1,1	1,5	0,6	0,3	.
Dinobryon crenulatum	0,4	1,2	.	0,4	.
Dinobryon divergens	6,7	.	.	.	.
Dinobryon sociale v.americanum	.	0,4	0,8	.	.
Dinobryon suecicum v.longispinum	.	0,5	.	.	.
Kephyrion sp.	0,1	0,4	.	1,1	.
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	0,5	.	0,5	1,6	.
Mallomonas caudata	.	3,5	.	1,0	.
Mallomonas spp.	1,2	1,1	3,9	3,3	0,3
Mallomonas tonsurata	.	0,9	.	.	.
Ochromonas sp.	3,2	4,6	4,4	7,4	3,8
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	4,5	5,2	3,8	9,7	3,3
Pseudokephyrion alaskanum	.	0,3	.	.	.
Små chrysomonader (<7)	22,7	23,4	17,1	22,2	8,8
Spiniferomonas sp.	.	.	.	0,4	.
Stellexomonas dichotoma	.	0,3	.	.	0,4
Stichogloea doederleinii	.	.	.	.	0,5
Store chrysomonader (>7)	6,9	14,6	5,2	17,2	3,4
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	1,3	1,0	.	1,0	1,7
Ubest.chrysophyce	0,2	0,2	0,1	.	.
Uroglena americana	1,1	1,4	.	.	.
Sum - Gullalger	50,9	63,9	39,5	67,6	23,6

Bacillariophyceae (Kiselalger)

Asterionella formosa	.	0,7	.	.	.
Aulacoseira alpigena	1,4	1,2	2,0	3,9	0,9
Cyclotella comta v.oligactis	0,5	1,8	1,9	2,7	.
Cyclotella glomerata	.	0,4	.	0,5	.
Cyclotella radiosa	.	0,7	.	1,5	0,4
Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	.	.	.	.	0,2
Fragilaria sp. (l=30-40)	.	0,1	.	0,1	.
Fragilaria sp. (l=40-70)	1,6	0,9	0,8	.	.
Rhizosolenia longiseta	0,4	0,5	0,5	0,5	0,1
Tabellaria flocculosa	1,8	.	.	.	.
Sum - Kiselalger	5,6	6,2	5,2	9,2	1,6

Cryptophyceae (Svelgflagellater)

Chroomonas sp.	.	.	.	0,2	.
Cryptaulax vulgaris	0,3	.	.	.	0,2
Cryptomonas cf.erosa	2,3	4,8	5,8	14,8	3,5
Cryptomonas curvata	.	0,9	.	.	.
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	.	0,7	.	4,3	.
Cryptomonas marssonii	0,8	.	0,6	1,6	0,6
Cryptomonas sp. (l=15-18)	.	0,3	0,5	.	.

Cryptomonas sp. (l=20-22)	.	.	.	4,2	.
Cryptomonas spp. (l=24-30)	0,5	1,4	1,4	5,9	0,9
Katablepharis ovalis	2,6	4,8	2,1	1,4	0,5
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	29,8	31,0	31,0	22,3	4,2
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	1,4	2,1	2,3	9,9	0,7
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	.	0,7	.	0,2	.
Sum - Svelgflagellater	37,7	46,6	43,7	64,7	10,7
Dinophyceae (Fureflagellater)					
Gymnodinium cf.lacustre	0,2	0,6	2,0	1,8	.
Gymnodinium cf.uberrimum	11,6	.	.	.	.
Gymnodinium sp. (l=14-16)	.	1,2	1,7	2,4	.
Peridinium sp. (l=15-17)	0,7	.	0,3	.	.
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	0,5	7,4	2,2	0,4	.
Ubest.dinoflagellat	1,4	2,8	.	.	.
Sum - Fureflagellater	14,3	12,0	6,2	4,5	0,0
Haptophyceae					
Chrysochromulina parva	0,3	.	0,5	.	.
Sum - Haptophyceae	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0
My-alger					
My-alger	16,1	25,3	9,6	23,7	10,6
Sum - My-alge	16,1	25,3	9,6	23,7	10,6
Sum totalt :	126,6	157,9	108,8	172,4	47,3

Tabell IV. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra : Dokkfløymagasinet

Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2004	2004	2004
	Måned	7	8	9
	Dag	21	16	6
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)				
Anabaena lemmermannii		1,8	1,4	.
Chroococcus limneticus		.	.	0,2
Merismopedia tenuissima		.	0,2	0,7
Sum - Blågrønnalger		1,8	1,6	0,8
Chlorophyceae (Grønnalger)				
Chlamydomonas sp. (l=12)		.	.	0,7
Chlamydomonas sp. (l=8)		0,3	.	.

Crucigenia quadrata	.	0,5	1,9
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	0,2	0,5	0,3
Gyromitus cordiformis	0,3	.	0,1
Monoraphidium dybowskii	.	0,2	1,2
Monoraphidium griffithii	0,1	.	0,2
Nephrocytium limneticum	.	0,2	0,2
Oocystis marssonii	0,2	.	.
Oocystis rhomboidea	.	0,1	0,2
Oocystis submarina v.variabilis	0,3	0,6	0,8
Pediastrum tetras	.	0,1	.
Quadrigula pfitzeri	.	.	0,2
Scenedesmus arcuatus	.	0,5	.
Sphaerocystis schroeteri	0,6	.	.
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	.	0,1	.
Willea irregularis	.	.	0,1
Sum - Grønnalger	1,9	2,7	6,0
Chrysophyceae (Gullalger)			
Bitrichia chodatii	0,5	0,7	0,4
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	3,7	0,2	.
Chrysococcus cordiformis	0,3	.	.
Craspedomonader	.	0,6	1,1
Cyster av Chrysolykos skujai	.	.	0,1
Dinobryon borgei	0,8	0,2	.
Dinobryon sociale v.americanum	.	0,2	.
Kephyrion sp.	0,1	.	.
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	0,3	.	.
Mallomonas caudata	.	1,2	0,7
Mallomonas spp.	1,2	.	0,7
Ochromonas sp.	1,2	3,4	12,0
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	2,7	3,0	5,2
Små chrysomonader (<7)	5,0	7,1	15,3
Stelaxomonas dichotoma	0,1	.	.
Stichogloea doederleinii	0,6	2,1	22,6
Store chrysomonader (>7)	1,3	3,9	9,5
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	2,2	0,5	4,3
Ubest.chrysophyceae	.	0,1	0,1
Sum - Gullalger	19,9	23,1	71,8
Bacillariophyceae (Kiselalger)			
Asterionella formosa	.	0,4	0,1
Aulacoseira alpigena	3,7	10,9	22,1
Cyclotella comta v.oligactis	1,8	0,6	1,8
Fragilaria sp. (l=40-70)	.	0,2	0,1
Sum - Kiselalger	5,5	12,0	24,2
Cryptophyceae (Svelgflagellater)			
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	1,0	0,3	.
Cryptomonas marssonii	.	.	0,6
Cryptomonas sp. (l=20-22)	3,4	4,6	5,3
Cryptomonas spp. (l=24-30)	0,5	0,9	2,3
Katablepharis ovalis	0,8	3,3	1,7

Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	7,7	17,1	28,6
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	1,7	5,6	3,6
Sum - Svelgflagellater	15,1	31,8	42,1
Dinophyceae (Fureflagellater)			
Gymnodinium cf.lacustre	0,2	1,1	1,4
Gymnodinium sp. (l=14-16)	.	1,5	1,7
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	.	1,1	3,6
Ubest.dinoflagellat	.	.	0,9
Sum - Fureflagellater	0,2	3,8	7,6
My-alger			
My-alger	20,5	16,3	12,4
Sum - My-alge	20,5	16,3	12,4
Sum totalt :	64,7	91,4	164,9

Tabell IV. Krepssdyrplankton i Randsfjorden st. 1 i 2004, mg tørrvekt pr. m² (0-20 m).

	21.06.2004	21.07.2004	16.08.2004	06.09.2004	18.10.2004	Middelv.
<i>Hoppekreps (Copepoda):</i>						
<i>Calanoida:</i>						
Limnocalanus macrurus	0	0	0	0	0,3	0,1
Hetercope appendiculata	56,1	51,3	139,6	100,1	4,4	70,3
Eudiaptomus gracilis	613,2	449,6	189,2	57,4	55,2	272,9
Sum Calanoida	669,3	500,9	328,8	157,5	59,9	343,3
<i>Cyclopoida:</i>						
Mesocyclops leuckarti	22,5	5,9	22,6	26,5	3,2	16,1
Thermocyclops oithonoides	0,9	2,5	6,4	3,7	0,4	2,8
Cyclops scutifer	39,7	32,6	7,1	13,2	19,1	22,3
Sum Cyclopoida	63,1	41,0	36,1	43,4	22,7	41,3
<i>Vannlopper (Cladocera):</i>						
Leptodora kindtii	0	0	30,0	0	0	6,0
Diaphanosoma brachyurum	1,0	0	1,0	0	0	0,4
Holopedium gibberum	176,7	11,3	35,7	64,7	2,5	58,2
Daphnia galeata	55,6	142,1	172,7	87,4	8,4	93,2
Daphnia cristata	5,2	2,8	0,8	0	1,2	2,0
Bosmina longispina	152,0	128,5	90,2	98,0	17,8	97,3
Polyphemus pediculus	0,5	0	0	0	0	0,1
Sum Cladocera	391,0	284,7	330,4	250,1	29,9	257,2
Sum krepssdyrplankton	1123,4	826,6	695,3	451,0	112,5	641,8

Tabell V. Krepsdyrplankton i Randsfjorden st. 6 i 2004, mg tørrvekt pr. m² (0-20 m).

	21.06.2004	21.07.2004	16.08.2004	06.09.2004	18.10.2004	Middelv.
<i>Hoppekreps (Copepoda):</i>						
<i>Calanoida:</i>						
<i>Limnocalanus macrurus</i>	8,5	21,5	0	0	4,2	6,8
<i>Heterocope appendiculata</i>	200,4	320,0	113,5	35,6	0,5	134,0
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	29,5	284,1	164,4	67,2	67,5	122,5
Sum <i>Calanoida</i>	238,4	625,6	277,9	102,8	72,2	263,4
<i>Cyclopoida:</i>						
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	1,5	2,8	4,6	5,8	5,0	3,9
<i>Thermocyclops oithonoides</i>	0	3,3	12,6	9,0	1,4	5,3
<i>Cyclops scutifer/Megacyclops spp.</i>	6,4	10,8	7,9	2,4	19,4	9,4
Sum <i>Cyclopoida</i>	7,9	16,9	25,1	17,2	25,8	18,6
<i>Vannlopper (Cladocera):</i>						
<i>Leptodora kindtii</i>	0	37,5	0	0	0	7,5
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0	0	0	0,3	0	0,1
<i>Holopedium gibberum</i>	24,5	30,1	14,6	44,2	2,8	23,2
<i>Daphnia galeata</i>	49,4	40,5	41,8	22,5	8,8	32,6
<i>Daphnia cristata</i>	6,4	89,0	575,6	202,0	177,5	210,1
<i>Bosmina longispina</i>	255,2	205,4	79,8	110,8	76,2	145,5
<i>Bythotrephes longimanus</i>	0	3,5	0	0	0	0,7
<i>Alonopsis elongata</i>	0	0	0	0,6	0	0,1
<i>Chydorus sphaericus</i>	0	0	0	0,3	0	0,1
Sum <i>Cladocera</i>	335,5	406,0	711,8	380,7	265,3	419,9
Sum krepsdyrplankton	581,8	1048,5	1014,8	500,7	363,3	701,8

Tabell VII. Lengder av dominerende vannlopper (voksne hunner) i Randsfjorden og Dokkfløymagasinet i 2004. Middellengder og variasjonsbredder (i parentes) er gitt.

	Randsfjorden st. 1	Randsfjorden st. 6	Dokkfløymagasinet
<i>Holopedium gibberum</i>	1,03 (0,74-1,36)	1,03 (0,86-1,26)	1,56 (1,20-1,80)
<i>Daphnia galeata</i>	1,40 (1,20-1,60)	1,35 (1,16-1,66)	1,72 (1,36-1,96)
<i>Daphnia cristata</i>	-	1,08 (0,90-1,32)	1,06 (1,00-1,20)
<i>Bosmina longispina</i>	0,70 (0,56-0,80)	0,61 (0,52-0,76)	0,61 (0,54-0,70)

Vurderingssystem brukt ved biologiske feltobservasjoner

Vurdering og klassifisering av forurensningsgrad gjøres ut fra avvik i forhold til kjent eller forventet naturtilstand. Dvs. at vi forsøker å skille effekten av menneskelig påvirkning fra naturgitte variasjoner (se også SFT's "Miljømål for vannforekomstene" (Bratli 1995)). Videre vurderes økologisk status i forhold til satte miljømål om slike finnes. En biologisk befaring er en god kontroll på om fastsatte miljøkvalitetsmål er nådd. EU's rammedirektiv for vannforekomster krever at forurensningsgrad og påvirkningsgrad mest mulig skal bli vurdert ut fra biologiske kriterier og vurderes som avvik fra den "naturlige" tilstanden. Som regel ønsker en å beholde en vannkvalitet og økologisk status som er lik eller tilnærmet lik forventet naturtilstand (se SFT's "Miljøkvalitetsmål for vannforekomstene" (Bratli et al. 1998, Hauan og Størset 1997)). Med forventet naturtilstand menes ifølge DN og SFT (1997) den økologiske status (miljøkvalitetstilstand) en ville ha hatt i vassdraget/lokaliteten om det/den ikke hadde vært påvirket av menneskelige aktiviteter. Dersom avviket er stort og naturgitte biologisk mangfold er klart redusert eller forandret, betegner vi vassdraget/lokaliteten som forurenset og at vassdraget/lokaliteten ikke har akseptabel (dvs dårlig eller meget dårlig) økologisk status. Er høyere biologisk liv utslått, betegnes vassdraget/lokaliteten som totalskadd. Der avviket er lite eller moderat, men faglig dokumenterbart, og det biologiske mangfoldet i liten grad er blitt forandret, bruker vi benevnelsen påvirket. Påvirket tilsvarer "ubetydelig forurenset" og "Moderat forurenset" i SFTs klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (se SFT 1977).

For at resultatene skal bli mer oversiktlige og anvendbare benytter vi fire biologisk relaterte klasser (klasse I-IV) som beskriver økologisk status (Kjellberg et al. 1985). Klassifiseringen er i så stor grad som mulig forsøkt tilpasset SFT's klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997). Klassifiseringen skjer på bakgrunn av økologisk status og forurensningsgrad med hensyn til påvirkning av lett nedbrytbart organisk stoff (forråtnelse/saprobiering) og næringssalter (overgjødning/eutrofiering). Evt. giftpåvirkning og skadeeffekt av forurensning blir også vurdert. Det er også lagt vekt på fiskeforhold og mer hygieniske aspekter. De ulike klasser og overgangssoner er markert med farger slik at forurensningssituasjonen generelt kan visualiseres på et fargekart. Klasse I betegner rentvannsforhold der menneskelig (antropogen) forurensningspåvirkning på det biologisk liv ikke kan dokumenteres eller er liten. Klasse II angir vannforekomster som er moderat påvirket, men der flora og fauna stort sett har arter i samsvar med de naturgitte forhold. Som regel er det økt produksjonskapasitet i disse lokaliteter og økt forekomst av mer tolerante arter. Klasse III og IV angir vannforekomster som er mer markert forurenset og der naturgitt biodiversitet er redusert og til dels har gått tapt. Disse lokaliteter oppfattes også av folk flest som forurenset. Overgangssonene benyttes der det er vanskelig å vurdere hvilken klasse (lav eller høy) som skal benyttes. For mer inngående informasjon vises til Kjellberg et al. (1985).

Ved vurdering av om resipientkapasitet/tålegrense er overskredet eller ikke har vi satt forurensningsklasse II (grønn markering) som normgivende økologisk status i småbekker som renner gjennom jordbruksområder (inkl. støler og beitemarker) og mer bebygde områder (inkl. turistanlegg og hytteområder). Dvs. at klasse I (blå markering), I-II (blågrønn markering) og II (grønn markering) bedømmes som akseptabel tilstand økologisk sett, mens klasse II-III (grønn gul markering) og klassene over anses som ikke akseptabel økologisk status. Øvrige deler av vassdraget bør ikke være så forurensningspåvirket at de har en økologisk status som overskrider forurensningsklasse I (blå markering). Disse normene medfører at naturgitt biodiversitet kan opprettholdes i det meste av vassdraget, men det vil kunne være en viss forurensningspåvirkning i småbekkene som renner gjennom beiteområder, dyrket mark og mer befolkede områder. Det blir likevel ikke akseptert at det forekommer direkte forurensede elve- og bekkestreknings, med synlig heterotrof begroing og til tider sjenerende lukt pga. forråtnelsesprosesser. Om vi bruker disse normene som miljøkvalitetsmål, vil bekkene og særlig elvene i vassdraget kunne opprettholde en økologisk status som er i samsvar med rentvannsforhold og naturgitt tilstand. Videre vil også vassdraget generelt sett (av folk flest) oppfattes som rent.

Vurderingsgrunnlag

Lokalitetstype	Akseptabel tilstand
Elver og større bekker.	Forurensningsklasse I (blå markering).
Småbekker som drenerer lite berørte områder.	Forurensningsklasse I (blå markering).
Småbekker i bebygde områder og/eller i jordbruksområder.	Forurensningsklasse II (grønn markering) eller bedre.

Forurensningsklasse II-III (grønn-gul markering) og høyere aksepteres ikke i noen del av vassdraget.

Litteratur vedrørende vurderingssystem ved biologiske befaringsundersøkelser.

- Bratli, J.L. 1995. Miljømål for vannforekomstene. Forventet naturtilstand. SFT-veiledning Nr.95:04. TA-1141/1995. 43 s.
- Bratli, J.L., Hauan, E., Rosland, D.S., Sandnes, A.A., og Størset, L. 1998. Miljømål for vannforekomstene. Hovedveiledning. SFT-veiledning Nr.95:05. TA-1142. 54 s.
- Direktoratet for Naturforvaltning og Statens Forurensningstilsyn. 1997. Miljømål for vannforekomstene. Forslag til retningslinjer for kommunal fastsetting av miljømål og miljøkvalitetsnormer. 16 s.
- EU's Vanddirektiv 2000: Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy., European Union, The Council, PE-CONS 3639/00, ENV 221 CODEC 513, Brussel, 18 July 2000.
- Garnås, E. og Gunnerød, T.B. 1982. Fiskeribiologiske undersøkelser i regulerte vatn i Åbjøravassdraget i 1981. DN-Reguleringsundersøkelser. Rapp. 8-1982. 101 s.
- Hauan, E. og Størset, L. 1997. Miljømål for vannforekomstene. Retningslinjer og anbefalte miljøkvalitetsnormer. SFT-veiledning Nr.97:02. TA-1500/1997. 19 s.
- Kjellberg, G., Rognerud, S. og Gillund, O. 1985. Basisundersøkelse i Trysilelva 1981-1984. NIVA-rapp., løpenr. 1816. 103 s.
- Kjellberg, G., Hegge, O., Lindstrøm, E.-A., og Løvik, J.E. 2000. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport for 1999. NIVA-rapport lnr. 4170-2000. 127 s.
- Kjellberg, G. 2000. Biologisk befaringsundersøkelse i Viggavassdraget i Gran og Lunner kommuner 16. og 17. september 2000. NIVA-rapport løpenr. 4305-2000. 40 s.
- Lindstrøm, E-A. 1993. Økende grønske i norske vassdrag. Resultater av en spørreundersøkelse. NIVA-rapport Løpenr. 2859. 28 s.
- SFT 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. SFT-rapport 92:06, TA-905/1992. 30 s.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning. Nr.97:04. TA-1468/1997. 31 s.