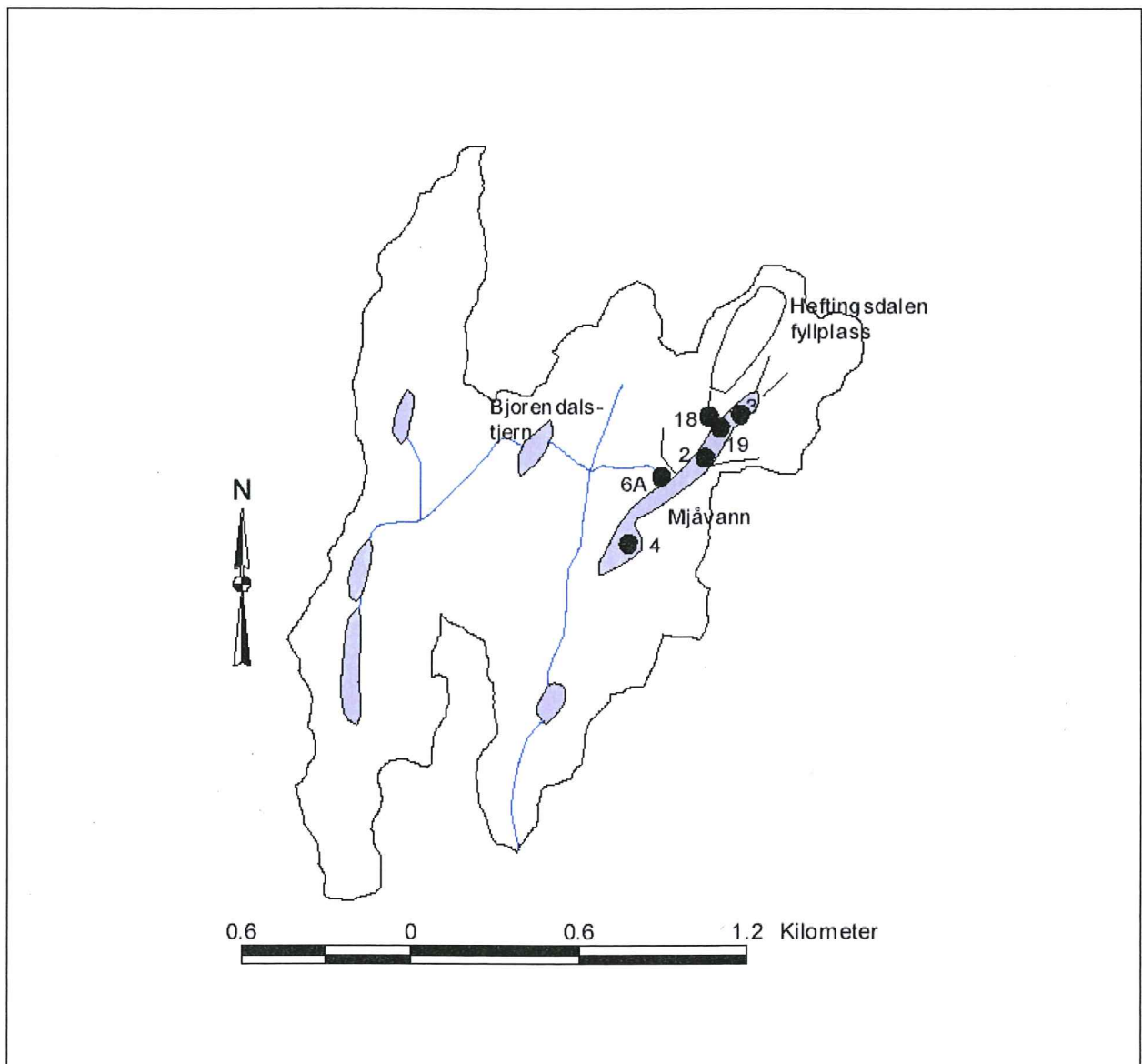


Heftingsdalen søppelfyllplass i Arendal; undersøkelser og overvåking i 2002.



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Heftingsdalen søppelfyllplass i Arendal; undersøkelser og overvåking i 2002. <i>(Heftingsdalen landfill in the city of Arendal; investigations and monitoring in 2002)</i>	Løpenr. (for bestilling) 4657-2003	Dato 4. april 2003
	Prosjektnr. Undernr. O-21815	Sider Pris 32
Forfatter(e) Hindar, A. og Skancke, L.B.	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Agder Renovasjon DA	Oppdragsreferanse
-----------------------------------------	-------------------

Sammendrag Vannkvaliteten i Mjåvann overvåkes årlig for å vurdere eventuell påvirkning fra Heftingsdalen søppelfyllplass til Songevassdraget ved Arendal. I tillegg samles og rapporteres data fra grunnvannsbrønner og sigevann fra fyllplassen. For 2002 er det foretatt en teoretisk beregning av vannbalanse for fyllplassen. Vannkvaliteten i Mjåvann er mindre god i følge SFTs tilstandsklasser, men en del av forklaringen er naturlig høye konsentrasjoner av løst organisk stoff. Det blir også påvist termostabile koliforme bakterier i vannet, og det egner seg derfor ikke til drikkevann, men tilfredsstilte hygieniske krav til godt badevann. Under kraftig flom 23. oktober 2002 ble det registrert overløp av sigevann og høye bakteriekonsentrasjoner i Mjåvann over flere dager. Pga overløpet av sigevann under denne flommen og ved tilsvarende situasjoner tidligere er det allerede gjennomført tiltak for å beskytte vassdraget nedstrøms fyllplassen. Det anbefales en nærmere vurdering av metallkonsentrasjonene i sigevannet, spesielt kvikksølv. Vannbalansen viser varierende overensstemmelse mellom beregnet og målt sigevannsmengde for årene 2000-2002.

Fire norske emneord 1. Overvåking 2. Søppelfylling 3. Avrenning 4. Vannkvalitet	Fire engelske emneord 1. Monitoring 2. Landfill 3. Leaching 4. Water quality
---------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------


Atle Hindar
Prosjektleder


Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder


Nils Roar Sæltun
Forskningsjef

**Heftingsdalen søppelfyllplass i Arendal;
undersøkelser og overvåking i 2002**

Forord

Undersøkelser og overvåking i forbindelse med Heftingsdalen fyllplass skjer på oppdrag fra Agder Renovasjon DA, et interkommunalt selskap for Arendal, Froland og Grimstad.

Prøvetaking, databearbeiding og rapportering gjennomføres av NIVA, men Agder Renovasjon har selv tatt prøver av grunnvannsbrønner og sigevann fra søppelfyllplassen.

Vannkjemiske analyser er foretatt ved NIVAs laboratorium i Oslo. AnalyCen i Arendal har analysert bakterieprøvene og prøvene fra grunnvannsbrønner og sigevann.

Forslag til en vannbalanse for fyllplassen er utarbeidet av NIVA blant annet på basis av informasjon fra Agder Renovasjon om fyllingsområdet og det nedbørfeltet det ligger i.

Kontaktperson i Agder Renovasjon har vært Veronica Skjævestad, og vi takker for samarbeidet.

Grimstad, 4. april 2003

Atle Hindar

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
1.1 Områdebeskrivelse	6
1.2 Nedbør i 2002	6
2. Resultater og diskusjon	7
2.1 Næringssalter i Mjåvatn	7
2.2 Tarnbakterier i Mjåvatn	9
2.3 Vann fra grunnvannsbrønner	10
2.4 Sigevann	11
2.4.1 Overløp av sigevann i oktober 2002	12
2.5 Bekk med overløpsvann	12
2.6 Avrenning fra tildekket deponiareal	14
2.7 Vannbalanse	16
2.8 Vurdering av behov for tiltak	18
3. Referanser	18
Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem	19
Vedlegg B. Vedleggstabeller kjemi og bakteriologi	21

Sammendrag

I forbindelse med drift av Heftingsdalen søppelfyllplass i Arendal kommune foretas en løpende overvåking i Mjåvann rett nedstrøms fyllplassen. Det gjøres også målinger av grunnvann og sigevann. Disse undersøkelsene har som formål å vurdere eventuell påvirkning fra Heftingsdalen på vassdraget. Tilleggsundersøkelser som er rapportert her er en vannbalanse for fyllplassens nedbørfelt.

Vannkvalitet i Mjåvann

Vannkvaliteten i Mjåvann er mindre god til dårlig (tilstandsklasse III-IV), basert på totale konsentrasjoner av nitrogen, fosfor og karbon. Men noe av grunnen er høye konsentrasjoner fra naturens side. Fosforkonsentrasjonen i Mjåvann lå innenfor grensen av hva som kan kalles akseptabel vannkvalitet basert på en fosformodell. Termotabile koliforme bakterier (TKB) ble påvist i nesten alle prøvene fra de tre stasjonene i Mjåvann i 2002. Vannet egner seg derfor ikke til drikkevann og kom da også i kategori III ("mindre god") mht. bakterieantall i SFTs klassifiseringssystem..

Flom og overløp i oktober

Overløpet under flommen den 23. oktober 2002 førte til markert økning i konsentrasjon av bakterier i Mjåvatn. Verdier på opp mot 90 TKB/100 ml ble imidlertid halvert etter en uke og var nesten null etter to uker. Den økte ammoniumkonsentrasjonen (omlag 100 µg N/L) holdt seg imidlertid nærmest uforandret, og indikerer en mer langvarig påvirkning av sigevann enn reduksjonen i bakterietall skulle tilsi.

Grunnvann fra fyllplassområdet

Mange målinger ligger nær de deteksjonsgrensene det opereres med, og usikkerheten i tallmaterialet er trolig forholdsvis stor. Basert på målingene med lavest deteksjonsgrense er det ikke grunn til å tro at konsentrasjonene av metallene bly (Pb), kadmium (Cd) og kvikksølv (Hg) har endret seg fra tidligere år. Konsentrasjonene av næringssaltene nitrogen og fosfor varierte innenfor samme konsentrasjonsnivåer eller litt lavere enn tidligere.

Sigevann fra fyllplassområdet som ledes til kommunalt avløpsnett

Konsentrasjonene av næringssaltene nitrogen og fosfor har hatt noe høyere konsentrasjonsnivå i 2002 enn de siste årene. Nivåene tilsier at større overløp av forurenset sigevann til Mjåvann vil kunne ha konsekvenser for vannkvaliteten i innsjøen. Det er målt høye konsentrasjoner av flere metaller i sigevannet. Kvikksølvkonsentrasjoner på opp mot 2 µg Hg/L er svært høyt, og bør vurderes nærmere f.eks. ved å sammenlikne med sigevann fra andre fyllplasser i Norge. Kontinuerlige vannføringsmålinger for sigevann ble også avlest i 2002, og vi har kvantifisert tilført mengde av fosfor og nitrogen til det kommunale kloaknettet.

Vannbalanse

Det er utarbeidet et forslag til en vannbalanse for det nedbørfeltet fyllplassen ligger i. Vannbalansen tar utgangspunkt i målt nedbør og de vannstrømmer en har identifisert i området. På basis av dette er det gjort en sammenlikning mellom beregnet og målt sigevannsmengde i perioden 2000-2002.

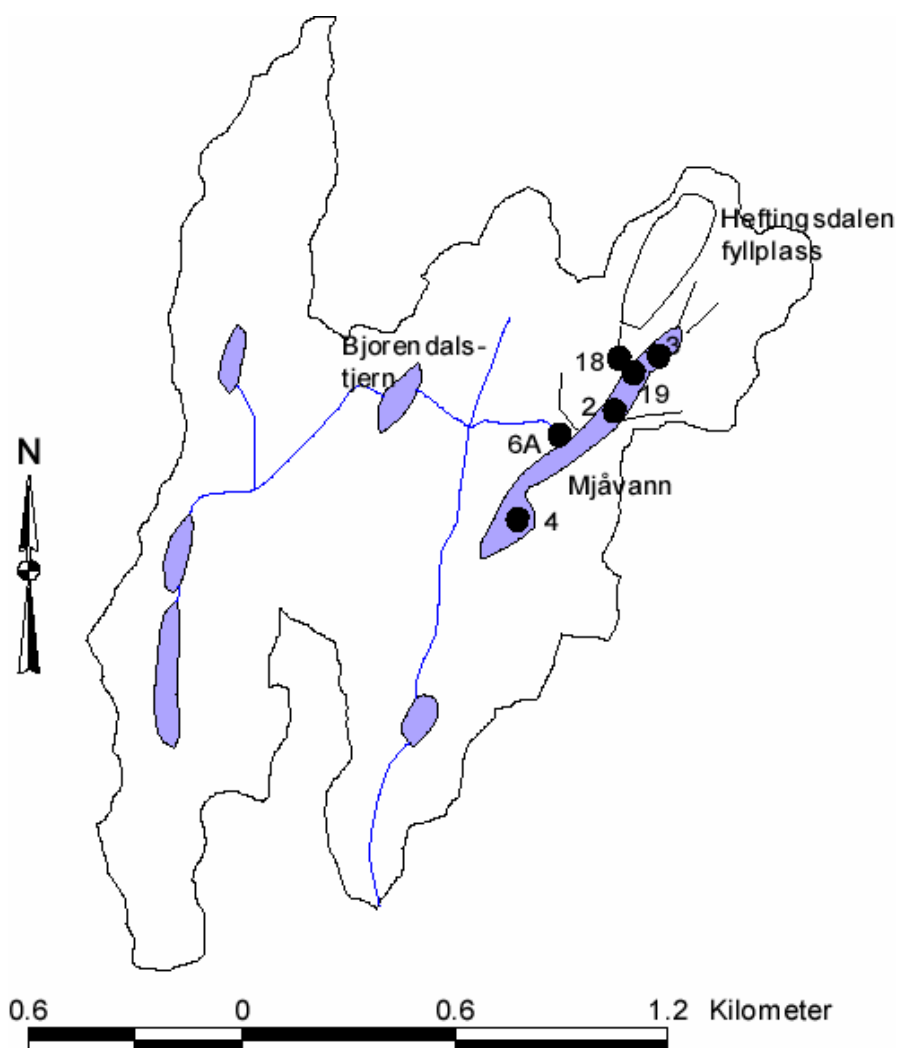
Vurdering

Overløpet av sigevann under flommen i oktober og ved tilsvarende situasjoner tidligere har resultert i ulike tiltak for å beskytte vassdraget nedstrøms fyllplassen. De relativt høye metallkonsentrasjonene i sigevannet, spesielt for kvikksølv, bør vurderes nærmere. En bør sammenlikne sigevannskvaliteten med tilsvarende fra andre fyllplasser. Det kan være at en bør supplere med andre analyser eller med andre analysemetoder for å komme ned i lavere deteksjonsgrenser, men det bør evt. skje som resultat av vurderingen. Vannbalansen og studier av delstrømmer bør ha som mål å redusere sigevannsmengden.

1. Innledning

1.1 Områdebeskrivelse

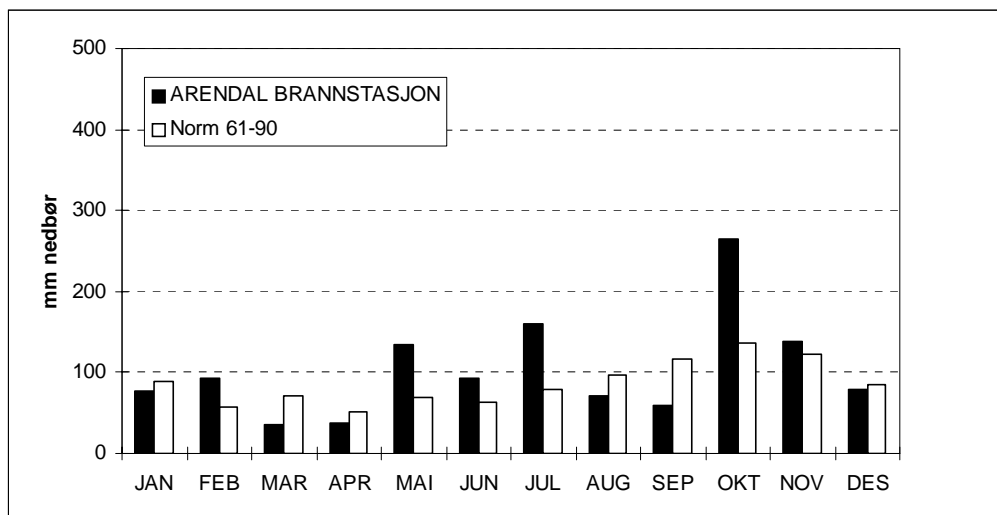
Mjåvann - Songevassdraget ligger i Arendal kommune (**Figur 1**). Fra 1986 ble Heftingsdalen, i den nordlige delen av Mjåvanns nedbørfelt, tatt i bruk som søppelfyllplass. Fyllplassen utgjør knapt 10% av innsjøens nedbørfelt. Detaljer om fyllplassen er gitt bak i rapporten i forbindelse med vannbalansen.



Figur 1. Songevassdragets nedbørfelt med prøvetakingsstasjoner for vannkjemi og bakteriologi. Søppelfyllplassen er inntegnet.

1.2 Nedbør i 2002

Årsnedbøren i 2002 var 1247 mm, som er 120% av nedbørnormalen for perioden 1961-1990. Juli og oktober skiller seg ut med nær dobbelt så stor nedbørmengde som normalt (**Figur 2**). Den 23. oktober kom det hele 115 mm nedbør. Det var 43% av oktobernedbøren i 2002 og 10% av normal årsnedbør. Denne dagen var det overløp av sigevann i Heftingsdalen, se egen omtale.



Figur 2. Månedlig nedbør i 2002 ved Arendal brannstasjon. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 2003).

2. Resultater og diskusjon

Alle data og en del middelverdier er gitt i vedleggstabeller bak i rapporten. Her trekkes bare de viktigste resultatene fram. Flomeepisoden med overløp av sigevann er omtalt i eget avsnitt. Vannkvalitet i bekk med overløpsvann og avrenningen fra tildekket deponiareal er vurdert. Det er utarbeidet en vannbalanse for fyllpassens nedbørfelt.

2.1 Næringsalter i Mjåvatn

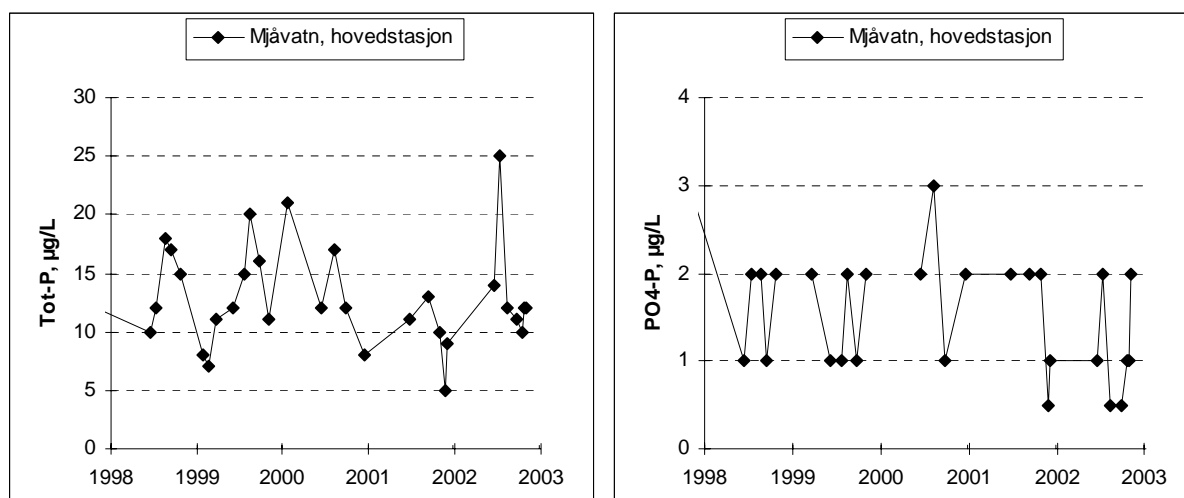
Fosfor

Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner av fosfor i avrenning fra utmarksområder på Sørlandet ligger på ca. 3-5 µg P/L, mens en i områder under marin grense må påregne noe høyere verdier, omkring 8-12 µg/L omregnet fra Østlandsforhold (Bratli et al. 1997). I tillegg kommer fosfor assosiert til løst organisk stoff. Direkte fosfortilførsel på vannoverflaten fra måker som tiltrekkes av fyllplassen bør betraktes som en deponieffekt. Imidlertid er det å forvente at ansamlingen av måker kan avta ettersom det nå ikke blir deponert matavfall på fyllingen. Matavfallet blir kompostert på eget område i Heftingsdalen.

Årsmiddelkonsentrasjonen av total fosfor i Mjåvann var 14 µg/L i 2002, omtrent som tidligere med unntak av 2001, da middelkonsentrasjonen var 10 µg/L. Ser en bort fra verdien fra 15. juli (25µg/L), var konsentrasjonen 11-12 µg/l gjennom året (**Figur 3**).

Dersom det måles konsentrasjoner av løst fosfat som er vesentlig høyere enn 2-3 µg P/L, er det en indikasjon på at det tilføres mer fosfor enn det som kan omsettes biologisk. Det ble ikke registrert fosfatkonsentrasjoner over 2 µg/L i Mjåvatn i 2002 (**Figur 3**).

Basert på SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (**Vedlegg A**) er vannkvalitetstilstanden i Mjåvann mindre god (Tilstandsklasse III-IV for Tot P, siktedyp og Tot N). Vi tror imidlertid denne plasseringen langt på veg skyldes høye naturlige konsentrasjoner av organisk stoff, som også gir høyere naturlige konsentrasjoner av total P og N.



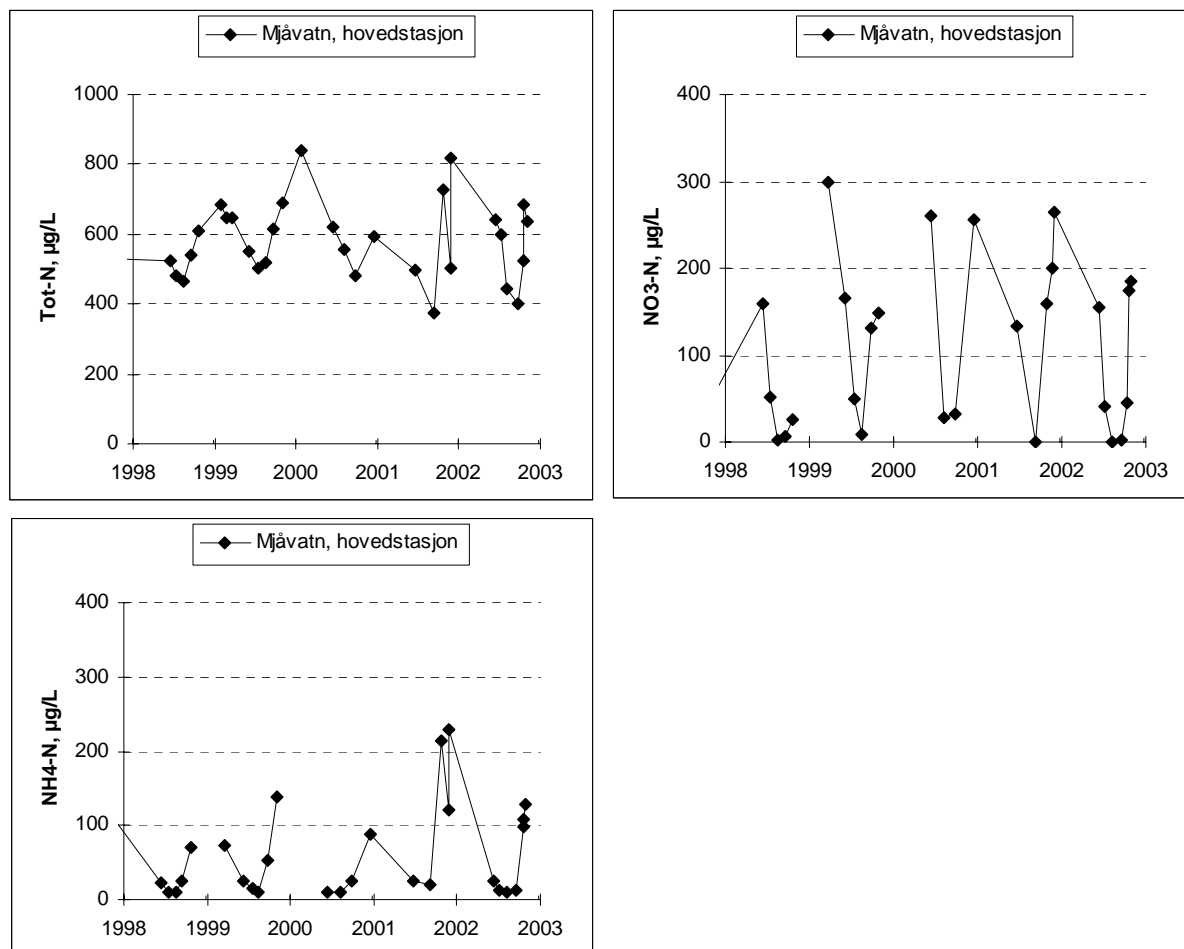
Figur 3. Total fosfor og løst fosfat i overflatevann (0-4 meter) fra Mjøvatn, hovedstasjon, for perioden 1998-2002.

Nitrogen

Bakgrunnskonsentrasjoner av total nitrogen i bekker kan ligge opp mot 300-500 µg/L i utmarksområder på Sørlandet (Bratli et. al. 1997). En stor del av dette nitrogenet kan stamme fra langtransportert forurenset luft og nedbør. Nitrogenedfallet er høyest i de sørlige og sørvestlige delene av landet, og det er også her en finner de høyeste bakgrunnskonsentrasjonene av nitrogen.

Årsmiddelkonsentrasjonen av total nitrogen i Mjøvatn var 561 µg/L i 2002, mens det registrert konsentrasjoner på 400-685 µg/L gjennom året. Nitrogenkonsentrasjonene dette året var på omtrent samme nivå som målinger i resten av femårsperioden 1998-2002 (**Figur 4**). Konsentrasjonene av nitrat viser klare sesongvariasjoner i Mjøvatn. En viktig årsak til dette er trolig at nitrat i innsjøen i stor grad blir brukt i forbindelse med vannplantenes (inkl. algenes) fotosyntese om sommeren.

Høye konsentrasjoner av ammonium i overflatevann er en indikator på forurensning fra lokale kilder som f.eks. kommunal kloakk, søppelfyllinger eller landbruk. I uforurenset bekkevann er ammoniumkonsentrasjonene vanligvis lave, < 50 µg N/L. I Mjøvatn ble det registrert verdier for ammonium godt under 50 µg N/L i prøvene fra juni til september (**Figur 4**), mens prøver tatt i oktober og november i forbindelse med overløp av sigevann viste verdier på 99-128 µg/L. Verdiene har en tendens til å øke noe om høsten i forbindelse med sirkulasjon og innblanding av oksygenfattig (og ammoniumrikt) bunnvann i overflatevannet, men disse verdiene indikerer påvirkning fra fyllplassen, se egen omtale.



Figur 4. Total nitrogen, nitrat og ammonium i overflatevann (0-4 meter) i Mjøvatn for perioden 1998-2002.

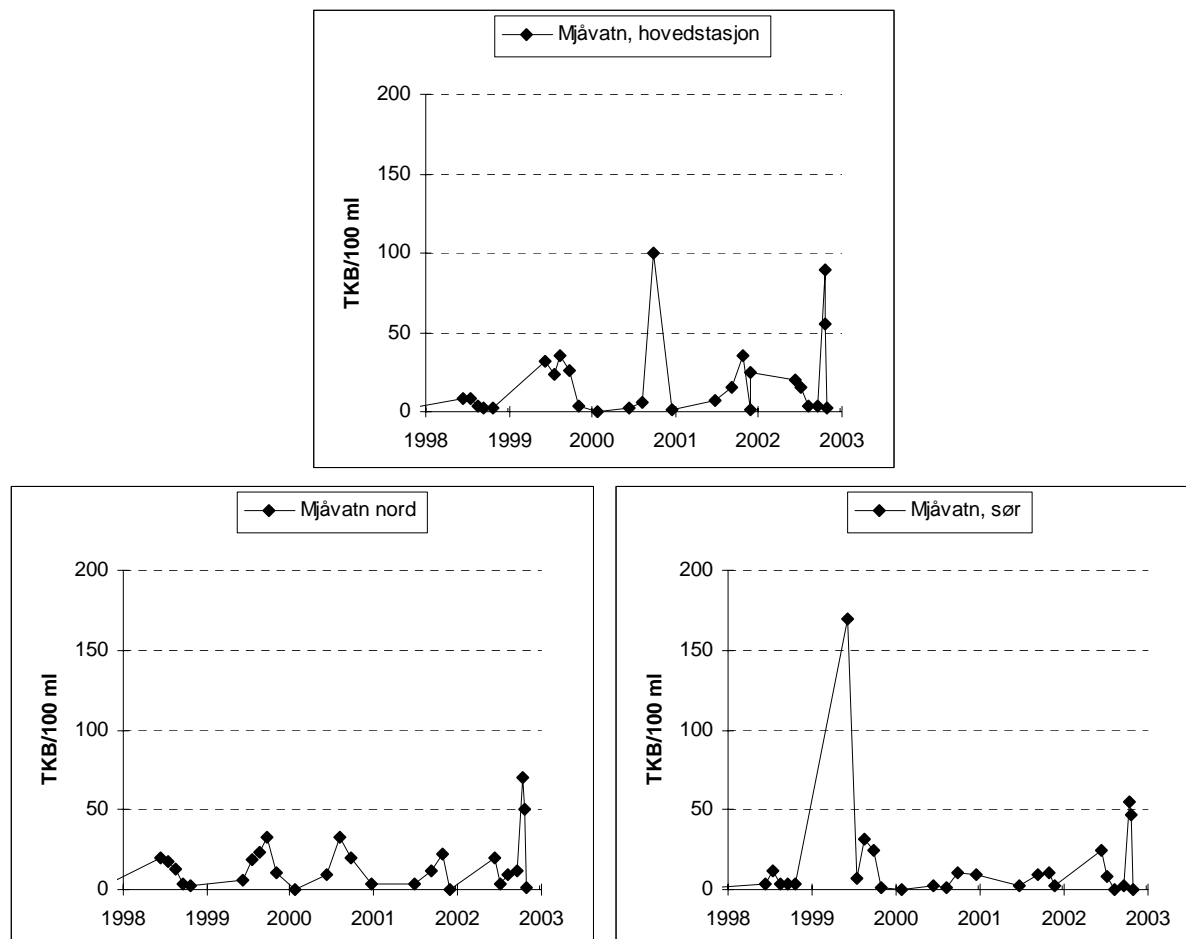
2.2 Tarmbakterier i Mjøvatn

Forekomst av termotabile koliforme bakterier (TKB) i vann er tegn på fersk, fekal forurensning enten fra mennesker eller dyr. I følge Drikkevannsforskriftens krav må det ikke påvises TKB i noen prøver i vann levert forbruker (Sos.- og helsedpt. 2001). Folkehelsas kvalitetskrav til godt badevann er <100 TKB/100 ml som geometrisk middeltall for minst 5 prøver tatt i en 30 dagers periode (Statens helsetilsyn 1994). Grenseverdien kan bare overskrides med inntil 100% for høyst 10% av enkeltresultatene (SIF 1976).

I 2002 ble det påvist termotabile koliforme bakterier (TKB) i alle prøvene fra Mjøvatn med unntak av prøvene fra august og november fra st. 4 Mjøvatn-sør (**Figur 5**). Gjennomsnittlige TKB-konsentrasjoner på stasjonene Mjøvatn-nord, Mjøvatn-hovedstasjon og Mjøvatn-sør var hhv. 24, 27 og 20 TKB/100 ml dette året. Disse verdiene tilsier at bakterieinnholdet er en god del høyere enn foregående år. Klimatiske forhold, hydrologi (vanngjennomstrømning) og variasjoner i forekomsten av måker er trolig faktorer som innvirker på de hygieniske forholdene i innsjøene. Påvirkning fra lokale kilder som landbruk og bebyggelse er små i Mjøvatn.

Da det kun tas få bakteriologiske prøver i sommersesongen, er grunnlaget for å klassifisere den bakteriologiske vannkvaliteten ikke fullgodt. Men sammenholdt med vannkvalitetsnormer kan vannet trolig betegnes som ”godt badevann” (Folkehelsa) og Tilstandsklasse III - ”mindre god” (SFT).

De høye bakterieantallene i oktober (90/100 ml ved Mjåvann hovedstasjon) skyldes overløp av sigevann, se egen omtale.



Figur 5. Termotabile koliforme bakterier i overflaten (0 meter) i Mjåvatn for perioden 1998-2002.

2.3 Vann fra grunnvannsbrønner

For å kunne registrere eventuelle endringer i grunnvannskvaliteten nedstrøms Heftingsdalen, er det satt ned to peilerør mellom søppelplassen og Mjåvann. Grunnvannsbrønn Øst ligger 3,9 meter høyere i terrenget enn grunnvannsbrønn Vest, og de ligger på hhv. kote 46,34 og 42,44 meter over havet. Det foreligger resultater fra åtte prøver fra hver av disse grunnvannsbrønnene for perioden mars til desember 2002 (se tabeller i **Vedlegg**).

Basert på de svært høye årsmiddelkonsentrasjonene av total nitrogen på midten av 1990-tallet på hhv. 2297 µg N/L i brønn Vest (1995) og 3833 µg N/L i brønn Øst (1996), har det vært en stor reduksjon i verdiene fram til i dag. I 2002 hadde grunnvannsbrønn Vest årsmiddelverdien 418 µg N/L og grunnvannsbrønn Øst 695 µg N/L, og disse årsmiddelkonsentrasjonene er de laveste siden 1988 for

begge stasjoner. De siste års middelværdier ligger dermed på et mer "normalt" nivå for slike brønner enn det som var tilfelle på midten av 1990-tallet. Årsmiddelværdien av total fosfor for brønn Vest var 25 µg P/L, noe som er litt lavere enn årsmiddelkonsentrasjonene for de fem siste årene.

Årsmiddelværdi for brønn Øst (64 µg P/L) var derimot noe høyere enn de tre foregående årene.

Konsentrasjonene av jern i grunnvannsbrønnene ligger fortsatt høyt, selv om årsmiddelværdiene de siste årene ikke har vært opp mot de ekstreme verdiene på 1000-1800 µg Fe/l fra 1997 og 1998. Årsmiddelværdien av jern for 2002 var omlag som for 2001 mht. brønn Vest, med verdien 335 µg Fe/L. Brønn Øst imidlertid, hadde den laveste årsmiddelværdien siden 1988 i 2001, og verdien for 2002 (610 µg Fe/L) ligger mer på nivå med de foregående årene til tross for en nær dobling i verdi i forhold til året før.

Middelkonsentrasjonene av kadmium og kvikksølv ligger ofte under deteksjonsgrensene. Verdiene tilfredsstilte Drikkevannsforskriften for kadmium (<1 µg Cd/L) i 2002, i likhet med de to foregående årene (Sos.- og helsedpt. 2001). De fleste av kvikksølvverdiene ligger nær deteksjonsgrensen (<0,01 µg Hg/L) og kan være svært usikre, men ettersom det måles verdier på 0,03-0,05 µg Hg/L i brønnene kommer de i beste fall i Tilstandskasse IV (meget dårlig) i forhold til SFTs vannkvalitetsklassifisering for ferskvann.

2.4 Sigevann

I henhold til utslippstillatelsen for søppelfyllplassen skal det tas prøver av sigevannet. Vannet samles opp ved hjelp av en fangdam og ledes til kommunalt avløpsnett. Vannet som tas inn på det kommunale avløpsnettet kan dermed karakteriseres og en får en dokumentasjon på sigevannskvaliteten ved en eventuell lekkasje til Mjåvann.

Arbeidet med å dekke til deler av fyllingen for å redusere sigevannsmengden ble avsluttet i 1999. Dette omfattet 17 da, eller omlag 40% av det totale deponiområdet. Avrenningen går til det kommunale avløpsnettet.

Det ble tatt 14 prøver av sigevannet fra januar til desember 2002 (se tabeller i **Vedlegget**). Sigevannet inneholdt høye konsentrasjoner av fosfor, nitrogen, organisk stoff, jern og tungmetaller. De høye metallkonsentrasjonene, og spesielt kvikksølvkonsentrasjonene (maksimalverdi i 2002; 1,9 µg Hg/L den 12. juli), bør vurderes nærmere. Kadmiumverdien for 16. april er ekstremt høy (482 µg/L) og kan være en analysefeil, mens øvrige verdier ligger i området <0,1-1,7 µg/l. Generelt synes verdiene å ha større svingninger i 2002 enn året før. Større overløp av forurenset sigevann til Mjåvann vil kunne ha konsekvenser for vannkvaliteten i innsjøen, se egen omtale.

De unormalt lave verdiene for de fleste parametrene 23. oktober skyldes trolig innblanding av overvann fra tildekket område og dermed fortykning av konsentrasjonene under flom.

Vannmengdemålingene i inntakssjakten til det kommunale avløpssystemet gjør det mulig å beregne forurensningstransporten til det kommunale avløpssystemet. Sigevannsmengden måles kontinuerlig, og for perioden 19. desember 2001 - 17. desember 2002 ble vannmengden målt til 114606 m³. Det tilsvarer 314 m³ pr. døgn (3,6 L/s) i gjennomsnitt. Middelet for målte vannmengder ved 13 prøvetakinger var 3,9 L/s, altså svært nær årsmiddelet. Målingene falt ut under flommen i oktober 2002 og total sigevannsmengde kan dermed ha vært 10% større.

Basert på sigevannmengde og målte totalkonsentrasjoner av nitrogen og fosfor er det beregnet at totale mengder av disse stoffene med sigevannet i 2002 var hhv. 30 tonn N og 390 kg P. Beregningen for P er mest unøyaktig fordi det er få målinger (n=9) av total P konsentrasjon. For N derimot ble det målt total N konsentrasjon hver gang det var avlesning av sigevannsmengde, ialt 14 ganger. Totalmengden

kunne dermed baseres på en middelkonsentrasjon for hver enkelt periode og avlest vannmengde for samme periode. Avlesningene og konsentrasjonsmålingene for 23. oktober er ikke tatt med i regnestykkene.

2.4.1 Overløp av sigevann i oktober 2002

På grunn av flom og registrert overløp av sigevann den 23. oktober, ble det tatt ekstra prøver 23. og 29. oktober i innsjøen og ved stasjonene; utløpsbekken fra Mjåvann (st.6A), flombekk fra overløpsdam (st.18) og i Mjåvann ved innløpet av flombekk (st.19).

Bakterietallene i Mjåvann var svært høye, opp mot 90 TKB/100 ml den 23. oktober, avtakende til ca. 50 den 29.oktober og 0-2 den 7.november, se tabellene bak i rapporten. Dette viser tydelig at det var effekter av overløpet på den hygieniske kvaliteten i Mjåvatn. Påvirkningen for disse bakterienes vedkommende var nærmest halvert etter en uke og borte etter 2 uker. Det skyldes først og fremst at bakteriene dør og sedimenterer forholdsvis raskt. En kan regne en halveringstid på 0,5-1 døgn, noe avhengig av temperatur.

I bekkeprøvene var konsentrasjonene til dels ekstreme, med verdier > 1000 TKB/100 ml både ved st.6A og st.18 den 23. oktober. Den 29.oktober var konsentrasjonene mer på nivå med de som ble funnet i innsjøen.

Ammoniumkonsentrasjonene var klart høyere enn normalt ved alle de tre prøvetakingene, omlag 100 µg N/L, kaliumkonsentrasjonene var noe høyere, mens andre målte vannkjemiske komponenter ikke viste spesielle avvik. De økte konsentrasjonene av ammonium og kalium holdt seg nærmest uforandret fra 23. oktober til 7. november. Det indikerer at sigevannet hadde en mer langvarig påvirkning av Mjåvann enn reduksjonen i bakterier skulle tilsi.

2.5 Bekk med overløpsvann

Fra nordvest for fyllplassen og utenfor fyllplassens nedbørfelt og mot Mjåvatn renner en naturlig bekk som også frakter vann som pumpes ut av fyllplassområdet i Heftingsdalen. Vannkvaliteten i denne bekken måles regelmessig og her gis en summarisk beskrivelse. På bakgrunn av målte fosforkonsentrasjoner og vannbalansen er det beregnet hvilken påvirkning denne bekken representerer for Mjåvatn. Data er gitt i vedlegg bak i rapporten og i **Figur 6**.

Ledningsevne, pH og total fosfor er økt i perioden sommer 1998 og fram til utgangen av 2002, mens TOC har avtatt noe. For total nitrogen og ammonium ser det ikke ut til å ha skjedd endringer av betydning, kanskje er nivået for begge redusert, men høye konsentrasjoner kan fortsatt måles i episoder. Det er verdt å merke seg situasjonen under flommen den 23. oktober 2002. Mens TOC og særlig nitrogenkonsentrasjoner økte, ble konsentrasjonen av total fosfor redusert (til 10 µg P/L). Det skyldes at TOC og nitrogenforbindelser er løste stoffer som vaskes ut, mens fosfor trolig er bundet til partikler som ikke vaskes ut så lett.

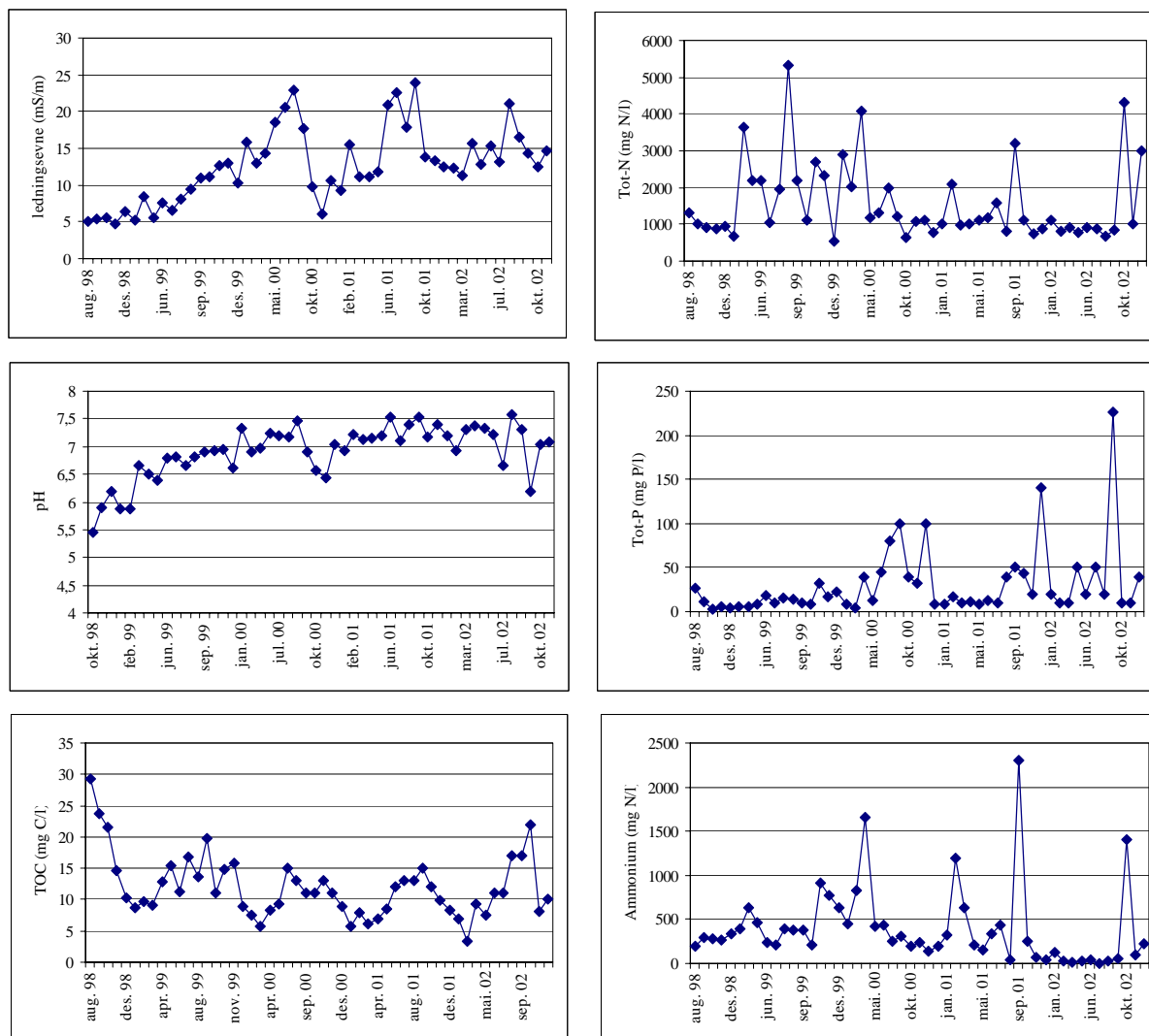
Median fosforkonsentrasjon er ca. 20 µg/L i denne bekken. Beregninger viser at dette er noe under den midlere konsentrasjon av total fosfor på 23 µg P/L inn i Mjåvatn (**Tabell 1**). Det vil si at vannet i bekken ikke representerer en tilleggsbelastning av fosfor på Mjåvatn og vassdraget nedstrøms.

Tabell 1. Beregning av fosfortransport fra bekk (stasjon P5) i forhold til middeltransport av fosfor og kritisk fosforkonsentrasjon i Mjåvatn, se tekst.

Fosfortransport		
Fosforkonsentrasjon i innsjøen	12	µg P/L
Fosforkonsentrasjon i bekk	20	µg P/L
Fosfor i innsjøen:	7,8	kg P
Fosfor fra bekk	1,1	kg P
Beregning av P i innsjø:		
Teoretisk oppholdstid	0,35	år
$P(\text{innsjø})=0,436 \cdot P(\text{inn}) \cdot T \cdot \exp(-0,16)$		
P (innsjø)	11,9	µg P/L
Midlere P-kons. i tilløp (beregnes ved prøv og feil)	23	µg P/L
Kritisk P		
P(innsjø), målt	12,0	µg P/L
kla (innsjø), beregnes fra P(innsjø)	6,5	µg/L
middeldyp (z)	5,1	m
<u>kritisk P-konsentrasjon</u>	16,2	<u>µg P/L</u>

I tabellen er midlere P-konsentrasjon i innsjøen på 12 µg P/L gitt med uthevet skrift. Midlere fosforkonsentrasjon i tilløpet, P(inn) i den formelen som er gitt i tabellen, kan beregnes ved å legge inn en konsentrasjon som passer i formelen helt til en beregner "riktig" konsentrasjon i innsjøen (ved prøving og feiling). Ved å bruke verdien 23 µg P/L for fosfor i tilløpet, ble det beregnet at fosforkonsentrasjonen i innsjøen var 11,9 µg P/L (tall gitt med uthevet skrift i tabellen), dvs. svært nær den målte middelkonsentrasjonen.

I avsnittet for kritisk fosforkonsentrasjon i tabellen, er det gjort en beregning av hvilken klorofyllkonsentrasjon en kan regne med ved dagens fosforkonsentrasjon. denne klorofyllkonsentrasjonen regnes ikke som kritisk. Basert på Mjåvatns middeldyp på 5,1 meter, vil ikke fosforkonsentrasjonen være kritisk før den når en verdi nær 16 µg P/L (gitt med uthevet skrift i tabellen). I tillegg kommer at mye av den P-konsentrasjonen som måles i Mjåvatn i dag trolig er fosfor bundet til naturlig organisk stoff som føres til innsjøen fra den uberørte delen av nedbørfeltet. Det er derfor ytterligere en del å gå på før forholdene blir kritiske. Det er derfor ikke sannsynlig at periodisk noe større tilførsler av fosfor fra bekken kan skape problemer.



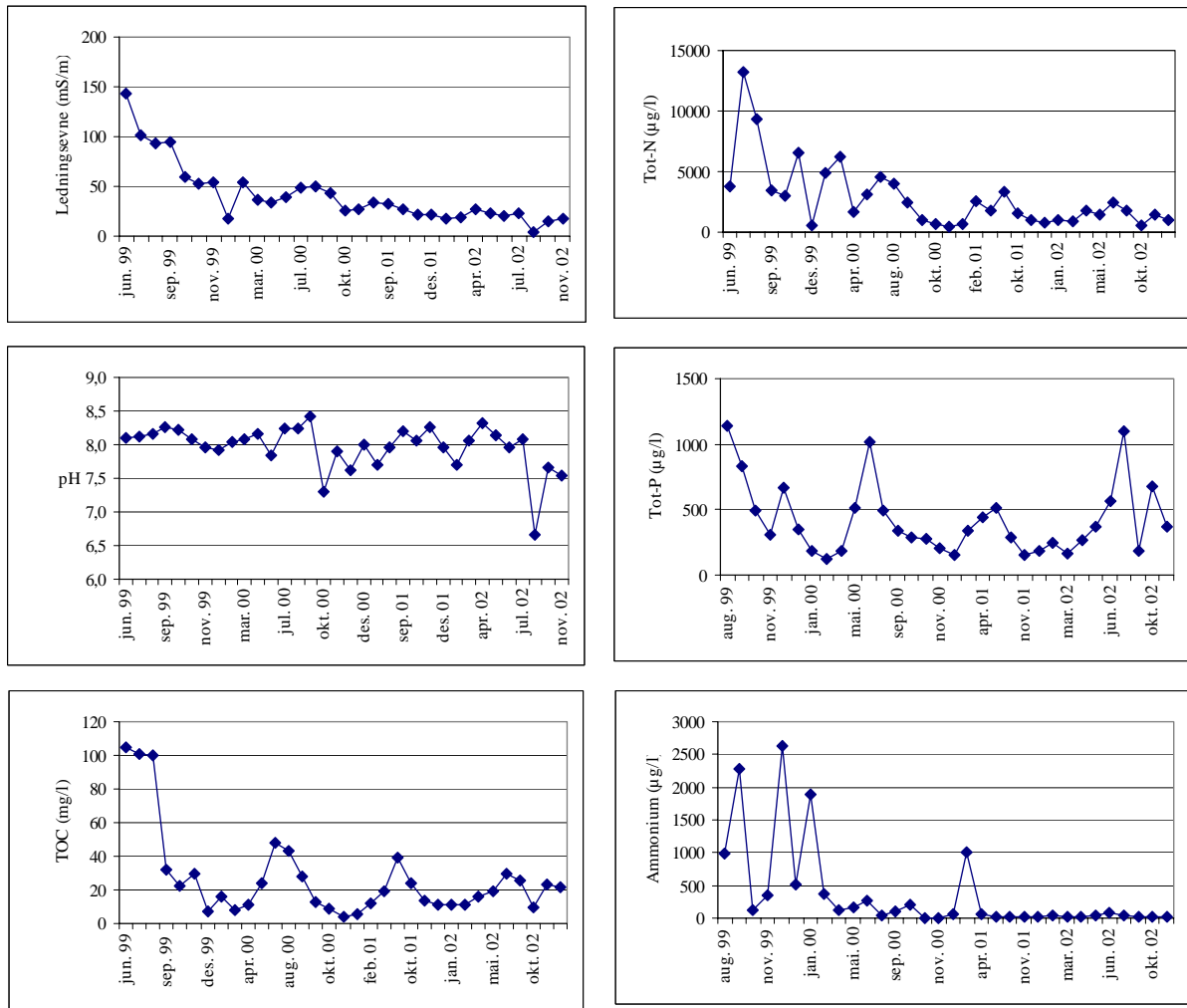
Figur 6. Data fra bekk ved pumpestasjon. (data fra Agder Renovasjon).

2.6 Avrenning fra tildekket deponiareal

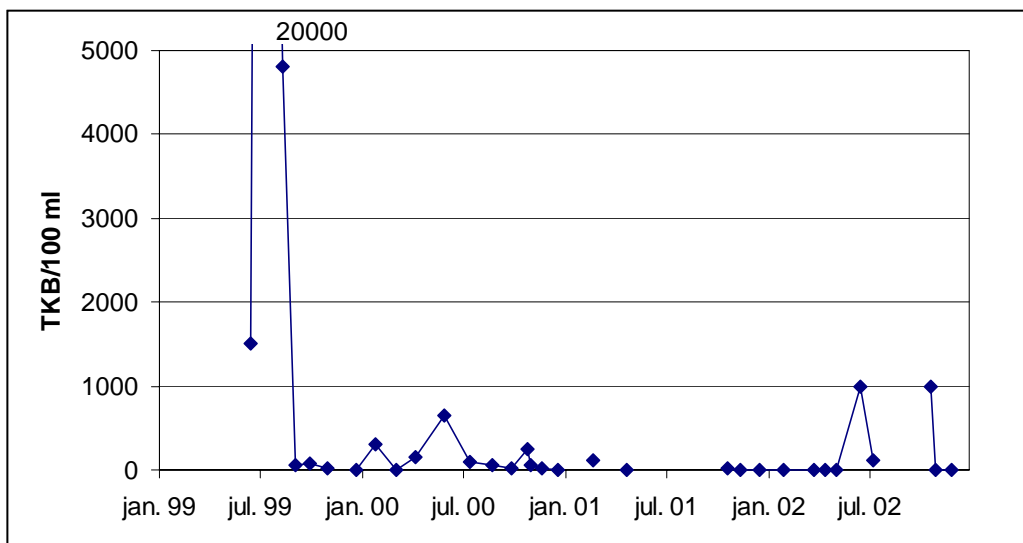
Et delareal av søppelfyllplassen på 17 da er dekket til med membran og jord og deretter tilsådd. Avrenningen herfra ledes normalt i selvføll til sigevann. Denne avrenningen fra tildekket areal kan også ledes direkte til Mjåvatn ved fare for overløp av sigevann. Vannkvaliteten måles regelmessig, og her gis en summarisk beskrivelse. Data er gitt i vedlegg bak i rapporten og i **Figur 7**.

Vannet fra tildekket areal hadde tidligere høy ledningsevne, men denne er kraftig redusert i 2002, det samme er TOC, total nitrogen og ammonium. pH og total fosfor har vært på samme nivå gjennom hele perioden fra sommer 1999 og til utgangen av 2002.

Fosforkonsentrasjonene varierer innenfor et område på 150-1100 $\mu\text{g P/L}$. Mens P-konsentrasjonen i bekken med overløpsvann er nær den midlere konsentrasjonen i tilrenningen til Mjåvatn, er konsentrasjonen i vannet fra tildekket areal i størrelsesorden 20 ganger høyere. Det vil si at vannet bør gå til kloakk, slik som idag, og at en bør tilstrebe god driftssikkerhet på oppsamlings- og pumpesystemet. Nitrogenkonsentrasjoner på 600-3000 $\mu\text{g N/L}$ og tidvis svært høye bakterietall (**Figur 8**) tilsier også at dette vannet er så forurenset at det bør ledes til kloakksystemet.



Figur 7. Data fra vann fra tildekket areal. (data fra Agder Renovasjon).



Figur 8. Data for termostabile koliforme bakterier i avrenningsvannet fra tildekket areal.

2.7 Vannbalanse

Det er utarbeidet et forslag/utkast til en vannbalanse for Heftingsdalen fyllplass (**Tabell 2**). Balansen er basert på oppgitte og beregnede data for arealer, se **Figur 9**.

Tabell 2. Teoretisk vannbalanse for Heftingsdalen. Data for arealer (Agder Renovasjon og egne beregninger), nedbør (DNMI; Arendal brannstasjon), avrenning (NVE) og sigevann (Agder Renovasjon/Arendal kommune) er brukt. Avrenningen fra tildekket areal går til kommunal kloakk. Overføringer ledes ut av feltet.

Heftingsdalen - vannbalanse

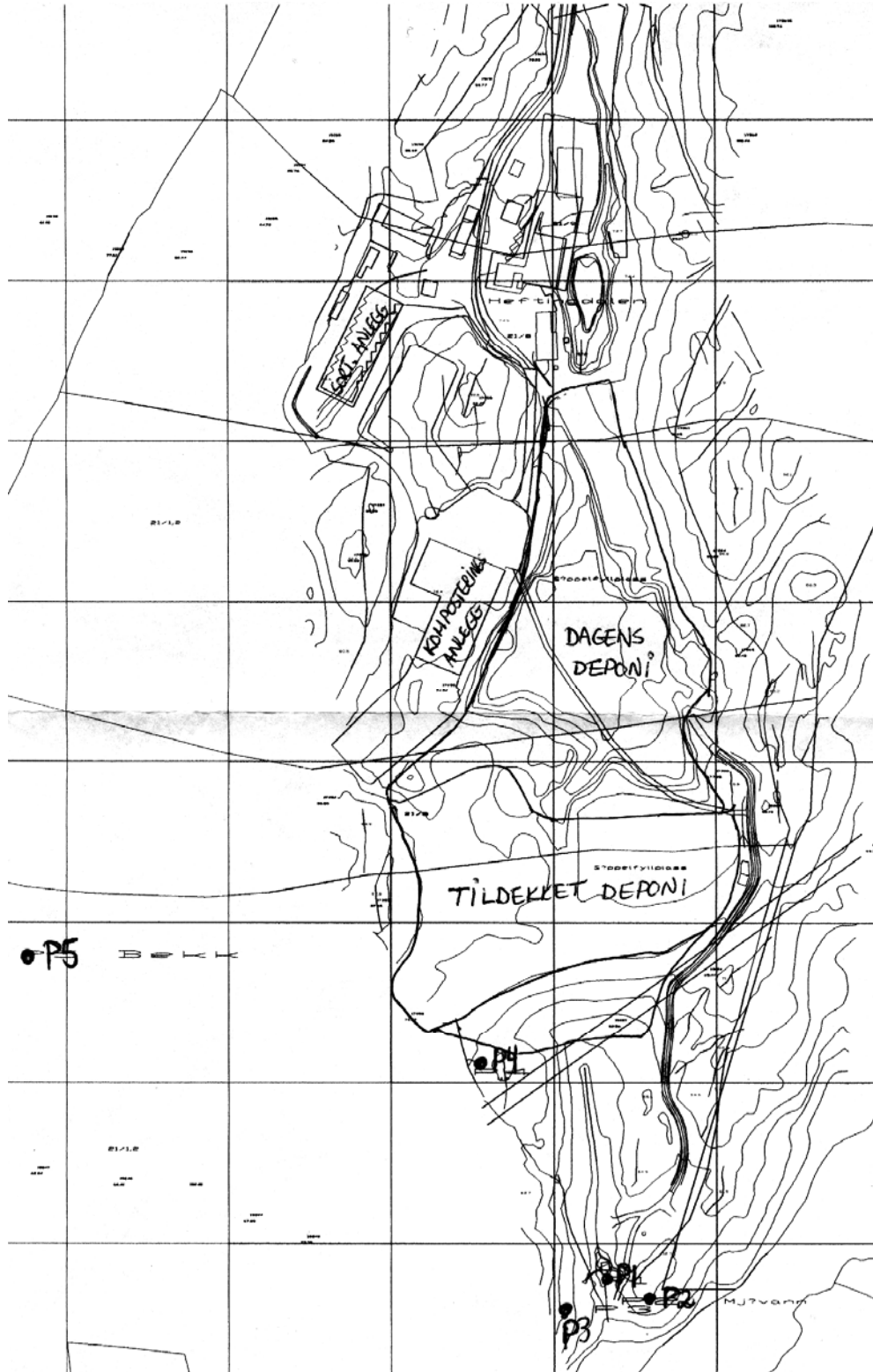
Arealer			
dagens	26000		m ²
tildekket	17000		m ²
overføringer*	57500		m ²
asfaltdekket	41000		m ²
<u>ubenyttet areal</u>	<u>49500</u>		<u>m²</u>
Totalt	191000		m ²
Nedbør og avrenning			
Årsnedbør	1040		mm/år
Beregnet spes. avre. u/ford.	33		L/s/km ²
Spes. avre. (NVE; normal)	25		L/s/km ²
Avrenning pr. år	781		mm/år
Beregnet fordampning	259		mm/år
Andel fordampning	25		%
Vannmengder			
		u/fyllplass	m/fyllplass
tildekket areal**		17821	m ³ /år
asfaltdekket areal**		42981	m ³ /år
<u>fyllplass + ubenyttet areal</u>		<u>59456</u>	<u>m³/år</u>
Total avrenning***	105131	120259	m ³ /år
Avrenning u/ fyllplass	150413		
<u>Til sigevann</u>		<u>102437</u>	<u>m³/år</u>

*dette gjelder terreng- og takarealer som avskjæres og pumpes ut av feltet; **her er det lagt inn som forutsetning at det ikke skjer fordampning fra disse arealene; ***her er overførte arealer tatt ut

Tabell 3. Resultat av vannbalanseberegning. Målte (Agder Renovasjon/Arendal kommune) og beregnede (fra vannbalansen) sigevannsmengder avviker betydelig i 2000 og 2001, mens verdiene for 2002 trolig er svært like.

Sigevann	basert på			basert på		
	m ³ /år	m ³ /døgn	L/s	m ³ /år	m ³ /døgn	L/s
2000	209245	573	6,64	143082	392	4,54
2001	167000	458	5,30	123117	337	3,90
<u>2002*</u>	<u>114606</u>	<u>314</u>	<u>3,63</u>	<u>125226</u>	<u>343</u>	<u>3,97</u>

*målingene sviktet under flom og målt tall kan være 10% større.



Figur 9. Kartskissen viser avgrensning av deponi og tildekket areal, sorteringsanlegg, komposteringsanlegg, sigevannsuttak (P1), plassering av grunnvannsbrønner (P2 og P3), uttak av vann fra tildekket areal (P4) og bekk med avrenningsvann fra overførte deler av Heftingsdalfeltet (P5). (Fra Agder Renovasjon).

Ved utarbeidelsen av vannbalansen har vi antatt at fordampningen fra tildekket areal og asfaltdekket areal er lik null pga rask avrenning. Vannet fra tildekket areal går til kommunal kloakk og vannet fra enkelte andre arealer (tak, overvann) ledes ut av feltet og til bekk. Bare avrenning fra resten av nedbørfeltet går til sigevannet. På dette grunnlaget er det dermed mulig å beregne sigevannsmengden.

Målt sigevannsmengde var vesentlig større enn den beregnede i 2000 og 2001, men ikke i 2002, da overensstemmelsen var god (**Tabell 3**). I tillegg kommer at registreringen av vannmengde i 2002 falt ut under flommen i oktober 2002, slik at tallene kan ha vært temmelig like, og dermed enda bedre enn det som framkommer av tabellen. Det kan tyde på at det er bedre kontroll på målingene av sigevann nå enn tidligere, men kan også skyldes tilfeldigheter.

2.8 Vurdering av behov for tiltak

Det er ikke funnet spesielle forhold som skulle tilsi endringer i driftsrutiner ved fyllplassen, men pga overløpet av sigevann under flommen i oktober og ved tilsvarende situasjoner og uhell tidligere, anbefales tiltak for å beskytte vassdraget nedstrøms fyllplassen.

Vi anbefaler en nærmere vurdering av metallkonsentrasjonene i sigevannet, særlig for kvikksølv. Det kan f.eks. gjøres ved at sigevannskvaliteten i Heftingsdalen sammenliknes med avrenning fra andre fyllplasser i Norge. Det kan være at en bør supplere med andre analyser eller med andre analysemetoder for å komme ned i lavere deteksjonsgrenser, men det bør evt. skje som resultat av vurderingen. Hvis en ønsker å se om Mjåvatn er påvirket av kvikksølv kan dette gjøres ved å undersøke Hg i fiskekjøtt.

3. Referanser

- 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. SFT-veiledning 97:04, TA-1468/1997, 31 s.
- Bratli, J.L., H. Holtan og S.O. Åstebøl. 1997. Miljømål for vannforekomstene - tilførselsberegninger. SFT-veileder 95:02, TA-1139/1995, 70 s.
- DNMI 2003. Nedbørhøyder for 2002 fra meteorologisk stasjon Arendal Brannstasjon, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorogogiske institutt, Oslo.
- SIFF. 1976. Kvalitetskrav til vann. Statens institutt for folkehelse. 52 s.
- Sos. - og helsedpt. 2001. Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften). Sosial- og helsedepartementet 4.12.2001.
- Statens Helsetilsyn. 1994. Nye kvalitetsnormer for friluftsbad. Rundskriv IK-21/94.

Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem

Klassifisering av tilstand.

På grunnlag av målte konsentrasjoner kan tilstandsklassen bestemmes ved hjelp av tabellen nedenfor. Tilstandsklassen tar ikke hensyn til hvorvidt de målte konsentrasjonene er høyere eller lavere enn bakgrunnskonsentrasjonen. SFTs veileder inneholder også et verktøy for å vurdere egnethet av vannet for ulike brukerinteresser; som råvann til drikkevann, friluftsbad og rekreasjon, fritidsdsfiske og jordvanning (åker og eng).

Klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann. Et utvalg av de viktigste parametrene er gitt, og nøkkelparametre er satt i kursiv. Utdrag fra SFTs veileder 97:04 (Andersen m.fl. 1997).

Virkinger av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
Næringsalter	<i>Total fosfor, µg P/l</i>	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	<i>Klorofyll a, µg/l</i>	<2	2-4	4-8	8-20	>20
	<i>Siktedyp, m</i>	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	<i>Prim. prod., g C/m² år</i>	<25	25-50	50-90	90-150	>150
	<i>Total nitrogen, µg N/l</i>	<300	300-400	400-600	600-1200	> 1200
Organiske stoffer	<i>TOC, mg C/l</i>	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	<i>Fargetall, mg Pt/l</i>	<15	15-25	25-40	40-80	>80
	<i>Oksygen, mg O₂/l</i>	>9	6,5-9	4-6,5	2-4	<2
	<i>Oksygenmetning, %</i>	>80	50-80	30-50	15-30	<15
	<i>Siktedyp, m</i>	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	<i>KOF_{Mn}, mg O/l</i>	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	<i>Jern, µg Fe/l</i>	<50	50-100	100-300	300-600	>600
<i>Mangan, µg Mn/l</i>	<20	20-50	50-100	100-150	>150	
Forsurende stoffer	<i>Alkalitet, mmol/l</i>	>0,2	0,05-0,2	0,01-0,05	<0,01	0,00
	<i>pH</i>	>6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0
Partikler	<i>Turbiditet, FTU</i>	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
	<i>Suspendert stoff, mg/l</i>	<1,5	1,5-3	3-5	5-10	>10
	<i>Siktedyp, m</i>	>6	4-6	2-4	1-2	<1
Tarmbakterier	<i>Termotol koli. bakt., ant./100 ml</i>	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000
Miljøgifter (tungmetaller) i vann	<i>Kobber, µg Cu/l</i>	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
	<i>Sink, µg Zn/l</i>	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	<i>Kadmium, µg Cd/l</i>	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	>0,4
	<i>Bly, µg Pb/l</i>	<0,05	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5
	<i>Nikkel, µg Ni/l</i>	<0,5	0,5-2,5	2,5-5	5-10	>10
	<i>Krom, µg Cr/l</i>	<0,2	0,2-2,5	2,5-10	10-50	>50
	<i>Kvikksølv, µg Hg/l</i>	<0,002	0,002-0,005	0,005-0,01	0,01-0,02	>0,02

Vedlegg B. Vedleggstabeller kjemi og bakteriologi

Tabell B1. Primærtabell for vannkjemi for 2002.

Nr.	Lokalitet	Dato	Dyp m	pH	Kond mS/m	Turb FNU	Farge mg Pt/L	NO ₃ -N µg/L	NH ₄ -N µg/L	Tot-N µg/L	PO ₄ -P µg/L	Tot-P µg/L	TOC mg/L C	K mg/L	O ₂ mg/L	H ₂ S mg/L	TKB (bakt) ant/100 ml	Sikt m	Temp C
2	Mjåvatn. hovedstasjon	19/06/02	0-4	6,35	4,70	1,0	73,5	155	24	640	1	14	8,8	0,66					
2	Mjåvatn. hovedstasjon	19/06/02	0														20	3,0	
2	Mjåvatn. hovedstasjon	19/06/02	1																18,7
2	Mjåvatn. hovedstasjon	19/06/02	2																18,5
2	Mjåvatn. hovedstasjon	19/06/02	3																16,8
2	Mjåvatn. hovedstasjon	19/06/02	4																13,5
2	Mjåvatn. hovedstasjon	19/06/02	9												2,32				8,5
2	Mjåvatn. hovedstasjon	15/07/02	0-4	6,41	4,46	2,2	80,1	40	12	600	2	25	9,8	0,63					
2	Mjåvatn. hovedstasjon	15/07/02	0														15	1,7	
2	Mjåvatn. hovedstasjon	15/07/02	1																19,9
2	Mjåvatn. hovedstasjon	15/07/02	2																18,8
2	Mjåvatn. hovedstasjon	15/07/02	3																17,6
2	Mjåvatn. hovedstasjon	15/07/02	4																15,8
2	Mjåvatn. hovedstasjon	15/07/02	9												0,28				8,9
2	Mjåvatn. hovedstasjon	14/08/02	0-4	6,29	4,52	1,3	90,2	<1	9	445	<1	12	10,4	0,58					
2	Mjåvatn. hovedstasjon	14/08/02	0														4	2,3	
2	Mjåvatn. hovedstasjon	14/08/02	1																21,9
2	Mjåvatn. hovedstasjon	14/08/02	2																21,1
2	Mjåvatn. hovedstasjon	14/08/02	3																19,4
2	Mjåvatn. hovedstasjon	14/08/02	4																16,6
2	Mjåvatn. hovedstasjon	14/08/02	9												0,42				9,1
2	Mjåvatn. hovedstasjon	26/09/02	0-4	6,81	4,53	1,0	78,6	3	12	400	<1	11	9,7	0,55					
2	Mjåvatn. hovedstasjon	26/09/02	0														4	2,3	
2	Mjåvatn. hovedstasjon	26/09/02	1																14,0
2	Mjåvatn. hovedstasjon	26/09/02	2																14,0
2	Mjåvatn. hovedstasjon	26/09/02	3																14,1
2	Mjåvatn. hovedstasjon	26/09/02	4																14,1
2	Mjåvatn. hovedstasjon	26/09/02	9													1,23			9,4

NIVA 4657-2003

Nr.	Lokalitet	Dato	Dyp m	pH	Kond mS/m	Turb FNU	Farge mg Pt/L	NO ₃ -N µg/L	NH ₄ -N µg/L	Tot-N µg/L	PO ₄ -P µg/L	Tot-P µg/L	TOC mg/L C	K mg/L	O ₂ mg/L	H ₂ S mg/L	TKB (bakt) ant/100 ml	Sikt m	Temp C
2	Mjåvatn. hovedstasjon	23/10/02	0-4	6,82	4,83	1,1	90,9	45	99	525	1	10	9,7	0,74					
2	Mjåvatn. hovedstasjon	23/10/02	0														90	1,8	
2	Mjåvatn. hovedstasjon	23/10/02	1																5,3
2	Mjåvatn. hovedstasjon	23/10/02	2																5,1
2	Mjåvatn. hovedstasjon	23/10/02	3																5,0
2	Mjåvatn. hovedstasjon	23/10/02	4																5,0
2	Mjåvatn. hovedstasjon	23/10/02	9												9,36				4,9
2	Mjåvatn. hovedstasjon	29/10/02	0-4	6,58	4,61	1,3	88,2	175	109	685	1	12	10,6	0,81					
2	Mjåvatn. hovedstasjon	29/10/02	0														55	2,0	
2	Mjåvatn. hovedstasjon	29/10/02	1																4,8
2	Mjåvatn. hovedstasjon	29/10/02	2																4,7
2	Mjåvatn. hovedstasjon	29/10/02	3																4,7
2	Mjåvatn. hovedstasjon	29/10/02	4																4,7
2	Mjåvatn. hovedstasjon	29/10/02	9																4,7
2	Mjåvatn. hovedstasjon	07/11/02	0-4	6,61	4,76	1,6	84,4	185	128	635	2	12	10,5	0,82					
2	Mjåvatn. hovedstasjon	07/11/02	0														2		
3	Mjåvatn nord	19/06/02	0																20
3	Mjåvatn nord	15/07/02	0																3
3	Mjåvatn nord	14/08/02	0																9
3	Mjåvatn nord	26/09/02	0																12
3	Mjåvatn nord	23/10/02	0																70
3	Mjåvatn nord	29/10/02	0																50
3	Mjåvatn nord	07/11/02	0																1
4	Mjåvatn. sør	19/06/02	0																25
4	Mjåvatn. sør	15/07/02	0																8
4	Mjåvatn. sør	14/08/02	0																0
4	Mjåvatn. sør	26/09/02	0																2
4	Mjåvatn. sør	23/10/02	0																55
4	Mjåvatn. sør	29/10/02	0																47
4	Mjåvatn. sør	07/11/02	0																0
6A	Utløpsbekk v stem	23/10/02	0	6,57	4,94	2,2	86,3	235	213	870	5	20	10,7	0,89					>1000
6A	Utløpsbekk v stem	29/10/02	0	6,62	4,82	1,1	86,7	195	107	635	1	10	10,0	0,82					60
18	Flombekk fra overløpsdam	23/10/02	0	7,30	26,9	50	74,5	710	4030	9500	242	370	17,9	1,98					>1000
19	Mjåvatn., innløp flombekk V	29/10/02	0	6,59	4,59	1,2	84,0	160	107	595	1	11	9,9	0,79					35

Tabell B2. Termostabile koliforme bakterier som årsmidler for Mjåvann og Bjorendalstjern.

År	Ant. målinger	Mjåvann, nord	Mjåvann – Hovedst.	Mjåvann, sør	Bjorendalstjern
1986	3	-	-	5	-
1987	8/3	3	3	1	1
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	7-10	17	8	2	1
1994	7-10	7	2	3	0
1995	5-7	25	31	7	2
1996	6	66	25	9	4
1997	5	18	12	3	0
1998	5	11	5	5	8
1999	5	18	24	47	50
2000	4	13	22	4	2
2001	4-5	9	17	6	3
2002	7	24	27	20	-

Tabell B3. Sivevannsprøver, P1, fra desember 2001 til desember 2002.

	pH	Kond.	Tot-N	Tot-P	NH4+	LOC	TOC	KOF dikr,løst	KOF dikr	BOF manom.	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Pb	Hg	AOX EOX	Q sivev.	Vannm. telleverk	Endr.	Vannm. pr. år	Vannm. digital
Dato		mS/m	µg N/l	µg P/l	µg N/l	mg C/l	mg C/l	mg O/l	mg O/l	mg O/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg Cl/l	l/s	m ³	m ³	m ³	
19.des-01	7,64	388,1	242000	3500	312000	170	220	495	725	61		0,31			10400	11	0,94		2,5	12021	28360	167578	
30.jan-02	7,57		125000			150	180	425	575	115									4,2	19200	7179		
25.mar-02	7,85	362,0	225000	1800	225000	130	150	390	480	36		0,13			11400	8	0,09		2,0	45215	26015		
16.apr-02	7,71	412,0	258700	4200	260000	130	190	410	605	105		482			13700	14	0,34		1,7	49366	4151		1072875
18.apr-02	7,67	379,3	236600	2000	250000	130	150	360	450	63		1,7			9500	14	0,31		2,5	49799	433		1073307
24.apr-02	7,67		237000			140	250	410	770	62									2,3	50950	1151		1074456
06.mai-02	7,54	281,6	177000	8600	194000	130	320	345	1180	215	13	0,8	26	267	15300	36	0,74		7,2	57674	6724		1081173
17.jun-02	7,50		188000			231	370	750	1020	456									3,9	73389	15715		1096872
12.jul-02	7,58		142000	2100	137000	120	140	300	525	73	20	<1	10800	240	7020	40	1,9		7,4	81892	8503		1105375
26.aug-02	7,69	503,2	309000	2200	297000	190	200	535	650	38	9	<0,1	37	670	15600	16	<0,02	9,3	1,1	88715	6823		1112211
24.sep-02	7,70		260000			176	271	500	1000	84									1,3	92287	3572		1115796
23.okt-02	6,30	35,0	11000	540	4100	20	27					0,2			2130	9	0,03						
31.okt-02	7,65	305,6	191000	5000	181000	220	310	670	910	365		0,3			9720	21	0,09		9,1	105198	12911		1128673
28.nov-02	7,60		172000			130	250	365	900	140									5,9	112127	6929		1135595
17.des-02	7,81	430,4	278000	1300	263000	160	180	470	595	41		0,33			16180	14	0,18		2,0	126627	14500	114606	1150078

Tabell B4. Sigevannsprøver tatt i juni og desember 2002 mht. PCB- og PAH analyser.

PCB	17/6-02	17/12-02	PAH	17/6-02	17/12-02
	µg/l	µg/l		µg/l	µg/l
PCB 28	<0,01	<0,01	PAH 16 (sum)	0,66	<0,30
PCB 52	<0,01	<0,01	Benzo(a)antracen	<0,02	<0,02
PCB 101	<0,01	<0,01	Krysen	<0,02	<0,02
PCB 118	<0,01	<0,01	Benzo(b,k)fluoranten	<0,02	<0,02
PCB 138	<0,01	<0,01	Benzo(a)pyren	<0,02	<0,02
PCB 153	<0,01	<0,01	Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0,02	<0,02
PCB 180	<0,01	<0,01	Dibenzo(a,h)antracen	<0,02	<0,02
			Naftalen	0,57	0,02
			Acenaftylen	<0,02	<0,02
			Fluoren	0,05	0,04
			Acenaften	<0,02	0,02
			Fenatren	0,04	<0,02
			Antracen	<0,02	<0,02
			Fluoranten	<0,02	<0,02
			Pyren	<0,02	<0,02
			Benzo(g,h,i)perylene	<0,02	<0,02

Tabell B5. Analyseresultater fra grunnvannsbrønner Øst og Vest i Heftingsdalen fra desember 2001 til desember 2002.**A. Grunnvannsbrønn Øst, P2**

	Kond	TOC	Tot-N	Tot-P	NH4+	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Pb	Hg	EOx	Grunnvanns-
Dato	mS/m	mg C/l	µg N/l	µg P/l	µg N/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg Cl/l	høyde (m)
19.des-01	10,6	6,9	1000	40	13		0,25			858	9	0,03		
25.mar-02	10,0	5,6	970	40	36		0,1			351	6	<0,01		
16.apr-02	8,36	5,1	740	30	31		0,12			61	1	<0,01		44,79
18.apr-02	8,25	6,2	700	30	<10		0,21			842	7	<0,01		37,09
24.apr-02														37,34
06.mai-02	8,79	4,4	560	30	14	<1	0,1	<5	13	450	3	<0,01		37,54
12.jul-02		9,4	600	50	50	<3	<1,0	<13	<13	170	2	<0,02		
26.aug-02	8,56	5,7	580	60	<5	<2	0,3	<10	<10	1065	9	<0,02	1,2	
31.okt-02	7,23	5,5	670	80	7		0,12			675	6	<0,01		37,54
17.des-02	9,21	5,2	740	190	11		0,22			1266	11	<0,01		36,64

B. Grunnvannsbrønn Vest, P3

	Kond	TOC	Tot-N	Tot-P	NH4+	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Pb	Hg	AOx	Grunnvanns-
Dato	mS/m	mg C/l	µg N/l	µg P/l	µg N/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg Cl/l	høyde (m)
19.des-01	8,69	7,2	530	10	13		0,17			225	3	<0,01		
25.mar-02	5,12	3,1	350	10	49		0,1			183	1	0,01		
16.apr-02	8,69	3,2	370	10	12		0,26			349	3	<0,01		39,04
18.apr-02	10,6	3,0	400	10	<10		0,23			393	6	<0,01		38,14
24.apr-02	10,6	2,2	560	40	14		0,2			326	5	0,05		39,74
06.mai-02	7,03	3,5	260	<10	<10	<2	0,1	<5	14	98	1	<0,01		40,74
26.aug-02	19,8	3,3	330	20	10	<2	0,2	<10	15	729	9	<0,02	<1	
31.okt-02	11,5	5,6	910	90	<5		0,07			429	3	0,03		40,35
17.des-02	14,0	1,6	160	10	11		0,07			174	2	<0,01		40,54

Tabell B6. Årsmidler for perioden 1988-2002 for grunnvannsbrønner (*=middelverdi ikke beregnet pga. ulike deteksjonsgrenser).

År	Antall prøver	Kond mS/m	NH4-N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	TOC mg/l	Tot-Fe µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Hg µg/l
Brønn-Øst										
1988	6	15,6	50	6640	40		576			
1990	6	7,9	36	1455	29	4,4	361	8,6	0,19	<0,5
1991	6	7,2	63	1060	46	4,0	533			<0,5
1993	5	7,5	31	1119	24	5,3	733	4,5	0,16	<0,5
1994	7	6,9	45	1281	26	4,6	730	8,7	0,21	<0,5
1995	6	8,9	9	1860	24	5,2	378	4,4	0,20	<0,5
1996	5	11,8	15	3833	19	4,1	453	3,7	0,13	<0,5
1997	4	7,9	20	1565	37	8,2	1830	6,1	0,12	<0,5
1998	7	7,8	98	1451	88	5,2	1027	13,5	0,24	<0,5
1999	5	8,8	19	1034	62	6,6	789	6,6	0,22	<0,5
2000	6	8,5	55	1246	49	7,3	989	*	*	*
2001	5	7,3	88	910	37	6,6	309	*	*	*
2002	8	8,6	*	695	64	5,9	610	5,6	*	*
Brønn-Vest										
1988	6	12,8	19	586	19		198			
1990	6	8,5	35	1048	25	5,4	432	9,8	0,25	<0,5
1991	6	10,9	26	667	18	2,7	305	1,7	0,15	<0,5
1993	5	9,2	23	583	22	4,6	463	6,2	0,15	<0,5
1994	7	9,5	25	983	21	4,0	476	5,95	0,24	<0,5
1995	6	11,5	12	2297	27	3,6	460	5,1	0,23	0,72
1996	5	8,5	30	1773	19	7,8	279	3,7	0,21	<0,5
1997	4	12,7	205	1128	27	9,8	1270	9,6	<0,10	<0,5
1998	7	8,0	26	906	34	6,6	1239	8,8	0,18	<0,5
1999	5	6,0	54	1219	35	8,9	487	7,1	0,45	<0,5
2000	6	6,9	41	1792	27	8,7	517	*	*	*
2001	5	6,8	*	1500	44	9,5	338	*	*	*
2002	8	10,9	*	418	25	3,2	335	3,8	0,15	*

Tabell B7. Års-medianverdier for perioden 1988-2002 for sigevann fra søppelfyllplassen (*= medianverdi ikke beregnet p.g.a. ulike deteksjonsgrenser).

År	Antall prøver	Kond mS/m	NH4-N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	TOC mg/l	Tot-Fe µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Hg µg/l
Sigevann										
1988	5	80,6	15000	21200	200		17100	5,0	0,57	
1990	6	286,3	126850	159950	3630	106	74500	39,5	0,91	0,20
1991	6	282,0	133000	142000	1840	109	13700	8,9	0,72	0,20
1993	5	231,0	98600	148000	1710	102	13300	5,9	0,61	0,27
1994	6	305,8	173500	177000	2195	190	23300	13,1	0,42	<0,5
1995	8	201,0	105000	106000	990	124	20200	34,3	1,11	<0,5
1996	5	299,0	134500	210000	4150	143	44000	37,4	2,05	<0,5
1997	4	260,5	119125	141000	3210	163	20500	35,1	0,23	<0,5
1998	7	267,0	135000	155000	2530	116	15400	10,7	0,53	<0,5
1999	5	221,0	120000	140000	1220	101	15600	14,6	0,45	<0,5
2000	11	225,0	148000	145000	2630	116	11700	*	*	*
2001	11	316,4	176000	176000	3000	142	12130	*	*	0,09
2002	14	370,7	225000	208000	2100	195	11400	14,0	*	0,18

Tabell B8. Avrenningsvann fra tildekket deponi (20 da) for perioden 1999-2002.

	pH	Kond	Tot-N	Tot-P	Tot-N løst	Tot-P løst	NH ₄ ⁺	LOC	TOC	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	Hg	Turb	Fargetall (filtrert)	Q	Term.kolif bakterier
Dato		mS/m	µg N/l	µg P/l	µg N/l	µg P/l	µg N/l	mg C/l	mg C/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	FTU		l/s	/100ml
14.jun-99	8,11	143	87400	5300			43800		258				4000						134	427		>1500
29.jun-99	8,12	102	3730	2420			10300		105				3250						119	225		>20000
12.aug-99	8,15	93,7	13200	1139			978		101				1060						-	243		4800
02.sep-99	8,26	95,2	9300	830			2290		100				3690						17,1	232		56
29.sep-99	8,22	60,0	3420	495			124		32				-						9,6	93		74
01.nov-99	8,08	52,7	2980	309	2980	0,16	352		22,2				1170						4,7	74		14
25.nov-99	7,95	53,9	6530	667			2620		29,8				1220						20	116		
23.des-99	7,93	17,8	575	353			521		7,6	<0,1	<5	<0,01	1510	0,65	6,33	<0,5	0,01	<0,5	2,4	50,6		
26.jan-00	8,04	54,5	4840	190			1890		15,8				1460						4,7	48		300
02.mar-00	8,08	36,1	6240	127			378		7,87				797						2,4	45		0
06.apr-00	8,15	33,6	1720	180			118		11,2				236						1,35	39		150
30.mai-00	7,85	39,3	3111	512			155		24,1				49						5,2	116		650
14.jul-00	8,25	48,4	4600	1022			265		48				2020						6,9	157		90
22.aug-00	8,24	49,9	4000	490			41		43				2380						5	138		60
27.sep-00	8,42	43,3	2400	340	2200	150	102		28				1080						2,3	87		20
27.okt-00	7,30	25,1	1000	290	-	70	200	13	13				560						3,6	51		240
31.okt-00	7,91	27,1	670	280	560	230	10		8,6				460						1,4	49		65
22.nov-00	7,61		410	210	250	210	10		4,19				114						0,6			15
20.des-00	8,01		616	157	547	121	60		5,7	0,5	<5	0,01	431	0,78	<5	<10	0,01	<0,01	1,42			1
20.feb-01	7,71		2600	335	2400	120	1000		12				1109						4,93			110
23.apr-01	7,95	34,0	1730	441	1324	85	57		19				3680						21	48		0
26.sep-01	8,20	32,4	3300	510	2900	100	23		39				538						3,55	144		
22.okt-01	8,05	27,3	1600	284	1500	118	13		24				422						1,4	116		20
13.nov-01	8,26	22,2	1000	150	860	140	16		14	<0,05	<5	0,016	59		<5	<1	0,015	<0,01	0,4	55		5
19.des-01	7,97	21,3	760	180	750	160	16		11				53						0,35	47		0

Tabell B8. Avrenningsvann fra tildekket deponi forts.

	pH	Kond	Tot-N	Tot-P	Tot-N løst	Tot-P løst	NH ₄ ⁺	LOC	TOC	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	Hg	Turb.	Fargetall (filtrert)	Q	Term.kolif bakterier
Dato		mS/m	µg N/l	µg P/l	µg N/l	µg P/l	µg N/l	mg C/l	mg C/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	FTU		l/s	/100ml
31.jan-02	7,71	17,5	1000	250	1000	200	45		11				281						0,8	64		1
25.mar-02	8,05	18,5	890	160	820	150	19		11				162						0,5	51		0
16.apr-02	8,31	27,6	1800	270	1400	180	22		16				301						2,1	71		0
06.mai-02	8,13	22,9	1400	370	1300	310	43		19				656						3,2	96		4
17.jun-02	7,97	20,5	2400	570	2100	440	81		30				737						3,8	147	0,018	1000
12.jul-02	8,07	22,5	1800	1100	1600	370	37		26				1660						4,1	141	0,038	120
23.okt-02	6,65	4,4	590	190	480	220	19		9,4				96						1,2	54		>1000
31.okt-02	7,65	15,0	1400	680	1400	650	12		23				820						1,5	129	0,032	5
28.nov-02	7,55	17,3	1000	370	800	350	18		22				123						1,1	99		4

*ingen prøve fra desember 2002 grunnet frosset prøverør.

Tabell B9. Avrenningsvann fra bekk, pumpestasjon for perioden 1998-2002.

	pH	Kond.	Tot-N	Tot-P	NH ₄ ⁺	TOC	Cd	Fe	Pb	Hg	Fargetall (filtrert)	Tot. oljeinnh. i vann	Tot.ekstr.alif stoffer	Upolare alif. hydrokarboner	Tot.ekstr. arom. stoffer	Upolare arom.
Dato		mS/m	µg N/l	µg P/l	µg N/l	mg C/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
31.aug-98		4,99	1330	26	190	29,3	<0,1	2700	3,79	<0,5						
25.sep-98		5,32	1020	11	300	23,8	<0,1	2560	6,51	<0,5						
02.okt-98	5,45	5,53	900	2,8	275	21,6		1790			244		<0,17	<0,17	<0,33	<0,33
06.nov-98	5,89	4,75	880	5,9	270	14,6					200		<0,2	<0,2	<0,4	<0,4
08.des-98	6,19	6,42	956	4,9	340	10,3					134		<0,10	<0,10	<0,20	<0,20
13.jan-99	5,87	5,3	670	6	395	8,78					107		<0,11	<0,11	<0,22	<0,22
03.feb-99	5,88					9,74										
15.mar-99	6,65	8,45	3630	6	630	9,16		430			126		<0,08	<0,08	<0,16	<0,16
09.apr-99	6,51	5,59	2180	7,8	470	12,9		557			190					
14.jun-99	6,40	7,57	2200	18,9	244	15,4		686			196					
29.jun-99	6,79	6,58	1040	9,6	205	11,2		486			141					
09.jul-99	6,82	8,09	1960	14,9	391	16,9		962			215					
12.aug-99	6,67	9,41	5340	14	373	13,7		978			194					
02.sep-99	6,81	10,9	2200	9,2	383	19,8		1240			233					
29.sep-99	6,91	11,1	1110	9,1	209	11		1600			135					
01.nov-99	6,92	12,6	2690	32	908	14,9		2630			189					
25.nov-99	6,95	12,9	2330	17	774	15,9		2300			232					
23.des-99	6,61	10,3	530	22	631	8,89		1200			57,9		<0,11	<0,08	<0,06	<0,11
26.jan-00	7,33	15,9	2890	8,8	447	7,61		1870			80					
02.mar-00	6,91	12,9	2010	3,8	831	5,72		572			51					
06.apr-00	6,98	14,4	4080	40	1660	8,21		128			54					
18.mai-00	7,23	18,5	1180	13	423	9,33		1210			82					
04.jul-00	7,20	20,6	1300	45	430	15		1650			134					
22.aug-00	7,17	23	2000	80	252	13		1080			92					
27.sep-00	7,46	17,7	1200	100	309	11		839			69	<0,5				
27.okt-00	6,90	103	630	40	<200	11		638			73					
31.okt-00	6,58	9,81	1088	32	234	13		566			106					

Tabell B9. Avrenningsvann fra bekk, pumpestasjon forts.

	pH	Kond.	Tot-N	Tot-P	NH ₄ ⁺	TOC	Cd	Fe	Pb	Hg	Fargetall (filtrert)	Tot. oljeinnh. i vann	Tot.ekstr.alif stoffer	Upolare alif. hydrokarboner	Tot.ekstr. arom. stoffer	Upolare arom.
Dato		mS/m	µg N/l	µg P/l	µg N/l	mg C/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
22.nov-00	6,44	5,99	1100	100	146	11		340			103					
20.des-00	7,05	10,55	760	<8	198	8,8		859			82					
31.jan-01	6,92	9,24	1000	<8	320	5,8		320			49					
20.feb-01	7,21	15,5	2100	17	1200	8		533			62					
20.mar-01	7,12	11,1	990	<10	630	6,1		418			46					
23.apr-01	7,14	11,2	997	11	208	6,9		316			62					
09.mai-01	7,19	11,8	1097	<8	150	8,5		330			72					
14.jun-01	7,53	20,86	1188	13	331	12		595			72					
17.jul-01	7,10	22,6	1600	10	440	13		1020			99					
29.aug-01	7,40	17,9	810	40	36	13		610			55					
26.sep-01	7,54	23,9	3200	50	2300	15		1340			102	0,5				
22.okt-01	7,17	13,9	1100	43	250	12		96			112					
13.nov-01	7,40	13,3	730	20	70	9,9		597			79					
19.des-01	7,20	12,4	880	140	42	8,3		398			60					
30.jan-02	6,93	12,3	1100	20	124	7		329			51					
25.mar-02	7,30	11,3	810	10	34	3,4		177			46					
16.apr-02	7,37	15,7	920	10	21	9,2		191			64					
06.mai-02	7,33	12,8	780	50	26	7,6		200			57					
17.jun-02	7,22	15,3	920	20	37	11		479			88					
12.jul-02	6,65	13,1	870	50	<20	11		1260			102					
26.aug-02	7,58	21,1	680	20	24	17		116			141					
24.sep-02	7,30	16,5	844	226	56	17		579			142	2,2				
23.okt-02	6,19	14,3	4300	10	1400	22		635			105					
31.okt-02	7,04	12,4	1000	10	102	8,2		310			61					
28.nov-02	7,09	14,7	3000	40	220	10		461			75					
17.des-02	7,06	13,5	900	20	140	7,3		349			60	0,58				