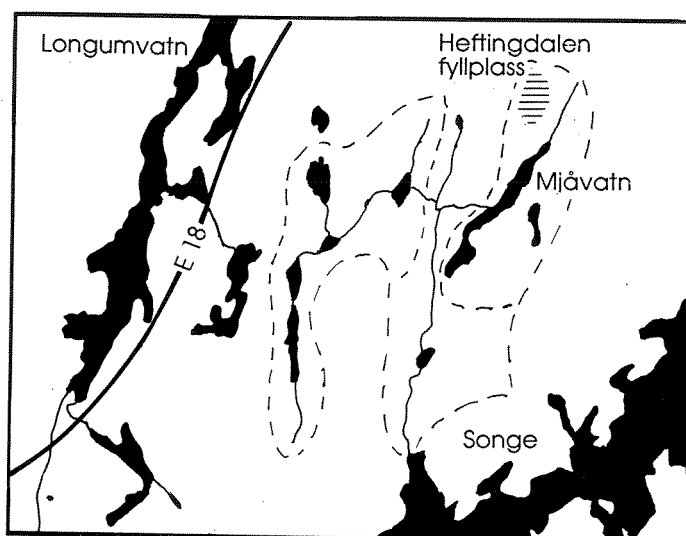


O-85063

Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1991



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-85063	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
2767	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 69, Korsvoll	Televeien 1	Rute 866	Breiviken 5	Søndre Tollbugate 3
0808 Oslo 8	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5035 Bergen - Sandviken	9000 Tromsø
Telefon (47 2) 23 52 80	Telefon (47 41) 43 033	Telefon (47 65) 76 752	Telefon (47 5) 95 17 00	Telefon (47 83) 85 280
Telefax (47 2) 95 21 89	Telefax (47 41) 44 513	Telefax (47 65) 78 402	Telefax (47 5) 25 78 90	Telefax (47 83) 80 509

Rapportens tittel: Overvåking av Mjåvatn nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1991	Dato:	Trykket:
	9.juli 1992	NIVA 1992
Forfatter(e): Atle Hindar	Faggruppe:	
	Komm. forurensninger	
	Geografisk område:	
	Arendal, Aust-Agder	
	Antall sider:	Opplag:
	25	60

Oppdragsgiver: Arendal kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
-----------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt:

Mjåvatn og Bjorendalstjenn (referansevann) er humøse, med høyt oksygenforbruk og utvikling av hydrogensulfid i bunnvannet. Disse forholdene skyldes nedbryting av løste organiske forbindelser, og er vanlige å påvise i humøse innsjøer. Konsentrasjonen av total fosfor, total nitrogen og klorofyll viser at belastningen av begge vann er på eller over grensen til å være uakseptabel. Klorofyllkonsentrasjonene viser at næringstilgangen gir grunnlag for betydelig algevekst. Det antas at det er en viss landbrukspåvirkning av vannene, særlig Bjorendalstjenn. Det er forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller, særlig kadmium, og PAH i bunnsedimentene både i Mjåvatn og Bjorendalstjenn. Kildene er sannsynligvis lokale og/eller langtransporterte luftforurensninger og ikke søppelfyllplassen. I Mjåvatn ble det påvist termotolerante koliforme bakterier i 85 % av prøvene i 1991. Det var imidlertid lavere konsentrasjoner enn året før. Mjåvatn hadde akseptabel badevannskvalitet hele sommeren. Bakterientallet skyldes faeces fra måker som tiltrekkes av søppelfyllplassen.

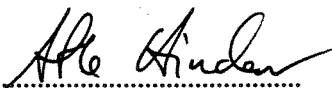
4 emneord, norske

1. Søppelfylling
2. Innsjø
3. Vannkvalitet
4. Sedimentanalyse

4 emneord, engelske

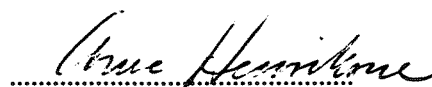
- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder



Atle Hindar

For administrasjonen



ISBN 82-577-2152-2

**NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
SØRLANDSAVDELINGEN
GRIMSTAD**

O-85063

**Overvåking av Mjåvatn
nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1991**

Grimstad, juli 1992

Saksbehandler:	Atle Hindar
Medarbeidere:	Frode Kroglund 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 1.1.92) og Miljøvernavdelingen i Aust-Agder. Overvåkingen skal klarlegge om avrenningen fra fyllplassen har uheldige konsekvenser for vannkvaliteten i Mjåvatn og Songebekken.

Agderforskning- Teknisk 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, juli 1992

Atle Hindar

INNHALDSFORTEGNELSE

	SIDE
1 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	4
2 INNLEDNING	5
2.1. Områdebeskrivelse	5
2.2. Tidligere undersøkelser	6
2.3. Målsetting og program	7
3. RESULTATER OG DISKUSJON	8
3.1. Fysisk-kjemiske forhold	8
3.2. Hygieniske forhold	10
3.3. Sedimentkjemi	11
3.4. Bunndyr	15
3.5. Kjemiske analyser fra prøvebrønnene	15
4. REFERANSER OG TIDLIGERE RAPPORTER	16
5. VEDLEGG	17

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Undersøkelsen i Songevassdraget har i 1991 fulgt et noe større program enn de foregående år. Enkelte parametre er tatt ut av programmet, mens andre er tatt inn. Prøvetakingsfrekvensen for vannkjemi, spesielt av hensyn til behovet for fosfordata, er økt. Bunnsedimenter både i Mjåvatn og i Bjorendalstjenn er undersøkt i 1991.

Mjåvatn og Bjorendalstjenn (referansevann) er humøse, med høyt oksygenforbruk i dypvannet. Bunnvannet var oksygenfritt i begge vann i lange perioder, med utvikling av hydrogensulfid. Disse forholdene skyldes nedbryting av løste organiske forbindelser, og er vanlige å påvise i humøse innsjøer.

Konsentrasjonen av total fosfor, total nitrogen og klorofyll viser at belastningen av begge vann er på eller over grensen til å være uakseptabel. Selv om noe av forklaringen på relativt høye totale fosfor- og nitrogenkonsentrasjoner er at disse delvis er bundet i det løste organiske materialet i vannet, viser klorofyllkonsentrasjonene at næringstilgangen gir grunnlag for betydelig algevekst. Det antas at det er en viss landbrukspåvirkning av vannene, særlig Bjorendalstjenn.

Det var forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller, særlig kadmium, og PAH i bunnsedimentene både i Mjåvatn og Bjorendalstjenn. I 1991 ble det påvist to ganger høyere konsentrasjoner av PAH på to av tre stasjoner i Mjåvatn enn ved tilsvarende undersøkelser i 1985 og 1987. Store horisontale forskjeller gjør imidlertid at det er usikkert om det har vært en reell dobling i fireårsperioden. Konsentrasjonen av tungmetaller er ikke vesentlig endret fra tidligere og er ikke vesentlig forskjellig for de to vannene.

Både de høye konsentrasjonene og sammensetningen av enkeltkomponentene gir grunn til å undersøke PAH i innsjøsedimenter på regional basis i Arendalsområdet. For Songevassdragets øvre deler er det sannsynligvis bare utslipp til luft som kan ha betydning som forurensningskilde. Det er sterke indikasjoner på at langtransportert og/eller tidligere og nåværende lokal luftforurensning er kilden til de høye tallene.

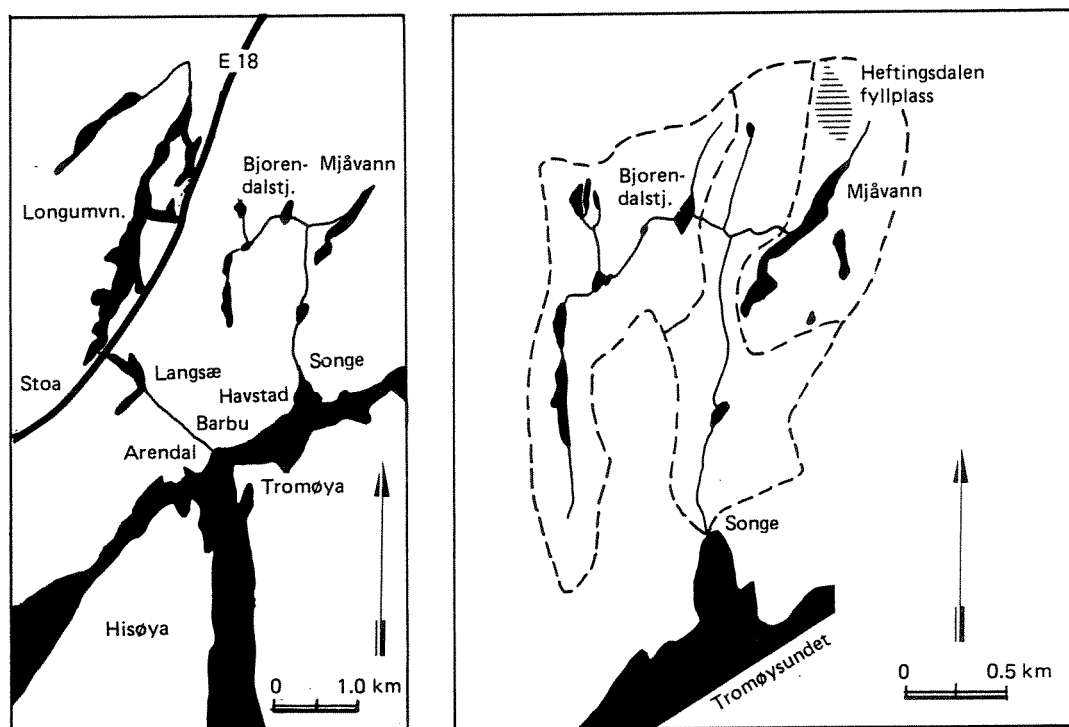
I Mjåvatn ble det påvist termotolerante koliforme bakterier i 85 % av prøvene i 1991. Det var imidlertid lavere konsentrasjoner enn året før. Mjåvatn hadde derfor akseptabel badevannskvalitet hele sommeren. Det var sterkt avtakende bakteriekonsentrasjon sørover i bassenget, dvs. med økende avstand fra fyllplassen, slik som registrert tidligere. Det er ikke grunnlag for å endre antakelsen om at bakterieantallet skyldes måkefaeces. Måkene tiltrekkes av søppelfyllplassen. Det er grunn til å anta at Bjorendalstjenn er noe påvirket av kloakktilførsler i flomsituasjoner.

Sigevannet fra Heftingsdalen pumpes ut av feltet og til kommunalt kloakkledningsnett, mens grunnvannet i borebrønner i sørenden av feltet neppe innebærer noe problem pga relativt god vannkvalitet. Under normale omstendigheter vil derfor Mjåvatn ikke påvirkes av sigevann fra Heftingsdalen.

2. INNLEDNING

2.1. Områdebeskrivelse

Mjåvatn - Songevassdraget ligger i Arendal kommune (figur 1). Fra 1986 er Heftingsdalen i den nordvestre delen av Mjåvatns nebfelt 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 Mjåvatn.



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

Tabell 1. Morfometriske og hydrologiske data for Mjåvatn. 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 Mjåvatn, mens det ikke er tilfellet for Bjorendalstjenn. Bjorendalstjenn 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 Mjåvatn.

Vassdraget er sterkt humuspreget. Vannet har relativt høy pH (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 Mjåvatns nedbørfelt er det svært lite dyrket mark, og bare enkelte bolighus. I nedbørfeltet til Bjorendalstjenn er det noe større landbruksaktivitet. Området blir brukt til friluftsliv, bading og fiske.

2.2. Tidligere undersøkelser

Det ble tatt en vannprøveserie fra Mjåvatn den 1. nov 1982, og gjort en del morfometriske og hydrologiske målinger og beregninger. Disse, sammen med en vurdering av resipientforholdene i Mjåvatn, 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 polysykliske 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). Det tilskrives luftutslipp fra lokale kilder (smelteverk) og/eller langtransportert forurenset nedbør og ikke søppelfyllplassen. 1988 materialet er rapportert av Hindar (1989). 1989- og 1990 materialet 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 Mjåvatn.*
- b) å påvise virkningene på økosystemet i Songevassdraget ved et eventuelt gjennomslag.*

Programmet for undersøkelsen i 1991 er endret fra 1990. Enkelte parametre er tatt ut av programmet, mens andre er tatt inn. Prøvehyppheten er økt, spesielt med tanke på behovet for flere fosfordata. Det er tatt ialt sju prøveserier til vannkjemiske analyser og ti prøveserier i Mjåvatn for bakteriologiske analyser. Intensiv innsamling av bakterieprøver ble gjennomført i perioden 16. juli 1991 til 14. august 1991.

I 1991 ble det gjennomført analyser av bunnsedimentene både i Mjåvatn og Bjorendalstjenn. Konsentrasjonen av tungmetaller og PAH ble undersøkt. I Mjåvatn ble sedimentprøver tatt på tre steder; 1) Mjåvatn-nord, rett ut for fyllplassen, 2) Mjåvatn-hoved, hovedstasjonen og 3) Mjåvatn-sør, bassenget i den sørlige delen. I Bjorendalstjenn ble prøvene tatt på største dyp

Det er i tillegg foretatt en befaring i bekken nedstrøms Mjåvatn den 21. oktober. Det ble samlet inn prøver for bunndyranalyse og gjort registrering av fisk.

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1. Fysisk-kjemiske forhold

Resultatene fra de fysisk-kjemiske analysene for 1991 er vist i sin helhet i vedlegg bak i rapporten. I tabell 2 er resultater for blandprøver fra 1-4 meters dyp vist for Mjåvatn og Bjorendalstjenn.

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

Mjåvatn

Dato	Temp	FTU	pH	Kond mS/m	Pt mg/L	Tot-P µg/L	Løst-P µg/L	Tot-N µg/L	NO3 µg/L	NH4 µg/L	O2 mg/L	PERM mg/L O	KL.A µg/L
29.5.91	17.0	0.36	6.29	6.5	42	12	1.0	430	165	15	9.3	8.3	5.1
24.6.91	16.3	0.29	6.29	6.7	40	7	2.5	395	105	40	9.3	7.4	3.0
16.7.91	20.9	0.30	6.32	6.9	41	9	1.0	310	75	20	8.3	7.2	3.0
14.8.91	20.1	0.37	6.43	6.8	37	10	2.0	230	10	10	8.3	6.4	9.8
4.9.91	18.9	0.36	6.78	6.8	37	12	4.6	350	5	5	8.1	7.5	32.6
25.9.91	13.7		6.32	7.9	100	28	4.0	610	20	350	8.6	11.1	41.8
21.10.91	8.7		6.24	7.2	69	7	2.1	410	110	70	8.6	9.0	0.9
Middel		0.34	6.38	7.0	52	12	2.5	391	70	73	8.6	8.1	13.7

Dato	Temp	FTU	pH	Kond mS/m	Pt mg/L	Tot-P µg/L	Løst-P µg/L	Tot-N µg/L	NO3 µg/L	NH4 µg/L	O2 mg/L	PERM mg/L O	KL.A µg/L
29.5.91	17.4	0.47	6.65	7.1	34	10	1.0	580	260	15	9.2	6.7	1.9
24.6.91	15.8	0.40	6.59	7.1	35	11	3.7	485	190	22	9.0	6.2	4.5
16.7.91	19.8	0.40	6.63	7.3	43	12	2.5	465	135	20	8.9	6.8	6.6
14.8.91	19.3	0.66	6.88	7.3	35	16	2.9	330	20	20	9.0	6.9	13.4
4.9.91	18.4	0.64	6.98	7.2	30	11	2.5	280	5	5	7.6	7.0	7.9
25.9.91	13.1		6.11	8.1	161	27	4.2	640	20	335	8.4	8.3	9.4
21.10.91	7.8		6.13	8.2	65	15	1.0	720	345	50	7.5		tapt
Middel		0.51	6.57	7.5	58	15	2.5	500	139	67	8.5	7.0	7.3

Bjorendalstjenn

Både Mjåvatn og Bjorendalstjenn var preget av humusfarge, vanligvis med fargetall i området 30-70 mg Pt/L. Dette gjenspeiles i det kjemiske oksygenforbruket (PERM), som i hovedsak er et mål på løste organiske forbindelser i vannet. Forbruk på 6-9 mg O/L ble funnet i 1991.

Siktedypet avtok gradvis fra 4.8 meter i mai til 3.4 meter i oktober i Mjåvatn. I Bjorendalstjenn avtok siktedypet fra 5.5 meter i mai til 3.3 meter i oktober, men hadde et minimum på 2.8 meter i august. Middeltall er hhv. 4.1 og 3.8 meter, Fargen målt mot Secchi-skiven var gjennomgående brun i begge vann.

Nedbrytingen av humusstoffer og manglende sirkulasjon om sommeren førte til at dypvannet i både Mjåvatn og Bjorendalstjenn var helt eller delvis oksygenfritt fra siste del av juli og helt fram til sirkulasjonen startet i slutten av september. Det ble utviklet hydrogensulfid. I Bjorendalstjenn ble det også registrert hydrogensulfid så seint som den 21. oktober. Mjåvatn hadde trolig en relativt god sirkulasjon våren 1991, mens dette neppe har vært tilfellet i Bjorendalstjenn, der det ble funnet lav oksygenkonsentrasjon i bunnvannet allerede i slutten av mai.

Konsentrasjonen av total fosfor var i middel hhv. 12 og 15 $\mu\text{g/L P}$ i Mjåvatn og Bjorendalstjenn. Den 25. september ble det målt opp mot 30 $\mu\text{g/L P}$. Samtidig ble det registrert høye konsentrasjoner av løste organiske stoffer og ammonium, men ikke nitrat. Det var også en sterk økning i konsentrasjonen av total nitrogen. Takket være nesten identiske resultater både i Mjåvatn og i referansevannet, kan sig fra fyllplassen utelukkes som årsak til disse økningene. I 1991 var det tørt og ubetydelig avrenning i juli, august og fram til den 22. september. Da kom det et relativt kraftig regn som trolig har spylt ut materiale fra nedbørfeltene. Ammonium fra delvis oksygenfritt miljø må være ført ut med dette vannet.

I den tørre perioden (juli-september) utviklet det seg en betydelig mengde planteplankton i begge vann, særlig i Mjåvatn, der det ble målt en klorofyllkonsentrasjon på 32 $\mu\text{g/L}$ i begynnelsen av september. Begge vann var så godt som frie for nitrat og ammonium på dette tidspunktet. Det viser at algene har brukt opp tilgjengelig næringsstoff i en periode uten nye tilførsler fra landsiden.

Vannprøvene er samlet med en slik hyppighet (sju ganger i perioden mai-oktober) at de gir grunnlag for å vurdere belastningssituasjonen. Mjåvatn har et middeldyp på 5.1 meter og kan derfor, ifølge Berge (1987) tåle en midlere fosforkonsentrasjon i sommerperioden på 16-18 $\mu\text{g/L P}$. Klorofyllkonsentrasjoner over 8-9 $\mu\text{g/L}$ vil være uakseptabelt. Midlere konsentrasjon av total fosfor var 12 $\mu\text{g/L P}$ i 1991, mens midlere klorofyllkonsentrasjon var 13.7 $\mu\text{g/L}$. Fosforkonsentrasjonen er akseptabel, men klorofyllkonsentrasjonen er over det som er akseptabelt. Det kan være grunn til å undersøke algesammensetningen, slik at denne tendensen kan tolkes nærmere.

Bjorendalstjenn har et antatt middeldyp på 8 meter og kan derfor tåle en midlere fosforkonsentrasjon i sommerperioden på 11-13 $\mu\text{g/L P}$. Klorofyllkonsentrasjoner over 6-7 $\mu\text{g/L}$ vil være uakseptabelt. Midlere konsentrasjon av total fosfor var 15 $\mu\text{g/L P}$ i 1991, mens midlere klorofyllkonsentrasjon var 7.3 $\mu\text{g/L}$. Både fosforkonsentrasjon og klorofyllkonsentrasjon er noe over det som er akseptabelt. Dette vannet er også noe mere belastet med nitrogen, med middelkonsentrasjoner for nitrat og total nitrogen på hhv. 140 og 500 $\mu\text{g/L N}$.

Begge vann hadde en vannkvalitet som grenser opp mot eller er noe over det som anses som akseptabelt for grunne innsjøer i Norge. Dette skyldes trolig en viss landbrukspåvirkning, iallfall for Bjorendalstjenn. Selv om relativt høye konsentrasjoner av total fosfor og nitrogen nok skyldes at disse stoffene delvis er bundet i det løste organiske materialet, gir tilførslene grunnlag for betydelig algevekst.

Det er ikke funnet forhold som kan vise at Mjåvatn er påvirket av sigevann fra søppelfyllplassen.

3.2. Hygieniske forhold

Vannprøver til analyse av termotolerante koliforme bakterier er samlet 10 ganger i 1991, herav ukentlig i fem uker fra 16.07.91 til 14.08.91. Resultatene er vist i tabell 3.

Tabell 3. Antall termotolerante koliforme bakterier per 100 ml prøvevann i Mjåvatn og Bjorendalstjenn fra 1988 til 1991.

DATO	MJÅVANN NORD	MJÅVANN HOVEDST.	MJÅVANN SØR	BJOREND. TJENN
28-03-88	0	1	0	0
14-07-88	133	105	25	8
31-08-88	110	39	23	
07-09-88	68	30	20	
12-09-88	0	9	8	
21-09-88	12	10	0	
28-09-88	22	12	0	
12-10-88	45	20	2	
23-05-89	1	0	9	55
22-08-89	33	16	4	
29-08-89	3	2	4	
30-08-89	1	2	0	2
05-09-89	0	3	1	
13-09-89	0	0	0	
19-09-89	1	0	1	
25-10-89	0	1	1	0
06-06-90	23	23	10	2
22-08-90	60	40	22	60
28-08-90	180	50	16	
05-09-90	200	83	60	
10-09-90	23	25	25	
18-09-90	30	10	10	
27-09-90	24	23	8	
17-10-90	1	2	0	1
29-05-91	6	1	0	0
24-06-91	15	5	2	1
16-07-91	23	5	3	1
24-07-91	28	4	1	
02-08-91	67	4	0	
07-08-91	3	2	1	
14-08-91	2	4	0	1
04-09-91	0	1	4	1
25-09-91	4	4	2	11
21-10-91	3	2	3	2

Analysene viser at det ble påvist termotolerante koliforme bakterier i over 85 % av prøvene i 1991. Dette er noe hyppigere enn tidligere år, men bakterietallet var vesentlig lavere i 1991 enn året før. Bakterienivået i innsjøen viser at søppelfyllplassen gir bakteriell påvirkning av Mjåvatn, da ingen andre kilder synes aktuelle. Forekomsten avtar med avstand fra søppelfyllplassen. Påvirkningen skyldes mest sannsynlig måker som oppholder seg på vannet, og ikke at det er direkte avrenning fra fyllplassen. Også i Bjorendalstjenn var det en viss påvirkning av tarmbakterier, men verdiene var svært lave om en ser bort fra flomperioden i slutten av september, da det ble målt 11 bakt./100 ml prøve. Det kan tyde på en viss kloakkpåvirkning av referansevannet.

Operasjonelt krav til badevann er satt av SIFF (SIFF 1976). Det forutsettes minst 5 prøver tatt i en 30-dagers periode i badesesongen. Kravet til akseptabelt badevann er <50 E. coli pr. 100 ml som geometrisk middeltall. Antallet kan bare overskrides med inntil 100% for høyst 10% av enkelt-resultatene. Vannkvaliteten var akseptabel for bading i Mjåvatn i 1991.

3.3. Sedimentkjemi

Sedimentene i Mjåvatn ble først undersøkt i 1985, dvs. før Heftingsdalen søppelfyllplass ble tatt i bruk. Undersøkelsen ble gjentatt i 1987. De to undersøkelsene viste nesten identiske resultater med hensyn til konsentrasjon av sink, bly, kopper, kadmium og PAH. Særlig kadmium, men også kopper, sink og kvikksølv var anrikt i overflatesedimentet (Hindar 1988). Det var en avtakende tendens i konsentrasjoner i den øverste delen av sedimentet. PAH-konsentrasjonene var høye i forhold til det som anses for naturlig.

I 1991 ble sedimentene både i Mjåvatn og Bjorendalstjenn undersøkt for PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) og tungmetaller. I Mjåvatn ble det tatt prøver fra tre lokaliteter. Prøven i det nordre bassenget ble tatt på 8 meters dyp, mens prøven i hovedbassenget og det søndre bassenget ble tatt på hhv. 12 og 6 meters dyp. I Bjorendalstjenn ble prøvene tatt på 12 meters dyp. Prøvene ble tatt fra det øverste 0-2 eller 0-3 cm (prøve 9 og 10) sedimentsjiktet.

Data for tungmetaller er vist i sin helhet bak i rapporten og i sammendrag i tabell 4. Sedimentet utenfor Heftingsdalen hadde de laveste konsentrasjonene av tungmetaller, mens sedimentet på hovedstasjonen hadde de høyeste. Forskjellen ser ut til å være systematisk for alle metallene. Det er ingen forskjell av betydning mellom konsentrasjonene i Mjåvatn og det som ble funnet i Bjorendalstjenn. Det er heller ingen forskjeller av betydning mellom resultatene fra denne undersøkelsen og fra de tidligere undersøkelsene. Særlig kadmium, men også kopper, sink og kvikksølv var derfor fortsatt anrikt i overflatesedimentet.

Tabell 4. Middelkonsentrasjoner for tungmetaller av tre parallelle prøver fra sedimenter i Bjorendalstjenn og Mjåvatn. Prøvene i Mjåvatn er tatt utenfor Heftingsdalen (MJÅV.-N), i hovedbassenget og i det søndre bassenget.

	tørrvekt	Zn	Pb	Cu	Cd	Fe	Mn	Hg
	%	mg/g	mg/g	µg/g	µg/g	mg/g	mg/g	µg/g
BJØR.TJ.	3.8	0.51	0.14	61.0	3.95	33.2	0.22	0.39
MJÅV.-N	7.0	0.37	0.14	56.5	2.09	24.0	0.26	0.21
MJÅV.-H	3.6	0.52	0.36	61.0	5.15	35.3	0.29	0.48
MJÅV.-S	3.3	0.44	0.33	58.2	4.74	25.1	0.24	0.54

Resultatene for PAH-analysene er vist i tabell 5. Middelsummen av PAH var lavest i sedimentet utenfor Heftingsdalen (4700 µg/kg tørrstoff) og høyest i det søndre bassenget (21000 µg/kg tørrstoff) og på hovedstasjonen (19000 µg/kg tørrstoff). Til sammenlikning var konsentrasjonen i Bjorendalstjenn (8800 µg/kg tørrstoff).

I 1985 og 1987 ble det målt 10000 og 11800 µg/kg tørrstoff på hovedstasjonen i Mjåvatn. Om det virkelig har funnet sted en dobling av PAH-konsentrasjonene på fire år virker usannsynlig. Betydelig horisontal variasjon kan tyde på at så ikke er tilfellet.

De kreftframkallende stoffene innenfor PAH-gruppen (KPAH) utgjorde over 50 % av PAH i de tilfellene totalkonsentrasjonen var høy (over 6000-7000 µg/kg tørrstoff). Største enkeltkomponent var benzo(b)fluoranten (inkludert benzo(j,k)fluoranten), som utgjorde nær 40 % av PAH i toppen av enkelte sedimentkjerner. Middelkonsentrasjonen (tre paralleller) av det potensielt kreftframkallende stoffet benzo(a)pyren, som synes å være blant de giftigste PAH, var opp til 1100 µg/kg tørrstoff i sedimentkjernene.

PAH i det akvatiske miljø, bl.a. PAH-kilder og transportveier, er nærmere beskrevet av Knutzen (1989) på bakgrunn av et omfattende litteraturstudium. Ved siden av råolje er den primære kilde for PAH alle former for ufullstendig forbrenning av organisk materiale. I Norge spiller gassvaskeravløp fra smelteverk (jern, aluminium, ferromangan, kalsiumkarbid) en særlig viktig rolle for lokale resipienter. Innhold av humus synes å øke løseligheten av PAH i vann, men PAH adsorberes/bindes til humusstoffene, slik at bare en redusert andel lar seg ekstrahere. Stoffene viser høy grad av bestandighet hvis lys ikke er til stede, og særlig under oksygenfrie forhold i sedimenter. Binding til humusstoffer kan gi redusert biotilgjengelighet og dermed redusert giftighet. Forurensede sedimenter har i en lang rekke tilfeller vist å gi mer eller mindre høyt innhold av PAH i fisk, krepsdyr og virvelløse dyr.

Både de høye konsentrasjonene og sammensetningen av enkeltkomponentene gir grunn til å undersøke PAH i innsjøsedimenter på regional basis i Arendalsområdet. For Songevassdragets øvre deler er det sannsynligvis bare utslipp til luft som kan ha betydning som forurensningskilde. Det er sterke indikasjoner på at langtransportert og/eller tidlige og nåværende lokal luftforurensning er kilden til de høye tallene.

Tabell 5. Konsentrasjoner av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) i sedimenter i Bjorendalstjenn og Mjåvatn i 1991.

Navn/lokalitet : Bjorendalstjenn (1-3) og Mjåvatn (4-12)
 Oppdragsnr. : 85063
 Prøver mottatt : #####
 Lab.kode : MGB 1-12
 Jobb.nr. : 91/157
 Prøvetype : Sedimenter
 Kons. i : µg/kg tørket materiale
 Dato : 30.4.92
 Analytiker : Brg

Parameter/prøve	Bjorendalstjenn			Mjåvatn-hoved		
	1	2	3	4	5	6
Naftalen	63			25	58	48
2-M-Naf.	64	15	20	43	80	67
1-M-Naf.	71	14	23	38	69	57
Bifenyl	128	109	61	55	81	87
2,6-Dimetylnaftalen	133	71	75	93	129	109
Acenaftylen	92	60			75	63
Acenaften						
2,3,5-Trimetylnaftalen						
Fluoren	73	71	69	65	72	67
Fenantren	250	252	220	221	278	233
Antracen	68	58	62	74	93	77
1-Metylfenantren	81	67	66	71	80	75
Fluoranten	685	597	528	789	1066	770
Pyren	578	488	436	626	817	635
Benz(a)antracen*	373	295	212	419	554	332
Chrysen	747	725	639	1335	1870	1286
Benzo(b)fluoranten*	2510	2455	2209	5936	8830	5660
Benzo(j,k)fluoranten*						
Benzo(e)pyren	698	674	605	1621	2374	1571
Benzo(a)pyren*	554	526	439	883	1291	844
Perylen	479	470	515	516	558	491
Ind.(1,2,3cd)pyren*	1139	1140	937	2588	3540	2259
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1	147	235	198	417	522	343
Benzo(ghi)perylene	626	678	580	1435	1939	1302
Coronen						
Dibenzopyrener*						
SUM	9559	9000	7894	17250	24376	16376
Derav KPAH(*)	4723	4651	3995	10243	14737	9438

Anm.: benzo(b)fluoranten inkluderer benzo(j,k)fluoranten
 * markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).
 Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Tabell 5, forts. Konsentrasjoner av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) i sedimenter i Bjørendalstjenn og Mjåvatn i 1991.

Parameter/prøve	Mjåvatn-sør			Mjåvatn-nord		
	7	8	9	10	11	12
Naftalen	71	57	50	36	69	36
2-M-Naf.	51	48	62	46	68	36
1-M-Naf.	48	38	41	36	55	27
Bifenyl	123	81	59	52	55	41
2,6-Dimetylnaftalen	109	97	202	108		97
Acenaftalen	69	67	102			
Acenaften						
2,3,5-Trimetylnaftalen						
Fluoren	73	72	82	54		49
Fenantren	280	272	302	134	129	114
Antracen	85	87	137	83	81	76
1-Metylfenantren	69	66	86	65		
Fluoranten	950	962	1336	336	231	215
Pyren	739	746	1053	268	201	169
Benz(a)antracen*	418	394	767	162	98	98
Chrysen	1529	1463	1726	471	367	327
Benzo(b)fluoranten*	8022	8056	5886	1338	998	930
Benzo(j,k)fluoranten*						
Benzo(e)pyren	2197	2182	1591	374	282	254
Benzo(a)pyren*	1142	1173	1040	238	178	149
Perylen	541	543	377	493	515	637
Ind. (1,2,3cd)pyren*	3106	2926	3470	743	545	505
Dibenz. (a,c/a,h)ant.* 1	435	415	610	144	160	147
Benzo(ghi)perylene	1832	1692	1884	422	318	304
Coronen						
Dibenzopyrener*						
SUM	21889	21437	20863	5603	4350	4211
Derav KPAH(*)	13123	12964	11773	2625	1979	1829

Anm.: benzo(b)fluoranten inkluderer benzo(j,k)fluoranten
 * markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).
 Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

3.4. Bunndyr

Det ble foretatt en befaring i Mjåvatnbekken og Bjorendalsbekken den 21. oktober 1991 for innsamling av bunndyr og generell biologisk vurdering av lokalitetene. Det ble ikke registrert betenkelige forhold.

Bunndyrmaterialet er delvis bearbeidet og oppbevares ved NIVA, ifølge avtale med oppdragsgiver.

3.5. Kjemiske analyser fra prøvebrønnene

For å kunne registrere sigevannspåvirkning av Mjåvatn fra Heftingdalen, er det satt ned to prøvebrønner mellom søppelplassen og vannet. Arendal kommune tok prøver i alt seks ganger i 1991 av brønnvann og sigevannet nederst mot fyllingsdammen. Analyser er vist i vedlegg bak i rapporten. Her gis en summarisk vurdering av vannkvaliteten.

Sigevannet var sterkt forurenset med fosfor, nitrogen, jern og organisk materiale. Så godt som 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 svakt forhøyede konsentrasjoner av bly og kadmium; 6-11 µg/L Pb og opp til 1.3 µg/L Cd. Det ble ikke påvist konsentrasjoner av kvikksølv over deteksjonsgrensen (0.05-0.2 µg/L Hg) for analysen. Konsentrasjonene ser ut til å ligge lavere enn året før og representerer ingen helsefare.

Vannet i borehullene hadde gjennomgående lav konsentrasjon av fosfor, slik som registrert tidligere. Ammoniumkonsentrasjonene i brønnvannet var også lavt, mens nitrat/nitritt- og total nitrogenkonsentrasjonene kunne være relativt høye (1-2 mg N/L). Kjemisk oksygenforbruk var høyt (20-115 mg O/l), mens konsentrasjonen av totalt organisk karbon (TOC) var lavt. Dette viser at det kjemiske oksygenforbruket skyldes oksidasjon av reduserte forbindelser. Jernkonsentrasjonene var imidlertid lave. Det ble ikke analysert andre metaller i 1991, med ett unntak: I desember ble det ikke påvist kvikksølv i det vestre grunnvannsrøret, mens bly og kadmium ble påvist i små konsentrasjoner. Det var ingen vesentlig forskjell i vannkvalitet mellom østre og vestre borebrønn i 1991.

Det ble ikke registrert sigevannsmengder og vanngjennomstrømming i borebrønnene. Det er derfor vanskelig å fastslå hvilken betydning disse vannkvalitetene har for Songevassdraget. Sigevannet pumpes ut av feltet og til kommunalt kloakkledningsnett, mens vannet i borebrønnene neppe innebærer noe problem pga relativt god vannkvalitet. Under normale omstendigheter vil derfor Mjåvatn ikke påvirkes av sigevann.

4. REFERANSER OG TIDLIGERE RAPPORTER

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. O-85110, NIVA-Oslo. 44 s.

Boman, E. 1982. Mjåvann. En vurdering av resipientforhold i forbindelse med planlagt søppelfyllplass i Heftingsdalen, Moland og Arendal. Notat, O-82115, NIVA-Sørlandsavdelingen, Grimstad. 19 s.

Hindar, A. 1988. Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1987. O-85063, NIVA-Sørlandsavdelingen, Grimstad. 17 s.

Hindar, A. 1989. Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1988. O-85063, NIVA-Sørlandsavdelingen, Grimstad. 21 s.

Knutzen, J. 1989. PAH i det akvatiske miljø-opptak/utskillelse, effekter og bakgrunnsnivåer. O-87189/E-88445, NIVA-Oslo. 107 s.

Kroglund, F og Hindar, A. 1990. Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1989. O-85063, NIVA-Sørlandsavdelingen, Grimstad. 12 s.

Kroglund, F og Hindar, A. 1991. Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1990. O-85063, NIVA-Sørlandsavdelingen, Grimstad. 20 s.

Lande, A. og Boman, E. 1985. Mjåvann - Songevassdraget 1985. Undersøkelser i vassdraget, før anleggelse av søppelfyllplassen i Heftingsdalen. Notat, O-85063. NIVA-Sørlandsavdelingen, Grimstad. 19 s.

Lande, A. 1986. Mjåvann - Songevassdraget. Overvåkingsundersøkelse 1986. Fysisk - kjemiske, biologiske og bakteriologiske undersøkelser. Notat, O-85063. NIVA-Sørlandsavdelingen, Grimstad. 20 s.

SIFF 1976. Kvalitetskrav til vann. Statens institutt for folkehelse. 52 s.

5. VEDLEGG

Primærdataba vannkjemi

LOKALITET	DATO	DYP	TEMP	FTU	PH	KOND	PT	T-P	L-P	T-N
						mS/m	mg/L	µg/L P	µg/L P	µg/L N
Mjå-hoved	29.5.91	1	17.0	0.36	6.29	6.5	42	12	<2	430
Mjå-hoved	29.5.91	5	11.3							
Mjå-hoved	29.5.91	8	9.0							
Bjorendal	29.5.91	1	17.4	0.47	6.65	7.1	34	10	<2	580
Bjorendal	29.5.91	5	7.8							
Bjorendal	29.5.91	12	4.9							
Mjå-hoved	24.6.91	1	16.3	0.29	6.29	6.7	40	7	2.5	395
Mjå-hoved	24.6.91	5	14.9							
Mjå-hoved	24.6.91	8	9.8							
Bjorendal	24.6.91	1	15.8	0.40	6.59	7.1	35	11	3.7	485
Bjorendal	24.6.91	5	9.8							
Bjorendal	24.6.91	12	5.3							
Mjå-hoved	16.7.91	1	20.9	0.30	6.32	6.9	41	9	<2	310
Mjå-hoved	16.7.91	5	13.7							
Mjå-hoved	16.7.91	8	9.6							
Bjorendal	16.7.91	1	19.8	0.40	6.63	7.3	43	12	2.5	465
Bjorendal	16.7.91	5	8.7							
Bjorendal	16.7.91	12	5.2							
Bjorendal	14.8.91	1	19.3	0.66	6.88	7.3	35	16	2.9	330
Bjorendal	14.8.91	5	11.3							
Bjorendal	14.8.91	12	5.3							
Mjå-hoved	14.8.91	1	20.1	0.37	6.43	6.8	37	10	2.0	230
Mjå-hoved	14.8.91	5								
Mjå-hoved	14.8.91	9	10.8							
Mjå-hoved	4.9.91	1	18.9	0.36	6.78	6.8	37	12	4.6	350
Mjå-hoved	4.9.91	5	17.0							
Mjå-hoved	4.9.91	8	10.3							
Bjorendal	4.9.91	1	18.4	0.64	6.98	7.2	30	11	2.5	280
Bjorendal	4.9.91	5	10.2							
Bjorendal	4.9.91	12	5.4							
Mjå-hoved	25.9.91	1	13.7		6.32	7.9	100	28	4.0	610
Mjå-hoved	25.9.91	5	15.5							
Mjå-hoved	25.9.91	8	12.0							
Bjorendal	25.9.91	1	13.1		6.11	8.1	161	27	4.2	640
Bjorendal	25.9.91	5	11.9							
Bjorendal	25.9.91	12	5.4							
Mjå-hoved	21.10.91	1	8.7		6.24	7.2	69	7	2.1	410
Mjå-hoved	21.10.91	5	8.5							
Mjå-hoved	21.10.91	9	8.5							
Bjorendal	21.10.91	1	7.8		6.13	8.2	65	15	<2	720
Bjorendal	21.10.91	5	7.8							
Bjorendal	21.10.91	12	5.3							

LOKALITET	DATO	DYP	NO3	NH4	O2	PERM	KL.A
			µg/L N	µg/L N	mg/L	mg/L O	µg/L
Mjå-hoved	29.5.91	1	165	15	9.3	8.3	5.1
Mjå-hoved	29.5.91	5			8.2		
Mjå-hoved	29.5.91	8			5.8		
Bjorendal	29.5.91	1	260	15	9.2	6.7	1.9
Bjorendal	29.5.91	5			7.3		
Bjorendal	29.5.91	12			1.9		
Mjå-hoved	24.6.91	1	105	40	9.3	7.4	3.0
Mjå-hoved	24.6.91	5			7.6		
Mjå-hoved	24.6.91	8			1.9		
Bjorendal	24.6.91	1	190	22	9.0	6.2	4.5
Bjorendal	24.6.91	5			6.6		
Bjorendal	24.6.91	12			0.9		
Mjå-hoved	16.7.91	1	75	20	8.3	7.2	3.0
Mjå-hoved	16.7.91	5			4.3		
Mjå-hoved	16.7.91	8			0.0		
Bjorendal	16.7.91	1	135	20	8.9	6.8	6.6
Bjorendal	16.7.91	5			4.4		
Bjorendal	16.7.91	12			0.1		
Bjorendal	14.8.91	1	20	20	9.0	6.9	13.4
Bjorendal	14.8.91	5			2.8		
Bjorendal	14.8.91	12			0.1		
Mjå-hoved	14.8.91	1	10	10	8.3	6.4	9.8
Mjå-hoved	14.8.91	5			1.9		
Mjå-hoved	14.8.91	9			H2S		
Mjå-hoved	4.9.91	1	<10	5	8.1	7.5	32.6
Mjå-hoved	4.9.91	5			4.1		
Mjå-hoved	4.9.91	8			H2S		
Bjorendal	4.9.91	1	<10	5	7.6	7.0	7.9
Bjorendal	4.9.91	5			1.1		
Bjorendal	4.9.91	12			H2S		
Mjå-hoved	25.9.91	1	20	350	8.6	11.1	41.8
Mjå-hoved	25.9.91	5			8.5		
Mjå-hoved	25.9.91	8			2.0		
Bjorendal	25.9.91	1	20	335	8.4	8.3	9.4
Bjorendal	25.9.91	5			2.6		
Bjorendal	25.9.91	12			0.2		
Mjå-hoved	21.10.91	1	110	70	8.6	9.0	0.9
Mjå-hoved	21.10.91	5			8.5		
Mjå-hoved	21.10.91	9			8.7		
Bjorendal	21.10.91	1	345	50	7.5		tapt
Bjorendal	21.10.91	5			7.2		
Bjorendal	21.10.91	12			H2S		

Primærdata, sedimentkjemi (tungmetaller)

		Tørrst.	Zn	Pb	Cu	Cd	Fe	Mn	Hg
		%	mg/g	mg/g	µg/g	µg/g	mg/g	mg/g	µg/g
Bjorendalstj.	1	4.0	0.61	0.15	64.5	4.13	34.1	0.24	0.39
	2	3.8	0.47	0.14	59.9	4.06	36.1	0.22	0.41
	3	3.6	0.45	0.14	58.7	3.67	29.5	0.20	0.37
Mjåvatn-hoved	4	3.6	0.47	0.33	58.9	4.75	35.1	0.30	0.46
	5	3.6	0.61	0.39	63.8	6.23	34.5	0.28	0.54
	6	3.5	0.48	0.35	60.3	4.47	36.4	0.29	0.45
Mjåvatn-sør	7	2.9	0.36	0.31	57.5	4.02	26.4	0.24	0.52
	8	3.0	0.42	0.31	56.2	4.55	24.6	0.24	0.52
	9	3.9	0.53	0.36	60.9	5.65	24.2	0.23	0.59
Mjåvatn-nord	10	7.2	0.34	0.16	58.2	2.36	25.6	0.27	0.20
	11	6.2	0.35	0.13	57.8	2.01	24.5	0.27	0.18
	12	7.6	0.43	0.12	53.4	1.91	21.9	0.24	0.24

Primærdata, borebrønner

AGDERFORSKNING - ATIK
TELEVEIEN 1, 4890 GRIMSTAD, TLF. 041-42 555, Fax. 041-40696

RESULTATSKJEMA FOR ANALYSER FRA VANN, VASSDRAG OG SJØ			
Oppdragsgiver	Område / prosjekt	Prøve tatt	Mottatt
Nidarkretsen	Heftingsdalen	05.02.91	06.02.91

Stasjon/dyp	Analyse dato	ØST	VEST	SIG.					
Laboratorienr.	↓	80	81	82					
Temperatur °C									
Turbiditet FTU									
Surhetsgrad pH									
Ledningsevne mS/m	6/2	6,8	5,6	436					
Fargetall									
Saltholdighet ‰									
Ortofosfat µgP/l									
Total fosfor µgP/l	5/3	210	36	1110					
Nitritt µgN/l									
Nitritt+Nitrat µgN/l									
Ammonium µgN/l	19/2	86	20	160.000					
Totalt nitrogen µgN/l	7/3	1650	560	160.000					
Total jern µgFe/l	14/2	2390	420	19.700					
Oppløst oksygen mg/l									
Permanganat mgO/l									
KOF mgO/l	21/2	85	25	330					
TOC mg/l	12/2	6,93	2,94	107					
Klorofyll a µg/l									
Klorid mgCl/l									
Fluorid mgF/l									
Sulfat mgSO ₄ /l									
Kalsium mgCa/l									
Magnesium mgMg/l									
Aluminium µgAl/l									
Bly µgPb/l	15/3			6,03					
Kadmium µgCd/l	15/3			0,11					
Kvikksølv µgHg/l	7/2			< 0,2					

Merknader: Lite nedbør siste uke. Kaldt

AGDERFORSKNING
TELEVEIEN 1, 4890 GRIMSTAD, TLF. 041-42 555, Fax. 041-40696

RESULTATSKJEMA FOR ANALYSER FRA VANN, VASSDRAG OG SJØ			
Oppdragsgiver	Område / prosjekt	Prøve tatt	Mottatt
Nidarkretsen	Heftingsdalen	24.04.91	24.04.91

Stasjon/dyp	Analyse dato ↓	Øst	Vest	Sigevn					
Laboratorienr.		309	310	311					
Ledningsevne mS/m	25.04	7,2	5,5	196					
Total fosfor µgP/l	22.05	12	23	1380					
Ammonium µgN/l	26.04	50	35	95 800					
Totalt nitrogen µgN/l	23.05	1240	1430	116 000					
Total jern µgFe/l	25.04	175	165	13 400					
KOF mgO/l	06.05	40	115	330					
TOC mg/l	29.04	4,21	3,95	75,2					
Bly µgPb/l	14.05			6,6					
Kadmium µgCd/l	14.05			0,48					
Kvikksølv µgHg/l				tapt					

Merknader: Opphold siste to dager.

AGDERFORSKNING
TELEVEIEN 1, 4890 GRIMSTAD, TLF. 041-42 555, Fax. 041-40696

RESULTATSKJEMA FOR ANALYSER FRA VANN, VASSDRAG OG SJØ			
Oppdragsgiver	Område / prosjekt	Prøve tatt	Mottatt
Nidarkretsen	Heftingsdalen	29.05.91	29.05.91

Stasjon/dyp	Analyse dato	Øst	Vest	Sigevn					
Laboratorienr.	↓	425	426	427					
Ledningsevne mS/m	30.05	6,9	20,9	290					
Total fosfor µgP/l	17.06	10	9	4630					
Ammonium µgN/l	29.05			155 000					
Totalt nitrogen µgN/l	11.06	670	240	170 000					
Total jern µgFe/l	06.06	115	115	9 150					
KOF mgO/l	06.06	55	80	450					
TOC mg/l	04.06	2,82	1,46	160					
Bly µgPb/l	20.06			11,1					
Kadmium µgCd/l	20.06			0,8					
Kvikksølv µgHg/l	18.06			< 0,2					

Merknader: Tørt.

RESULTATSKJEMA FOR ANALYSER FRA VANN, VASSDRAG OG SJØ			
Oppdragsgiver	Område / prosjekt	Prøve tatt	Mottatt
Nidarkretsen	Heftingsdalen	14.08.91	15.08.91

Stasjon/dyp	Analyse dato	Øst	Vest	Sig.					
Prøve fl.nr. (hovedprøve)		600	544	295					
O ₂ /Sulfid fl.nr.	↓								
Klorofyll fl.nr. °C									
Laboratorienr. int.bruk)		638	639	640					
Turbiditet FTU									
Surhetsgrad pH									
Ledningsevne mS/m	15/8	7,0	5,7	403					
Fargetall									
Saltholdighet ‰									
Ortofosfat µgP/l									
Total fosfor µgP/l	23-25/8	14	14	2470					
Nitritt µgN/l									
Nitritt+Nitrat µgN/l									
Ammonium µgN/l	22/8			221.000					
Totalt nitrogen µgN/l	21-30/8	590	660	240.000					
Total jern µgFe/l	28/8	280	560	17.900					
Oppløst oksygen mg/l									
Permanganat mgO/l									
KOF mgO/l	9/9	90	< 10*	450*					
TOC mg/l	16/8	2,88	2,96	158					
Klorofyll a µg/l									
Hydrogensulfid mg/l									
Fluorid mgF/l									
Sulfat mgSO ₄ /l									
Kalsium mgCa/l									
Magnesium mgMg/l									
Aluminium µgAl/l									
Bly µg/l	16/8			7,53					
Kadmium µg/l	16/8			0,71					
Kvikksølv µgHg/l	26/8			< 0,2					

Merknader: Nedbør: Lite nedbør i 4 uker.
 Øst: Borrhull øst
 Vest: Borrhull vest
 Sig.: Sigevann

*)= Analysert med HgSo₄

BERFORSKNING - AVD. TEKNOLOGI
 LEVEIEN 1, 4890 GRIMSTAD, TLF. 041-42 555, Fax. 041-40696

RESULTATSKJEMA FOR ANALYSER FRA VANN, VASSDRAG OG SJØ			
Oppdragsgiver	Område / prosjekt	Prøve tatt	Mottatt
Nidarkretsen	Heftingsdalen		19.09.91

Stasjon/dyp	Analyse dato	Øst	Vest	Sig.					
Prøve fl.nr. (hovedprøve)		1531	592	1538					
O ₂ /Sulfid fl.nr.	↓								
Laboratorienr. int.bruk)		845	846	847					
Ledningsevne mS/m	20/9	6,6	6,5	274					
Total fosfor µgP/l	1-14/10	15,0	16,3	325					
Ammonium µgN/l		90	30	111.000					
Totalt nitrogen µgN/l	2/10	910	870	110.000					
Total jern µgFe/l	24/9	165	480	10.700					
KOF mgO/l	26/9	20	25	350*					
TOC mg/l	24/9	3,79	3,45	85,7					
Bly µg/l	3/10			10,8					
Kadmium µg/l	15/10			1,25					
Kvikksølv µgHg/l	4/10			< 0,2					

Merknader: Nedbør: Tørt 2 siste måneder.
 Nedbør 2 siste dager.
 Øst: Borrhull øst
 Vest: Borrhull vest
 Sig.: Sigevann

*)= Analysert med HgSo₄

Arendal kommune
Teknisk etat
Rådhuset

4800 ARENDAL

Dato...: 6/1 -92
Lab.nr: 91/ 37
Arkiv.: 190301

Heftingsdalen fyllplass

RESULTAT AV PRØVER TATT UT 04/12/91

1: Fyllplass, sigevann fra: Sigevann
2: Fyllplass, referanseprøve fra: Prøvested øst
3: Fyllplass, referanseprøve fra: Prøvested vest

Analyse	Benevning	1:	2:	3:
Konduktivitet	mS/m	233	8.5	20.9
Fosfor total	µg P/l	2300	14	6.8
Nitrogen total	µg N/l	124000	1300	240
Totalt organisk karbon	mg C/l	112	3.42	1.20
Ammonium	µg N/l	105000	25	20
Jern	µg Fe/l	14000	75	90
Bly	µg Pb/l	10.2	TAPT	1.72
Kadmium	µg Cd/l	0.72	TAPT	0.15
Kvikksølv	µg Hg/l	<0.05	<0.05	<0.05

Nedbør: normal.

Borehull øst og vest ble tømt 3 uker før prøvetaking.

Med hilsen

Øyvind Rosenvinge
lab.leder

Kopi til:
Fylkesmannen i Aust-Agder
Arendal kommune, helse- og sosialetaten

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2152-2