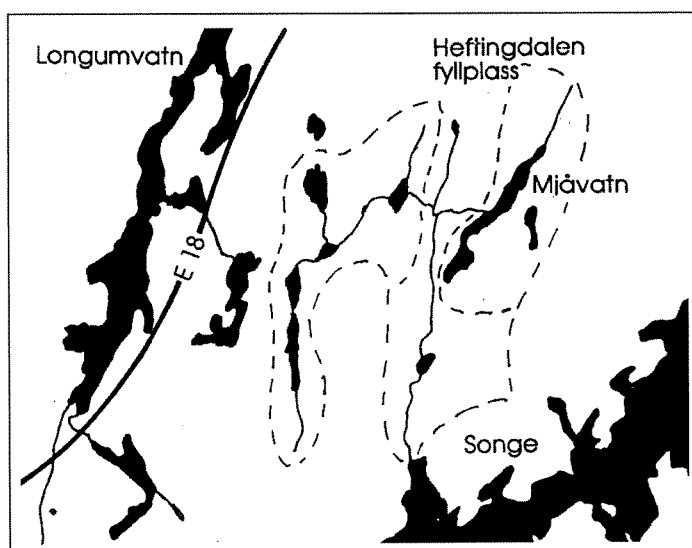




O-85063

Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1992 og 1993



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-85063	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3023	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thornøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel: Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1992 og 1993.	Dato:	Trykket:
	8/3-94	NIVA 1994
Forfatter(e): Øyvind Kaste	Faggruppe:	
	Eutrofi ferskvann	
	Geografisk område:	
	Aust-Agder	
	Antall sider:	Opplag:
	19	50

Oppdragsgiver: Arendal kommune	Oppdragsg. ref.:
-----------------------------------	------------------

Ekstrakt:

Det er i 1993 ikke funnet forhold som viser at Mjåvann er merkbart påvirket av sigevann fra Heftingsdalen søppelfyllplass. Bakteriemålingene i Mjåvann viser imidlertid at søppelfyllplassen gir bakteriell påvirkning av innsjøen, trolig ved at måker fra søppelfyllplassen oppholder seg på vannet. Mjåvann hadde i 1993 omlag de samme konsentrasjonene av total-fosfor og total-nitrogen som i 1991. Basert på eksisterende fosforbelastningsmodeller er den midlere fosforkonsentrasjonen i Mjåvann akseptabel. De to nordligste stasjonene i Mjåvann hadde for høye konsentrasjoner av termostabile koliforme bakterier i badesesongen 1992 til å tilfredsstillte Folkehelsas krav til badevannskvalitet.

4 emneord, norske

1. overvåking
2. søppelfylling
3. avrenning
4. vannkvalitet

4 emneord, engelske

1. monitoring
2. garbage dump
3. runoff
4. water quality

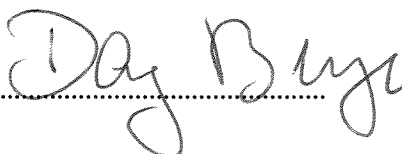
Prosjektleder

Øyvind Kaste



For administrasjonen

Dag Berge



ISBN-82-577-2475-0

Norsk institutt for vannforskning
Sørlandsavdelingen

O-85063

**OVERVÅKING AV MJÅVANN
NEDSTRØMS HEFTINGSDALEN SØPPELFYLLPLOSS
I 1992 OG 1993.**

Grimstad

8. mars 1994

Saksbehandler:

Øyvind Kaste

Medarbeidere:

Rolf Høgberget

Mette C. Lie

FORORD

På oppdrag for Arendal kommune gjennomfører NIVA-Sørlandsavdelingen en undersøkelse av vassdraget nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass.

Programmet for undersøkelsen ble utarbeidet i samarbeid med Nidarkretsen (interkommunalt selskap før kommunesammenslåingen den 1.1.1992) og Miljøvern avdelingen i Aust-Agder. Overvåkingen skal klarlegge om avrenningen fra fyllplassen har uheldige konsekvenser for vannkvaliteten i Mjåvann og Songebekken.

Agderforskning-Teknikk i Grimstad har analysert vannprøvene. Næringsmiddeltilsynet i Aust-Agder har analysert bakterieprøvene. Prøvetaking, databearbeiding og rapportering gjennomføres av NIVA.

NIVA er også bedt om å vurdere vannkjemiske analyser fra to prøvebrønner ved fyllplassen, samt fra sigevann fra fyllplassen. En slik vurdering er tatt med i eget avsnitt.

Grimstad, 8. mars 1994
Øyvind Kaste

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	2
INNHALDSFORTEGNELSE	3
1. KONKLUSJONER.....	4
2. INNLEDNING.....	6
2.1. Områdebeskrivelse.....	6
2.2. Tidligere undersøkelser	7
2.3. Målsetting og program.....	8
3. RESULTATER OG DISKUSJON.....	9
3.1. Fysisk-kjemiske forhold	9
3.2. Hygieniske forhold	13
3.3. Bunndyr	15
3.4. Kjemiske analyser fra prøvebrønnene	15
4. LITTERATUR.....	18
5. VEDLEGG.....	19
5.1. Fysisk / kjemisk vannkvalitet	19

1. KONKLUSJONER.

Det er i 1993 ikke funnet forhold som viser at Mjåvann er merkbart påvirket av sigevann fra Heftingsdalen søppelfyllplass. Fortynning i innsjøvannet vil imidlertid medføre at påvirkninger fra episodiske utslipp eller små, kontinuerlige tilførsler av sigevann fra fyllplassen vil kunne maskeres innenfor den naturlige variansen i fysiske og kjemiske parametre. Bakteriemålingene i Mjåvann viser at søppelfyllplassen gir bakteriell påvirkning av innsjøen, da ingen andre kilder synes aktuelle. Forekomsten avtok i likhet med tidligere år med avstand fra søppelfyllplassen. Påvirkningen skyldes mest sannsynlig måker som oppholder seg på vannet, og ikke at det er direkte avrenning fra fyllplassen.

Både Mjåvann og Bjorendalstjern inneholder relativt mye organiske humusstoffer som medfører et naturlig høyt forbruk av oksygen i bunnvannet. I begge innsjøer var det praktisk talt oksygenfritt i dypvannet på ettersommeren. Innholdet av organisk stoff (totalt organisk karbon) er ikke vesentlig høyere i Mjåvann enn i Bjorendalstjern. Denne parameteren gir derfor ingen indikasjon på sigevannspåvirkning fra søppelfyllplassen.

Middelkonsentrasjonen av total fosfor var 13 og 12 $\mu\text{g/l}$ i hhv. Mjåvann og Bjorendalstjern. Maksimumkonsentrasjonene av totalfosfor i 1993 var i begge innsjøer lavere enn de som ble målt i 1991. Middelkonsentrasjonen av totalnitrogen var i 1993 noe høyere i Mjåvann enn i Bjorendalstjern. I 1991 var bildet det motsatte, med høyere konsentrasjoner i Bjorendalstjern. Resultatene viser derfor at det ikke er tydelige systematiske forskjeller mellom de to innsjøene når det gjelder konsentrasjon av total nitrogen. Innholdet av ammonium var omlag det samme i de to innsjøene og konsentrasjonene var gjennomgående lavere enn i 1991.

Basert på eksisterende fosforbelastningsmodeller er den midlere fosforkonsentrasjonen i Mjåvann akseptabel, særlig når en tar i betraktning at størstedelen av fosforet sannsynligvis er bundet til organisk materiale og derfor er lite tilgjengelig for planteplankton. Fosforkonsentrasjonen i Bjorendalstjern ligger omlag på tålegrensen for innsjøen, mens klorofyllkonsentrasjonen er noe over det som er akseptabelt. Midlere klorofyllkonsentrasjon i Mjåvann er ikke beregnet pga mulig analysefeil.

De to nordligste stasjonene i Mjåvann hadde for høye konsentrasjoner av termotabile koliforme bakterier (TKB) i badesesongen 1992 til å tilfredsstille Folkehelsas krav til badevannskvalitet. Den sørligste stasjonen i Mjåvann hadde god badevannskvalitet i 1992. I 1993 hadde alle innsjøstasjonene i Mjåvann god badevannskvalitet i badesesongen. I Bjorendalstjern ble det tatt bakterieprøver kun i 1993 og alle disse viste lave verdier av TKB og god badevannskvalitet. De hygieniske forholdene i 1993 var omtrent som i 1991 i begge innsjøer.

Kjemiske analyser fra to grunnvannsbrønner nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass viste gjennomgående lave middelkonsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen (hhv. 2 og 2,5 ganger middelkonsentrasjonene i Mjåvann). Konsentrasjonen av totalt organisk karbon i grunnvannsbrønnene var omlag den samme eller noe lavere enn i Mjåvann. Det ble målt lave konsentrasjoner av bly, kadmium og kvikksølv i brønnene i 1993 (innenfor

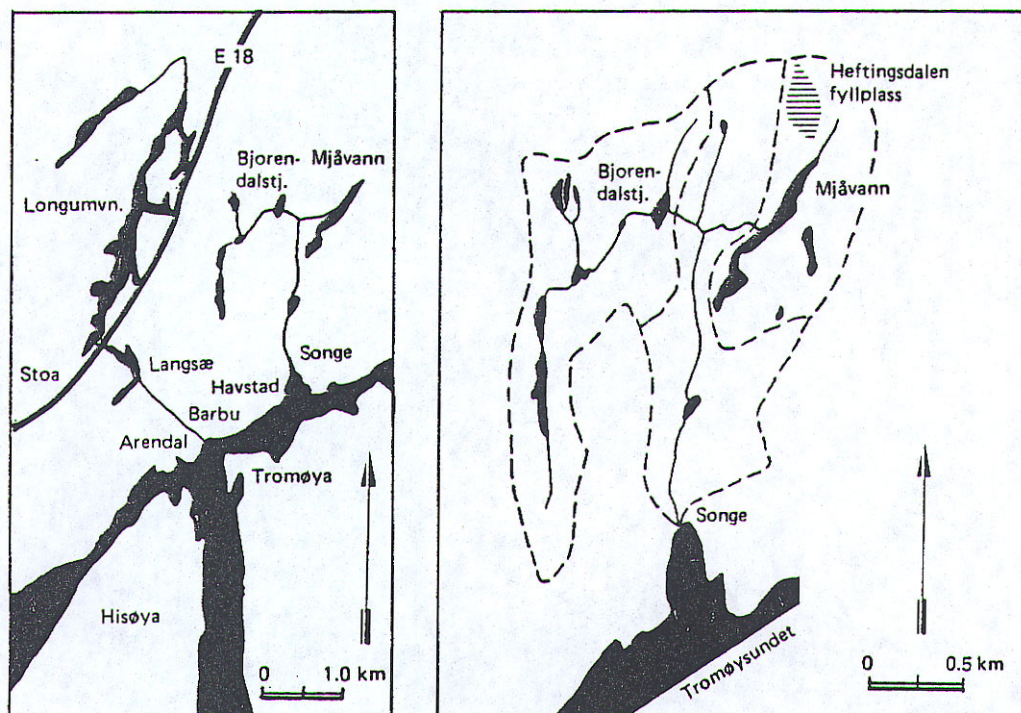
minstekravet som Folkehelse setter til drikkevann fra springen). I dagens situasjon vil grunnvannet fra Heftingsdalen trolig påvirke vannkvaliteten i Mjåvann lite

Sigevannet fra fyllplassområdet var sterkt forurenset med fosfor, nitrogen, jern og organisk materiale. Sigevannet inneholdt forhøyede konsentrasjoner av bly og kadmium, mens kvikksølv-konsentrasjonene var lave. Sigevannet pumpes ut av feltet og vil under normale omstendigheter ikke påvirke Mjåvann.

2. INNLEDNING

2.1. Områdebeskrivelse

Mjåvann - Songevassdraget ligger i Arendal kommune (figur 1). Fra 1986 er Heftingsdalen i den nordvestre delen av Mjåvanns nedbørfelt tatt i bruk som søppelfyllplass. Fyllplassen utgjør knapt 10% av nedbørfeltets areal. I tabell 1 er det gitt en del morfometriske og hydrologiske data. Sigevannet fra søppelfyllplassen blir samlet opp ved dam nederst i dalføret, og ført ut av Songevassdragets nedbørfelt. I den grad dette lykkes fullt ut, skal det dermed ikke bli noen direkte forurensningsbelastning på Mjåvann.



Figur 1. Songevassdragets nedbørfelt. Søppelfyllplassen er skravert i figuren.

Tabell 1. Morfometriske og hydrologiske data for Mjåvann. Etter Boman (1982).

Høyde over havet	31	meter
Innsjøareal	127	dekar
Nedbørfeltareal	2150	dekar
Heftingsdalens areal	192	dekar
Volum	0.65	mill. m ³
Maks. dyp	9.4	meter
Middeldyp	5.1	meter
Teor. oppholdstid *)	0.35	år

*) uten Heftingsdalen og basert på spes. avrenning på 30 l/s·km²

Det er utarbeidet dybdekart for Mjåvann, men ikke for Bjorendalstjern. Bjorendalstjern har et overflateareal på omlag 40 dekar og et nedbørfelt på 2800 dekar. Teoretisk oppholdstid er trolig omlag en tredel av den som er beregnet for Mjåvann.

Vassdraget er sterkt humuspreget. Vannet har relativt høy pH (> 6.0) og ledningsevne fordi det påvirkes av marine avsetninger. Vassdraget er dermed fiskerikt, på tross av at området er sterkt belastet med sur nedbør. I Mjåvanns nedbørfelt er det svært lite dyrket mark, og bare enkelte bolighus. I nedbørfeltet til Bjorendalstjern er det noe større landbruksaktivitet. Området blir brukt til friluftsliv, bading og fiske.

2.2. Tidligere undersøkelser

Det ble tatt en vannprøveserie fra Mjåvann den 1. nov 1982, og gjort en del morfometriske og hydrologiske målinger og beregninger. Disse, sammen med en vurdering av resipientforholdene i Mjåvann, er presentert i notat (Boman 1982).

I 1985 ble det gjort en noe større undersøkelse av biologisk materiale (fisk, bunndyr, begroing) og av innsjøsedimenter. Resultatene av alle disse undersøkelsene er presentert i notat av Lande og Boman (1986). Det ble påvist relativt høye konsentrasjoner av kadmium, bly og polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimentkjernene. Dette er resultater fra perioden før søppelfyllplassen ble tatt i bruk, slik at sedimentenes relativt høye innhold av slike stoffer er tilskrevet andre kilder. Overvåkingsresultater fra 1986 er presentert som notat av Lande (1986).

Data fra 1987 er rapportert av Hindar (1988). Sedimentene hadde også ved disse undersøkelsene høyt innhold av kadmium, bly og PAH. Dette tilskrives luftutslipp fra lokale kilder (smelteverk), langtransportert forurenset nedbør og ikke søppelfyllplassen. Resultatene for 1988 og 1991 er rapportert av Hindar (1989, 1992). Undersøkelsene i 1989 og 1990 er rapportert av Kroglund og Hindar (1990, 1991).

2.3. Målsetting og program

Målsettingen med undersøkelsen er:

- a) å kontrollere om det skjer gjennomslag av sigevann fra søppelfyllplassen til Mjåvann.*
- b) å påvise virkningene på økosystemet i Songevassdraget ved et eventuelt gjennomslag.*

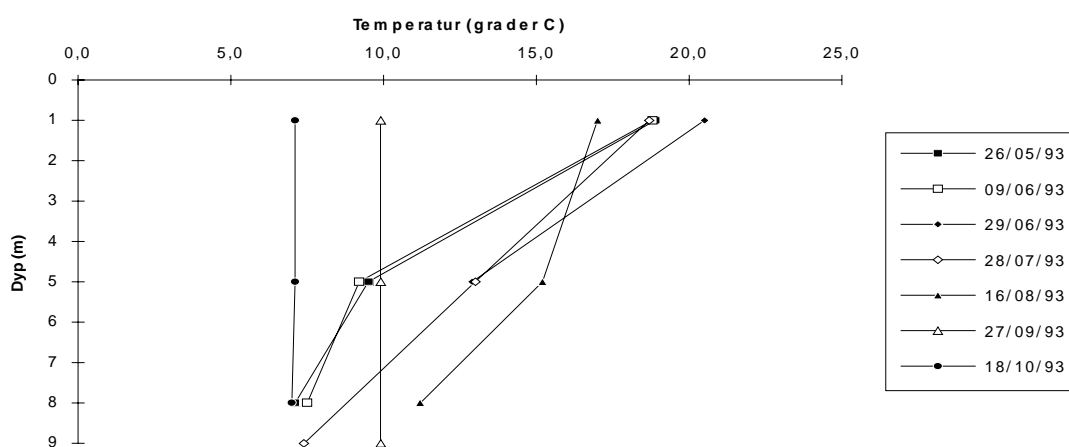
Programmet for undersøkelsen i 1993 følger samme prosedyre som i 1991 (Hindar 1992), da programmet ble revidert i forhold til de tidligere undersøkelsene. Det er tatt ialt sju prøveserier til vannkjemiske analyser og ti prøveserier i Mjåvann for bakteriologiske analyser. Intensiv innsamling av bakterieprøver (5 prøver i løpet av en måned) ble gjennomført i løpet av badesesongen.

Det er ikke gjennomført analyser av bunnsedimenter i 1992 og 1993.

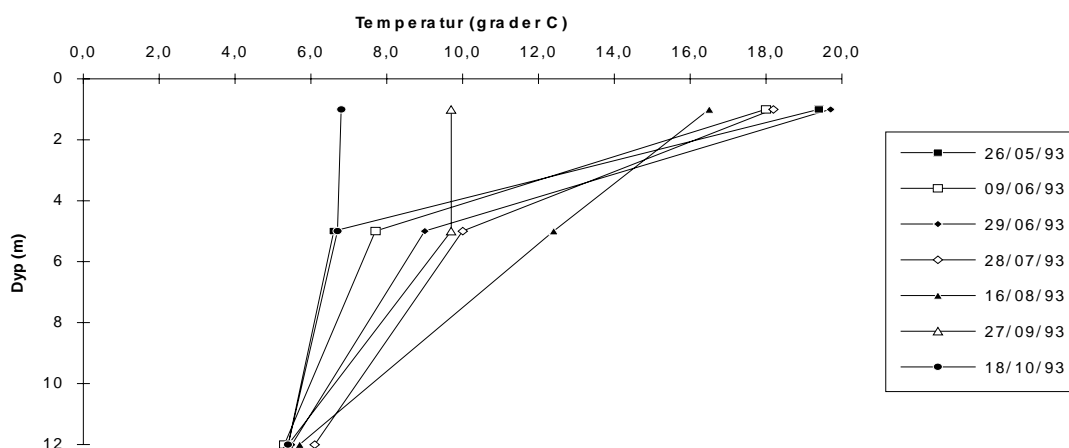
3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1. Fysisk-kjemiske forhold

Både Mjåvann og Bjorendalstjern er termisk sjiktet om sommeren (figur 2 og 3). Bunnvannet kommer i denne perioden ikke i kontakt med overflatevannet, og det er svært liten stoff- og gassutveksling mellom de to sjiktene. I Mjåvann var den termiske sjiktningen brutt i slutten av september, slik at vannmassene på denne tiden var i sirkulasjon og oksygen kunne blandes inn i dypvannet igjen. I Bjorendalstjern var vannmassene ennå svakt sjiktet da den siste vannprøven ble tatt i midten av oktober.



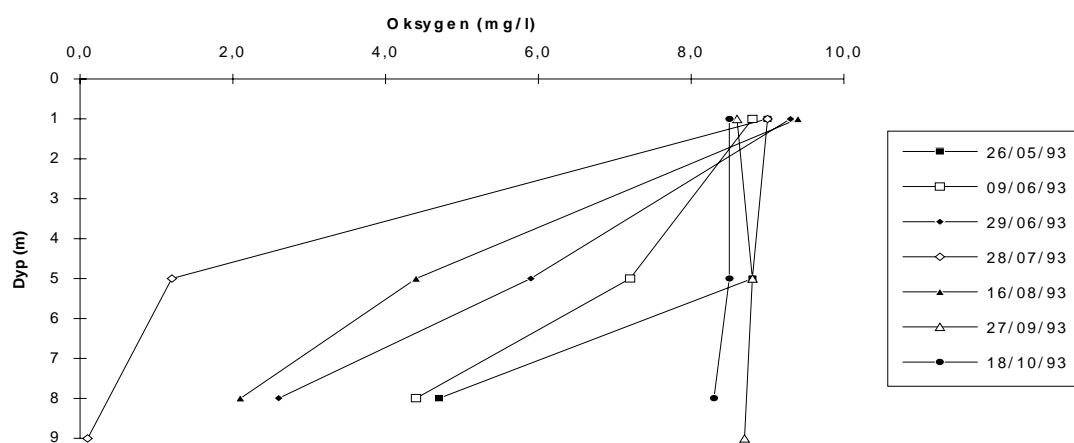
Figur 2. Temperaturutvikling i Mjåvann.



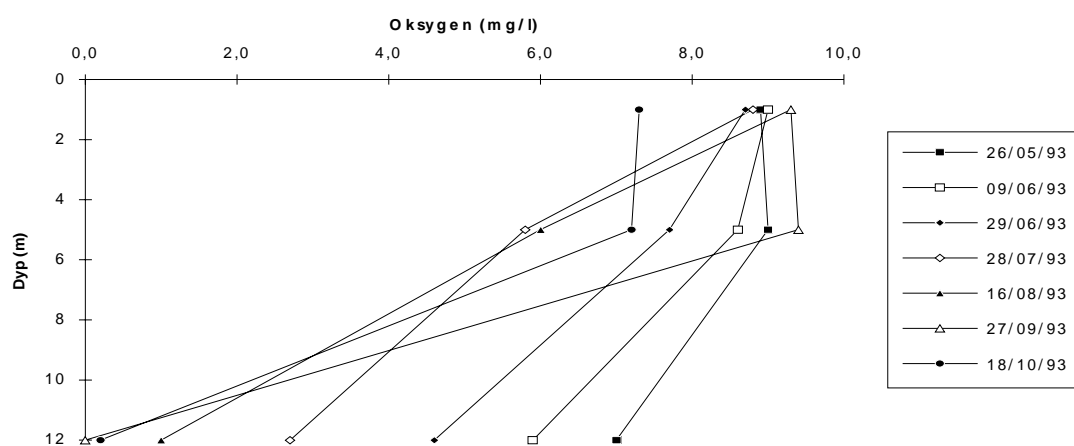
Figur 3. Temperaturutvikling i Bjorendalstjern.

Oksygenavtak i innsjøers bunnvann skyldes nedbrytning av organisk materiale under forbruk av oksygen. Både Mjåvann og Bjorendalstjern inneholder relativt mye organiske humusstoffer som medfører et naturlig høyt forbruk av oksygen i bunnvannet. I Mjåvann

var det allerede i mai lavere oksygeninnhold i bunnvannet enn i overflatevannet (figur 4). Utover sommeren avtok oksygeninnholdet i bunnvannet ytterligere til det ble nærmest oksygenfritt i slutten av juli. I Bjorendalstjern ble det også registrert et gradvis avtak i bunnvannets oksygeninnhold i løpet av sommeren (figur 5). I slutten av september var alt oksygenet på 12 meters dyp forbrukt. I midten av oktober var det fortsatt nærmest oksygenfritt i bunnvannet. Dette viser at Bjorendalstjern på denne tiden ennå ikke hadde begynt å sirkulere. Temperaturforskjellen mellom 1 og 12 meters dyp var imidlertid så liten (1,4 °C) at det bare var et tidsspørsmål for innsjøen begynte å sirkulere (vedlegg 5.1).



Figur 4. Oksygenfordeling i Mjåvann.



Figur 5. Oksygenfordeling i Bjorendalstjern.

I tabell 2 er det gitt øvrige fysiske og kjemiske analyseresultater for Mjåvann og Bjorendalstjern i 1993. Begge innsjøene var preget av humusfarge (brunt vann), med fargetall i området 35-60 mg Pt/l. Dette gjenspeiles i de relativt høye verdiene for totalt organisk karbon (TOC på 5-8 mg/l) og oksygenavtaket i bunnvannet i løpet av sommeren. Til sammenligning er TOC-verdiene i relativt upåvirkede klartvannssjøer vanligvis under 2,5 mg/l (Holtan og Rosland 1992). Innholdet av totalt organisk karbon er ikke vesentlig høyere i Mjåvann enn i Bjorendalstjern. Denne parameteren gir derfor ingen indikasjon på sigevannspåvirkning fra søppelfyllplassen.

Siktedypet i Mjåvann avtok fra 4,4 meter i begynnelsen av juni til et minimum på 2,3 meter midt i august (middel: 3,4 m). I Bjorendalstjern var siktedypet mellom 3 og 4 meter i hele måleperioden (middel: 3,6 m). Fargen målt mot Secchi-skiven var brun i begge innsjøene.

Tabell 2. Fysisk-kjemiske resultater for blandprøver fra 1-4 meters dyp i Mjåvann og Bjorendalstjern.

Dato	pH	Kond mS/m	Farge mg Pt/l	Turb FTU	Tot-P µg/l	PO ₄ -P µg/l	Tot-N µg/l	NO ₃ -N µg/l	NH ₄ -N µg/l	TOC mg/l	Kl.a µg/l
Mjåvann											
26/05/93	6,20	6,28		0,34	13	<2	435	220	40	7,7	10,9
09/06/93	6,30	6,39		0,37	10	2	395	180	15	7,9	9,0
29/06/93											91,0
28/07/93	6,19	7,13		0,45	13	2	345	30	10	6,3	27,8
16/08/93	6,51	6,29		0,48	17	<2	445	<10	10	6,7	58,3
27/09/93	6,49	6,52	46	0,43	11	<2	410	<10	35	7,0	18,2
18/10/93	6,33	6,92	59	0,35	16	<2	475	85	85		1,2
Middel	6,34	6,59	53	0,40	13	2	418	129	33	7,1	30,9
Bjorendalstjern											
26/05/93	6,62	7,46		0,46	8	<2	235	210	20	7,0	5,4
09/06/93	6,81	7,50		0,54	12	<2	255	155	40	6,8	9,0
29/06/93											5,5
28/07/93	6,45	7,03		0,39	11	<2	470	115	30	5,2	7,4
16/08/93	6,47	7,42		0,31	12	<2	335	85	10	5,5	14,7
27/09/93	6,72	7,63	35	0,37	14	<2	335	40	15	5,6	16,4
18/10/93	6,38	9,21	50	0,29	12	2	505	305	80	6,8	1,1
Middel	6,58	7,71	43	0,39	12	2	356	152	33	6,1	8,5

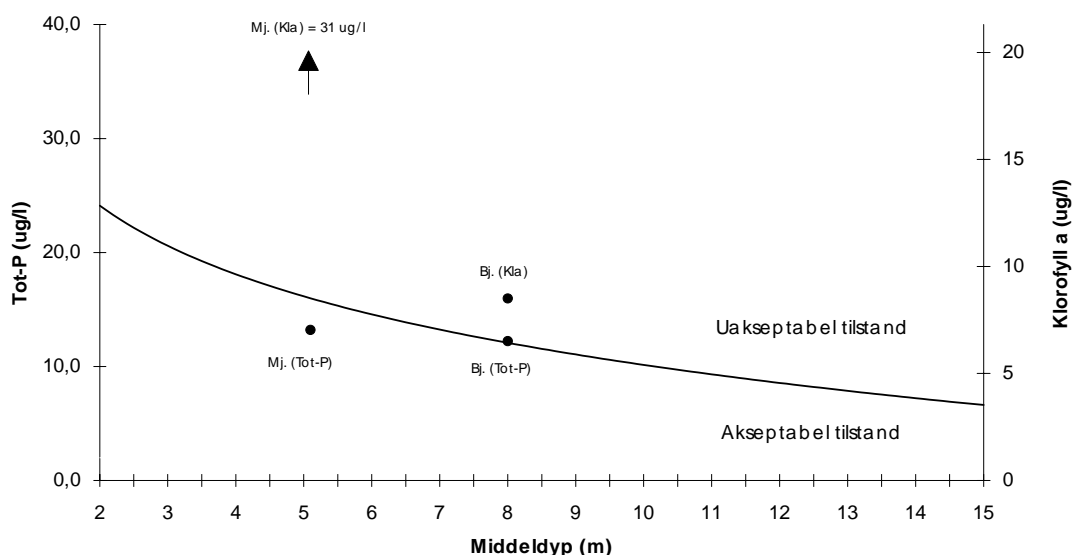
Konsentrasjonen av total fosfor var i middel hhv. 13 og 12 µg/l i Mjåvann og Bjorendalstjern. Høyeste målte fosforverdi i Mjåvann var 17 µg/l i august. I Bjorendalstjern lå fosforverdiene stabilt rundt 8-14 µg/l. Det ble målt høyere maksimumskonsentrasjoner av totalfosfor i 1991 (Hindar 1992). Konsentrasjonen av total nitrogen lå i området 345 - 475 µg/l i Mjåvann. Det ble registrert en større spredning i konsentrasjoner i Bjorendalstjern, fra 235 til 505 µg/l. Middelkonsentrasjonen av totalnitrogen var i 1993 noe høyere i Mjåvann enn i Bjorendalstjern. I 1991 var bildet det motsatte, med høyere konsentrasjoner i Bjorendalstjern. Resultatene viser derfor at det ikke er tydelige systematiske forskjeller mellom de to innsjøene når det gjelder konsentrasjon av total nitrogen.

Nitratkonsentrasjonen i Mjåvann var høyest i mai (220 µg/l) og avtok til et minimum i august og september (<10µg/l). En stor del av dette avtaket skyldes økende aktivitet hos primærprodusenter som tar opp nitrat som et næringsstoff. Innholdet av ammonium var omlag det samme i de to innsjøene og konsentrasjonene var gjennomgående lavere enn i 1991. De høyere middeltallene i 1991 skyldes episodisk høye ammoniumsverdier.

I både Mjåvann og Bjørendalstjern ble det registrert høye konsentrasjoner av planteplankton (klorofyll a). Særlig i Mjåvann ble det registrert ekstremt høye konsentrasjoner fra slutten av juni til begynnelsen av august. I Bjørendalstjern ble de høyeste klorofyll a verdiene målt i august og september. I periodene med høye algekonsentrasjoner ble det registrert lave konsentrasjoner av fosfat, nitrat og ammonium. Det viser at algene har brukt opp tilgjengelig næringsstoff i en periode med lite nye tilførsler fra nedbørfeltet.

Dersom en sammenligner de to høyeste klorofyll a verdiene i Mjåvann (91 og 58 $\mu\text{g/l}$) med de målte verdiene for totalfosfor (middel 13 $\mu\text{g/l}$) er det et tydelig misforhold. Ifølge Berge (1987) kan en ved denne konsentrasjonen av totalfosfor i en grunn innsjø forvente en klorofyll-konsentrasjon på omlag 7 $\mu\text{g/l}$. Ved en klorofyll-konsentrasjon på 91 $\mu\text{g/l}$ vil en etter erfaringsmodellen til Berge (1987) få et siktedyp i innsjøen på omlag 0,7 meter. Siktedypet i Mjåvann var 3,4 meter den dagen det ble målt 91 $\mu\text{g/l}$ klorofyll og 2,3 meter den dagen det ble målt 58 $\mu\text{g/l}$ klorofyll. Siktedypet i innsjøen var derfor mye større enn det en kunne forvente ved så høye klorofyll-konsentrasjoner. I tillegg er Mjåvann humuspåvirket med et naturlig lite siktedyp. Eksisterende erfaringsmodellene viser derfor at de målte klorofyllverdiene sannsynligvis er feil. En mulig feilkilde kan være at klorofyll-analysen interfererer med nedbrytningsprodukter av klorofyll knyttet til humusstoffer i vannet.

Basert på eksisterende fosforbelastningsmodeller for grunne innsjøer (Berge 1987) kan Mjåvann med et middeldyp på 5.1 meter tåle en midlere fosforkonsentrasjon i sommerperioden på 16-18 $\mu\text{g/l}$ (figur 6). Midlere konsentrasjon av total fosfor var 13 $\mu\text{g/l}$ P i 1993. Fosforkonsentrasjonen var derfor akseptabel, særlig når en tar i betraktning at størstedelen av fosforet sannsynligvis er bundet til organisk materiale og derfor er lite tilgjengelig for planteplankton.



Figur 6. Grense for akseptabelt trofinivå i innsjøer med forskjellig middeldyp. Middelskonsentrasjon for klorofyll (Kla) og totalfosfor (Tot-P) er markert for Mjåvann (Mj) og Bjørendalstjern (Bj). Kurven er hentet fra Berge (1987).

Ut fra samme modellbetraktning vil klorofyllkonsentrasjoner over 8-9 $\mu\text{g/l}$ vil være uakseptabelt i Mjåvann. Midlere klorofyllkonsentrasjon i 1993 var hele 31 $\mu\text{g/l}$, noe som understreker sannsynligheten for at målingene er for høye. For å kontrollere om klorofyllkonsentrasjonen virkelig var så høy som de målte, foreslås det at det ved neste års undersøkelse analyseres totalfosfor og klorofyll a ved NIVAs laboratorier.

Bjorendalstjern har et antatt middeldyp på 8 meter (Hindar 1992) og kan derfor tåle en midlere fosforkonsentrasjon i sommerperioden på 11-13 $\mu\text{gP/l}$ (figur 6). Midlere konsentrasjon av total fosfor i Bjorendalstjern var 12 $\mu\text{gP/l}$ i 1993. Dette viser at fosforkonsentrasjonen ligger omlag på tålegrensen for innsjøen.

Midlere klorofyllkonsentrasjon i Bjorendalstjern var 8,5 $\mu\text{g/l}$ i 1993. Dette er noe over det som kan regnes som akseptabelt for innsjøen.

Det er vanskelig å sammenligne de vannkjemiske resultatene for 1993 med data fra årene 1988-90, da det foreligger kun tre prøvetakinger pr. år i denne perioden (tabell 3). Enkeltprøver vil i dette datamaterialet få stor betydning for middelverdien og føre til store variasjoner fra år til år. Dette gjelder spesielt en parameter som ammonium (NH_4) som ofte er knyttet til episodiske forurensningsutslipp. Sett i forhold til 1991 er resultatene for 1993 omlag på samme nivå for de parametrene som er framstilt i tabell 3. Ammoniumkonsentrasjonen var noe høyere i 1991, men middelverdien dette året påvirkes av et kraftig episodisk utslipp.

Tabell 3. Middelerverdier for et utvalg kjemiske parametre i Mjåvann i perioden 1988-1993.

År	Antall målinger	Kond mS/m	Farge mg Pt/l	Tot-P $\mu\text{g/l}$	Tot-N $\mu\text{g/l}$	$\text{NH}_4\text{-N}$ $\mu\text{g/l}$
1988	3	5,13	-	9	612	117
1989	3	5,33	60	17	510	42
1990	3	6,57	51	24	512	47
1991	7	6,97	52	12	391	73
1993	6	6,59	53	13	418	33

Det er i 1993 ikke funnet forhold som viser at Mjåvann er påvirket av sigevann fra Heftingsdalen søppelfyllplass. Fortynning i innsjøvannet vil imidlertid medføre at påvirkninger fra episodiske utslipp eller små, kontinuerlige tilførsler av sigevann fra fyllplassen vil kunne maskeres innenfor den naturlige variansen i fysiske og kjemiske parametre.

3.2. Hygieniske forhold

Vannprøver til analyse av termotabile koliforme bakterier (TKB) er samlet 10 ganger både i 1992 og 1993. Av disse målingene er 5 tatt innenfor en måned i badesesongen for å

tilfredsstillte Folkehelsas krav til prøvetaking. Resultatene fra bakteriemålingene er vist i tabell 4.

Operasjonelt krav til badevann er satt av Folkehelsa (SIFF 1976). Det forutsettes minst 5 prøver tatt i en 30-dagers periode i badesesongen. Kravet til akseptabelt badevann er <50 TKB pr. 100 ml som geometrisk middeltall. Antallet kan bare overskrides med inntil 100% for høyst 10% av enkeltresultatene. I SFTs veiledere benyttes samme grense (<50 TKB) for godt egnet badevann (Holtan og Rosland 1992). For at vannkvaliteten skal tilfredsstillte betegnelsen *tilstandsklasse I* ("god vannkvalitet") har SFT benyttet grenseverdien 5 TKB.

I 1992 og 1993 ble det påvist termotabile koliforme bakterier i 90 % av prøvene i Mjåvann. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TKB var høyere ved alle stasjoner i 1992 sammenlignet med 1993. Målingene for 1993 var omtrent på nivå med resultatene for 1991 (tabell 5). De to nordligste stasjonen i Mjåvann hadde for høye konsentrasjoner av TKB i badesesongen 1992 til å tilfredsstillte Folkehelsas krav til badevannskvalitet. Den sørligste stasjonen i Mjåvann hadde god badevannskvalitet i 1992. I 1993 tilfredsstilte alle innsjøstasjonene i Mjåvann Folkehelsas krav til badevannskvalitet i badesesongen. I Bjorendalstjern ble det tatt bakterieprøver kun i 1993 og alle disse viste lave verdier av TKB og god badevannskvalitet.

Tabell 4. Antall termotabile koliforme bakterier per 100 ml prøvevann i Mjåvann og Bjorendalstjern i 1992 og 1993.

Dato	Mjåvann - nord	Mjåvann - hovedst.	Mjåvann - sør	Bjorendalstjern
12/05/92	14	3	0	
01/07/92	11	10	2	
13/07/92	28	5	2	
04/08/92	80	6	1	
10/08/92	200	7	4	
19/08/92	15	>300	4	
26/08/92	27	16	7	
17/09/92	30	23	27	
29/09/92	0	3	1	
22/10/92	2	1	1	
Frekvens (%)	90	100	90	
Middel	41	37	5	
Middel 1/7-19/8	67	66	3	
26/05/93	32	29	0	0
09/06/93	11	6	1	0
29/06/93	14	2	2	0
08/07/93	40	17	2	
15/07/93	11	7	5	
22/07/93	15	6	0	
28/07/93	24	1	1	0
16/08/93	25	6	1	0
27/09/93	10	1	1	2
18/10/93	3	3	4	3
Frekvens (%)	100	100	80	57
Middel	17	8	2	1
Middel 29/6-28/7	21	7	2	

Bakterietallene i Mjåvann viser at søppelfyllplassen gir bakteriell påvirkning av innsjøen, da ingen andre kilder synes aktuelle. Forekomsten avtok i likhet med tidligere år med avstand fra søppelfyllplassen. Påvirkningen skyldes mest sannsynlig måker som oppholder seg på vannet, og ikke at det er direkte avrenning fra fyllplassen.

Tabell 5. Termostabile koliforme bakterier i årene 1988-1993 (middeltall).

År	Ant. målinger	Mjåvann - nord	Mjåvann - hovedst.	Mjåvann - sør	Bjorendalstjern
1988	8	49	28	10	4
1989	8	5	3	3	19
1990	8	68	32	19	21
1991	10	15	3	2	2
1992	10	41	37	5	
1993	10	17	8	2	1

3.3. Bunndyr

Det er innsamlet bunndyr fra utløpsbekken av Mjåvann. Bunndyrmaterialet er i likhet med tidligere år delvis bearbeidet og oppbevares ved NIVA, ifølge avtale med oppdragsgiver.

3.4. Kjemiske analyser fra prøvebrønnene

For å kunne registrere sivevannspåvirkning av Mjåvann fra Heftingsdalen, er det satt ned to prøvebrønner mellom søppelplassen og vannet. Arendal kommune tok prøver i alt seks ganger i 1991 av brønnvann og sivevannet nederst mot fyllingsdammen. I tillegg ble det tatt prøver ved pumpestasjonen mellom fyllplassen og Mjåvann.

Som i tidligere undersøkelser hadde vannet i borehullene gjennomgående lave middelkonsentrasjoner av totalfosfor (tabell 6). Verdiene varierte mest i den østre brønnen, med en faktor på 8. Denne brønnen hadde også nesten dobbelt så høy middelkonsentrasjon av totalnitrogen som den vestre brønnen. Totalkonsentrasjonen av nitrogen i den vestre brønnen lå imidlertid ikke vesentlig høyere enn vannmassene i Mjåvann. Konsentrasjonen av totalt organisk karbon (TOC) i grunnvannsbrønnene var omlag den samme eller noe lavere enn i Mjåvann. Tidligere er det målt et høyt kjemisk oksygenforbruk og relativt lave verdier av TOC (som i 1993). Dette viser at det kjemiske oksygenforbruket i grunnvannet for en stor del skyldes oksidasjon av reduserte forbindelser (Hindar 1992).

Vannet fra grunnvannsbrønnen er analysert mhp. tungmetallene bly, kadmium og kvikksølv i 1993. Middelkonsentrasjonen for bly var 4,5 µg Pb/l i den østre brønnen og 6,2 i den vestre brønnen. Dette tilsvarer tilstandsklasse III og IV ("nokså dårlig" til "dårlig") i SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Det finnes ikke noe tilsvarende klassifiseringssystem for grunnvann, men Folkehelse setter minstekravet til drikkevann

(kranvann) ved 20 µg Pb/l (SIF 1987). Alle de målte konsentrasjonen av kadmium (Cd) og kvikksølv (Hg) i grunnvannsbrønnene lå under 0,5 µg/l. Folkehelsas minstekrav til drikkevann er at konsentrasjonene i springen skal være lavere enn 5 µg Cd/l og 0,5 µg Hg/l (SIF 1987).

Tabell 6. Kjemiske analyser fra prøvebrønnene.

Dato	Kond mS/m	Tot-P µg/l	NH ₄ -N µg/l	Tot-N µg/l	TOC mg/l	Tot-Fe µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Hg µg/l
Brønn-vest									
04/02/93	9,20	16	15	660	2,9	210	4,90	<0,1	<0,05
30/03/93	8,24	9	10	580	3,6	80	3,10	0,17	0,10
15/06/93	5,98	37	10	430	4,3	1260	8,55	0,13	<0,05
11/08/93	6,66	44	30	1060	5,1	910	16,20	0,32	<0,5
19/10/93	6,12	13	50	480	8,8	90	1,90	<0,1	<0,5
15/12/93	19,00	12	25	290	2,8	230	2,80	<0,1	<0,5
Middel	9,2	22	23	583	4,6	463	6,24		
Brønn - øst									
04/02/93	7,88	27	15	1280	3,0	1130	6,90	<0,1	<0,05
30/03/93	10,60	7	10	2020	3,2	60	0,80	0,10	0,05
15/06/93	6,00	56	15	505	5,0	2330	8,83	0,26	0,06
11/08/93	5,71	14	30	890	3,5	220	4,90	0,29	<0,5
19/10/93	8,68	16	25	1020	13,2	130	2,00	0,13	<0,5
15/12/93	5,93	21	90	1000	3,8	530	3,73	<0,1	<0,5
Middel	7,5	24	31	1119	5,3	733	4,53		
Pumpestasjon									
04/02/93	9,98	5	115	550	3,4	650	0,60	<0,1	<0,05
30/03/93	12,00	3	85	610	4,1	530	<0,5	0,14	<0,05
15/06/93	13,20	120	270	1440	7,7	1820	3,61	0,18	<0,05
11/08/93	18,30	14	250	590	8,0	2960	0,86	0,30	<0,5
Middel	13,4	36	180	798	5,8	1490	1,69		
Sigevann									
04/02/93	231,00	1230	98600	136000	102	21200	15,50	0,98	<0,05
30/03/93	273,00	2190	145000	160000	116	14400	4,70	0,10	0,27
15/06/93	322,00	12900	179000	180000	257	11900	5,88	0,14	0,08
19/10/93	140,90	505	68000	69300	72	13300	5,40	0,93	<0,5
15/12/93	59,40	660	20400	26400	49	5760	23,30	0,61	<0,5
Middel	205,3	3497	102200	114340	119	13312	11,0	0,6	

Sigevannet var sterkt forurenset med fosfor, nitrogen, jern og organisk materiale. Nær sagt alt nitrogen forelå som ammonium i prøvene og viser at det var reduserende miljø i dette vannet. Høye konsentrasjoner av jern bekrefter dette. Sigevannet inneholdt forhøyede konsentrasjoner av bly og kadmium; opp til 23 µg Pb/l og 1,0 µg Cd/l. Kvikksølv-konsentrasjonen i sigevannet var omlag på samme nivå som i grunnvannsbrønnene.

Sigevannet pumpes ut av feltet og til det kommunale kloakkledningsnett. Under normale omstendigheter vil derfor Mjåvann ikke påvirkes av sigevann. Det er ikke foretatt kvantitative målinger av vanngjennomstrømningen i borebrønnene, og det er derfor vanskelig å fastslå hvor store grunnvannsmengder som drenerer fra søppelfyllplassen og til Mjåvann. Hittil er det imidlertid målt relativt lave konsentrasjoner av næringssalter, organisk stoff og tungmetaller i grunnvannsbrønnene. I dagens situasjon vil derfor grunnvannet fra Heftingsdalen påvirke vannkvaliteten i Mjåvann lite.

4. LITTERATUR

- Berge, D. (1987). Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA-rapport, løpenr. 2001, 44 s.
- Boman, E. (1982). Mjåvann. En vurdering av resipientforhold i forbindelse med planlagt søppelfyllplass i Heftingsdalen, Moland og Arendal. NIVA-notat O-82115, 19 s.
- Hindar, A. (1988). Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1987. NIVA-rapport, løpenr. 2112, 17 s.
- Hindar, A. (1989). Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1988. NIVA-rapport, løpenr. 2249, 21 s.
- Hindar, A. (1992). Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1991. NIVA-rapport, løpenr. 2767, 25 s.
- Holtan, H. og Rosland, D.S. (1992). Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning nr. 92:06, TA-905/1992, 32 s.
- Kroglund, F og Hindar, A. (1990). Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1989. NIVA-rapport, løpenr. 2437, 12 s.
- Kroglund, F og Hindar, A. (1991). Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1990. NIVA-rapport, løpenr. 2564, 20 s.
- Lande, A. (1986). Mjåvann - Songevassdraget. Overvåkingsundersøkelse 1986. Fysisk - kjemiske, biologiske og bakteriologiske undersøkelser. NIVA-notat O-85063, 20 s.
- Lande, A. og Boman, E. (1986). Mjåvann - Songevassdraget 1985. Undersøkelser i vassdraget, før anleggelse av søppelfyllplassen i Heftingsdalen. NIVA-notat O-85063, 19 s.
- SIFF 1976. Kvalitetskrav til vann. Statens institutt for folkehelse. 52 s.
- SIFF 1987. Kvalitetsnormer for drikkevann. G2. Statens institutt for folkehelse. 72 s.

5. VEDLEGG

5.1. Fysisk / kjemisk vannkvalitet

Temperatur og oksygen.

Sted	Parameter	Dyp	26/05/93	09/06/93	29/06/93	28/07/93	16/08/93	27/09/93	18/10/93
Mjåvann	Temp (° C)	1	18,9	18,8	20,5	18,7	17,0	9,9	7,1
		5	9,5	9,2	12,9	13,0	15,2	9,9	7,1
		12	7,1	7,5		7,4	11,2	9,9	7
Mjåvann	Oksygen (mg/l)	1	9,0	8,8	9,3	9,0	9,4	8,6	8,5
		5	8,8	7,2	5,9	1,2	4,4	8,8	8,5
		12	4,7	4,4	2,6	0,1	2,1	8,7	8,3
Bjorendalstj	Temp (° C)	1	19,4	18,0	19,7	18,2	16,5	9,7	6,8
		5	6,6	7,7	9,0	10,0	12,4	9,7	6,7
		12	5,4	5,3	5,5	6,1	5,7	5,4	5,4
Bjorendalstj	Oksygen (mg/l)	1	8,9	9,0	8,7	8,8	9,3	9,3	7,3
		5	9,0	8,6	7,7	5,8	6,0	9,4	7,2
		12	7,0	5,9	4,6	2,7	1,0	0,0	0,2

NIVA



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2475-0