

Overvåking av miljøtilstand i innsjøer i Valdres 2009



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

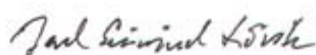
Tittel Overvåking av miljøtilstand i innsjøer i Valdres 2009	Løpenr. (for bestilling) 5958-2010	Dato April 2010
	Prosjektnr. Undernr. O-29307	Sider Pris 27
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik Pål Brettum	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Oppland	Trykket CopyCat AS

Oppdragsgiver(e) Nord-Aurdal kommune	Oppdragsreferanse Chr. Rieber-Mohn
---	---------------------------------------

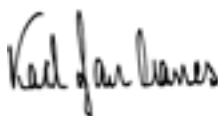
Sammendrag

Rapporten beskriver resultatene av en undersøkelse av miljøtilstanden i innsjøene Strondafjorden, Fløafjorden og Aurdalsfjorden i Begnavassdraget. Det var ubetydelige forskjeller i de fysiske/kjemiske forholdene og i mengde og sammensetning av planteplankton i de tre innsjøene. Alle er kalkfattige, klare innsjøer med en svakt sur til nøytral vannkvalitet. Basert på middelveiene for tot-P, tot-N, siktedyp, klorofyll-*a* og biomasse av planteplankton kan innsjøene karakteriseres som næringsfattige (oligotrofe). Graden av påvirkning fra tilførsler av næringsstoffer må anses som liten til moderat. Økologisk tilstand klassifiseres som svært god eller god basert på klorofyll-*a*, siktedyp og tot-N. Middelveien for tot-P lå imidlertid i grenseområdet mellom god og moderat tilstand i alle innsjøene (ca. 7 µg/l). Ut fra dette klassifiseres Fløafjordens og Aurdalsfjordens økologiske tilstand som moderat. Strondafjordens tilstand klassifiseres som god, men svært nær grensen mot moderat. Algemengdene i Strondafjorden var blant de laveste som er observert siden overvåkingen startet på 1980-tallet. En noe høyere midlere konsentrasjon av tot-P i 2009 sammenlignet med i 2000-2003 så ikke ut til å ha ført til noen økning i algemengden, trolig fordi en betydelig del av fosforet var relativt lite algetilgjengelig.

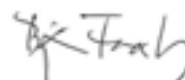
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Begnavassdraget Strondafjorden Vannkvalitet Miljøtilstand 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> The Begna watercourse Lake Strondafjorden Water quality Environmental status
---	--



Jarl Eivind Løvik
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

**Overvåking av miljøtilstand i
innsjøer i Valdres 2009**

Forord

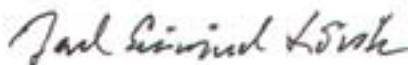
Rapporten omhandler resultatene av en undersøkelse av vannkvalitet og miljøtilstand i de tre innsjøene Strondafjorden, Fløafjorden og Aurdalsfjorden i Valdres i 2009. Undersøkelsen er utført på oppdrag fra Nord-Aurdal kommune.

Kontaktperson i kommunen har vært Christian Rieber-Mohn. Magne Drageset ved Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen, har også vært delaktig i utformingen av prosjektet. Jarl Eivind Løvik ved NIVAs Østlandsavdeling har vært prosjektleder og har stått for gjennomføringen av feltarbeidet med assistanse fra Mette-Gun Nordheim og Kristin Frodahl Rognerud (sommerhjelp), begge ved NIVAs Østlandsavdeling.

Kjemiske analyser er utført ved LabNett as (Hamar og Skien) bortsett fra klorofyll-*a* som er analysert ved NIVAs kjemilaboratorium i Oslo. Pål Brettum (tidligere seniorforsker ved NIVA) har analysert og vurdert planteplanktonmaterialet i samarbeid med Camilla H.C. Hagman (NIVA Oslo). Dyreplankton er analysert av Jarl Eivind Løvik. Mette-Gun Nordheim har bistått med kartframstilling. Undertegnede har stått for bearbeiding av data og utarbeidelsen av rapporten.

Samtlige takkes for godt samarbeid.

Ottestad, 13. april 2010



Jarl Eivind Løvik

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Program og gjennomføring	8
3. Resultater og diskusjon	9
3.1 Generell vannkvalitet - typifisering	9
3.2 Næringsstoffer	9
3.3 Planteplankton	10
3.4 Dyreplankton	11
3.5 Tidsutvikling i vannkvaliteten	11
4. Miljøtilstand – oppsummering	14
5. Litteratur	16
6. Vedlegg	17

Sammendrag

Hovedmålsettingen med undersøkelsen har vært å skaffe fram data for en beskrivelse og vurdering av vannkvaliteten og forurensningssituasjonen i de tre innsjøene Strondafjorden, Fløafjorden og Aurdalsfjorden i Begna-vassdraget. Vurderingene gjelder først og fremst miljøtilstanden med hensyn til effekter av tilførsler av næringsstoffer (eutrofiering). Disse baseres på prøver og analyser av næringsstoffene fosfor og nitrogen, siktedyp, mengder og sammensetning av planteplankton samt sammensetning av dyreplankton. Undersøkelsen gir også en beskrivelse av den mer generelle vannkvaliteten slik som kalkinnhold, surhetsgrad, humuspåvirkning og partikkelinnhold.

Strondafjorden (355 moh., 13,3 km²), Fløafjorden (317 moh., 0,5 km²) og Aurdalsfjorden (308 moh., 1,9 km²) ligger på rekke og rad sentralt i Begna-vassdraget. De er alle sammen kalkfattige og lite humuspåvirkede (klare) innsjøer. Vannkvaliteten kan betegnes som svakt sur til nøytral med god evne til å motstå endringer i pH ved forsurening. Strondafjorden og Aurdalsfjorden er regulert for elektrisk kraftproduksjon med reguleringshøyder på henholdsvis 7 m og 3,7 m. Fløafjorden er ikke regulert.

Basert på middelverdiene for konsentrasjoner av total-nitrogen og total-fosfor kan de tre innsjøene karakteriseres som næringsfattige (oligotrofe) og lite til moderat påvirket av næringsstoffer. Algemengdene målt som klorofyll-*a* var også lave i de undersøkte innsjøene, med middelverdier på ca. 1,8 µg/l. Dette tilsvarer også næringsfattige forhold. Det var lave biomasser av planteplankton og en sammensetning som i hovedsak er typisk for oligotrofe innsjøer. I begynnelsen av oktober ble det observert en økning i biomassen av planteplankton i alle innsjøene, vesentlig som følge av en relativt stor forekomst av kiselalgen *Asterionella formosa*. En mulig årsak til denne økningen kan være at det hadde vært en periode med noe bedre tilgang på næringsstoffer og for øvrig gode vekstvilkår spesielt for kiselalger.

Dyreplanktonet i de tre innsjøene hadde en sammensetning som er karakteristisk for næringsfattige til middels næringsrike innsjøer med et moderat til markert predasjonspress (beitepress) fra planktonspisende fisk. Gelekrepsen *Holopedium gibberum*, som regnes som en indikator for oligotrofe forhold, var vanlig forekommende i de tre innsjøene. Sammensetningen kunne tyde på at predasjonspresset var størst i Aurdalsfjorden og minst i Strondafjorden.

De tre innsjøenes miljøtilstand er klassifisert på grunnlag av algemengder (klorofyll-*a*), total-fosfor, total-nitrogen og siktedyp. Klorofyll-*a* som er det viktigste biologiske kvalitetselementet i denne undersøkelsen, gir svært god tilstand i alle tre innsjøene. Algemengdene i Strondafjorden var blant de laveste som er registrert siden de første observasjonene ble gjort på 1980-tallet. Siktedyp gir også tilstandsklasse svært god, mens total-nitrogen plasserer Strondafjorden og Fløafjorden i klassen god og Aurdalsfjorden i klassen svært god. Middelverdiene for total-fosfor var på 6,9 µg/l i Strondafjorden, 7,0 µg/l i Fløafjorden og 7,4 µg/l i Aurdalsfjorden. Grenseverdien mellom god og moderat tilstand er satt ved 7 µg P/l. Siden økologisk tilstand skal bestemmes ut fra det kvalitetselementet som gir den dårligste klassen, innebærer dette god økologisk tilstand i Strondafjorden (nær grensen til moderat) og moderat tilstand i Fløafjorden og Aurdalsfjorden.

Det må understrekes at grunnlaget for denne klassifiseringen er noe svakt; her har vi 3 observasjoner i én vekstsesong, mens det i Vanddirektivet er anbefalt månedlige observasjoner i 3 påfølgende vekstsesonger. Videre så ser ikke den registrerte økningen i total-fosfor i Strondafjorden (sammenlignet med perioden 2000-2003) ut til å ha ført til noen økning i algemengden, trolig fordi mye av fosforet ikke var direkte algetilgjengelig. Det er likevel fortsatt viktig å ha oppmerksomhet rettet mot begrensning i tilførslene av næringsstoffer til vannforekomstene. Overvåkingen på 1980- og 1990-tallet viste at i klarvannssjøer, som disse innsjøene, kan sjøl moderate økninger i tilførslene av næringsstoffer lett føre til uønskede algeoppblomstringer med påfølgende problemer for brukerne.

Summary

The report describes the results from an investigation of water quality and environmental status of the lakes Strondafjorden, Fløafjorden and Aurdalsfjorden in the Begna watercourse. There were only minor differences in the physical/chemical conditions and in the biomass and composition of phytoplankton between the three lakes. All these are typical clear water and low calcium lakes with pH slightly below 7.

Based on mean concentrations of tot-P, tot-N, Secchi disk transparency, chlorophyll-*a* and phytoplankton biomass, all three lakes can be characterized as oligotrophic. The effects of local antropogenic inputs of nutrients seemed to be small or moderate.

The environmental status can be classified as very good or good based on chlorophyll-*a*, transparency and tot-N. However, the tot-P mean value was close to the border between good and moderate status in all three lakes (~ 7 µg/l). This means that the ecological status of lakes Fløafjorden and Aurdalsfjorden is to be classified as moderate, whilst the ecological status of Lake Strondafjorden is to be classified as good, but close to moderate. The phytoplankton biomass of Lake Strondafjorden in 2009 was among the lowest recorded since the monitoring program started in the 1980ies. Tot-P mean concentration in Lake Strondafjorden was 2-4 µg/l higher in 2009 than in years 2000-2003. In spite of this, the algal biomass was low, probably related to the fact that a substantial part of the phosphorus was not available for algal growth.

Title: Surveillance of the environmental status of lakes in the Valdres area in 2009

Year: 2010

Author: Jarl Eivind Løvik and Pål Brettum

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-5693-2

1. Innledning

Bakgrunn

NIVA ble på forsommeren i 2009 bedt av Nord-Aurdal kommune og Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen om å gjennomføre en undersøkelse for å klarlegge situasjonen med hensyn til eutrofiering ("overgjødning") i innsjøene Strondafjorden, Fløafjorden og Aurdalsfjorden i Begnavassdraget i 2009. Miljøtilstanden i Strondafjorden ble overvåket årlig i perioden 1992-2003, og har så vidt vi vet, ikke vært undersøkt siden. Vi kjenner heller ikke til at det har vært foretatt undersøkelser av trofilitilstanden i Fløafjorden eller Aurdalsfjorden i senere år, men det ble gjort en del målinger av vannkjemiske og bakteriologiske forhold i 1995 og 1997 ved Faslefoss (oppstrøms Fløafjorden) og ved Sundvoll (utløp Aurdalsfjorden, se Fossum 1996 og 1998). I statens kartverk serie M-711 (målestokk 1:50000) og i NVE Atlas er navnet Dokkafjorden og Dokkafjorden/Aurdalsfjorden brukt på det som lokalt benevnes som Aurdalsfjorden (pers. medd. Chr. Rieber-Mohn). Vi velger her å bruke betegnelsen Aurdalsfjorden.

På grunnlag av undersøkelsen i 2003 ble Strondafjorden betegnet som en næringsfattig innsjø med lave konsentrasjoner av fosfor og nitrogen, små mengder og god vannkvalitet (Løvik og Kjellberg 2004). Konsentrasjonen av total-fosfor varierte betydelig gjennom overvåkingsperioden, men så ut til å ha en synkende trend i perioden 1996-2003. Bortsett fra en moderat algeoppblomstring høsten 2001, ble det ikke observert algeoppblomstringer i perioden 1994-2003. På 1980-tallet, i 1991 og 1993 var det imidlertid tilfeller av markerte algeoppblomstringer, spesielt innen gruppene kiselalger og gullalger. Forholdene på 1980- og 1990-tallet samt i 2001 viste at moderate tilførsler av næringsstoffer i kombinasjon med fint og varmt vær lett kan føre til algeoppblomstringer og dermed problemer for brukerne av innsjøen (Rognerud mfl. 1987, Løvik og Kjellberg 2002 med referanser). I klarvannssjøer, som disse innsjøene, kan enkelte algearter utnytte små næringstilførsler svært effektivt og dermed raskt skape masseoppblomstringer. Som regel er oppblomstringene kortvarige da reservene av næringsstoffer brukes raskt opp.

Målsetting

Hovedhensikten med undersøkelsen i 2009 har vært å skaffe fram nye data og gjennomføre en vurdering av vannkvaliteten og forurensningssituasjonen i Strondafjorden, Fløafjorden og Aurdalsfjorden. Undersøkelsen er primært rettet mot å fastslå miljøtilstanden (økologisk status) mht. overgjødning, men den skal også gi informasjon om den mer generelle vannkvaliteten slik som surhetsgrad, humuspåvirkning, partikkelinnhold etc.

2. Program og gjennomføring

Det ble samlet inn prøver fra én stasjon i hver av innsjøene (Tabell 1 og Figur 1) totalt tre ganger i perioden fra slutten av juli til begynnelsen av oktober 2009. Blandprøver fra det øvre, varme sjiktet (0-10 m i Strondafjorden og Aurdalsfjorden, 0-7 m i Fløafjorden) ble analysert mht. total-fosfor (tot-P), total-nitrogen (tot-N), nitrat (NO₃-N), pH, alkalitet, kalsium (Ca), ledningsevne (konduktivitet) og turbiditet. En oversikt over analysemetoder/-betegnelser er gitt i vedlegget.

Mengden og sammensetningen av alger i de frie vannmasser (planteplankton) ble også analysert i prøver fra det øvre varme sjiktet, ved algetellinger og ved analyser av klorofyll-*a*. Dyreplanktonets sammensetning ble analysert i håvtrekkprøver fra sjiktet 0-20 m i Strondafjorden og Aurdalsfjorden og 0-7 m i Fløafjorden. Samtidig med prøveinnsamlingen ble siktedypet målt (med Secchi-skive og vannkikkert), og temperatursjiktningen ble klarlagt.

Tabell 1. Hydrologiske data for innsjøene samt prøvestasjonenes UTM-koordinater.

	Vatn lnr.	Hoh. m	Areal km ²	Magasin regulering, m	Stasj. kode	Sone 32		Sone 33	
						Nord	Øst	Nord	Øst
Strondafjorden	515	355	13,32	7	Str	6760050	513700	6773669	189208
Fløafjorden	6817	317	0,507	0	Flø	6756927	516517	6770297	191730
Aurdalsfjorden	565	308	1,93	3,7	Aur	6755581	519121	6768717	194203



Figur 1. Innsjøene Strondafjorden, Fløafjorden og Aurdalsfjorden med prøvestasjoner.

3. Resultater og diskusjon

3.1 Generell vannkvalitet - typifisering

Primærdata fra målinger av vanntemperatur og siktedyp samt de kjemiske analyseresultatene er gitt i vedlegget. Middelerverdier for siktedyp og generelle vannkvalitetsvariabler er gitt i Tabell 2.

Tabell 2. Karakteristiske verdier (middelerverdier) for siktedyp og generell vannkjemi i 2009.

	Siktedyp*	pH	Alkalitet	Konduktivitet	Farge	TOC	Kalsium	Turbiditet
	m		mmol/l	m S/m	mg Pt/l	mg C/l	mg Ca/l	FNU
Strondafjorden	9,6	6,9	0,118	2,49	9	1,77	2,68	0,57
Fløafjorden	9,4	6,8	0,115	2,48	9	1,83	2,70	0,58
Dokkafjorden	8,6	6,8	0,120	2,52	9	2,03	2,80	0,61

* Siktedypet var større enn dypet til bunnen på stasjonen i Fløafjorden ved prøvetakingen den 27.8.2009 og den 2.10.2009. Ved beregning av middelerverdien er det her lagt til 1 m på disse målingene.

Det var bare ubetydelige forskjeller i den generelle vannkvaliteten mellom innsjøene. Vannkvaliteten kan betegnes som nøytral til svakt sur med god bufferevne mot forsuring (jf. pH og alkalitet). Innsjøenes vannmasser er lite humuspåvirket (jf. lav farge og TOC), og konsentrasjonene av kalsium og løste salter (jf. konduktivitet) er lave. Siktedypet var relativt høyt, og partikkelinnholdet (jf. turbiditet) var lavt i 2009, tilsvarende god vannkvalitet i henhold til SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (Andersen mfl. 1997).

Typologien for norske innsjøer benyttes for å plassere innsjøene i ulike typer med utgangspunkt i om de ligger i lavlandet, i skogområder eller i fjelltrakter, innsjøenes størrelse, kalkinnhold og humuspåvirkning. Responsen på f.eks. økte tilførsler av næringsstoffer varierer for ulike typer innsjøer, og de naturgitte konsentrasjonene av f.eks. kalsium, humus, fosfor osv. bør tas hensyn til når grenseverdier for miljøtilstanden (økologisk status) fastsettes. Dette er også gjort i den nye klassifiseringsveilederen utgitt av Direktoratgruppa for gjennomføring av vanddirektivet (2009), der typologien er modifisert etter Solheim og Schartau (2004). I henhold til typologien plasseres innsjøene i denne undersøkelsen til følgende innsjøtyper:

- Strondafjorden: type 17, N GIG type L-N5 (store, kalkfattige, klare innsjøer i skogområder)
- Fløafjorden: type 12, N GIG type L-N5 (små, kalkfattige, klare innsjøer i skogområder)
- Aurdalsfjorden: type 12, N GIG type L-N5 (små, kalkfattige, klare innsjøer i skogområder)

3.2 Næringsstoffer

Konsentrasjonen av total-fosfor varierte i intervallet 5,5-9,7 µg/l i Strondafjorden, 6,1-8,1 µg/l i Fløafjorden og 6,8-8,0 µg/l i Aurdalsfjorden, med middelerverdier på henholdsvis 6,9 µg/l, 7,0 µg/l og 7,4 µg/l (se vedlegget). Disse nivåene er karakteristiske for næringsfattige (oligotrofe) og lite til moderat påvirkede innsjøer (jf. Faafeng mfl. 1991). Det ble registrert en liten økning i middelerverdiene for tot-P fra den øverste innsjøen Strondafjorden og ned til Aurdalsfjorden.

Konsentrasjonen av total-nitrogen varierte relativt lite gjennom sesongen med middelerverdier på 289, 276 og 262 µg N/l henholdsvis i Strondafjorden, Fløafjorden og Aurdalsfjorden. Dette er også karakteristiske verdier for næringsfattige innsjøer. Konsentrasjonen av nitrat varierte i området ca. 100-150 µg N/l i undersøkelsesperioden. Det var ingen tegn til markert reduksjon i konsentrasjonen av nitrat i noen av innsjøene. Dette sammen med et relativt høyt N/P-forhold indikerte at det er fosfor som er begrensende næringsstoff for algevekst i disse innsjøene. Som en tommelfingerregel har det

vært vanlig å anta at fosfor i praksis er begrensende når forholdet er større enn 12, mens nitrogen er begrensende når forholdet er mindre enn 12 (Berge 1987 med ref.). Midlere N/P-forhold (tot-N/tot-P på vektbasis) var 42 i Strondafjorden, 40 i Fløafjorden og 35 i Aurdalsfjorden. Nyere forskning tyder på at mange innsjøer i Østlandsområdet kan ha nitrogenbegrensning (Elser mfl. 2009).

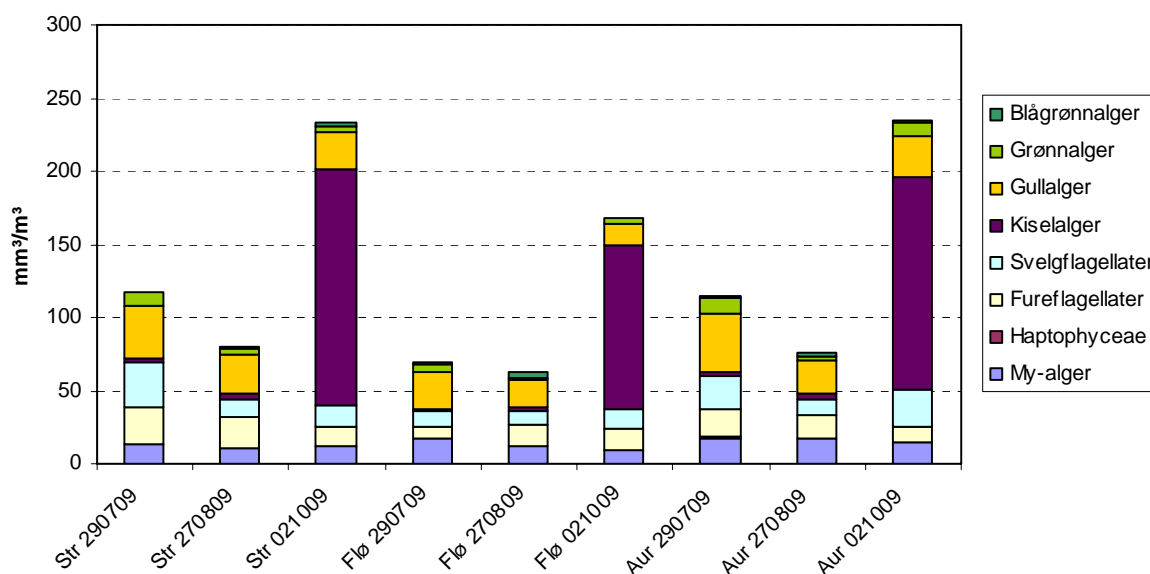
3.3 Planteplankton

Algemengdene målt som klorofyll-*a* var lave i alle innsjøene med verdier varierende i området 1,5-2,3 µg/l (tabell 3). Dette er verdier som er karakteristiske for næringsfattige (oligotrofe) innsjøer. Middel og maksimum algevolum varierte innenfor områdene 100-143 mm³/m³ og 169-234 m³/m³ henholdsvis (tabell 3). Dette er også innenfor variasjonsområdene som er vanlige i oligotrofe innsjøer (Brettum og Andersen 2005). For Fløafjordens vedkommende tilsvarer algevolumene ultraoligotrofe forhold.

Tabell 3. Middel- og maksverdier for klorofyll-*a* og algevolumer i Strondafjorden, Fløafjorden og Aurdalsfjorden i 2009. Verdier er gitt i µg/l for klorofyll-*a* og mm³/m³ (= mg/m³ våtvekt) for planteplanktonvolumer.

	Strondafjorden	Fløafjorden	Aurdalsfjorden
Klorofyll- <i>a</i> , middel	1,8	1,8	1,8
Klorofyll- <i>a</i> , maks	2,0	2,2	2,3
Algevolum, middel	143	100	142
Algevolum, maks	233	169	234

Algesamfunnet hadde en nokså lik sammensetning i alle innsjøene (se Figur 2 og vedlegget), og artsinnholdet var i hovedsak typisk for oligotrofe innsjøer (jf. Brettum og Andersen 2005). Ved observasjonen i begynnelsen av oktober var det imidlertid en økning i algevolumet i alle tre innsjøene, og økningen skyldtes nesten utelukkende en relativt stor forekomst av kiselalgen *Asterionella formosa*. Arten representerte da ca. 60-70 % av totalvolumet. *A. formosa* regnes ikke som noen indikator for næringsfattige eller næringsrike forhold, men den er likevel oftest påvist i (næringsrike) eutrofe innsjøer. Størst andel av totalvolumet utgjør den imidlertid vanligvis i moderat overgjødelse (oligomesotrofe og mesotrofe) innsjøer. Økningen i oktober kan være et utslag av noe økt tilgang på næringsstoffer mot slutten av vekstsesongen.



Figur 2. Planteplankton i Strondafjorden (Str), Fløafjorden (Flø) og Aurdalsfjorden (Aur) i 2009. Figuren viser totalvolumer fordelt på hovedgrupper.

3.4 Dyreplankton

Resultatene av dyreplankton-analysene er gitt i vedlegget. Dyreplanktonet hadde en sammensetning som er karakteristisk for næringsfattige til middels næringsrike innsjøer med et moderat til markert predasjonspress (beitepress) fra planktonspisende fisk (jf. Hessen mfl. 1995). Gelekrepsen *Holopedium gibberum* (vannloppe), som er en god indikator for næringsfattige og kalkfattige innsjøer, var vanlig i alle innsjøene. Andelen effektive algebeitere (først og fremst storvokste dafnier) var relativt stor på alle prøvedatoer i Strondafjorden, men betydelig mindre utover sesongen i Fløafjorden og liten på alle prøvedatoene i Aurdalsfjorden. Årsaken til den reduserte andelen nedover i vassdraget kan muligens være at predasjonspresset fra planktonspisende fisk øker fra Strondafjorden til Aurdalsfjorden. Strondafjorden og Fløafjorden har bestander av ørret, sik, abbor og ørekyte, mens Aurdalsfjorden i tillegg har en bestand av karuss (Hegge 1989).

Innslaget av arter som hovedsakelig er knyttet til strand- og vegetasjonsområder (litorale småkrepser) var større i de mindre og grunnere innsjøene Fløafjorden og Aurdalsfjorden enn i Strondafjorden som er betydelig større og dypere. I de to førstnevnte innsjøene og spesielt i Aurdalsfjorden var det svært lite krepsdyr i prøvene som ble samlet inn i slutten av august og begynnelsen av oktober. Periodevis stor vanngjennomstrømming og dermed stor uttransport av dyr i løpet sensommeren kan muligens ha vært en av årsakene til dette. Hard fiskepredasjon kan også ha bidratt, spesielt i Aurdalsfjorden.

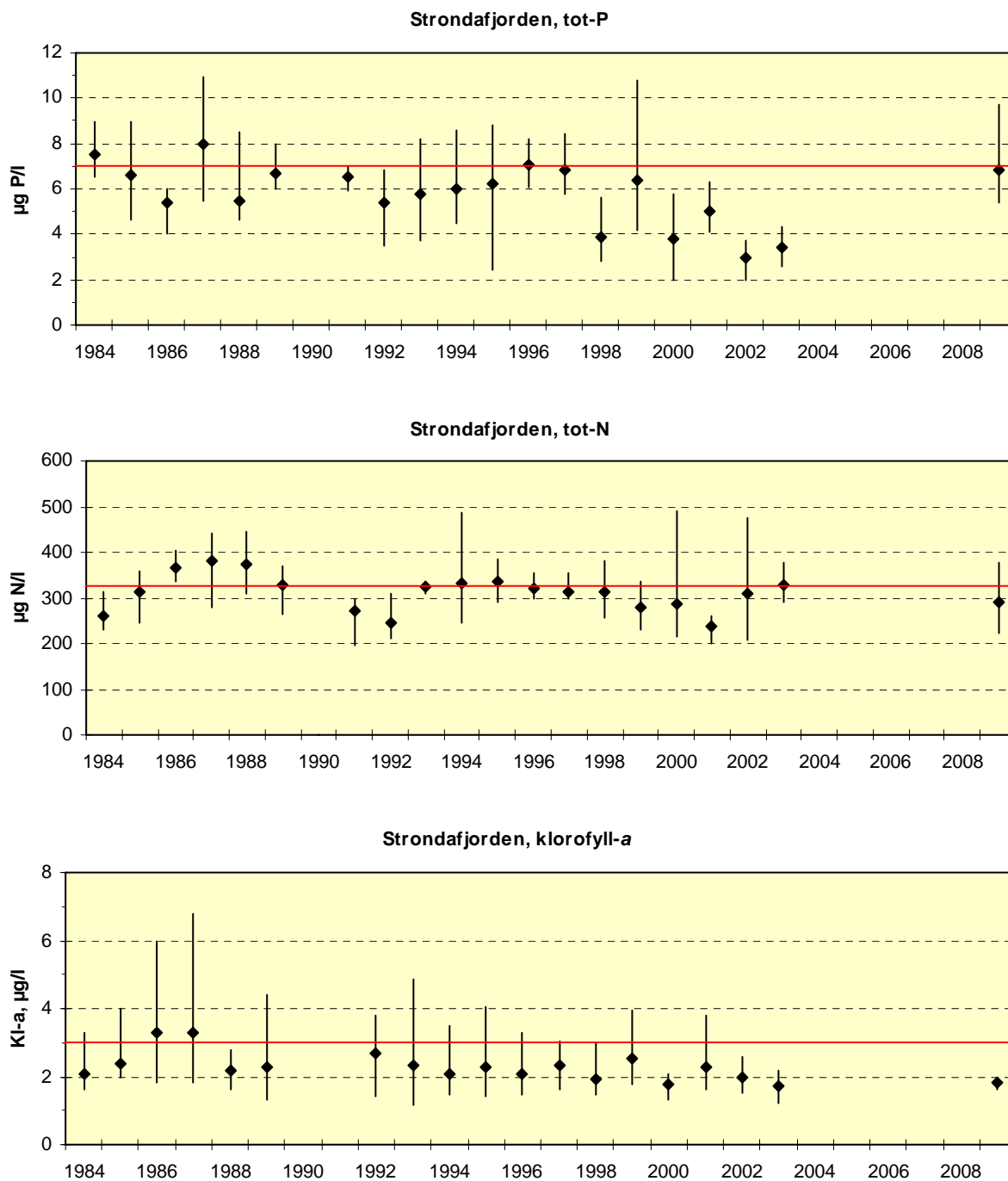
3.5 Tidsutvikling i vannkvaliteten

I Figur 3 er konsentrasjonene av total-fosfor, total-nitrogen og klorofyll-*a* i Strondafjorden i 2009 vist sammen med resultatene fra overvåkingen i perioden 1984-2003. Middelerdien for tot-P i 2009 var ca. 2-4 µg/l høyere enn middelverdiene for årene 2000-2003 og på nivå med verdiene på slutten av 1990-tallet. Middelerdien for 2009 er relativt usikker siden den er basert på bare 3 observasjoner, men det er ikke usannsynlig at konsentrasjonen var reelt høyere enn ved de tidligere undersøkelsene f.eks. i 2002-2003. Etter en periode med varmt og tørt vær i slutten av juni – begynnelsen av juli 2009 kom det en periode med til dels mye nedbør utover i juli og fram til første del av september. Dette førte til stor avrenning i nedbørfeltet og trolig betydelig tilførsel av noe mer næringsrikt vann. En slik utvikling er blant annet vist f.eks. fra overvåkingsstasjonene på Mjøsa i 2009, der middel-konsentrasjonen for tot-P økte fra 4-5 µg/l i perioden 2002-2008 til 6,5 µg/l i 2009 (Løvik mfl. 2010).

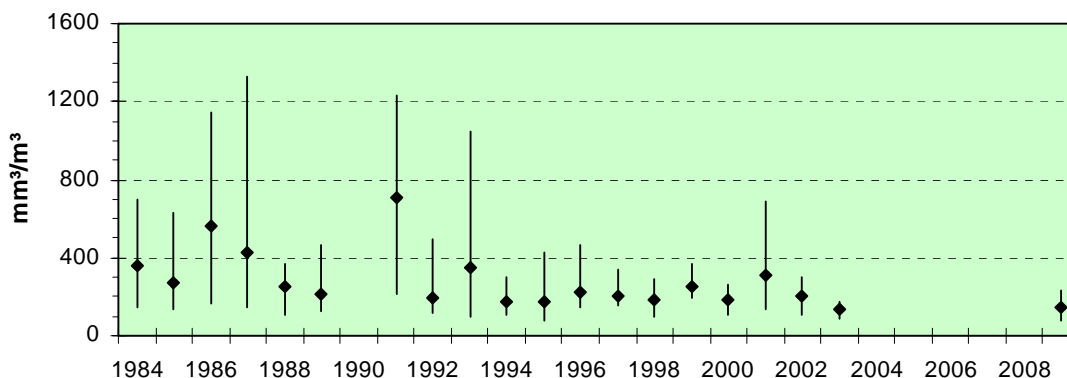
Middelerdien for tot-N lå på omtrent samme nivå som middelverdiene for de fleste årene i perioden 1993-2003. Det ble derfor ikke registrert en tilsvarende økning som for tot-P, på tilsvarende måte som for Mjøsa i 2009.

Algemengden målt som klorofyll-*a* i 2009 var blant de laveste som er observert i Strondafjorden, dvs. at den var på nivå med algemengden i 1998, 2000, 2002 og 2003. Den økte konsentrasjonen av tot-P så derfor ikke ut til å ha hatt noen effekt i form av økt algevekst. Sannsynligvis er en betydelig del av det fosforet som tilføres i slike regnværsperioder, sterkt knyttet til humus og jordpartikler og dermed i liten grad tilgjengelig for algevekst.

De totale algevolumene i 2009 var også blant de laveste som har blitt registrert i Strondafjorden siden de første undersøkelsene på 1980-tallet (se Figur 4).



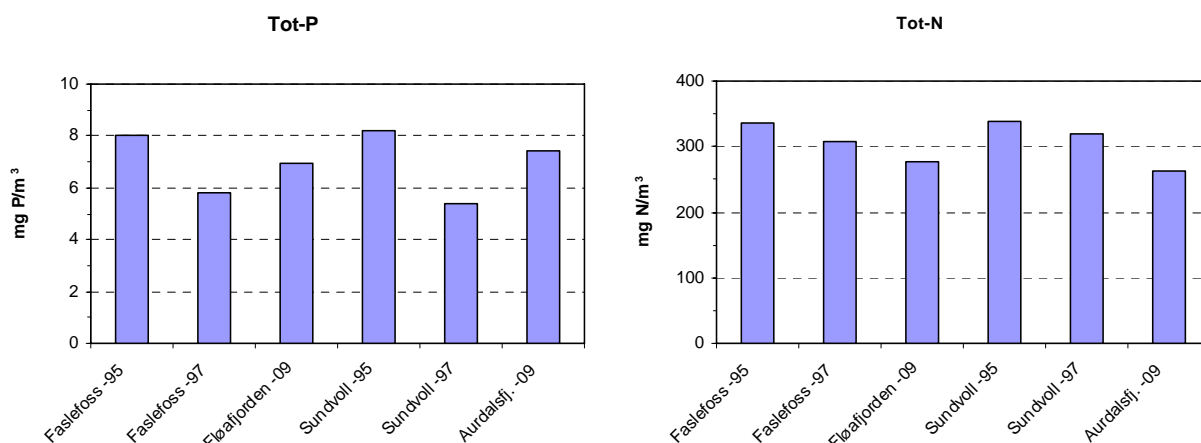
Figur 3. Tidsutviklingen i total-fosfor, total-nitrogen og klorofyll-a i Strondafjorden i perioden 1984-2003 (unntatt 1990 for tot-P og tot-N samt 1991 for klorofyll-a) og i 2009. Figuren viser middelværdier og variasjonsbredder. Røde horisontale linjer angir grensene mellom god og moderat økologisk tilstand.



Figur 4. Algevolumer i Strondafjorden i perioden 1984-2003 (unntatt 1990) og i 2009. Figuren viser middelerverdier og variasjonsbredder.

I Figur 5 er middelerverdier for tot-P og tot-N i Fløafjorden og Aurdalsfjorden vist sammen med middelerverdier for to stasjoner i Begna i 1995 og 1997. Stasjonen Faslefoss er litt ovenfor innløpet til Fløafjorden, mens stasjonen Sundvoll er i utløpet fra Aurdalsfjorden. En bør generelt være forsiktig med sammenligning av konsentrasjoner av næringsstoffer mellom innsjøstasjoner og elvestasjoner. Verdiene er her først og fremst vist for å illustrere nivåene i vassdraget på 1990-tallet og fordi det trolig ikke finnes eldre nitrogen- og fosfordata fra selve Fløafjorden og Aurdalsfjorden. Noe forenklet kan de to innsjøene dessuten nærmest betraktes som utvidelser av elva Begna, dvs. at de har relativt stor vanngjennomstrømming. Likevel vil det skje noe sedimentasjon av særlig fosfor i de to innsjøene, slik at en kan forvente lavere konsentrasjoner i utløpet enn i innløpet til innsjøene.

Figur 5 viser at middelerverdiene for tot-P i Fløafjorden og Aurdalsfjorden i 2009 lå i samme variasjonsområdet som middelerverdiene for Faslefoss og Sundfoss i 1995 og 1997. Det vil si at undersøkelsen i 2009 ikke gir noen indikasjon på endring i forhold til nivåene som ble målt i 1995 og 1997. Forhold som nedbørmengder, avrenning fra landområdene og vanntilførsel (vassdraget er regulert) har sannsynligvis vesentlig betydning for de konsentrasjonene som måles. Middelerverdiene for tot-N i Fløafjorden og i Aurdalsfjorden i 2009 var noe lavere enn ved de to elvestasjonene både i 1995 og 1997.



Figur 5. Middelerverdier for tot-P og tot-N i vekstsesongene ved Faslefoss og Sundvoll i 1995 og 1997 samt i Fløafjorden og Aurdalsfjorden i 2009. Én uvanlig høy verdi for tot-N ved Sundvoll (1100 µg/l 19.6.1997) er tatt ut av datasettet før middelerverdien ble beregnet.

4. Miljøtilstand – oppsummering

I henhold til vanndirektivet (vannforskriften) skal økologisk tilstand i vannforekomster fastsettes først og fremst på grunnlag av biologiske kvalitetselementer som planteplankton, vannplanter, begroingsorganismer, bunndyr og/eller fisk. I denne undersøkelsen er planteplankton (algemengder og algesammensetning) det viktigste biologiske kvalitetselementet for å vurdere tilstanden mht. overgjødning. I tillegg kommer siktedyp og kjemiske variabler som tot-P og tot-N som viktige støtteparametre. Dyreplankton kan også være et godt supplement for vurderingene. Den økologiske tilstanden bestemmes ut fra det kvalitetselementet som gir den dårligste klassen ("det verste styrer" eller prinsippet "one-out-all-out", jf. klassifiseringsveilederen pr. 3.7.2009, <http://vannportalen.no>). Videre heter det i klassifiseringsveilederen at "Dersom alle de målte biologiske kvalitetselementene er i god eller svært god tilstand, mens de styrende fysiske-kjemiske parametrene er i moderat eller dårligere tilstand, så blir resultatet for vannforekomsten moderat tilstand."

Vannforskriften har fastsatt grenseverdier for de ulike tilstandsklassene mht. klorofyll-*a*, tot-P, tot-N og siktedyp for de fleste vanlige innsjøtypene. Her har vi brukt grenseverdier for N GIG type L-N5 for alle innsjøene, dvs. kalkfattige, klare innsjøer i skogområder (jf. kapittel 3.1 og Tabell 2).

Siden det i mange innsjøer kan være betydelige naturgitte variasjoner i mengden planteplankton (og i konsentrasjonen av næringsstoffer) gjennom en sesong og fra år til år, anbefales det at middelverdier baseres på minst én observasjon pr. måned i vekstsesongen. Videre anbefales det at en benytter data fra de siste 3 år for å fastsette økologisk tilstand. Vurderingene blir betydelig mer usikre når en har bare 3 observasjoner fra ett år for å fastsette økologisk tilstand, slik som her.

Miljøtilstanden bør også bestemmes som avviket fra naturtilstand. Til det beregnes såkalte EQR-verdier (Ecological Quality Ratio) og normaliserte EQR-verdier. Da benytter en referanseverdier (angir antatt naturtilstand) for ulike variabler og innsjøtyper. For den aktuelle innsjøtypen er referanseverdiene satt til: 1 µg/l kl-*a*, 3 µg P/l, 225 µg N/l og 10 m siktedyp. EQR er alltid et tall mellom 0 og 1 og er lik referanseverdien delt på observert verdi (middelverdi) for variabler hvor aktuell verdi øker med økende avvik fra naturtilstanden (f.eks. tot-P og kl-*a*). For siktedyp, som avtar med økende avvik fra naturtilstanden, beregnes EQR som observert verdi dividert med referanseverdien. Høy EQR gir god (evt. svært god) tilstand, mens lav EQR innebærer at en havner i en av de dårligere tilstandsklassene. Klassegrenseverdier for EQR er foreløpig ikke etablert for tot-N.

Ut fra disse forutsetningene ser vi at alle innsjøene plasseres i klassen svært god mht. klorofyll-*a* så vel ut fra observert verdi som ut fra EQR og normalisert EQR. Algemengdene basert på algetellinger viste også at innsjøene er næringsfattige. Resultatene av siktedypmålingene gir svært god tilstand, mens verdiene for tot-P gir god tilstand i Strondafjorden og Fløafjorden, og moderat tilstand i Aurdalsfjorden. Beregnet EQR gir også moderat tilstand i Fløafjorden for tot-P. Tilsvarende plasserer tot-N de to øverste innsjøene i klassen god og Aurdalsfjorden i klassen svært god.

Totalt sett skulle dette innebære at Strondafjordens tilstand klassifiseres som god, mens Fløafjordens og Aurdalsfjordens tilstand klassifiseres som moderat (Tabell 4). Det er tot-P som gjør at de to sistnevnte havner i klassen moderat og ikke god, men det er verdt å merke seg at middelverdien for tot-P var svært nær grenseverdien mellom god og moderat tilstand for alle innsjøene. Klassifiseringen blir som tidligere nevnt relativt usikker med så vidt få observasjoner. I tillegg kommer at sensommeren i 2009 trolig var noe atypisk med mye nedbør og større tilførsler av relativt næringsrikt vann enn vanlig. Moderat tilstand innebærer at det bør gjennomføres tiltak som kan føre til en forbedring av vannkvaliteten slik at innsjøenes tilstand på sikt kan endres til god. Selv om det i flere årtier har vært gjennomført forurensningsbegrensende tiltak innenfor kommunale avløp, jordbruk,

industri osv., er det fortsatt meget viktig å ha oppmerksomhet rettet mot å hindre for store tilførsler av næringsstoffer til vannforekomstene.

Tabell 4. Økologisk status i innsjøene med hensyn til overgjødning beregnet for klorofyll-a, totalfosfor, total-nitrogen og siktedyp. Verdier for EQR og normalisert EQR samt tilstandsklasser i henhold til Vanndirektivets klassifiseringsveileder datert 3.7.2009 er også gitt..

	Referanse-tilstand	Observervert verdi	EQR	EQR normalisert
Strondafjorden				
Kl-a	1	1.83	0.546	0.82
Tot-P	3	6.87	0.437	0.61
Tot-N	225	289	0.779	
Siktedyp	10	9.6	0.960	0.96
Fløafjorden				
Kl-a	1	1.77	0.565	0.83
Tot-P	3	6.97	0.430	0.60
Tot-N	225	276	0.815	
Siktedyp	10	9.4	0.940	0.94
Aurdalsfjorden				
Kl-a	1	1.77	0.565	0.83
Tot-P	3	7.40	0.405	0.58
Tot-N	225	262	0.859	
Siktedyp	10	8.6	0.860	0.86

Økologisk tilstand (Klassifiseringsveileder pr. 3.7.2009):

	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Kl-a, µg/l	<2	2-3	3-7	7-15	>15
Tot-P, µg P/l	<5	5-7	7-15	15-30	>30
Tot-N, µg N/l	<275	275-325	325-475	475-800	>800
Siktedyp, m	>8	6-8	3-6	1.5-3	<1.5

5. Litteratur

- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. og Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn, SFT. Veiledning 97:04. TA 1468/1997. 31 s.
- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofinivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5-15 m. NIVA-rapport 2001. 44 s.
- Brettum, P. and Andersen, T. 2005. The use of phytoplankton as indicators of water quality. NIVA-report 4818-2004. 33 pp. + 164 fact-sheets.
- Direktoratgruppa for gjennomføring av vanddirektivet 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. <http://www.vannportalen.no/>. 181 s.
- Elser, J.J., Andersen, T., Baron, J.S., Bergström, A.K., Jansson, M., Kyle, M., Nydick, K.R., Steger, L. and Hessen, D.O. 2009. Shifts in lake N:P stoichiometry and nutrient limitation driven by atmospheric nitrogen deposition. *Science* 326: 835-837.
- Fossum, S. 1996. Lokal overvåking av vannkvalitet i Oppland 1995. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernadv. Rapport nr. 12/96. 24 s. + vedlegg.
- Fossum, S. 1998. Lokal overvåking av vannkvalitet i Oppland 1997. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernadv. Rapport nr. 1/98. 16 s. + vedlegg.
- Faafeng, B., Hessen, D.O. og Brettum, P. 1991. Eutrofiering av innsjøer i Norge. Generelt om eutrofiering og resultater fra en landsomfattende undersøkelse i 1988 og 1989. NIVA. SFT-rapport 497/92, TA-814/1992. 36 s.
- Hegge, O. 1989. Vassdragsreguleringer og fisk i Oppland. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernadv. Rapp. 10/89. 136 s.
- Hessen, D.O., Faafeng, B.A. og 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.
- Løvik, J.E. og Kjellberg, G. 2002. Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Begna-/Øystre Slidre-vassdraget i 2001. NIVA-rapport 4482-2002. 43 s.
- Løvik, J.E. og Kjellberg, G. 2004. Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Begna-/Øystre Slidre-vassdraget i 2003. NIVA-rapport 4800-2004. 40 s.
- Løvik, J.E., Stuen, O.H. og Fjeld, E. 2010. Forurensningssituasjonen i Mjøsa med tilløpselver 2009. NIVA-rapport 5921-2010. 8 s.
- Rognerud, S., Romstad, R., Brettum, P. og Mjelde, M. 1987. Undersøkelser av Begna. Sluttrapport fra undersøkelsen 1984-1986. NIVA-rapport 2005. 29 s.
- Solheim, A.L. og Schartau, A.K. 2004. Revidert typologi for norske elver og innsjøer. NIVA-rapport 4888-2004. 17 s.

6. Vedlegg

Tabell 5. Oversikt over kjemiske analysemetoder/betegnelser.

Analyse	Metode	Benevning
<u>LabNett:</u>		
Surhetsgrad (pH)	NS 4720	
Alkalitet	Intern	mmol/l
Konduktivitet 25 °C	ISO 7888	m S/m
Fargetall (etter filtrering)	NS 4787	mg Pt/l
Turbiditet (Turb.)	ISO 7027	FNU
Totalt organisk karbon (TOC)	NS 1484	mg C/l
Kalsium (Ca)	ICP-AES	mg/l
Totalfosfor (Tot-P)	ISO 6878	µg P/l
Totalnitrogen (Tot-N)	NS 4743	µg N/l
Nitrat + nitrit	NS 4745 M	µg N/l
<u>NIVA:</u>		
Klorofyll-a	H 1-1 (spektrofotometrisk best. i metanolekstr.)	µg/l

Tabell 6. Vanntemperatur i Strondafjorden i 2009.

Dyp, m	29.07.2009	27.08.2009	02.10.2009
0.5	17.2	15.4	10.6
2	17.0	15.4	10.6
5	16.7	15.4	10.6
8	16.3	15.3	10.6
10	14.1	15.2	10.6
12	12.7	15.0	9.9
15	8.5	10.8	8.8
20	5.8	7.2	7.5

Tabell 7. Vanntemperatur i Fløafjorden i 2009.

Dyp, m	29.07.2009	27.08.2009	02.10.2009
0.5	17.1	15.3	10.2
2	17.0	15.3	10.2
5	16.9	15.2	10.2
7		15.2	10.2
8	16.7		

Tabell 8. Vanntemperatur i Aurdalsfjorden i 2009.

Dyp, m	29.07.2009	27.08.2009	02.10.2009
0.5	17.1	14.9	10.5
2	16.8	14.9	10.5
5	16.7	14.9	10.5
8	16.6	14.9	10.5
10	16.3	14.9	10.4
12	16.2		10.3
15	15.2		10.3
20	9.8	14.9	10.2

Tabell 9. Siktedyp og resultater av vannkjemiske analyser i Strondafjorden (0-10 m) i 2009.

Siktedyp m	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	Nitrat µg N/l	pH	Alkalitet mmol/l	Kond. m S/m	Farge mg Pt/l	TOC mg C/l	Kalsium mg Ca/l	Turb. FNU	Kl-a µg/l
29.07.2009	5.5	267	132	7.1	0.114	2.47	8	1.80	2.66	0.67	1.6
27.08.2009	9.7	224	102	6.9	0.115	2.37	8	1.90	2.70	0.54	2.0
02.10.2009	5.4	377	146	6.8	0.124	2.62	10	1.60	2.69	0.51	1.9
Middel	6.87	289	127	6.9	0.118	2.49	9	1.77	2.68	0.57	1.83
Standardavv.	2.45	79	22	0.2	0.006	0.13	1.2	0.15	0.02	0.09	0.21

Tabell 10. Siktedyp og resultater av vannkjemiske analyser i Fløafjorden (0-7 m) i 2009.

Siktedyp m	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	Nitrat µg N/l	pH	Alkalitet mmol/l	Kond. m S/m	Farge mg Pt/l	TOC mg C/l	Kalsium mg Ca/l	Turb. FNU	Kl-a µg/l
29.07.2009	6.1	274	118	6.9	0.111	2.43	8	1.90	2.65	0.68	1.5
27.08.2009	8.1	270	128	6.8	0.114	2.43	9	2.00	2.70	0.57	1.6
02.10.2009	6.7	285	142	6.8	0.119	2.59	10	1.60	2.76	0.48	2.2
Middel*	6.97	276	129	6.8	0.115	2.48	9	1.83	2.70	0.58	1.77
Standardavv.*	1.03	8	12	0.1	0.004	0.09	1.0	0.21	0.06	0.10	0.38

* Middelværdi og standardavvik for siktedyp beregnet ut fra antatt siktedyp på 9.2 m den 27.8 og 8.9 m den 2.10.

Tabell 11. Siktedyp og resultater av vannkjemiske analyser i Aurdalsfjorden (0-10 m) i 2009.

Siktedyp m	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	Nitrat µg N/l	pH	Alkalitet mmol/l	Kond. m S/m	Farge mg Pt/l	TOC mg C/l	Kalsium mg Ca/l	Turb. FNU	Kl-a µg/l
29.07.2009	6.8	238	129	6.9	0.115	2.49	8	2.20	2.75	0.46	1.5
27.08.2009	7.4	237	107	6.8	0.118	2.40	10	2.20	2.75	0.85	1.5
02.10.2009	8.0	311	151	6.8	0.126	2.68	10	1.70	2.91	0.53	2.3
Middel	7.40	262	129	6.8	0.120	2.52	9	2.03	2.80	0.61	1.77
Standardavv.	0.60	42	22	0.1	0.006	0.14	1.2	0.29	0.09	0.21	0.46

Tabell 12. Resultater av kvantitative planteplanktonanalyser: Strondafjorden 2009.
Verdier gitt i $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt.

	År	2009	2009	2009
	Måned	7	8	10
	Dag	29	27	2
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)				
<i>Snowella lacustris</i>		.	1.6	1.4
Sum - Blågrønnalger		0.0	1.6	1.4
Chlorophyceae (Grønnalger)				
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8)		.	.	0.3
<i>Crucigenia quadrata</i>		0.8	.	.
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> (genevensis)		0.3	0.1	0.5
<i>Gloeotila</i> sp.		7.2	0.4	.
<i>Gyromitus cordiformis</i>		.	.	1.2
<i>Monoraphidium dybowskii</i>		1.6	0.8	1.5
<i>Nephrocytium agardhianum</i>		.	.	0.2
<i>Oocystis marssonii</i>		.	0.2	.
<i>Oocystis submarina</i> v. <i>variabilis</i>		.	0.1	0.5
<i>Pediastrum boryanum</i>		.	1.6	.
<i>Quadrigula pfitzeri</i>		0.1	.	.
<i>Scenedesmus</i> sp.		0.1	0.8	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)		.	0.1	.
Sum - Grønnalger		10.0	4.2	4.3
Chrysophyceae (Gullalger)				
<i>Bitrichia chodatii</i>		2.5	0.2	.
<i>Chromulina</i> sp. (<i>Chr.pseudonebulosa</i> ?)		0.3	0.1	0.2
<i>Chrysolykos skujai</i>		0.6	0.2	.
<i>Craspedomonader</i>		1.9	0.7	1.6
Cyster av <i>Dinobryon</i> spp.		1.0	.	.
<i>Dinobryon borgei</i>		0.7	0.4	0.1
<i>Dinobryon sociale</i> v. <i>americanum</i>		1.9	0.4	2.3
<i>Dinobryon suecicum</i> v. <i>longispinum</i>		0.2	.	.
<i>Kephyrion</i> sp.		0.1	0.3	.
<i>Mallomonas akrokomos</i> (v. <i>parvula</i>)		0.7	1.0	.
<i>Mallomonas</i> spp.		6.8	1.2	4.5
<i>Ochromonas</i> sp. (d=3.5-4)		2.6	1.8	1.9
<i>Ochromonas</i> spp.		2.9	2.9	2.7
<i>Pseudokephyrion alaskanum</i>		.	.	0.2
Små <i>chrysomonader</i> (<7)		7.9	8.3	7.4
<i>Stichogloea doederleinii</i>		.	.	0.6
Store <i>chrysomonader</i> (>7)		6.0	8.6	4.3
Ubest. <i>chrysomonade</i> (<i>Ochromonas</i> sp.?)		.	0.2	.
Sum - Gullalger		36.0	26.1	25.8

Bacillariophyceae (Kiselalger)

Asterionella formosa	0.2	0.5	145.9
Aulacoseira alpigena	0.2	0.5	2.3
Cyclotella radiosa	.	0.3	.
Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	1.0	0.8	1.9
Eunotia sp.	.	0.2	.
Fragilaria sp. (l=30-40)	.	0.2	.
Fragilaria sp. (l=40-70)	0.2	0.1	.
Navicula spp.	.	0.4	.
Tabellaria fenestrata	.	.	11.2
Tabellaria flocculosa	.	0.4	.
Sum - Kiselalger	1.6	3.4	161.2

Cryptophyceae (Svelgflagellater)

Cryptomonas cf.erosa	5.0	2.4	6.0
Cryptomonas marssonii	.	0.3	0.8
Cryptomonas sp. (l=15-18)	.	0.3	.
Cryptomonas spp. (l=24-30)	0.5	1.0	2.0
Katablepharis ovalis	3.0	1.0	2.4
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	21.9	6.6	3.6
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	1.4	0.8	.
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	.	0.4	.
Sum - Svelgflagellater	31.8	12.7	14.8

Dinophyceae (Fureflagellater)

Ceratium hirundinella	15.0	7.5	.
Gymnodinium cf.lacustre	1.6	1.1	2.0
Gymnodinium cf.uberrimum	.	.	2.9
Gymnodinium sp. (l=14-16)	0.7	0.5	.
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	7.0	12.3	7.2
Ubest.dinoflagellat	0.5	.	0.5
Sum - Fureflagellater	24.8	21.3	12.6

Haptophyceae

Chrysochromulina parva	.	0.1	0.5
Sum - Haptophyceae	0.0	0.1	0.5

My-alger

My-alger	13.3	10.5	12.1
Sum - My-alge	13.3	10.5	12.1

Sum total : 117.5 80.0 232.6

Tabell 13. Resultater av kvantitative planteplanktonanalyser: Fløafjorden 2009.
Verdier gitt i $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt.

	År	2009	2009	2009
	Måned	7	8	10
	Dag	29	27	2
	Dyp	0-8 m	0-8 m	0-8 m

Cyanophyceae (Blågrønnalger)

<i>Snowella lacustris</i>	0.4	3.6	.
Sum - Blågrønnalger	0.4	3.6	0.0

Chlorophyceae (Grønnalger)

<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=10)	.	0.5	.
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8)	0.7	.	0.2
<i>Cosmarium</i> sp. (b=18-20)	.	.	0.4
<i>Crucigenia quadrata</i>	.	0.2	.
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	.	0.2	.
<i>Elakathrix gelatinosa</i> (genevensis)	0.3	.	0.4
<i>Gloeotila</i> sp.	1.2	.	.
<i>Gyromitus cordiformis</i>	0.2	.	.
<i>Koliella</i> sp.	.	.	0.1
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	1.7	0.8	0.9
<i>Oocystis marssonii</i>	.	.	0.4
<i>Oocystis rhomboidea</i>	.	.	0.3
<i>Oocystis submarina</i> v. <i>variabilis</i>	0.4	0.3	0.4
<i>Pediastrum boryanum</i>	.	.	1.6
<i>Pediastrum tetras</i>	0.1	.	.
<i>Quadrigula pfitzeri</i>	0.1	0.1	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=9)	1.5	0.5	.
Sum - Grønnalger	6.1	2.5	4.5

Chrysophyceae (Gullalger)

<i>Bitrichia chodatii</i>	1.3	0.4	.
<i>Chromulina</i> sp. (<i>Chr.pseudonebulosa</i> ?)	0.5	0.2	0.2
<i>Chrysolykos planctonicus</i>	0.1	0.1	.
<i>Chrysolykos skujai</i>	0.1	0.1	0.1
<i>Craspedomonader</i>	0.5	0.5	0.7
<i>Dinobryon borgei</i>	0.4	0.2	0.4
<i>Dinobryon crenulatum</i>	0.4	.	0.7
<i>Dinobryon korsikovii</i>	.	.	0.5
<i>Dinobryon sociale</i> v. <i>americanum</i>	2.8	1.3	0.7
<i>Kephyrion</i> sp.	0.1	0.1	.
Løse celler <i>Dinobryon</i> spp.	0.9	.	.
<i>Mallomonas akrokomos</i> (v. <i>parvula</i>)	1.0	.	0.7
<i>Mallomonas</i> spp.	0.2	2.3	.
<i>Ochromonas</i> sp. (d=3.5-4)	1.5	0.4	1.2
<i>Ochromonas</i> spp.	1.1	0.5	.
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0.3	.	.
Små chrysomonader (<7)	7.5	5.3	6.1

Store chrysomader (>7)	6.0	6.5	3.4
Ubest.chrysomnade (Ochromonas sp.?)	0.7	0.5	0.2
Sum - Gullalger	25.4	18.3	14.7

Bacillariophyceae (Kiselalger)

Achnanthes spp.	0.2	0.2	0.8
Asterionella formosa	.	0.3	105.6
Aulacoseira alpigena	0.6	.	2.8
Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	.	1.1	.
Eunotia sp.	0.2	0.2	.
Fragilaria sp. (l=40-70)	0.2	.	.
Tabellaria fenestrata	.	.	2.2
Tabellaria flocculosa	.	.	1.2
Sum - Kiselalger	1.2	1.8	112.5

Cryptophyceae (Svelgflagellater)

Cryptaulax vulgaris	.	.	0.4
Cryptomonas marssonii	.	.	0.3
Cryptomonas sp.	1.2	2.9	4.9
Cryptomonas spp. (l=24-30)	.	0.6	1.1
Katablepharis ovalis	4.1	1.2	1.4
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	4.3	3.0	4.5
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	1.0	1.6	0.8
Sum - Svelgflagellater	10.6	9.3	13.4

Dinophyceae (Fureflagellater)

Ceratium hirundinella	.	7.5	.
Gymnodinium cf.lacustre	1.7	0.8	1.8
Gymnodinium cf.uberrimum	.	.	2.9
Gymnodinium sp. (l=14-16)	1.4	0.5	0.2
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	4.8	7.0	8.1
Ubest.dinoflagellat	.	.	0.5
Sum - Fureflagellater	7.9	15.8	13.6

Haptophyceae

Chrysochromulina parva	0.3	0.1	.
Sum - Haptophyceae	0.3	0.1	0.0

My-alger

My-alger	17.1	11.4	9.8
Sum - My-alge	17.1	11.4	9.8

Sum total : 68.9 62.8 168.5

Tabell 14. Resultater av kvantitative planteplanktonanalyser: Aurdalsfjorden 2009.
Verdier gitt i $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt.

	År	2009	2009	2009
	Måned	7	8	10
	Dag	29	27	2
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)				
Anabaena sp.		.	1.0	.
Snowella lacustris		0.2	1.4	0.8
Sum - Blågrønnalger		0.2	2.4	0.8
Chlorophyceae (Grønnalger)				
Chlamydomonas sp. (l=12)		1.6	.	.
Chlamydomonas sp. (l=8)		0.3	.	1.1
Crucigenia quadrata		0.4	0.2	.
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		.	0.1	0.3
Gloeotila sp.		2.4	.	.
Gyromitus cordiformis		.	0.2	.
Monoraphidium dybowskii		3.0	1.2	2.7
Oocystis submarina v.variabilis		0.8	0.2	.
Pediastrum boryanum		.	.	1.6
Quadrigula pfitzeri		1.5	0.5	0.1
Scenedesmus sp.		.	.	0.2
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)		.	0.4	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=9)		0.6	0.5	4.0
Sum - Grønnalger		10.7	3.5	10.0
Chrysophyceae (Gullalger)				
Bitrichia chodatii		5.7	.	.
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)		0.5	0.2	0.3
Chrysolykos planctonicus		0.3	0.1	.
Craspedomonader		0.3	0.4	2.0
Cyster av Dinobryon spp.		.	1.4	0.9
Dinobryon borgei		0.7	0.1	0.2
Dinobryon crenulatum		.	0.2	0.9
Dinobryon divergens		.	0.2	.
Dinobryon sociale v.americanum		1.3	.	1.3
Dinobryon suecicum v.longispinum		.	.	0.2
Kephyrion sp.		0.4	.	.
Løse celler Dinobryon spp.		0.5	.	.
Mallomonas akrokomos (v.parvula)		1.3	.	0.7
Mallomonas spp.		0.2	2.3	0.2
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		2.6	1.5	2.5
Ochromonas spp.		2.7	0.9	0.7
Pseudokephyrion alaskanum		0.3	.	.
Små chrysomonader (<7)		13.5	7.5	8.0
Spiniferomonas sp.		0.5	.	.
Store chrysomonader (>7)		8.6	6.5	9.5

Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	1.3	0.7	.
Ubest.chrysophyceae	.	.	0.1
Sum - Gullalger	40.8	21.7	27.4

Bacillariophyceae (Kiselalger)

Achnanthes spp.	.	1.0	0.8
Asterionella formosa	.	0.2	135.0
Aulacoseira alpigena	1.2	0.4	2.3
Cyclotella glomerata	.	0.3	.
Cyclotella radiosa	.	0.5	.
Eunotia sp.	0.8	.	.
Fragilaria sp. (l=30-40)	.	0.3	1.7
Fragilaria sp. (l=40-70)	0.1	1.1	.
Tabellaria fenestrata	.	1.4	5.8
Sum - Kiselalger	2.1	5.2	145.4

Cryptophyceae (Svelgflagellater)

Cryptomonas marssonii	1.4	.	1.0
Cryptomonas sp.	1.3	1.9	7.0
Cryptomonas spp. (l=24-30)	0.5	.	1.1
Katablepharis ovalis	3.8	1.3	2.6
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	13.6	4.7	11.4
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	2.0	2.3	1.7
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	.	0.2	0.5
Sum - Svelgflagellater	22.6	10.4	25.3

Dinophyceae (Fureflagellater)

Gymnodinium cf.lacustre	2.9	1.2	1.8
Gymnodinium cf.uberrimum	5.8	.	2.9
Gymnodinium helveticum	.	2.6	.
Gymnodinium sp. (l=14-16)	1.2	2.9	0.5
Peridinium sp. (l=15-17)	0.3	.	.
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	9.2	9.3	5.6
Sum - Fureflagellater	19.5	15.9	10.7

Haptophyceae

Chrysochromulina parva	0.2	.	0.4
Sum - Haptophyceae	0.2	0.0	0.4

My-alger

My-alger	18.0	17.1	14.2
Sum - My-alge	18.0	17.1	14.2

Sum total : 114.0 76.2 234.2

Tabell 15. Dyreplankton i Strondafjorden i 2009. 1 = få individer, 2 = vanlig, 3 = rikelig/dominerende.

	29.07.2009	27.08.2009	02.10.2009
<u>Hjuldyr (Rotifera):</u>			
Keratella hiemalis	1		1
Keratella cochlearis	2	2	
Kellicottia longispina	3	2	2
Asplanchna priodonta	1	1	
Synchaeta spp.	2	2	2
Polyarthra spp.	3	2	1
Conochilus spp.	3	3	3
<u>Hoppekreps (Copepoda):</u>			
Heterocope appendiculata	2	3	
Acanthodiptomus denticornis	2	2	2
Cyclops scutifer	3	2	3
Mesocyclops leuckarti	1	1	
Cyclopoida ubest. cop.	1	1	1
Cyclopoida ubest. naup.	3	3	3
<u>Vannlopper (Cladocera):</u>			
Leptodora kindtii	1	1	
Holopedium gibberum	2	2	2
Daphnia longispina-gruppen		1	
Daphnia galeata	3	3	3
Daphnia cristata		1	2
Bosmina longispina	2	1	2
Polyphemus pediculus		1	1

Tabell 16. Lengder av dominerende vannlopper (voksne hunner) i Strondafjorden i 2009.

	Daphnia galeata	Bosmina longispina
Middel	1.49	0.72
Min	1.24	0.60
Maks	1.80	0.82
Standardavvik	0.14	0.07
N	20	20

Tabell 17. Dyreplankton i Fløafjorden i 2009. 1 = få individer, 2 = vanlig, 3 = rikelig/dominerende.

	29.07.2009	27.08.2009	02.10.2009
<u>Hjuldyr (Rotifera):</u>			
Keratella cochlearis		2	1
Kellicottia longispina	1	3	2
Euchlanis dilatata		1	
Gastropus sp.		1	
Asplanchna priodonta	1	1	
Synchaeta spp.	2	2	2
Polyarthra spp.	3	2	1
Conochilus spp.	3	1	1
<u>Hoppekreps (Copepoda):</u>			
Heterocope appendiculata	2	1	
Acanthodiptomus denticornis	1	2	
Eudiptomus gracilis			
Cyclops scutifer	1	2	1
Mesocyclops leuckarti			1
Thermocyclops oithonoides			
Cyclopoida ubest. cop.		1	
Cyclopoida ubest. naup.		1	1
<u>Vannlopper (Cladocera):</u>			
Holopedium gibberum	2	2	2
Daphnia galeata	3	1	1
Bosmina longispina	1	2	1
Chydoridae ubest.		1	1
Polyphemus pediculus		1	1
Bythotrephes longimanus	1		

Tabell 18. Lengder av dominerende vannlopper (voksne hunner) i Fløafjorden i 2009.

	Daphnia galeata	Bosmina longispina
Middel	1.48	0.68
Min	1.30	0.58
Maks	1.64	0.84
Standardavvik	0.09	0.10
N	20	5

Tabell 19. Dyreplankton i Aurdalsfjorden i 2009. 1 = få individer, 2 = vanlig, 3 = rikelig/dominerende.

	29.07.2009	27.08.2009	02.10.2009
<u>Hjuldyr (Rotifera):</u>			
Keratella cochlearis	2	2	1
Kellicottia longispina	2	2	2
Euchlanis dilatata	1	1	1
Synchaeta spp.	2	1	3
Polyarthra spp.	2	2	2
Conochilus spp.	1	2	2
<u>Hoppekreps (Copepoda):</u>			
Heterocope appendiculata	2		
Acanthodiptomus denticornis	1	1	
Cyclops scutifer	1		
Mesocyclops leuckarti	2		
Cyclopoida ubest. cop.	1	1	1
Cyclopoida ubest. naup.	2	1	1
<u>Vannlopper (Cladocera):</u>			
Sida crystallina	1		
Holopedium gibberum	2		1
Daphnia galeata	1	1	
Daphnia cristata	1		
Bosmina longispina	2	1	
Bosmina longirostris		1	
cf. Ophryoxus gracilis		1	
Acroperus harpae	1		
Alona affinis	1	1	
Chydorus sphaericus	1		

Tabell 20. Lengder av dominerende vannlopper (voksne hunner) i Aurdalsfjorden i 2009.

	Holopedium gibberum	Bosmina longispina
Middel	0.93	0.64
Min	0.80	0.56
Maks	1.10	0.70
Standardavvik	0.09	0.05
N	20	9

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no