

HiT notat nr 4/2001

Overvåking av grunnvannsforurensning fra Revdalen kommunale avfallsfylling, Bø i Telemark

Årsrapport 1999

Harald Klempe

Avdeling for allmenne fag
Institutt for natur- helse- og miljøvern

Høgskolen i Telemark
Porsgrunn 2001

HiT notat nr 4/2001

ISSN 1503-3759 (online)

ISSN 1501-8520 (trykt)

Høgskolen i Telemark

Postboks 203

3901 Porsgrunn

Telefon 35 57 50 00

Telefaks 35 57 50 01

<http://www.hit.no/>

Trykk: Kopisenteret. HiT-Bø

© Forfatteren/Høgskolen i Telemark

Det må ikke kopieres fra rapporten i strid med åndsverkloven og fotografiloven, eller i strid med avtaler om kopiering inngått med KOPINOR, interesseorganisasjon for rettighetshavere til åndsverk

SAMMENDRAG

Revdalen avfallsfylling, Bø kommune, ble stengt i 1997. Overvåkingsprogrammet fortsetter imidlertid med 4 prøvetakingsserier i 1998 fra flemlivå prøvetakingsbrønner og drikkevannsbrønner.

Undersøkelsene fra 1999 viser at det fortsatt er store forurensningskonsentrasjoner i akviferen, og at disse blir produsert av fyllinga. Det er ingen endring i nitrogenkonsentrasjonene i forhold til i fjor, men opptreden av nitrat nær fyllinga indikerer aerobe forhold i område som før var anaerobe. Det er lite av tungmetaller, men kadmiuminnholdet har økt har . 450 m fra fyllinga, etter ca. 1¹/₂ års oppholdstid i akviferen, er vannet fortsatt helsefarlig. Drikkevannskildene som er undersøkt er ikke prega av forurensning fra fyllinga. Høge verdier av jern og nitrogen i disse brønnene skyldes trolig lokale forhold.

Abstract

Revdalen landfill, Bø, Telemark, Norway, was closed in 1997. The monitoring program, however, continues with 4 sampling series in 1998 from multilevel sampling devices and groundwater supplies. The 1998 survey tells that a serious groundwater contamination from the landfill prevails. There are no changes in concentration of nitrogen compared to the results from last year. Concentrations of heavy metals are small, but the concentration of cadmium is rising. The contaminated groundwater is still a health hazard 450 m away from the landfill, after 1¹/₂ year in the ground. The groundwater supplies show no evidence of contamination from the landfill. Significant levels of nitrogen and iron in these wells are probably due to local phenomena.

OVERVÅKINGSPROGRAMMET FOR REVDALEN KOMMUNALE AVFALLSFYLLING.....	1
KLIMAMÅLINGER.....	3
PRØVETAKINGSTIDSPUNKT OG ANALYSEPARAMETRE.....	4
BETYDNINGEN AV DE ENKELTE PARAMETRENE.....	4
HELSEPARAMETRE	4
TRANSPORTPARAMETRE.....	5
PROSESSPARAMETRE	5
PRØVETAKING.....	6
RESULTATER.....	7
LEDNINGSEVNE OG PH.....	7
OVERVÅKINGSBRØNNER.....	10
ORGANISK STOFF (TOC)	13
JERN (FE).....	13
KLORID (CL)	15
BLY (PB)	15
KADMIUM (CD).....	16
<i>Kvikksølv (Hg) og Krom (Cr)</i>	16
DRIKKEVANNSBRØNNER.....	17
LITTERATUR	22

Overvåkingsprogrammet for Revdalen kommunale avfallsfylling

I 1989 startet undersøkelsene av grunnvannsforurensninga fra Revdalen kommunale avfallsfylling. Gjennom dette arbeidet ble løsmassenes dannelsesmåte og egenskaper kartlagt. Vi kom fram til grunnvannets strømningsmønster og det ble etablert prøvetakingsbrønner. Dette er beskrevet i Klempe m.fl. (1992).

I løpet av 1992 gikk vi over fra blandprøvetaking til fjernivåprøvetaking. Utstyret for dette er betalt av Norges forskningsråd og Høgskolen i Telemark. Det blir foretatt prøvetaking fire ganger i året.

Prøvene for 1999 er tatt 1. mars, 6. juni, 10. august og 15. november.

Denne årsrapporten for 1999 skal gi et bilde av situasjonen i feltet for dette året.

Revdalen avfallsfylling blei stengt ved 1. januar 1997, og ble dekt med et leirlag sommeren 1997. Gjennom 1999 kan vi se hvordan situasjonen er etter stenging og avslutning.

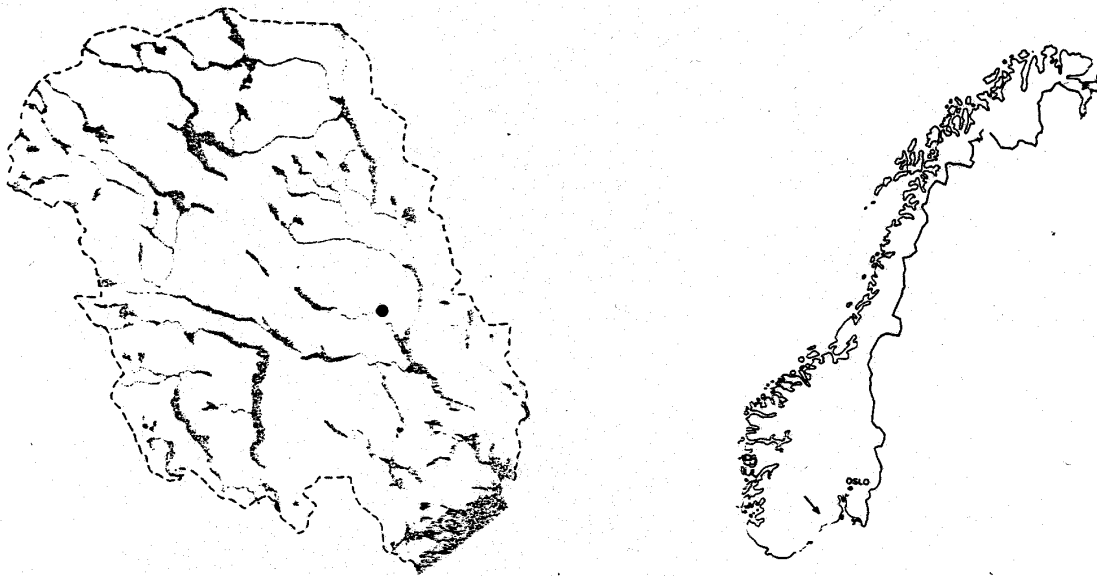
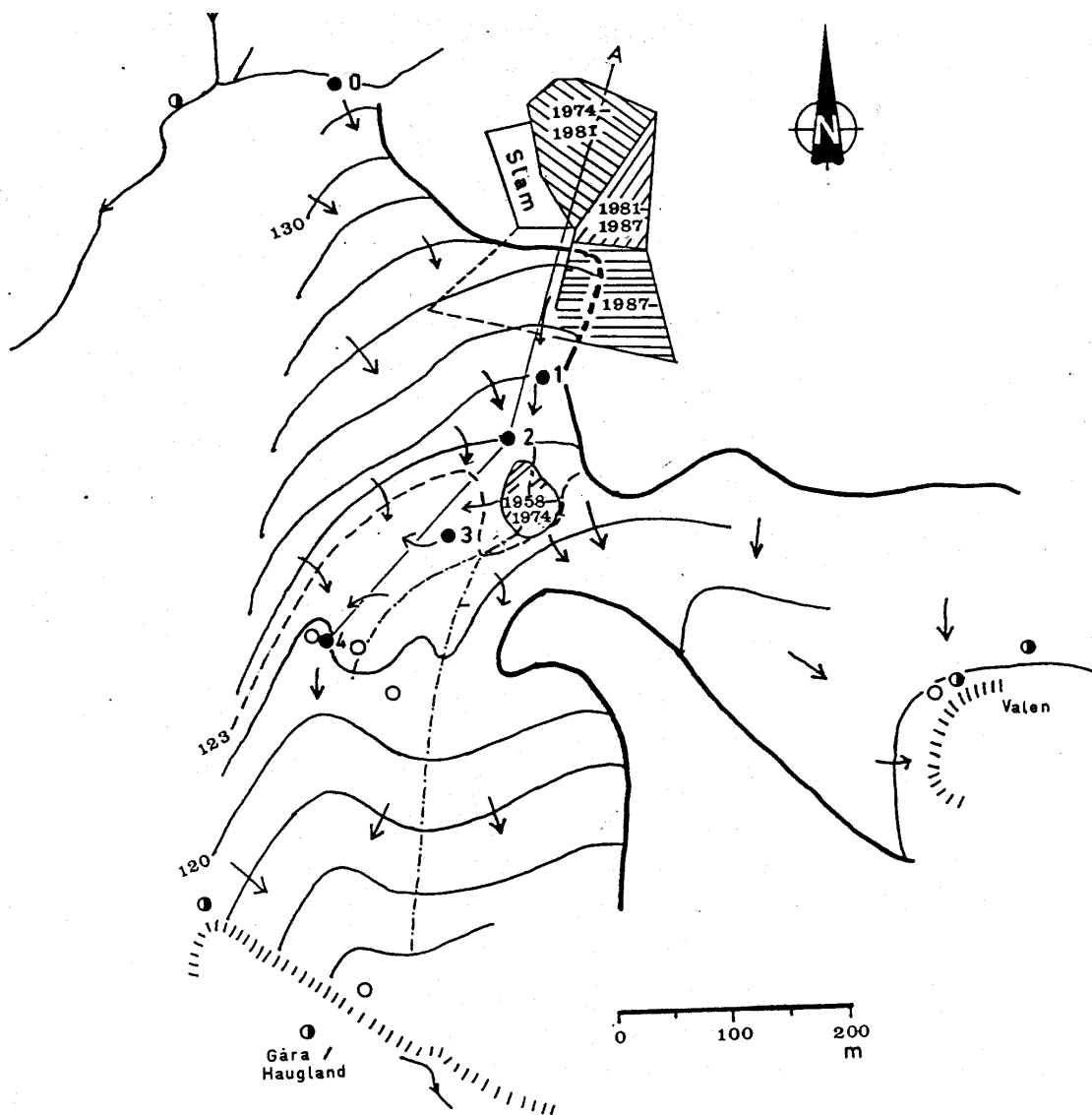


Fig. 1. Revdalen avfallsfylling. Feltets beliggenhet i Telemark og Norge.



REVDALEN FYLLPlass, Bø kommune, Telemark

GRUNNVANNSKART

Ekv. = 2 m

Tegnforklaring

////	Avfallsfylling	—	Ekvipotensiallinje
● 4	Prøvetakingsbrønn	→	Grunnvannets strømningsretning
○	Observasjonsbrønn	- - -	Grunnvannsskille
⊙	Drikkevannsbrønn		Kildehorisont
A —	Geologisk profil m/ grunnvann og prøvetakingsbrønner	↙	Bekk
		—	Berggrunnsgrense

Fig. 2. Revdalen avfallsfylling. Strømningsforhold og prøvetakingspunkt.

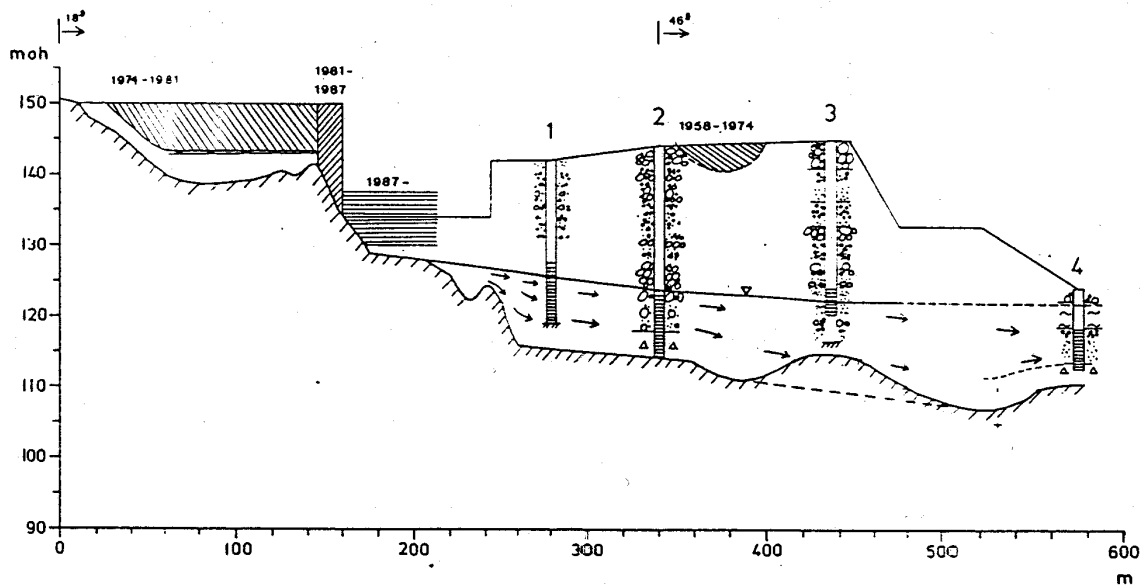


Fig. 3. Et profil som strekker seg fra fyllinga og fram til R4.

Klimamålinger

Nedbørverdiene som er brukt er levert av Norges meteorologiske institutt, målestasjon Lifjell. Målingene viser månedsverdier. Ved lufttemperatur under 0 er nedbørmålingene ikke gyldige. Resultatene er vist i fig. 4.

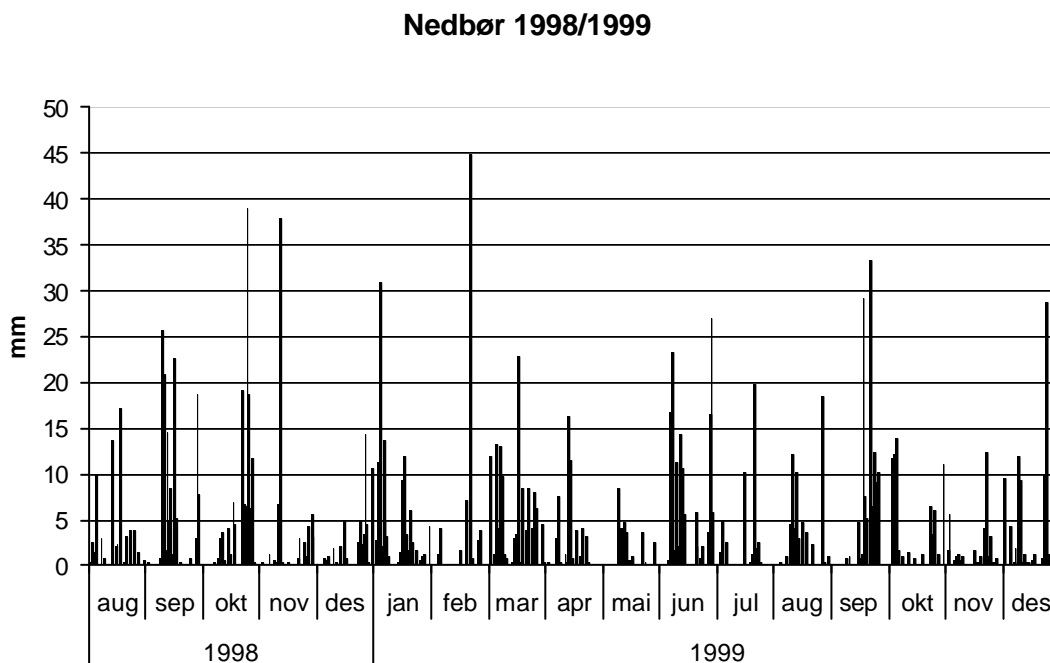


Fig. 4. Nedbørmengder høsten 1998 og hele 1999. Målestasjon Lifjell.

Prøvetakingstidspunkt og analyseparametre

Etter anbefaling fra oss som står for overvåkingen og Teknisk etat, Bø kommune samt vedtak i kommunestyret, Bø kommune, er analyseprogrammet endret litt i forhold til Fylkesmannens krav. Noe er endret ut fra erfaringer vi har med overvåkinga så langt, og noe i forhold til kostnader.

Prøvetakingspunktene er:

- Referansebrønn R0
- Prøvetakingsbrønnene nedstrøms fyllinga: R1, R2, R4.
- Drikkevannsbrønnene:
 - Gåra/Haugland vannverk (4 ganger årlig)
 - Valen 1 (2 ganger årlig)
 - Valen 2 (2 ganger årlig)
 - Ågetveit (2 ganger årlig)

De 4 prøvetakingene er lagt til vinter (tørværsperiode), vår (nedbørsperiode), sommer (tørrværsperiode) og høst (nedbørsperiode). Når det er 2 prøvetakinger i året, har det vært i november (høst) og mars (vinter).

Det er analysert på disse parametrene 2 ganger i året: pH, ledningsevne, temperatur, alkalinitet, oksygen, TOC, tot-N, NH₄, NO₃, Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na, Cl, SO₄, Zn, Cu, Pb, Cd, Hg og Cr. For vår og sommerprøvetakingen er tungmetallene utelatt med unntak av bly.

pH, ledningsevne og temperatur blir målt direkte i felt. Alkalinitet, oksygen, Mn, Ca, Mg, K, Na og SO₄ analyseres på laboratoriet ved Høgskolen i Telemark. TOC, tot-N, NH₄, NO₃, Fe, Cl, Zn, Cu, Pb, Cd, Hg og Cr analyseres på Miljølaboratoriet ved Rødmyr Miljøsenter, Skien.

Betydningen av de enkelte parametrene

Helseparametre

Nitrogen med ammonium, nitrat og total nitrogen, har betydning for helse.

- Ammonium (NH₄) vil i dette tilfellet omdannes til nitritt som er en betenkelig forbindelse helsemessig
- Nitritt (NO₂) gir blodet nedsatt evne til å transportere oksygen
- Nitrat (NO₃) er uheldig for spedbarn fordi det kan gi blodet nedsatt evne til å transportere oksygen

Tungmetallene bly (Pb), sink (Zn), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og krom (Cr) er alle uheldig helsemessig.

Natrium (Na) er uheldig i store konsentrasjoner for folk med høgt blodtrykk.

Transportparametre

Klorid (Cl) er en konservativ parameter. Det vil si at ionet ikke binder seg til jordpartikler. Klorid kan derfor brukes som et sporstoff for beregne transporthastighet og spredning i akviferen.

Prosessparametre

Det er mange prosesser som foregår i en akvifer som er forurensa av sigevann. Viktige prosesser er nedbrytning av organisk materiale, redoks prosesser og ionebinding til jordpartikler.

TOC – uttrykker 'totalt organisk karbon', det vil si alt organisk materiale i vannet. Fra ei søppelfylling transporterer infiltrert nedbørvann store mengder tungt nedbrytbart organisk materiale. Det meste av dette er fra matavfall. Det organiske materialet transporteres i grunnvannet mens mikroorganismene bryter ned stoffet. Konsentrasjonene av TOC vil avta nedstrøms fyllinga fordi det organiske materialet brytes ned, og fordi det er en fortykning av stoffet.

Jern (Fe) – er en redoksparameter. Jern opptrer på 2-verdig og 3-verdig form. Når fyllinga vil nedbrytning av det organiske materialet bruke opp alt oksygen slik at jernet er redusert. Lenger unna vil jernet oksidere og felle ut, og vi vil registrere lavere konsentrasjoner av jern.

Nitrogen - er en redoksparameter der ammonium (NH₄) opptrer under anaerobe forhold (ikke oksygen i vannet), og nitrat (NO₃) opptrer under aerobe forhold.

Sulfat (SO₄) – er en redoksparameter. Når fyllinga er svovel på sulfidform, og vannet lukter ille. Dette avtar utover i akviferen, og under aerobe forhold vil vi finne sulfat i vannet.

Alle kationer slik som natrium (Na), kalsium (Ca) og kalium (K) kan bindes til jordpartiklene.

Prøvetaking

Prøvetakingen er foretatt i ulike typer brønner (fig.1 og 2), og med forskjellig prøvetakingsutstyr.

Brønn R0 blir ikke påvirket av sigevann fra fyllinga. Den blir derfor brukt som referansebrønn. Brønnen har et 90 cm langt filter av PVC. Prøvetakingen er foretatt med nedsenkbar pumpe, Grundfoss MP 1 (2"). Vannet er pumpet gjennom en gjennomstrømningsbeholder der pH, ledningsevne og temperatur er lest av direkte. Oksygenmetning blir målt med Winklers metode. Vannprøver som analyseres for spormetaller er filtrert i felt.

Brønn R1 og R2 har inntaksporter med filter i ulike nivå. En har dermed mulighet til å observere forurensninger som er konsentrert i soner eller lag i akviferen. Nivået på inntaksportene i de to brønnene er:

R 1, dyp 1 : 126,07 moh	R 2, dyp 1 : 121,94 moh
R 1, dyp 2 : 125,01 moh	R 2, dyp 2 : 120,84 moh
R 1, dyp 3 : 123,95 moh	R 2, dyp 3 : 118,94 moh
R 1, dyp 4 : 122,89 moh	R 2, dyp 4 : 117,84 moh
R 1, dyp 5 : 121,83 moh	

Prøvetakingen er foretatt ved hjelp av 'Waterloo Multilevel Groundwater Monitoring System'. Det er et system der vannet blir ført opp gjennom plastslanger ved hjelp av nitrogen-gassdrevne dobbeltventilpumper. I hver brønn fins det inntaksporter med dobbeltventilpumper i ulike dyp. Portene er adskilt med vannfylte gummipakkere, og en kan dermed få vannprøver fra atskilte nivåer. Prøvene er ikke filtrert.

Grunnvannsstanden varierer over året avhengig av infiltrert nedbør. Enkelte ganger vil derfor noen porter være over grunnvannspeilet, eller det er for lite vanntrykk til å få opp vann.

Ved brønn 4, 450 m fra fyllinga er det etablert 3 brønner av polyetylen med 90 cm langt filter. Disse er slått ned med en bormaskin, og skal gi minimal lekkasje gjennom tette lag. Prøvetaking skjer med vakumpumpe. 3 av brønnene i dette området er med i overvåkingsprogrammet.

Dypet på filtrene er slik:

R4-1: 5.5 – 6.5 m

R4-2: 7.5 – 8.5 m

R4-3: 9 – 10 m

Drikkevannsbrønnene, Ågetveit, Valen og Gåra/Haugland vannverk, er prøvetatt med Ruttner vannhenter..

Prøver som analyseres for tot-N, NO₃ og NH₄, Pb, Cr, Cd, Cu, Hg, Zn, Fe blir ikke konservert i felt. Prøver som analyseres for Mn, Ca, Mg, Na, K og Mn konserveres med 1 ml 7M salpetersyre (HNO₃) pr. 100 ml prøve. Prøver som analyseres for HCO₃ og SO₄ blir frosset ned.

Resultater

Konsentrasjonene for brønnene R0, R1, R2, R4-1, R4-2, R4-3 og drikkevannsbrønnene er gitt i mg/l eller µg/l. Resultatene er sammenlignet med 'Forskrift om vannforsyning og drikkevann av 1. januar 1995, Sosial- og helsedepartementet'. Forskriften inneholder kvalitetskrav til drikkevann for de fleste parametre. Krav til største tillatte verdi er vist på hver figur. Der det ikke er satt et bestemt krav til største tillatte verdi er det gitt en veiledende verdi. Enkelte parametre har fått en veiledende verdi i tillegg til kravet. Framstillingen viser variasjonene i de ulike brønnene og i ulike dyp i observasjonsperioden.

Ledningsevne og pH

Disse 2 parametrene gir god karakteristikk av vannet i referansebrønnen R0, det forurensa vannet i overvåkingsbrønnene og av vannet i drikkevannsbrønnene. Derfor er både overvåkingsbrønnene og drikkevannsbrønnene beskrevet under disse 2 parametrene.

Bakgrunnsverdien for ledningsevne er rundt 20 µS/cm, og derfor litt lavere enn fjorårets verdier. Denne er betraktelig høyere i observasjonsbrønnene, største verdi er på 1125 µS/cm. Verdiene avtar utover i den forurensa akviferen. Ledningsevnen i drikkevannsbrønnene er også høyere enn i referansebrønnen. Dette skyldes sannsynligvis avrenning fra dyrka mark, men kilden kan også være fyllinga.

En ny situasjon oppsto i november med så lav ledningsevne som 215 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i R2-4. Dett er betraktelig lavere enn tidligere verdier som er rundt 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ser vi på nedbørmengdene (fig. 4), og regner 2 måneders oppholdstid fra fyllinga til R2, kan kraftig nedbør i siste halvdel av september være årsaken til dette. Dersom dette er tilfelle er det første gangen at mye nedbør gir fortynning. Imidlertid kan det også være en nedbørfattig periode i første halvdel av september som ga liten utvasking og dermed lave ledningsevneverdier. Hvilke prosesser som virker får vi svar på etter hvert.

pH var i referansebrønnen mellom 4.45 og 5.3, som er surt vann . Vannet i observasjonsbrønnene viser pH mellom 5.5 og 7.5, og drikevannsbrønnene pH rundt 6. I den forurensa akviferen avtar pH utover i akviferen. pH var lavere både i referansebrønnen og observasjonsbrønnene i 1999 enn året før. Dette kan skyldes surere nedbør dette året.

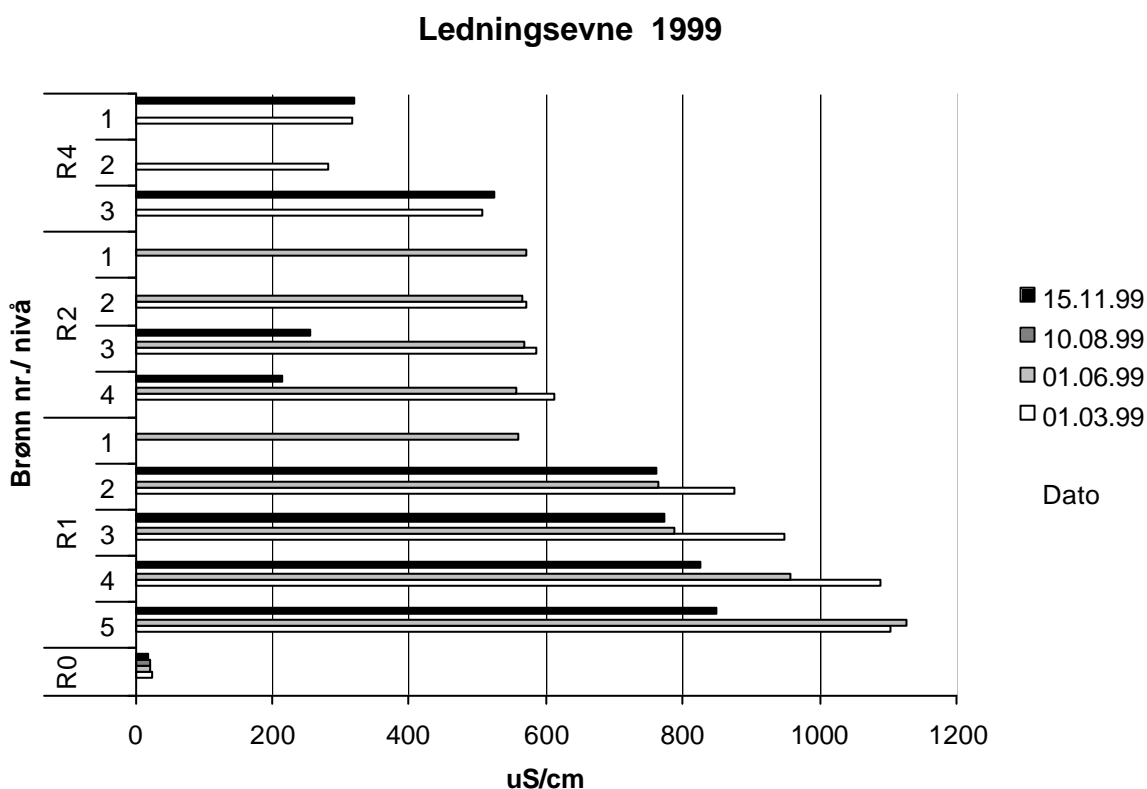


Fig. 6. Ledningsevne i referansebrønnen R0 og overvåkingsbrønnene. 1999.

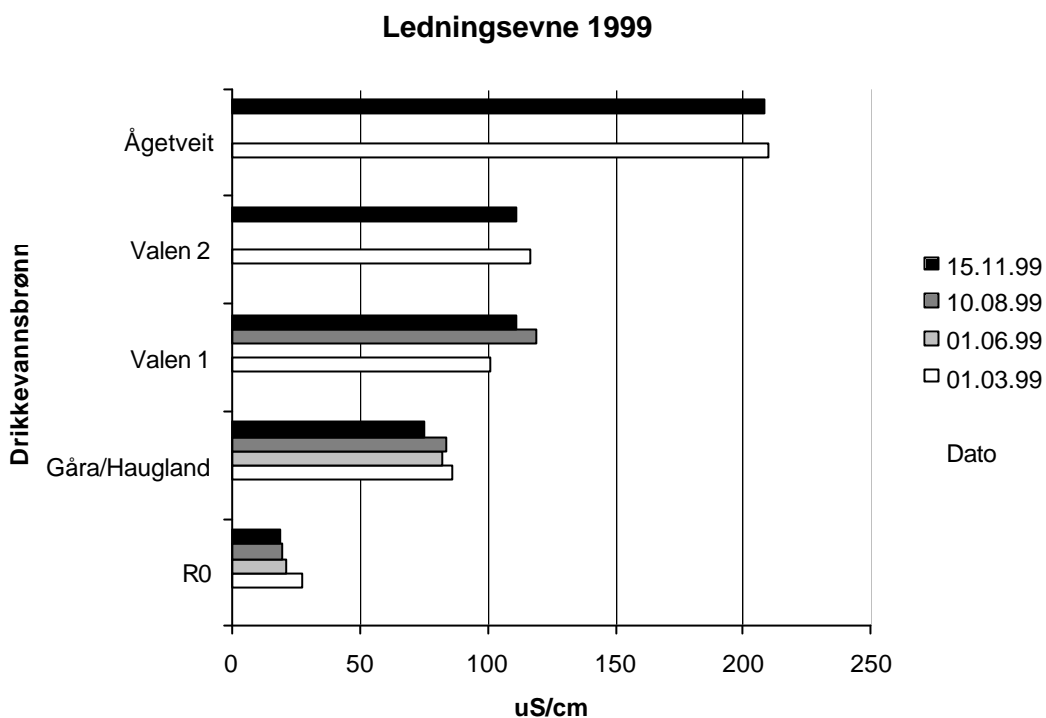


Fig. 7. Ledningsevne i referansebrønnen R0 og drikkevannsbrønnene. 1999.

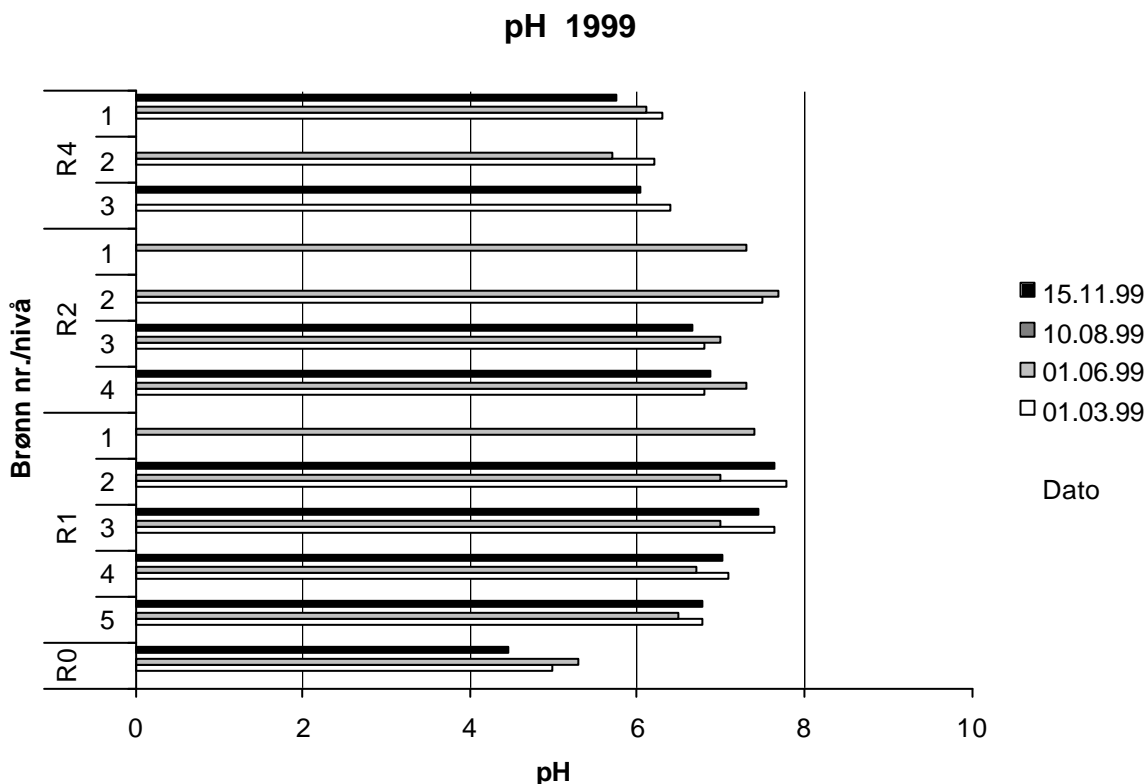


Fig. 8. pH i referansebrønnen R0 og overvåkingsbrønnene. 1999.
 Veiledende verdi: $7.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$. Minste og største tillatte verdi: $6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$.

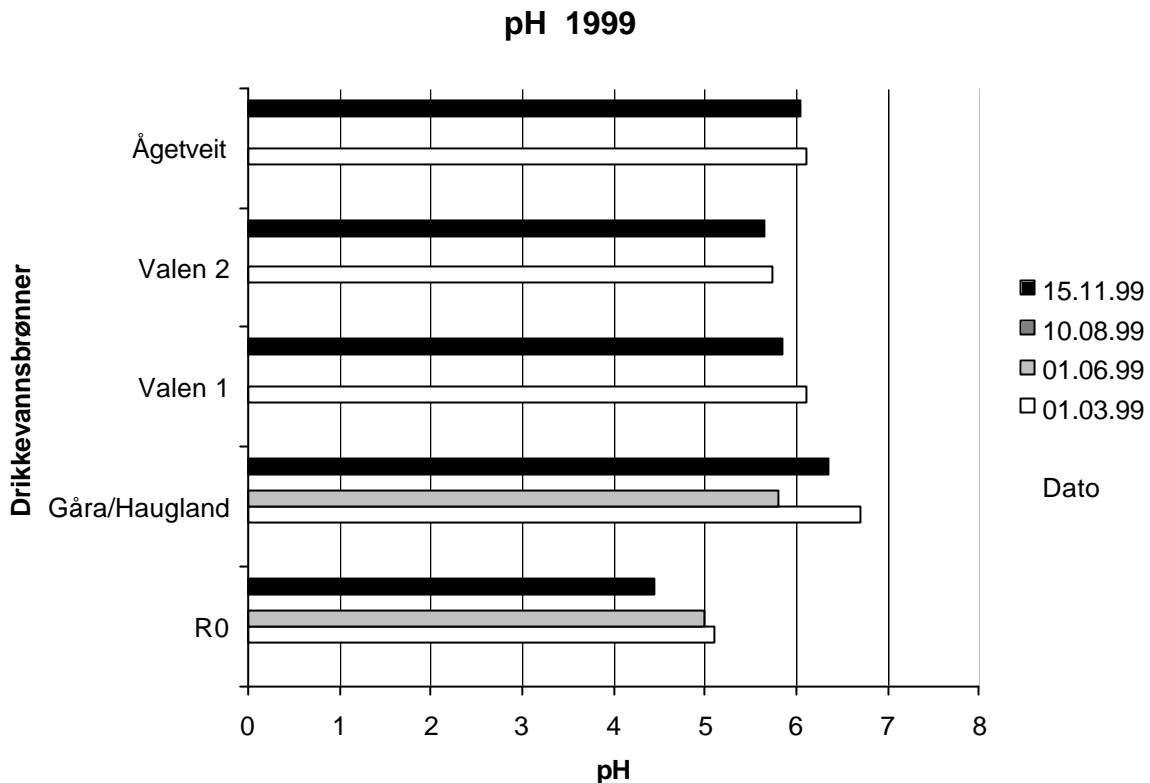


Fig. 9. pH i referansebrønnen R0 og drikkevannsbrønner. 1999.
 Veiledende verdi: $7.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$. Minste og største tillatte verdi: $6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$.

Overvåkingsbrønner

Nitrogen i fyllinga er bundet i organisk materiale. Ved nedbrytninga av organisk stoff i sigevannet vil noe av dette nitrogenet løses. Det løste nitrogenet foreligger da som ammonium (NH_4), nitritt (NO_2) eller nitrat (NO_3). Det er ikke analysert for nitritt som er en overgangsparameter fra ammonium til nitrat ved oksidasjon.

Total nitrogen

Verdiene for 1999 er noe høyere enn for 1998. Det er tidligere observert at nedbørbegivenheter gir økende utvasking fra fyllinga, og at forurensningen beveger seg i bølger gjennom akviferen (grunnvannsmagasinet) (Klempe m.fl. 1992).

Prøvene i mars er tatt like før mildværet starter på slutten av vinteren. Men verdiene i R1 er de desidert høyeste dette året, slik at det må ha vært en vannbevegelse gjennom fyllinga. Vi kan følge denne bølgen gjennom akviferen til R2.

Det er observert høge verdier av tot. N i R1 i juni. Trolig er prøvene i nærheten av toppen av en forurensningsbølge fra fyllinga.

Lenger ut i akviferen ligger R4 brønnene. Oppholdstida fra fyllinga og hit er ca. 1.5 år. Konsentrasjoner av forurensning her reflekterer derfor en utvasking fra fyllinga 1.5 år tidligere.

Det er ingen reduksjon i konsentrasjonene i forhold til i fjor.

Ammonium (NH₄) og nitrat (NO₃)

Fig. 10 og fig. 11 viser hvordan vannet endrer karakter fra anaerobt til aerobt i økende avstand fra fyllinga ved høge ammonium konsentrasjoner i R1 nær fyllinga, langt mindre i R2 ca. 100 m fra fyllinga og lite i R4 som er 450 m unna fyllinga. Konsentrasjonene i R4 er likevel godt over største tillatte verdi, slik at vannet karakteriseres som helsemessig uheldig for hele prøvetakingsstrekningen.

I R1 nær fyllinga har det tidligere ikke vært observert nitrat. Det har derfor vært totalt anaerobe forhold i dette området nær fyllinga. I 1999 var det nitrat i alle nivå i R1, og mest var det i juni. Den største konsentrasjonen opptrer i dypeste nivået. Det betyr at det må strømme oksygenholdig vann inn i bunnen på akviferen Nitratkonsentrasjonene har økt i R2, og dette viser at det skjer en oksidasjon på strekningen fra R1 til R2. Det er lavere verdier i R2 i 1999 en det var i 1998. I R4 var det ved flere prøvetakingsdatoer langt høyere nitratkonsentrasjoner enn det var i R1 og R2. Dette viser at det skjer en nedbrytning av organisk materiale og en oksidasjon på strekningen. Nitratkonsentrasjonene ligger under største tillatte verdi.

Resultatene viser at redoks forholdene er endret noe slik at det skifter mellom anaerobe og svakt aerobe forhold nær fyllinga, men det er økende oksidasjon (aerobt) i økende avstand fra fyllinga slik det har vært før.

Forholdet mellom ammonium og nitrat i de ulike brønnene er omtrent som den var i 1998. Vannet er helsemessig ikke forsvarlig.

Total nitrogen 1999

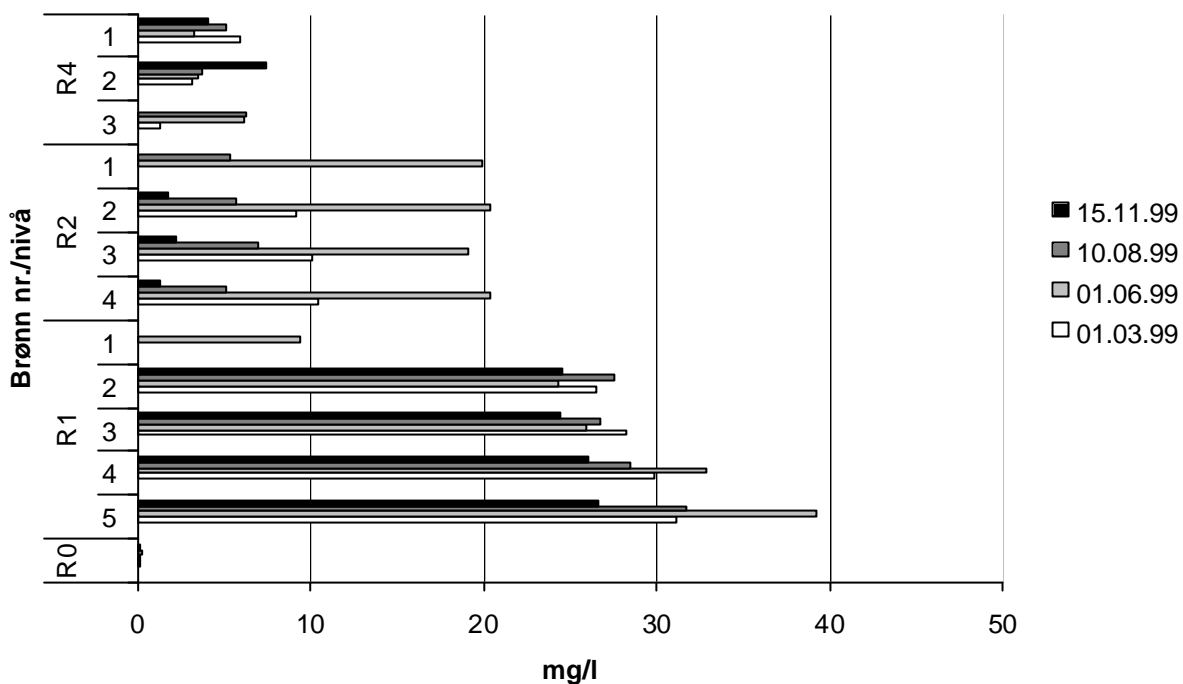


Fig. 10. Konsentrasjoner av total nitrogen i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 1999.

NH₄-N 1999

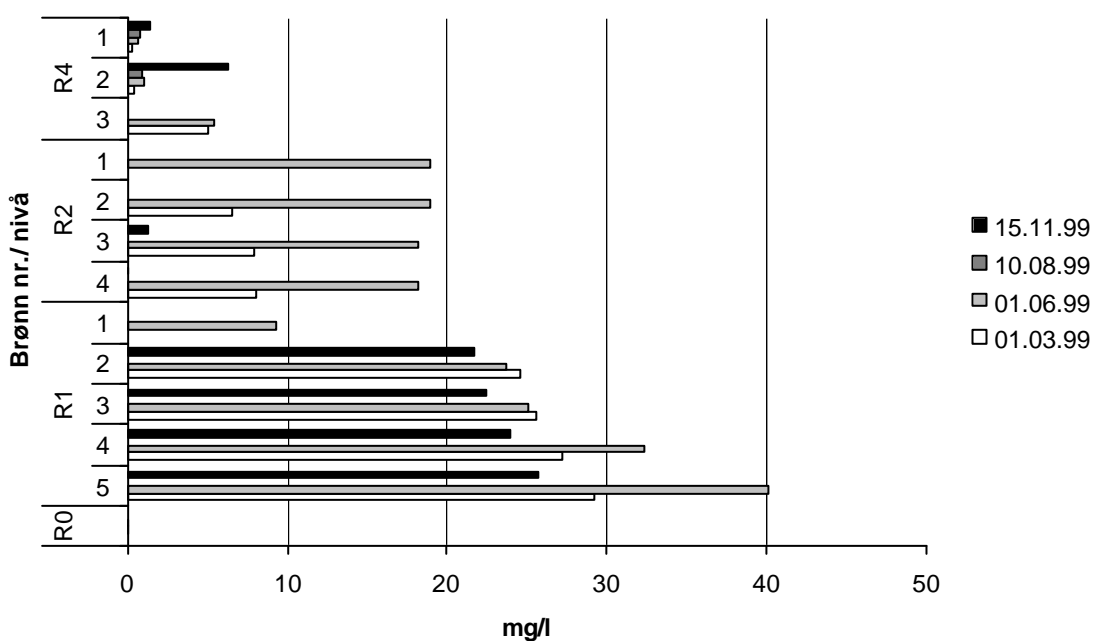


Fig. 11. Ammoniumkonsentrasjoner i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 1999. **Største tillatte konsentrasjon: 0.5 mg/l NH₄ - N**

NO₃-N 1999

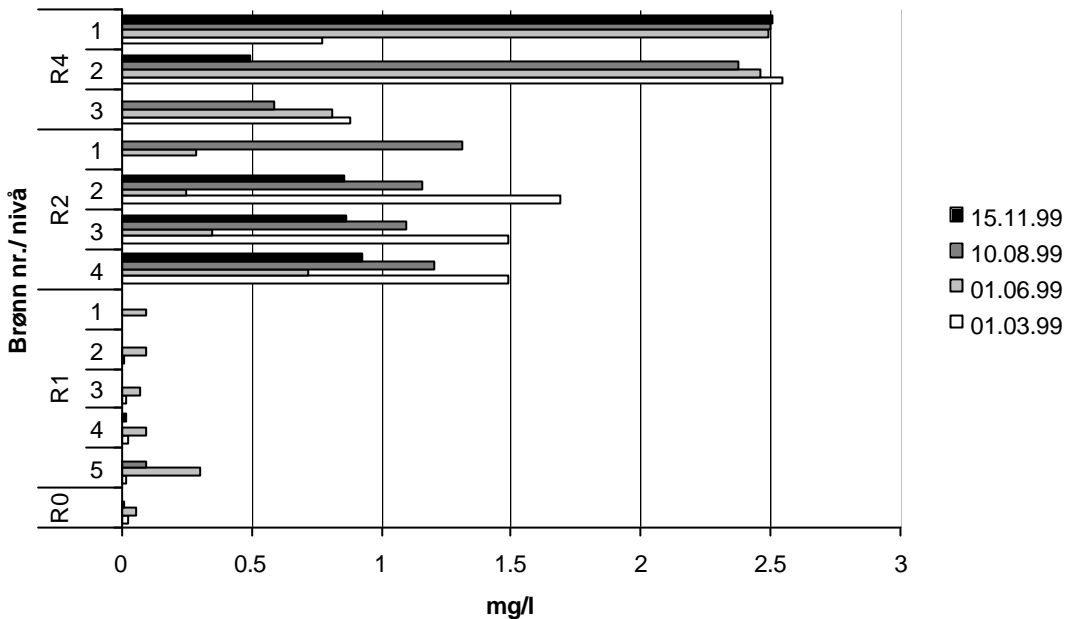


Fig. 12. Nitratkonsentrasjoner i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 1999. Største tillatte konsentrasjon: 10 mg/l NO₃ – N

Organisk stoff (TOC)

Organisk stoff blir i våre analyser uttrykt som **TOC** (totalt organisk karbon). Ved nedbryting av organisk materiale forbrukes oksygen. Høyt innhold av organisk materiale kan dermed føre til reduserende forhold.

Både R1 og R2 viser store konsentrasjoner av TOC. Konsentrasjonene i R1 er litt lavere i 1999 enn de var i 1998, mens R2 og R4 viser verdier omtrent som i fjor.

Vannet er ikke tilrådelig som drikkevann.

Jern (Fe)

Jern opptrer i store konsentrasjoner i R1. Dette skyldes at det her er reduserende forhold, slik at jern blir løst ut fra mineralpartiklene. På strekningen fra R1 til R2 blir mye av jernet oksidert og felles ut.

I R1 er jernkonsentrasjonene lavere for 1999 enn for 1998. Det er generelt økende verdier mot dypet, men for både R1 og R2 kan det være situasjoner der konsentrasjonene er høgest i øvre lag i akviferen. Dette kan skyldes at en forurensningsbølge fra fyllinga kommer inn i akviferen fra toppen. Som i fjor er det store variasjoner i jerninnholdet i R4 over tid.

Jernkonsentrasjonene ligger for det meste over største tillatte verdi, og dette gir bruksmessige problemer ved vannet.

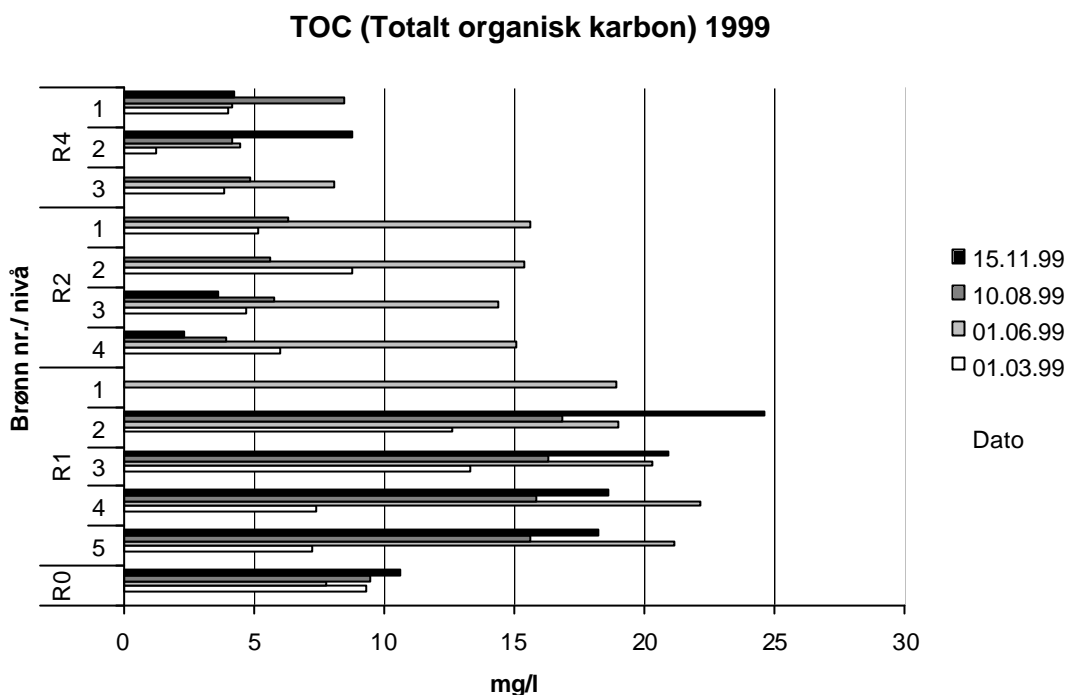


Fig. 13. Konsentrasjoner av TOC i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 1998. Største tillatte konsentrasjon: 5 mg/l C.

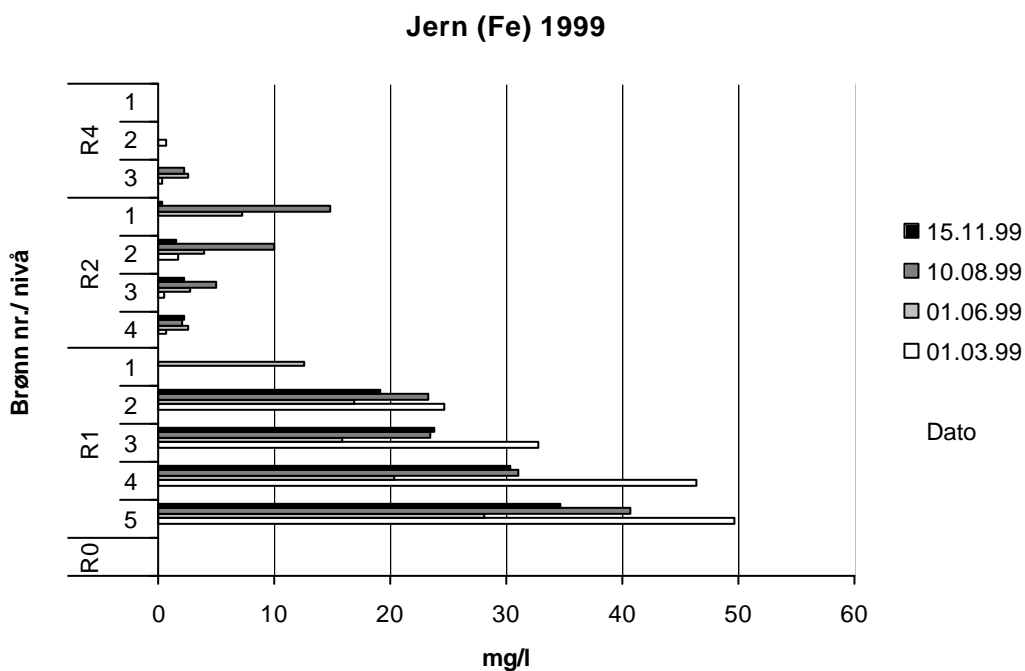


Fig. 14. Konsentrasjoner av jern i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 1999. Største tillatte konsentrasjon: 0.2 mg/l Fe

Klorid (Cl)

Kloridkonsentrasjonene er generelt høyere i 1999 enn de var i fjor. Både R2 og R4 viser slike høye verdier.

Snøsmelting på ettervinteren ga høge Cl-verdier i R2 i mars, men også en nedbørrik vår ga høge verdier i juni. Klorid-konsentrasjonene øker veldig gjennom året i R4. Dette skyldes nedbørforholdene gjennom 1997 og fram til sommeren 1998.

Kloridkonsentrasjonene ligger over veiledende verdi for alle prøvetakingsdatoene bortsett fra en.

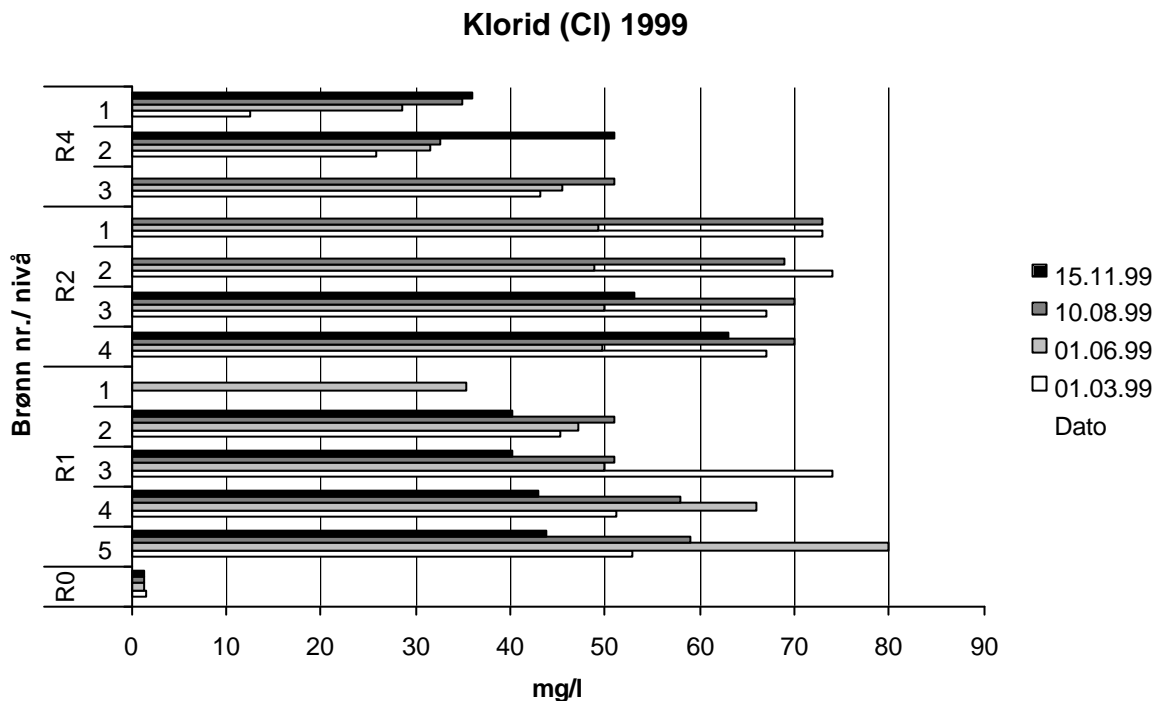


Fig. 15. Konsentrasjoner av klorid i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 1999. Veiledende verdi: 25 mg/l Cl

Bly (Pb)

Det har vært små konsentrasjoner av bly i flere år i R1 og R2, og til tider store konsentrasjoner i R4. I 1999 var det små konsentrasjoner R1 og R2, og ved 2 anledninger dukker bly opp i R4 også.

Alle konsentrasjonene ligger godt under største tillatte verdi, og er derfor på et helsemessig forsvarlig nivå.

Bly (Pb) 1999

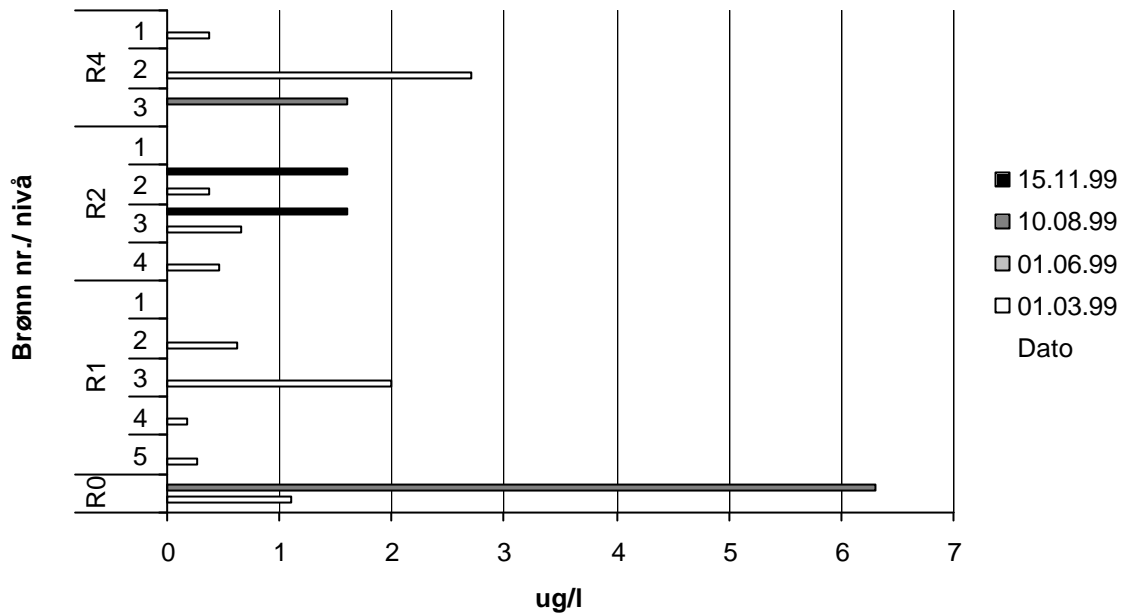


Fig. 16. Konsentrasjoner av bly i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 1999. Største tillatte konsentrasjon: 20 $\mu\text{g/l Pb}$.

Kadmium (Cd)

Største tillatte verdi er 0.5 $\mu\text{g/lCd}$. Maksimalverdiene for 1999 er rundt 0.3 $\mu\text{g/lCd}$. Disse opptrer i R2 i flere nivå.

Kvikksølv (Hg) og Krom (Cr)

Det er ikke observert kvikksølv i observasjonsbrønnene i 1999.

Det er observert konsentrasjoner av krom rundt 3 $\mu\text{g/l}$. Største tillatte konsentrasjon er 50 $\mu\text{g/l}$.

Kadmium (Cd) 1999

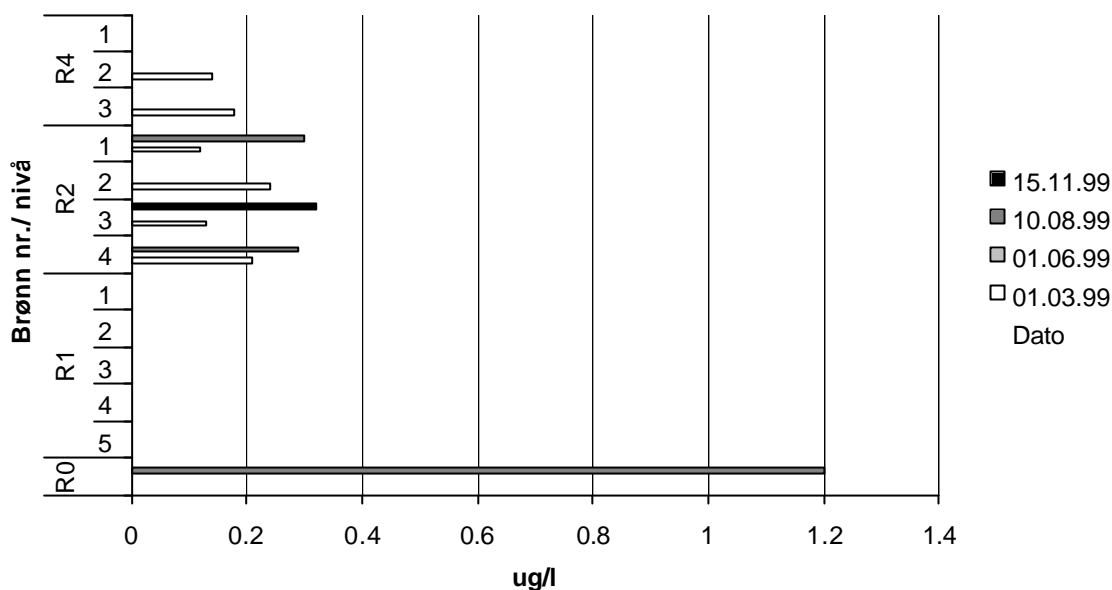


Fig. 17. Konsentrasjoner av kadmium i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 1999. Største tillatte konsentrasjon: 0.5 $\mu\text{g/l}$ Cd.

Drikkevannsbrønner

Verdiene for referansebrønnen og drikkevannsbrønnene er vist i figur 17 – 23. De viktige parametrene her er klorid (Cl), total nitrogen (tot. N), nitrat-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammonium-N ($\text{NH}_4\text{-N}$), total organisk karbon (TOC), bly, samt spormetallene kadmium (Cd), krom (Cr) og kvikksølv (Hg). Alle drikkevannsbrønnene ligger ved dyrka mark, og grunnvannet som strømmer fram til brønnene renner under dyrka mark. Det vi finner av nitrogenforbindelser og klorid kan godt komme fra gjødsling.

Kloridverdiene er som i fjor, og ligger under største tillatte konsentrasjon.

Gåra/Haugland vannverk viser store jernverdier, og langt over største tillatte verdi. Som før vist kom dette etter at en ny brønn ble anlagt. Jernverdiene er så høge at de kan gi bruksmessige problemer. Jernverdiene er omtrent som i R4, og en mulighet er at jernet kommer derfra. Men siden brønnen ligger i ei myr kan det og være en lokal kilde her. For de andre vannverkene er resultatene bra, men Valen 4/8 viser en dato med for høge konsentrasjoner.

TOC verdiene for alle brønnene ligger godt under veiledende verdi.

Det er ikke registrert kadmium eller krom i noen av drikkevannsbrønnene. Bly opptrer av og til, men i konsentrasjoner godt under største tillatte konsentrasjon. I motsetning til 1998 er det ikke registrert kvikksølv i 1999.

Nitratverdiene er stort sett lave, men Ågetveit viser verdier som ligger opp mot største tillatte verdi. Det er litt ammonium i alle brønnene.

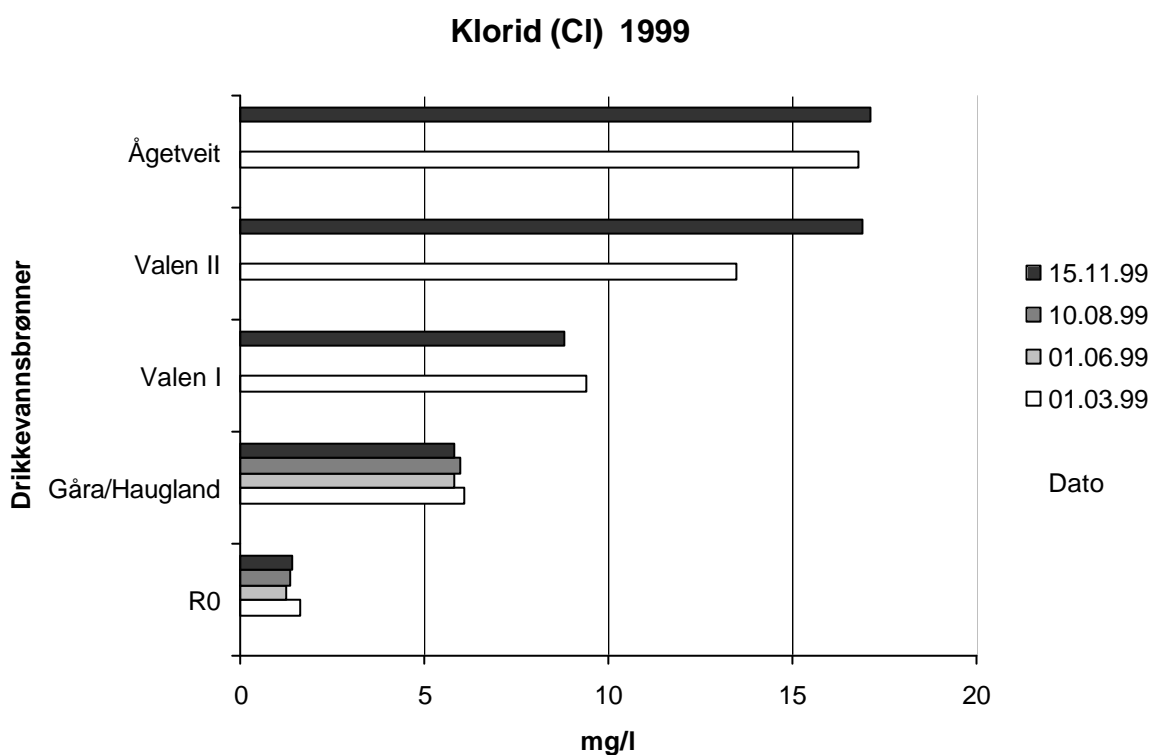


Fig. 17. Konsentrasjoner av klorid i drikkevannsbrønner 1998. *Veiledende verdi:* 25 mg/l Cl. *Største tillatte verdi:* 200 mg/l.

TOC (Totalt organisk karbon) 1999

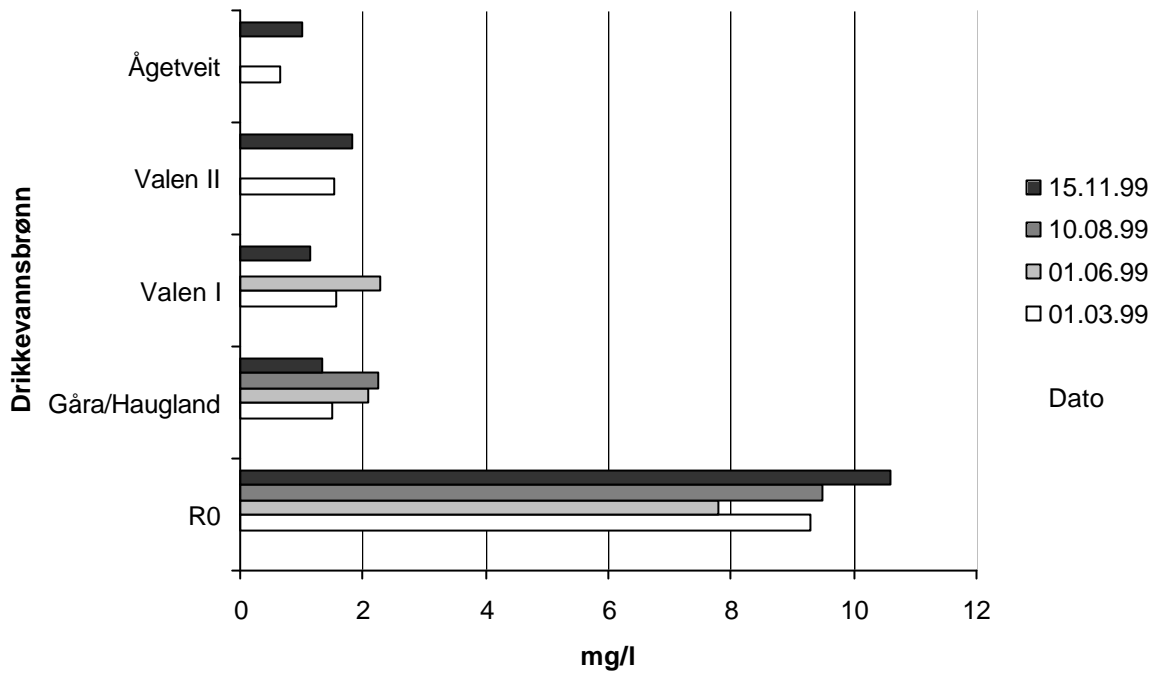


Fig. 18. Konsentrasjoner av TOC i drikkevannsbrønner 1999. *Veiledende verdi: 3 mg/l C. Største tillatte verdi: 5 mg/l.*

Jern (Fe) 1999

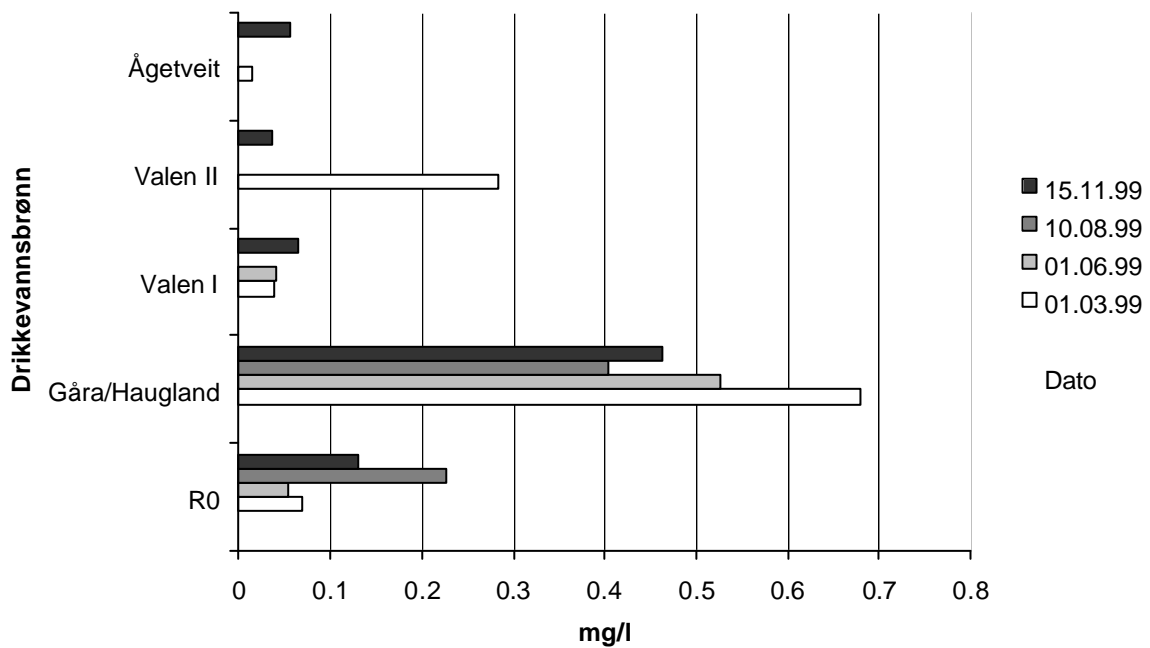


Fig. 19. Konsentrasjoner av jern i drikkevannsbrønner 1999. *Veiledende verdi: 0.05 mg/ Fe. Største tillatte verdi: 0.2 mg/l.*

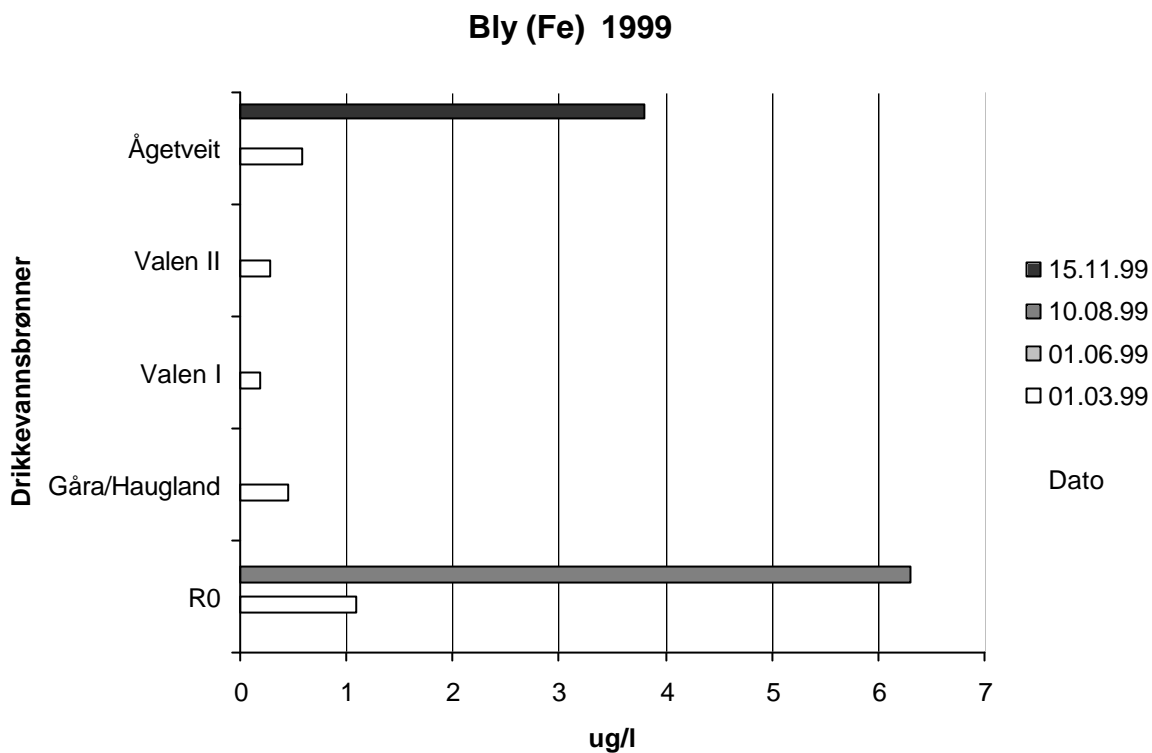


Fig. 20. Konsentrasjoner av bly i drikkevannsbrønner 1999. *Største tillatte verdi: 20 mg/ Pb.*

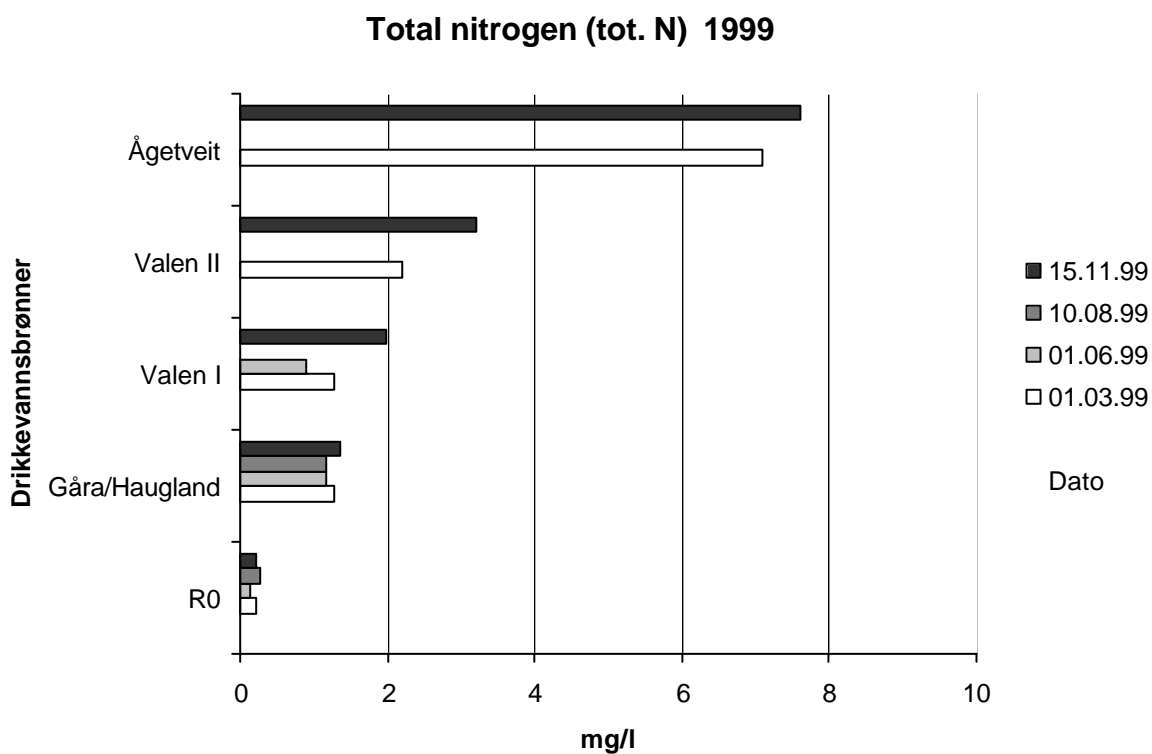


Fig. 21. Konsentrasjoner av total nitrogen i drikkevannsbrønner 1999.

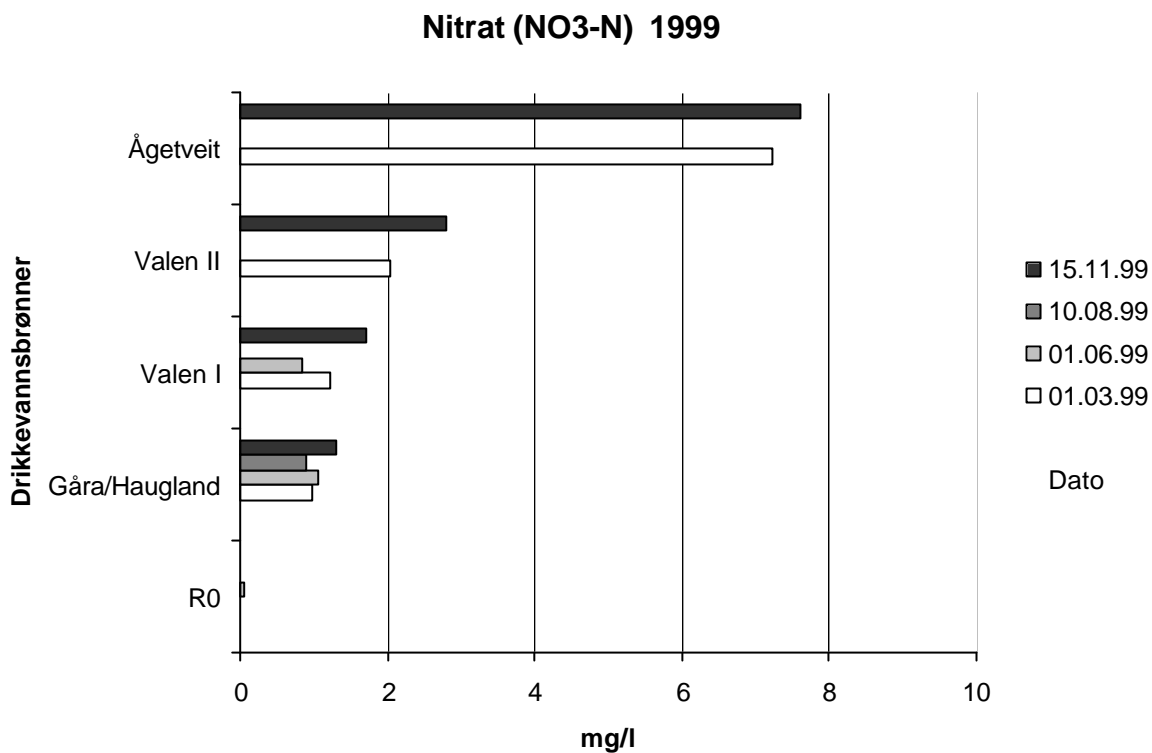


Fig. 22. Konsentrasjoner av nitrat-N i drikkevannsbrønner 1999. **Største tillatte verdi: 10 mg/l NO₃-N.**

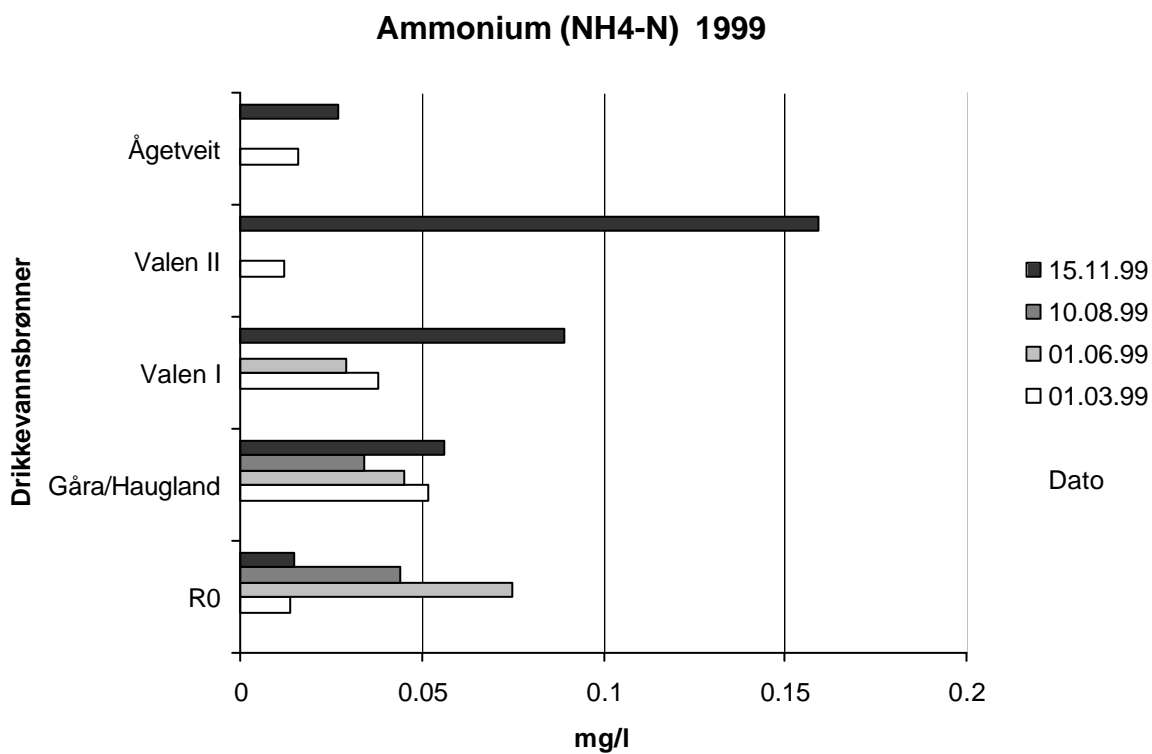


Fig. 23. Konsentrasjoner av ammonium-N i drikkevannsbrønner 1999. **Veiledende verdi: 0.05 mg NH₄-N. Største tillatte verdi: 0.5 mg/l NH₄-N.**

LITTERATUR

DNMI, 1998, 1999. Nedbørobservasjoner fra målestasjon Lifjell, Bø kommune, Telemark. Det norske meteorologiske institutt.

Klempe, H., Stenseng, T. og Engravslia, L., 1992. Overvåking av grunnvannsforurensning fra Revdalen kommunal avfallsfylling. Skrifter 140. Telemark distriktshøgskole.

Klempe, H. m.fl. Overvåking av grunnvannsforurensning fra Revdalen kommunale avfallsfylling. Årsrapport for 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998. Telemark distriktshøgskole/ Høgskolen i Telemark.

Sosial- og helsedepartementet, 1995. Forkrift om vannforsyning og drikkevann m.m. Oslo.