

HiT notat nr 1/2002

Overvåking av grunnvannsforurensning fra Revdalen kommunale avfallsfylling, Bø i Telemark

Årsrapport 2000

Harald Klempe

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

Høgskolen i Telemark
Porsgrunn 2002

HiT notat nr 1/2002

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 2000 fra flernivå prøvetakingsbrønner og drikkevannbrønner.

Undersøkelsene fra 2000 viser at det fortsatt er store forurensningskonsentrasjoner i akviferen, og at disse blir produsert av fyllinga. Konsentrasjonene har avtatt i forhold til i fjor for de fleste parametrene. Dette skyldes at fyllinga ikke lenger produserer så mye forurensning, men en viktig grunn er stor fortykning etter kraftig nedbør høsten 2000. Det er størst konsentrasjoner nær fyllinga, men tyngdepunktet for en del av forurensningen er i ferd med å flytte seg utover i akviferen. Dette kan vi se ved oppførselen til klorid- og nitrogenparametrene. Av tungmetallene er det bly, kopper og sink som markerer seg, men alle verdier tilfredsstiller drikkevannsforskriftenes krav. Etter lengre tids observasjoner og annen kartlegging i feltet ser det ut til at strømmingen av grunnvann går fra fyllinga mot 2 drikkevannkilder. Amoniuminnholdet er for høgt i alle drikkevannkildene, dette kan skyldes både sigevann og, mest sannsynlig, gjødsling av dyrka mark. Jernverdiene er for høge i forhold til krava til drikkevann fra en drikkevannskilde, de andre parametrene er bra.

Abstract

Revdalen landfill, Bø, Telemark, Norway, was closed in 1997. The monitoring program, however, continues with 4 sampling series in 2000 from multilevel sampling devices and groundwater supplies.

The 2000 survey tells that a serious groundwater contamination from the landfill prevails. The concentrations are declining for most of the parameters compared to last year. The reason for this is lower production of contaminants from the landfill, but important is also dilution of the contamination due to high precipitation fall 2000. The highest concentrations are still close to the landfill, but the center for parts of the contamination is moving farther away from the landfill. The observations of chloride and nitrogen show such a behavior pattern. Lead, copper, and zink are the dominating heavy metals, but all values are within the demands for drinking water. Long time observations and field surveys indicate that 2 drinking water supply wells are contaminated from the landfill. This is not a dangerous contamination because all values except ammonia are below the threshold values. The ammonia stems most probably from fertilizes on farm land or from the landfill, and exceeds the threshold values for all the drinking water supplies. In one drinking water supply well the iron values are too high, the other parameters for all wells are acceptable.

Innholdsfortegnelse

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
<i>Ledningsevne og pH</i>	7
OVERVÅKINGSBRØNNER.....	10
<i>Nitrogen</i>	10
Total nitrogen.....	10
Ammonium (NH_4) og nitrat (NO_3).....	11
<i>Organisk stoff (TOC)</i>	13
<i>Jern (Fe)</i>	14
<i>Klorid (Cl)</i>	16
<i>Bly (Pb)</i>	16
<i>Kadmium (Cd)</i>	17
<i>Kvikksølv (Hg) og Krom (Cr)</i>	17
<i>Kopper (Cu) og Sink (Zn)</i>	17
DRIKKEVANNSBRØNNER.....	19
LITTERATUR	24

Overvåkingsprogrammet for Revdalen kommunale avfallsfylling

I 1989 startet undersøkelsene av grunnvannsforurensninga fra Revdalen kommunale avfallsfylling (fig.1). 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) (fig.2) (fig.3).

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

Prøvene for 2000 er tatt 2. mars, 20. mai, 22 september og 30. november.

Denne årsrapporten for 2000 skal gi et bilde av situasjonen i feltet for dette året.

Revdalen avfallsfylling ble stengt 1. januar 1997, og ble dekt med et leirlag sommeren 1997. Gjennom åra som følger etter 1997 kan vi se hvordan situasjonen utvikler seg etter stenging og avslutning.

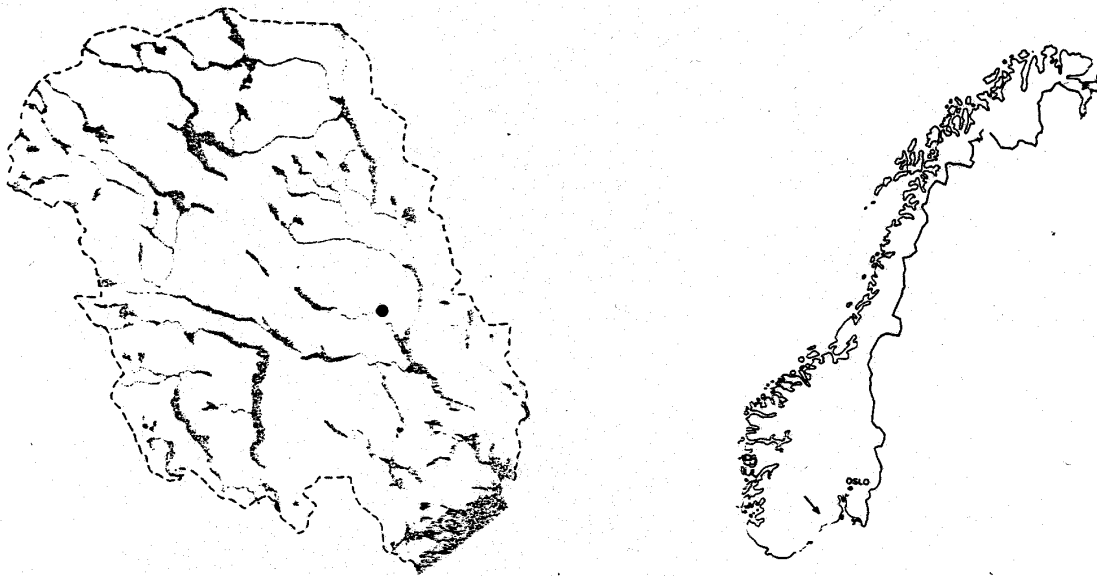
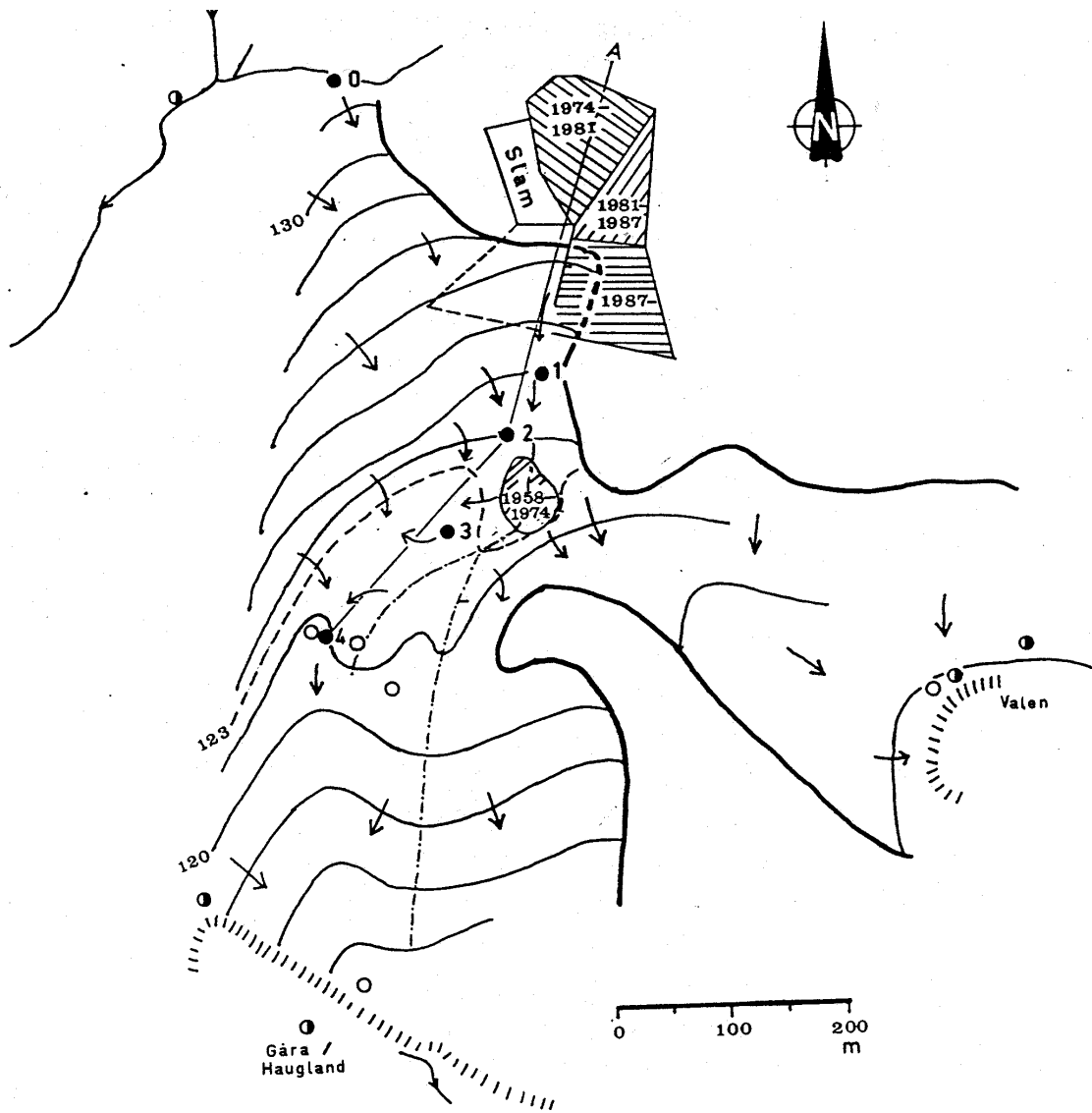


Fig. 1. Revdalen avfallsfylling. Feltets beliggenhet i Telemark og Norge.



REVDALEN FYLLPlass, Bø kommune, Telemark

GRUNNVANNSKART

Ekv. = 2 m

Tegnforklaring

////	Avfallsfylling	—	Ekvipotensiallinje
● 4	Prøvetakingsbrønn	→	Grunnvannets strømningsretning
○	Observasjonsbrønn	- - -	Grunnvannsskille
①	Drikkevannsbrønn		Kildehorisont
A —	Geologisk profil m/ grunnvann og prøvetakingsbrønner	↙	Bekk
		—	Berggrunnsgrænse

Fig. 2. Revdalen avfallsfylling. Strømningsforhold og prøvetakingspunkt.

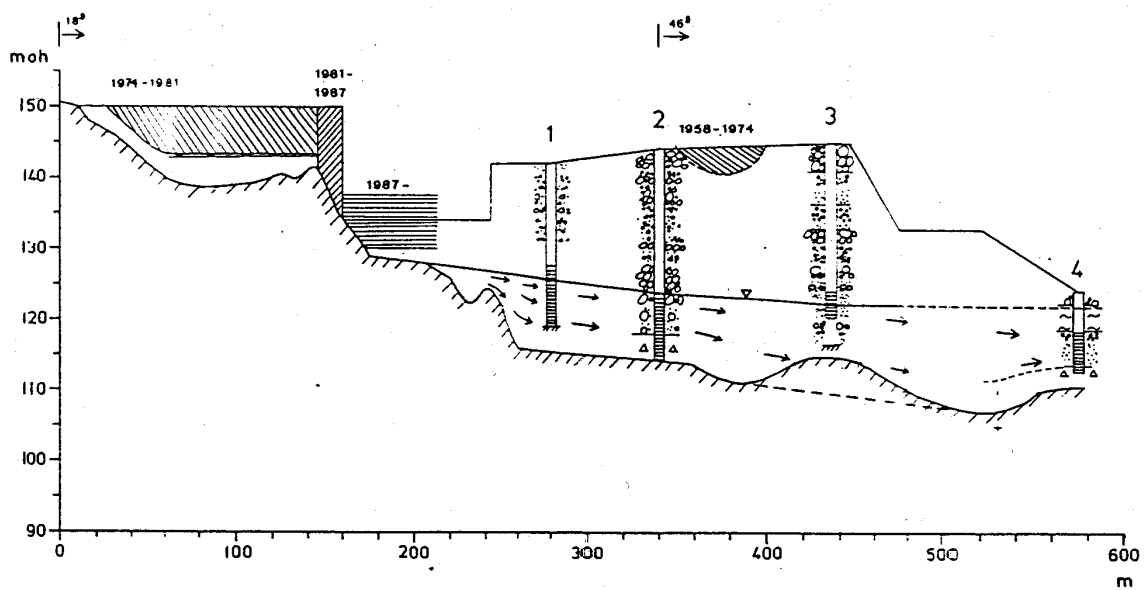


Fig. 3. Et profil som strekker seg fra fyllinga og fram til R4.

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.

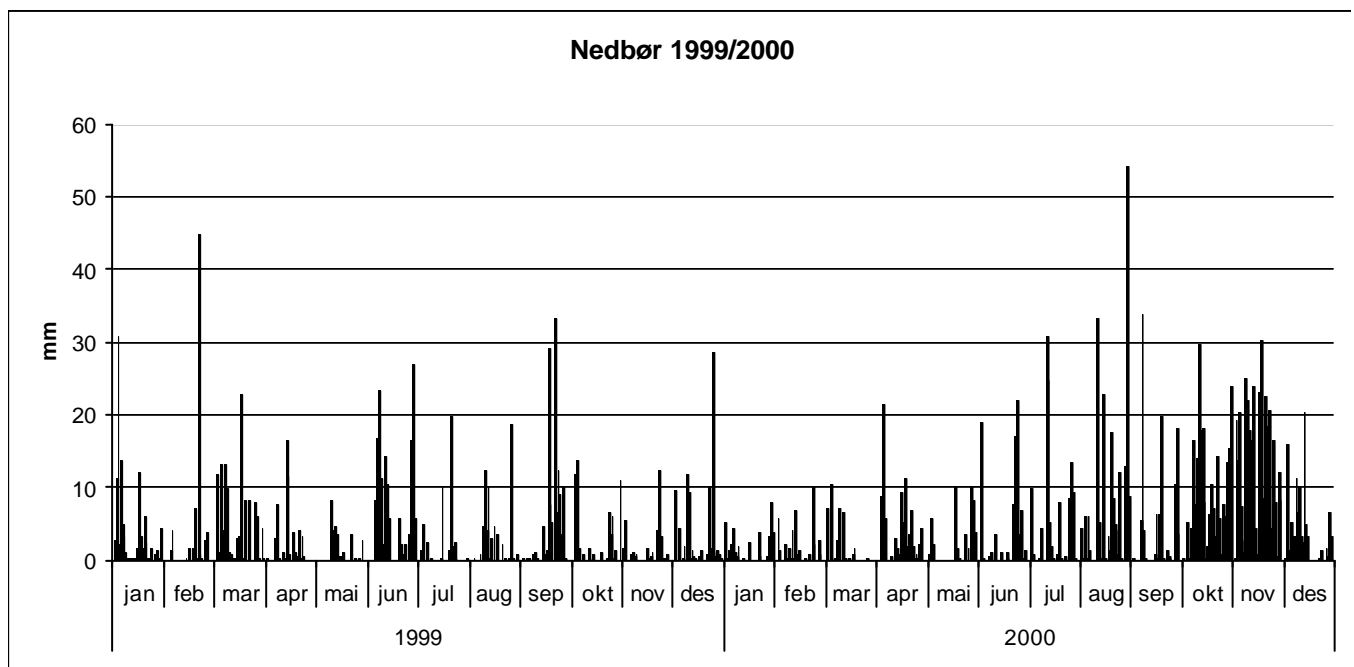


Fig. 4. Nedbørmengder 1999 og 2000. Målestasjon Lifjell. (Det norske meteorologiske institutt)

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 4/1 (2 ganger årlig) (Valen I i diagrammene)
 - Valen 4/8 (2 ganger årlig) (Valen II i diagrammene)
 - 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, NH_4 , NO_3 , Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na, Cl, SO_4 , 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 SO_4 analyseres på laboratoriet ved Høgskolen i Telemark. TOC, tot-N, NH_4 , NO_3 , Fe, Cl, Zn, Cu, Pb, Cd, Hg og Cr analyseres på Miljølaboratoriet ved Rødmyr Miljøsentor, Skien.

Betydningen av de enkelte parametrene

Helseparametre

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

- Ammonium (NH_4) vil i dette tilfellet omdannes til nitritt som er en betenkelig forbindelse helsemessig
- Nitritt (NO_2) gir blodet nedsatt evne til å transportere oksygen
- Nitrat (NO_3) 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 uheldige 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 i 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 oksideres og felles 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 og 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 grunnvannsspeilet, 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 det er ingen kortslutning mellom naboakvifer som vertikalt er atskilt med 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 (fig. 5 – fig. 8). Derfor er både overvåkingsbrønnene og drikkevannsbrønnene beskrevet under disse 2 parametrene.

Bakgrunnsverdien for ledningsevne er rundt 20 µS/cm, og dette er som fjorårets verdier.

Denne er betraktelig høyere i observasjonsbrønnene, største verdi er på 779 µS/cm som er en nedgang på ca 350 µS/cm fra i fjor. Denne nedgangen skyldes at det blir transportert mindre av forurensninger ut fra fyllinga, men den kraftige nedbøren om sommeren og høsten ga mye grunnvann slik at fortyninga er stor. R1 som er nærmest fyllinga viser størst verdier, og verdiene avtar utover i den forurensa akviferen. Desemberverdiene for R1 er betraktelig lavere enn tidligere verdier dette året. Ledningsevnen i drikkevannsbrønnene er også høyere

enn i referansebrønnen. Mye av dette skyldes avrenning fra dyrka mark, men for Gåra/Haugland vassverk og Ågetveitbrønnen er fyllinga trolig årsaken, og dette kommer vi tilbake til under behandling av de andre parametrene.

Den lave ledningsevnen fra november i fjor på rundt 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i R2 stiger i løpet av dette året til 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dette er noe lavere enn tidligere verdier som har vært på rundt 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Vi spekulerte litt rundt dette i fjorårets rapport, og litt lavere verdier viser en trend. Vi begynner å se en effekt av lukkinga av fyllinga. Vi observerer også at ledningsevnen øker mot dypet i de fleste situasjoner, men at dette er jamna ut når verdiene er lave.

pH var i referansebrønnen rundt 5.5, som er surt vann, men betraktelig høyere enn i fjor . Vannet i observasjonsbrønnene viser pH mellom 6 og 8, og drikkevannsbrønnene en pH mellom 5.6 og 6. I den forurensa akviferen avtar pH utover i akviferen. pH var høyere både i referansebrønnen og observasjonsbrønnene i 2000 enn året før. Dette skyldes mindre sur nedbør dette året enn i fjor.

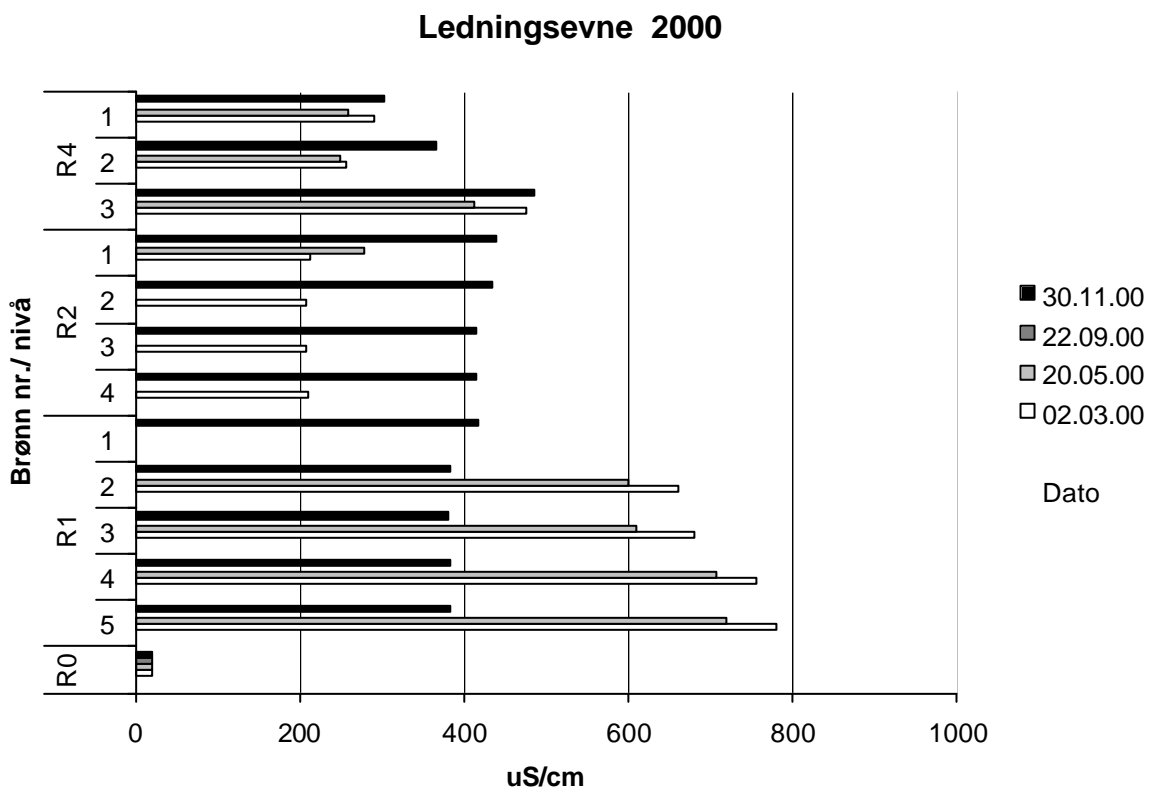


Fig. 5. Ledningsevne i referansebrønnen R0 og overvåkingsbrønnene. 2000.

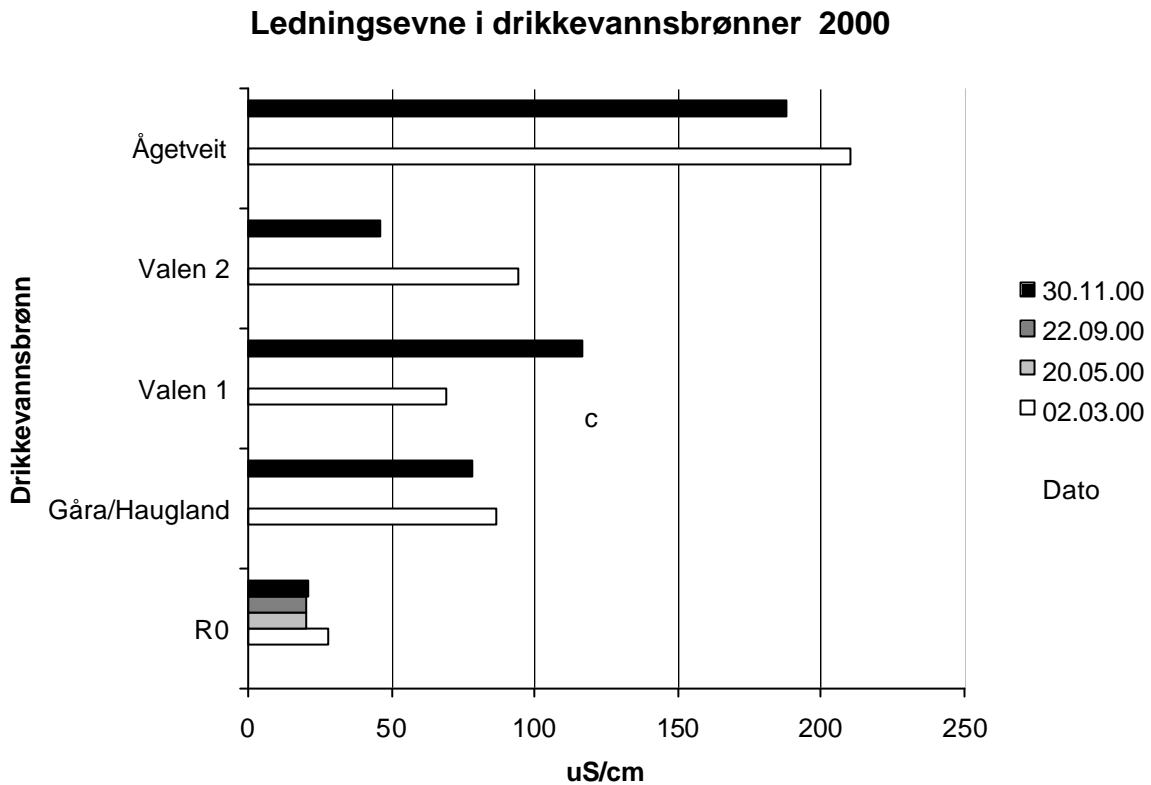


Fig. 6. Ledningsevne i referansebrønnen R0 og drikkevannsbrønnene 2000.

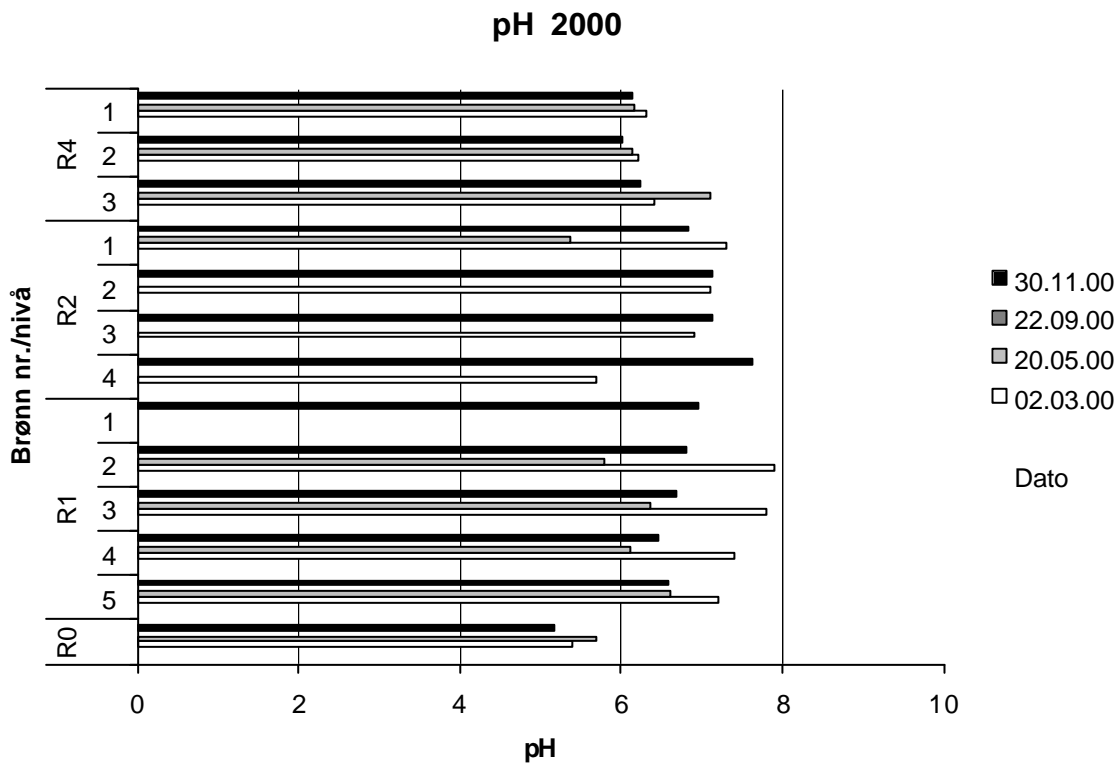


Fig. 7. pH i referansebrønnen R0 og overvåkingsbrønnene. 1999. Veiledende verdi: $7.5 = < \text{pH} = < 8.5$. Minste og største tillatte verdi: $6.5 = < \text{pH} = < 8.5$.

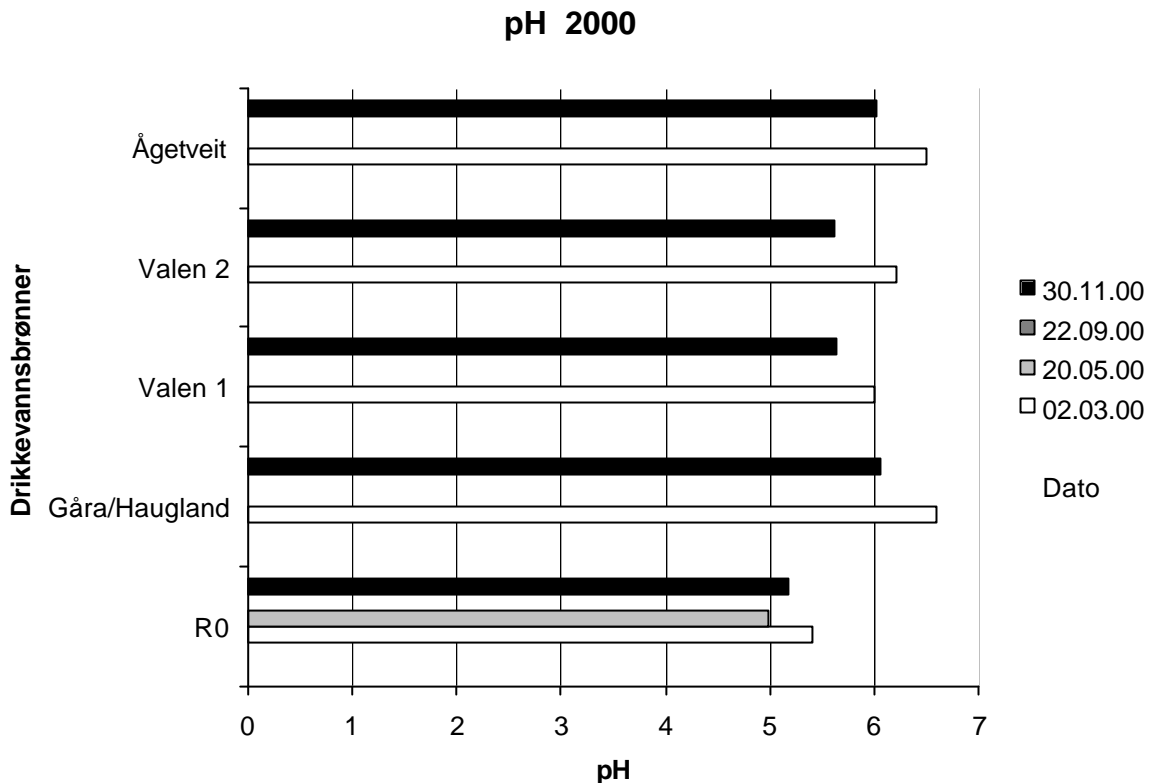


Fig. 8. pH i referansebrønnen R0 og drikkevannsbrønner. 2000.

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

Nitrogen er 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 2000 er noe lavere enn for 1999 (fig. 9). 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). Lavere høstverdier i R1 skyldes fortykning i ei stor grunnvannsmengde. Dette er en interessant observasjon fordi store nedbørmengder gir ikke lenger de største konsentrasjonene i akviferen. Tvert i mot.

Grunnvannet blir derfor dannet av vannet som renner av på det tette leirlaget, og så infiltrerer utenfor fyllinga. Men det kan også strømme til store grunnvannsmengder fra en annen kant. Det er høgest verdier i R1 om våren før snøsmelting, dette er samme situasjon som i fjor.

Verdiene i R1 avtar over året, og dette kan ha sammenheng med økende nedbøraktivitet utover året.

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. Her er det en liten reduksjon av konsentrasjonene i forhold til i fjor.

Ammonium (NH_4) og nitrat (NO_3)

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. I 2000 ble det bare observert nitrat i det øverste nivået av R1, og det var i april etter tørrværsperioden. Det har altså blitt mer anaerobe forhold i dette punktet i forhold til i fjor. I R4 fortsetter utviklinga fra i fjor ved at nitratkonsentrasjonene øker. Det viser at det skjer en nedbrytning av organisk materiale på hele strekningen, og det vokser fram et område i akviferen med høge nitratkonsentrasjoner som beveger seg utover i akviferen mot utsatte drikkevannskilder. Imidlertid holder nitratkonsentrasjonene seg under største tillatte verdi.

Resultatene viser at redoks forholdene er slik at det stort sett er anaerobe forhold nær fyllinga, og dette er en tilbakegang i nedbrytningsmiljøet i forhold til i fjor. Men det er økende oksidasjon (aerobt) i økende avstand fra fyllinga slik det har vært før.

Det er mer ammonium i forhold til nitrat i de ulike brønnene i sammenliknet med 1999.

Vannet er helsemessig ikke forsvarlig fordi ammoniumkonsentrasjonene er så store..

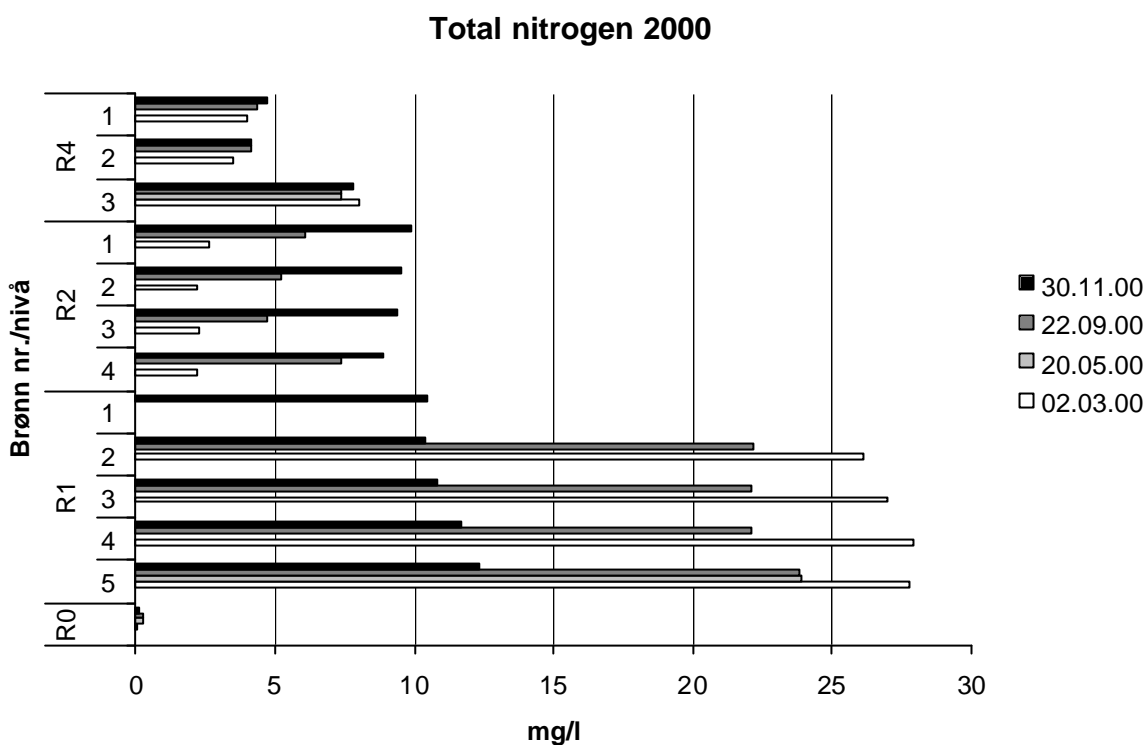


Fig. 9. Konsentrasjoner av total nitrogen i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling i 2000.

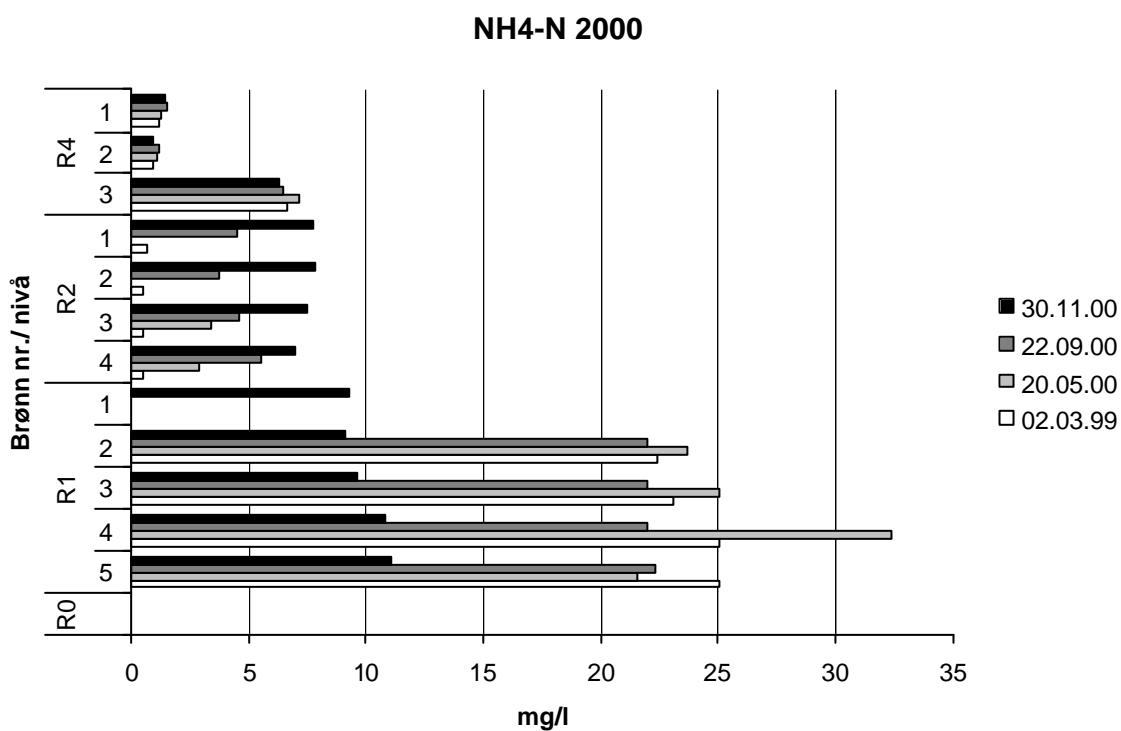


Fig. 10. Ammoniumkonsentrasjoner i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 2000. Største tillatte konsentrasjon: 0.5 mg/l NH₄ - N

NO3-N 2000

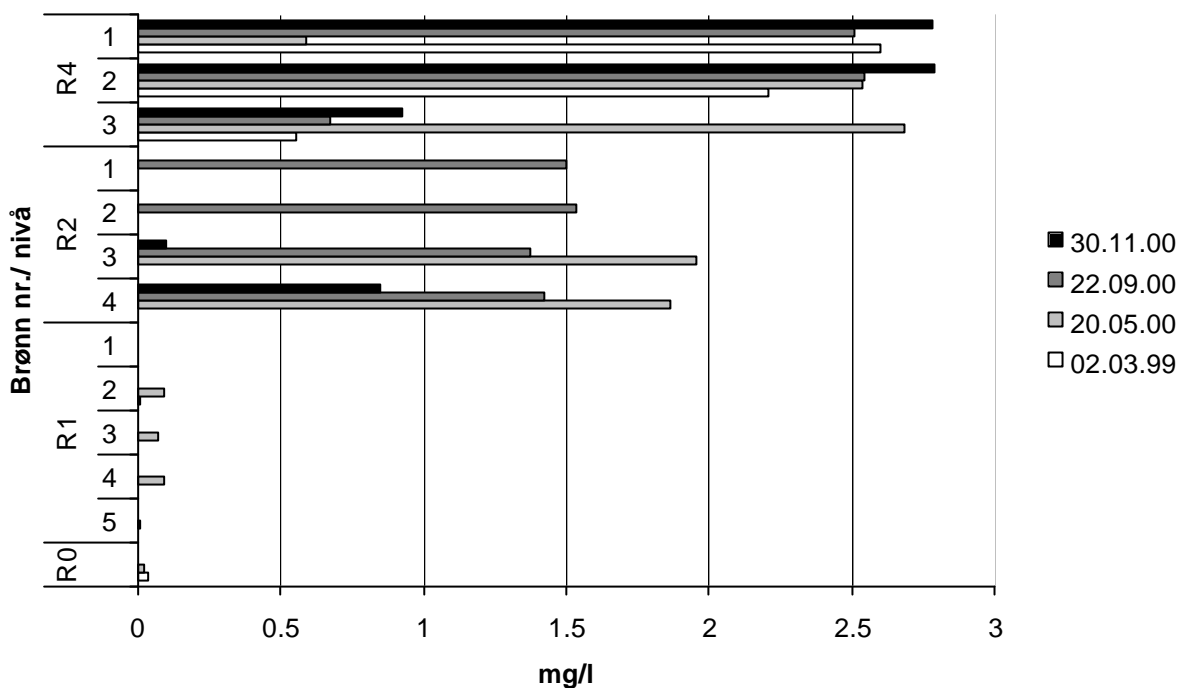


Fig. 11. Nitratkonsentrasjoner i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 1999.
Største tillatte konsentrasjon: 10 mg/l NO₃ – N

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.

Verdiene er som i fjor (fig. 12). I R2 er det en kraftig topp i desember. Dette er et resultat av den kraftige nedbøren tidlig på høsten, siden vi regner det er 2.5 måneders oppholdstid fra fyllinga til R2. I fjor kom denne toppen etter snøsmelting. Det er rimelig å anta at denne bølgen av organisk materiale fortsatte å vokse utover vinteren 2001 siden nedbøraktiviteten bare økte utover høsten, noe desemberverdiene for R1 bekrefter.

Det ser ut til at økt nedbør gir større utvasking av organisk materiale, og konsentrasjonene øker derfor i akviferen. Dette holder fram trass i at fyllinga er stengt og dekt av et tett leirlag. Det er nedbrytning av organisk materiale som gir anaerobe forhold nær fyllinga, og den kraftige reduksjonen av TOC på strekningen fra R1 til R4 forteller hvor fint rensanlegg denne akviferen er. Hadde dette kommet ut i vassdrag hadde det vært begroing og ulevelige forhold for fisk og andre dyr. Organisk materiale i sigevann er tungt nedbrytbart, slik at vi har en rest i R4 som bakteriene vil bruke lang tid på å bryte ned.

Vannet er ikke tilrådelig som drikkevann fordi konsentrasjonene er større enn største tillatte verdi i drikkevannsforskriftene.

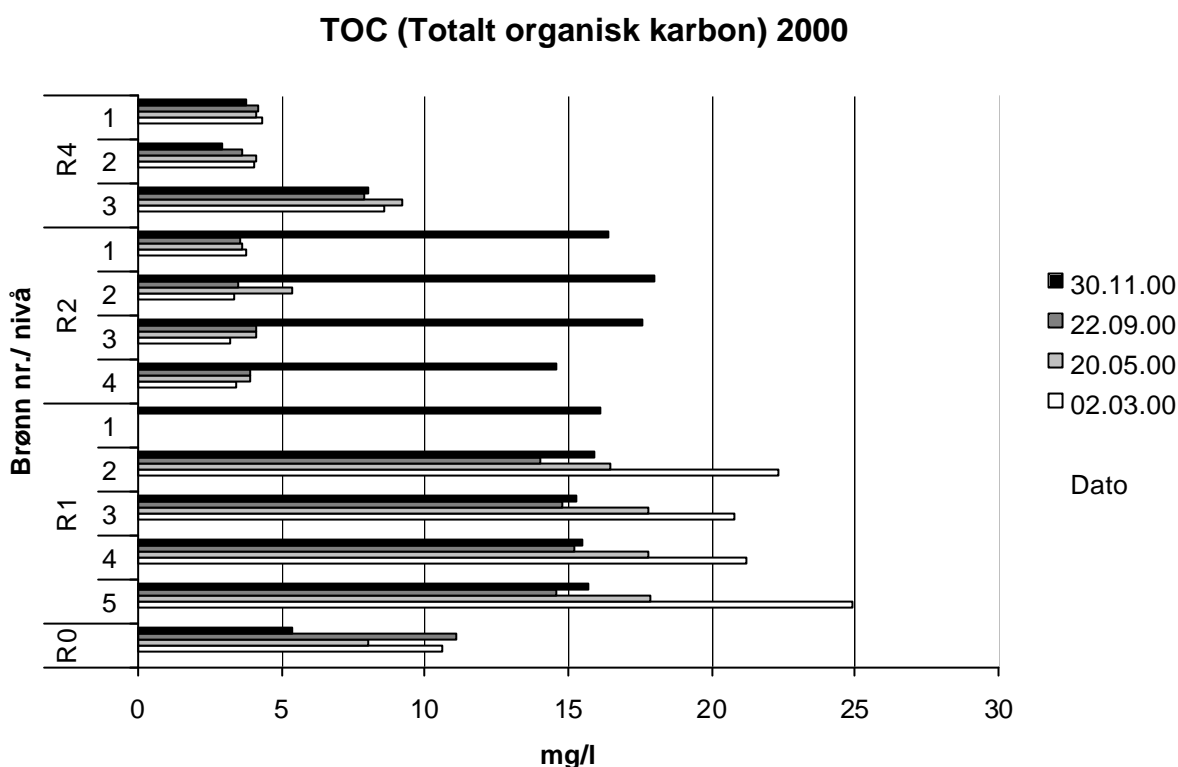


Fig. 12. Konsentrasjoner av TOC i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 2000. Største tillatte konsentrasjon: 5 mg/l C.

Jern (Fe)

Jern opptrer i store konsentrasjoner i R1 (fig. 13). Dette skyldes at det her er reduserende forhold, slik at jern blir løst ut fra mineralpartiklene i akviferen. På strekningen fra R1 til R2 blir mye av jernet oksidert og felles ut.

I R1 er jernkonsentrasjonene på samme nivå i 2000 som i 1999. 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.

Det er et kraftig avtak i jernkonsentrasjonene på strekningen fra R1 til R4. Det viser igjen at akviferen er et bra renseanlegg. I et vassdrag hadde dette gitt store slimete avleiringer.

Jernkonsentrasjonene ligger for det meste over største tillatte verdi, og dette gir bruksmessige problemer ved vannet. I R4 er verdiene flere ganger under største tillatte konsentrasjon, men fortsatt over veiledende verdi som er 50 µg/l.

Jern (Fe) 1999

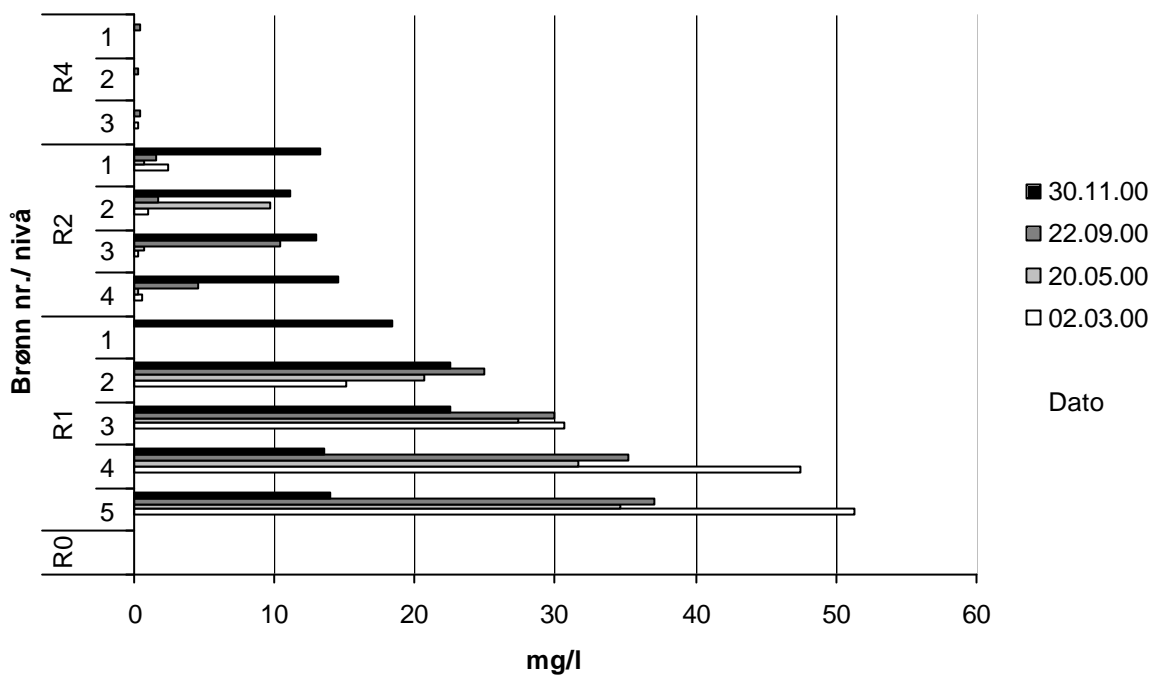


Fig. 13. Konsentrasjoner av jern i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 2000.
Største tillatte konsentrasjon: 0.2 mg/l Fe

Klorid (Cl) 2000

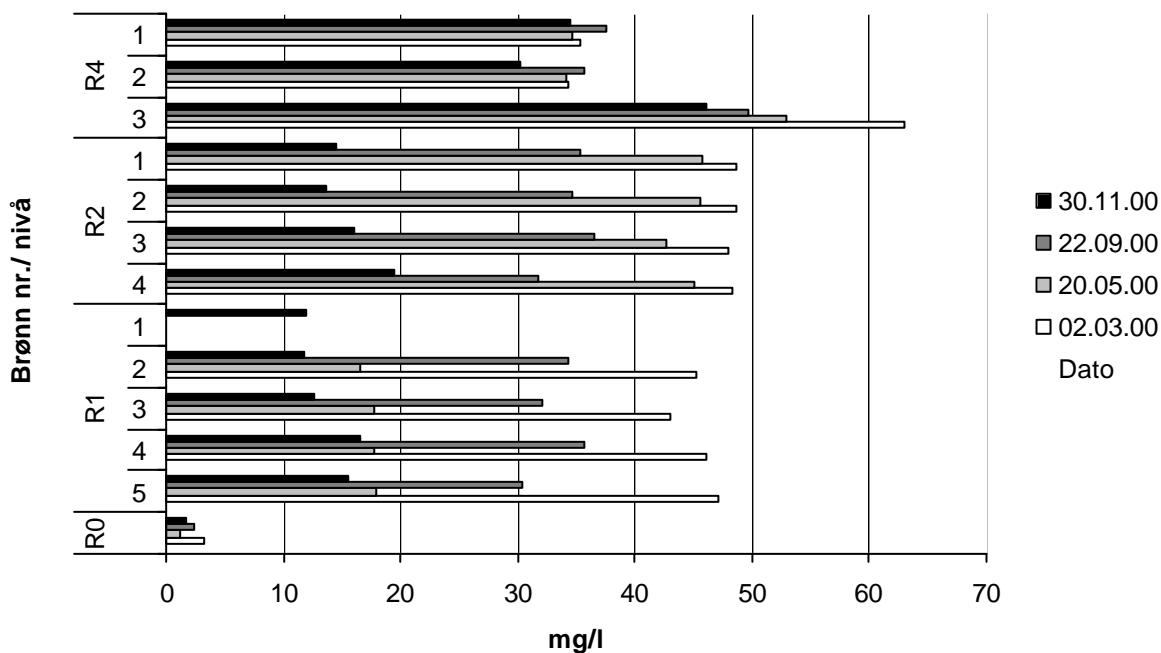


Fig. 14. Konsentrasjoner av klorid i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 2000.
Veiledende verdi: 25 mg/l Cl

Klorid (Cl)

Kloridverdiene for 200 var generelt lavere enn i 1999 for R1 og R2 (fig. 14). Men i R4 er konsentrasjonene gått opp, og det bekrefter den trenden vi ser for nitrogen at hovedtyngda for forurensning samler seg rundt R4.

Den kraftige høstnedbøren gir en fortykning av klorid konsentrasjonene i R1 og R2.

Snøsmelting på ettervinteren ga høge Cl-verdier i R2 i april, men også en nedbørrik vår ga høge verdier i juni. Klorid-konsentrasjonene øker veldig gjennom året i R4.

Kloridkonsentrasjonene ligger i R4 over veiledende verdi for alle prøvetakingsdatoene, men i R1 og R2 er verdiene under dette nivået for vår- og høstprøva.

Bly (Pb)

Det har vært små konsentrasjoner av bly i flere år i R1 og R2, og til tider store konsentrasjoner i R4. I 2000 var det konsentrasjoner rundt $1\mu\text{g/l}$ i R1 og R2 (fig. 15). R4 utmerker seg med nesten $10\mu\text{g/l}$, som er halvparten av største tillatte konsentrasjon (fig. 15). Registreringene for 2000 viser at bly kommer og går. Det betyr at vi med overvåkingsprogrammet får et glimt av blybølger som beveger seg gjennom akviferen, og ei slik bølge kan godt passere mellom 2 prøvetakingsdatoer.

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

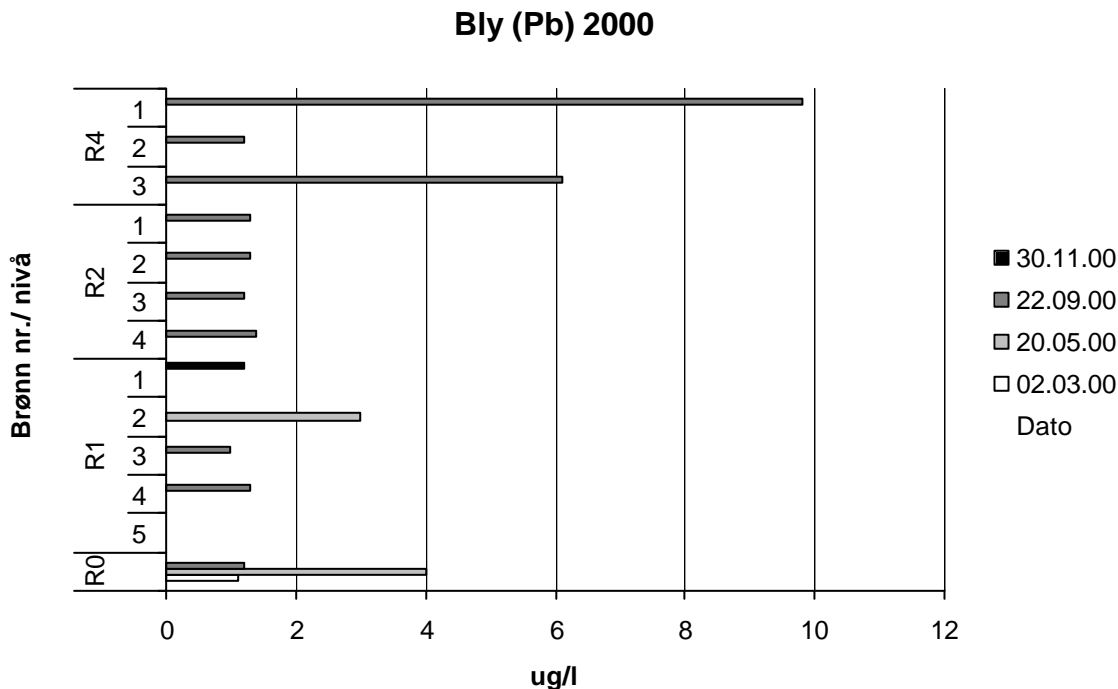


Fig. 15. Konsentrasjoner av bly i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 2000. Største tillatte konsentrasjon: $20\text{ }\mu\text{g/l Pb}$.

Kadmium (Cd)

Største tillatte verdi er 0.5 µg/lCd. Maksimalverdiene for 2000 er rundt 0.3 µg/l Cd (fig. 16). Disse opptrer i R2 om høsten i alle nivå bortsett fra det øverste. Det er påfallende at kadmium opptrer bare i R2 slik situasjonen også var i fjor. Vi veit at det er mye metallavfall i Djupegrop og TV apparater og annen elektronikk, og dette kan være dumpa i kanten av denne gamle fyllinga der R2 er. Det er ikke observert kadmium i R1 og R4 for 2000.

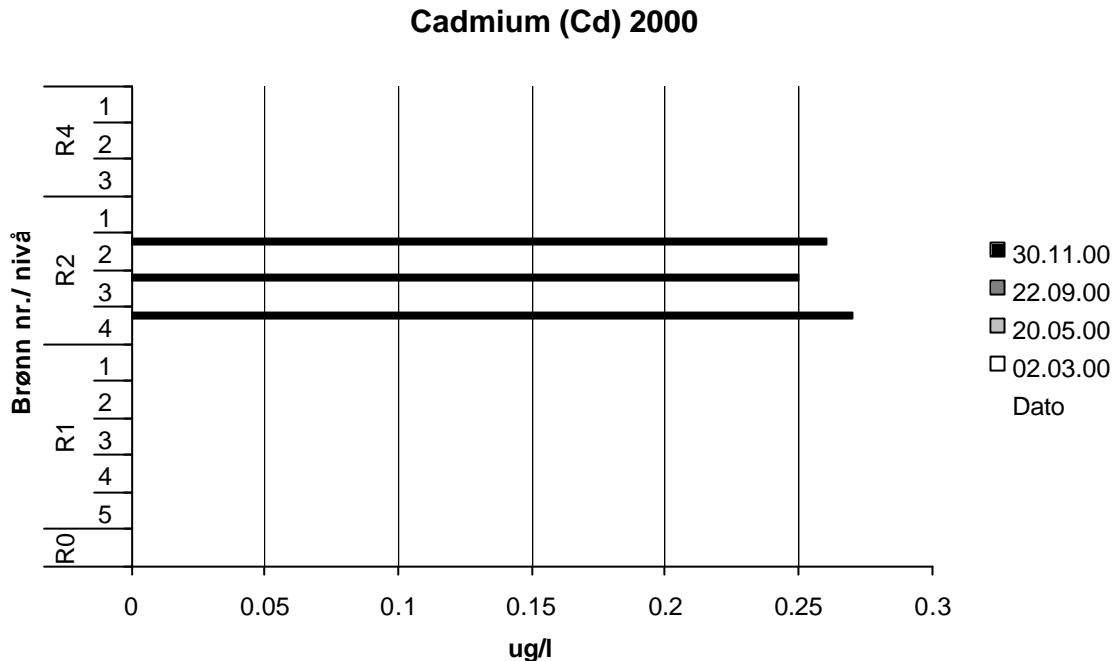


Fig. 16. Konsentrasjoner av kadmium i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 2000. Største tillatte konsentrasjon: 5 µg/l Cd.

Kvikksølv (Hg) og Krom (Cr)

Det er ikke observert kvikksølv i observasjonsbrønnene i 2000 for den ene prøvetakingen som var i mars.

Det er ikke observert konsentrasjoner av krom for den ene prøvetakingen som var i mars.

Kopper (Cu) og Sink (Zn)

Kopper opptrer i største konsentrasjoner i R2, og vi finner en del i R4 (fig. 17). Dette er en forurensningsparameter, men referansebrønnen R0 viser også en del kopper. Vannanalysene viser små konsentrasjoner.

Sink viser størst konsentrasjoner i marsprøva, og mindre i novemberprøva (fig. 18). Metallet går gjennom akviferen i bølger avhengig av utvasking, og konsentrasjonene avhenger nok også av fortykning. Vinterverdier for R2 og R4 viser verdier over veiledende verdi, men er mindre enn største tillatte konsentrasjon.

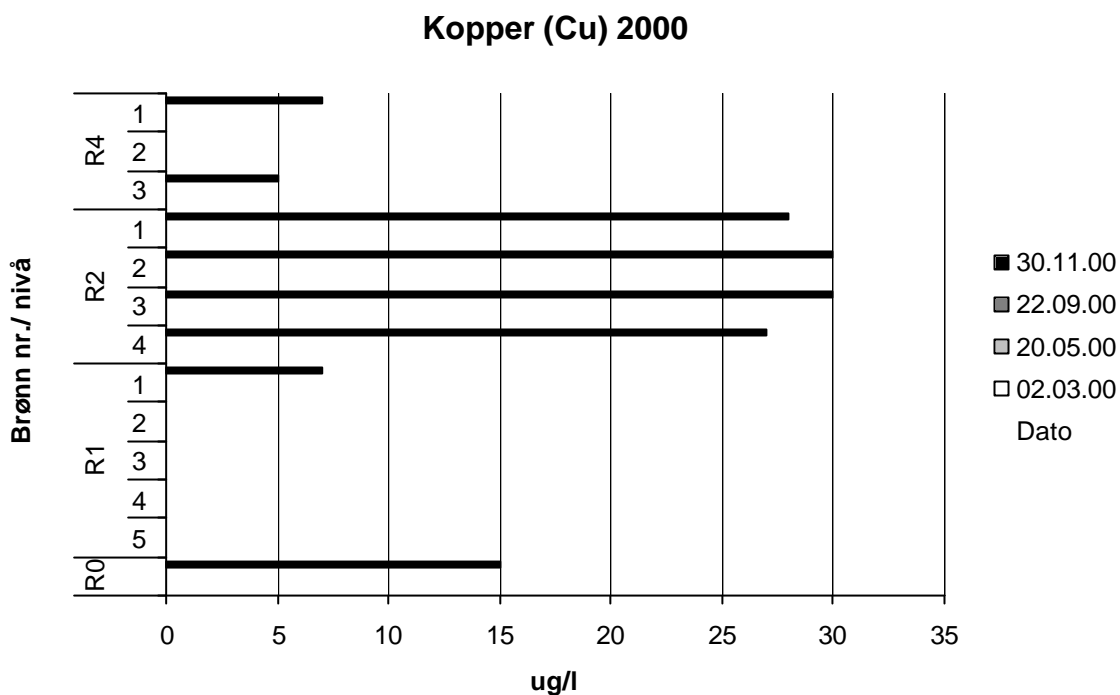


Fig. 17. Konsentrasjoner av kopper i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 2000. Største tillatte konsentrasjon: 300 $\mu\text{g/l}$ Cu. Veiledende verdi: 100 $\mu\text{g/l}$ Cu.

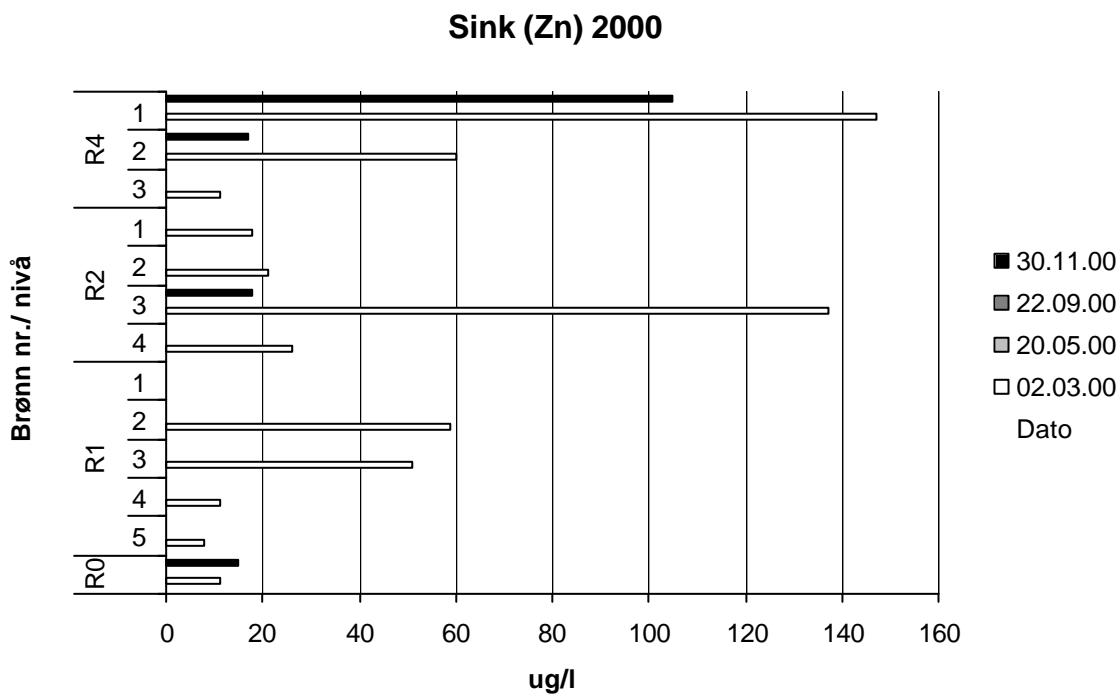


Fig. 18. Konsentrasjoner av sink i grunnvannet nedstrøms Revdalen avfallsfylling 2000. Største tillatte konsentrasjon: 300 $\mu\text{g/l}$ Cu. Veiledende verdi: 100 $\mu\text{g/l}$ Cu.

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 for Gåra/Haugland, Valen I (4/1) og Valen II (4/8), og ligger under veiledende verdi. Men verdien har gått opp i Ågetveitbrønnen, og ligger oppunder veiledende verdi.

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 lokalt betinget. For de andre vannverkene er resultatene bra, men Valen 4/8 viser en dato med noe høge konsentrasjoner.

TOC verdiene for alle brønnene ligger godt under veiledende verdi. Dette viser at dersom sigevannet fra fyllinga har nådd fram til en brønn, er oppholdstida så lang at det tungt nedbrytbare organiske materiale er blitt brutt ned slik at vannet har drikkevannskvalitet mht TOC.

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 2000.

Nitratverdiene er 1 – 2 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ som er godt under største tillatte verdi på 10 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$, men Ågetveit viser verdier som ligger opp mot største tillatte verdi.

Ammonium ligger over veiledende verdi i alle brønnene, og i Valen 4/1 er høstverdien opp mot største tillatte konsentrasjon.

Det er observert sink i alle drikkevannsbrønnene. Alle verdiene ligger under veiledende verdi. Siden referansebrønnen viser sinkinnhold er det vanskelig å si om sink i disse brønnene skyldes forurensning fra fyllinga.

Ammoniumverdiene samt jern for Gåra/Haugland brønnen er de eneste parametrene som ligger over veiledende verdi i drikkevannsforskriftene. Våre parametre omfatter prosessparametre, bruksparametre og helseparametre, og alle parametre bortsett fra ammonium viser at brønnvannet holder kvaliteten til drikkevann. Ammonium kan komme fra gjødsling og fra sigevann fra fyllinga. Det kan nå se ut som Gåra/Haugland vassverk og Ågetveitbrønnen er påvirka av sigevannsforurensning fra fyllinga. Men oppholdstida er så lang at vannet holder drikkevannskvalitet for alle parametre bortsett fra dem som er drøfta tidligere i dette avsnittet.

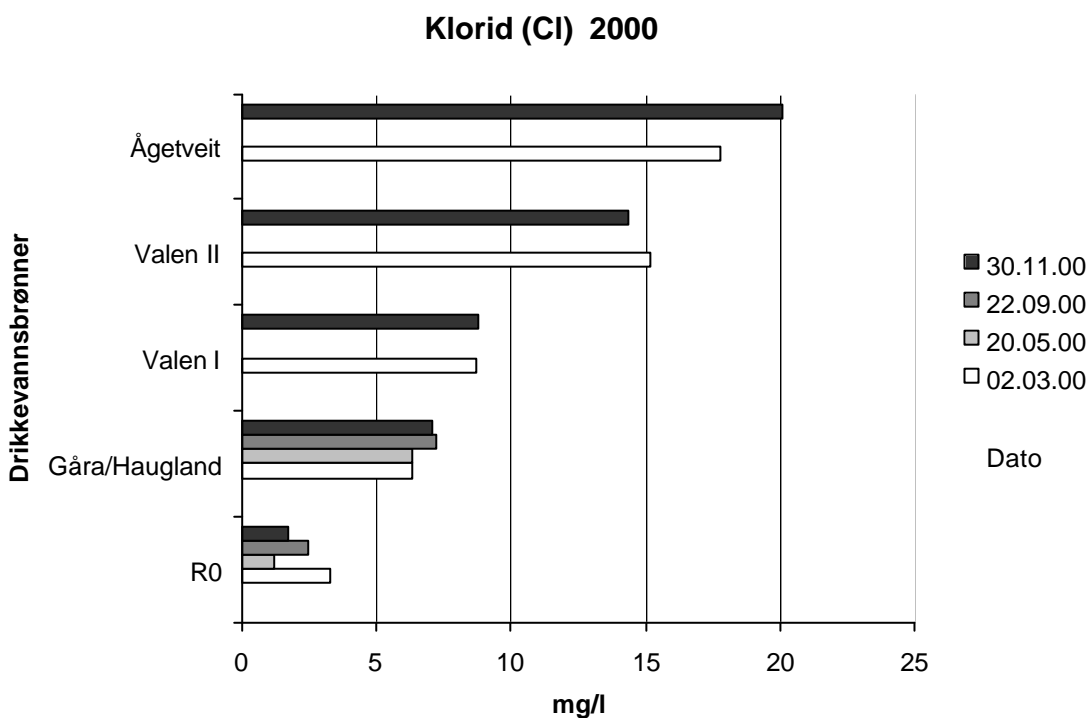


Fig. 19. Konsentrasjoner av klorid i drikkevannsbrønner 2000. **Veiledende verdi:** 25 mg/l Cl. **Største tillatte verdi:** 200 mg/l Cl.

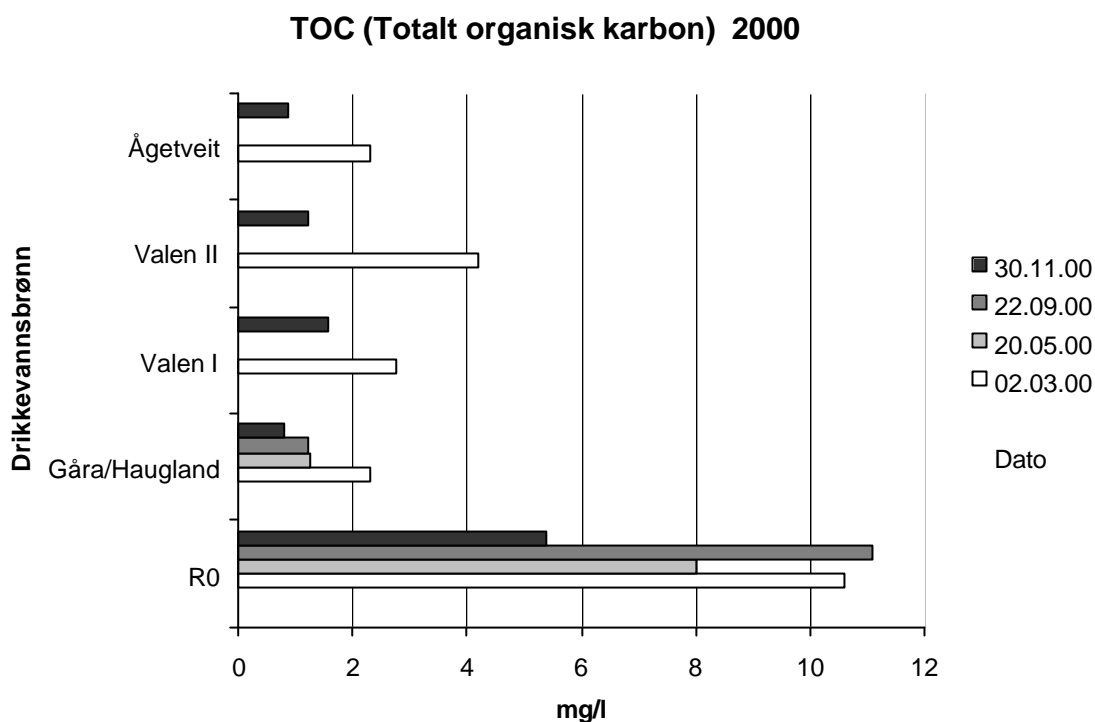


Fig. 20. Konsentrasjoner av TOC i drikkevannsbrønner 1999. *Veiledende verdi: 3 mg/l C. Største tillatte verdi: 5 mg/l.*

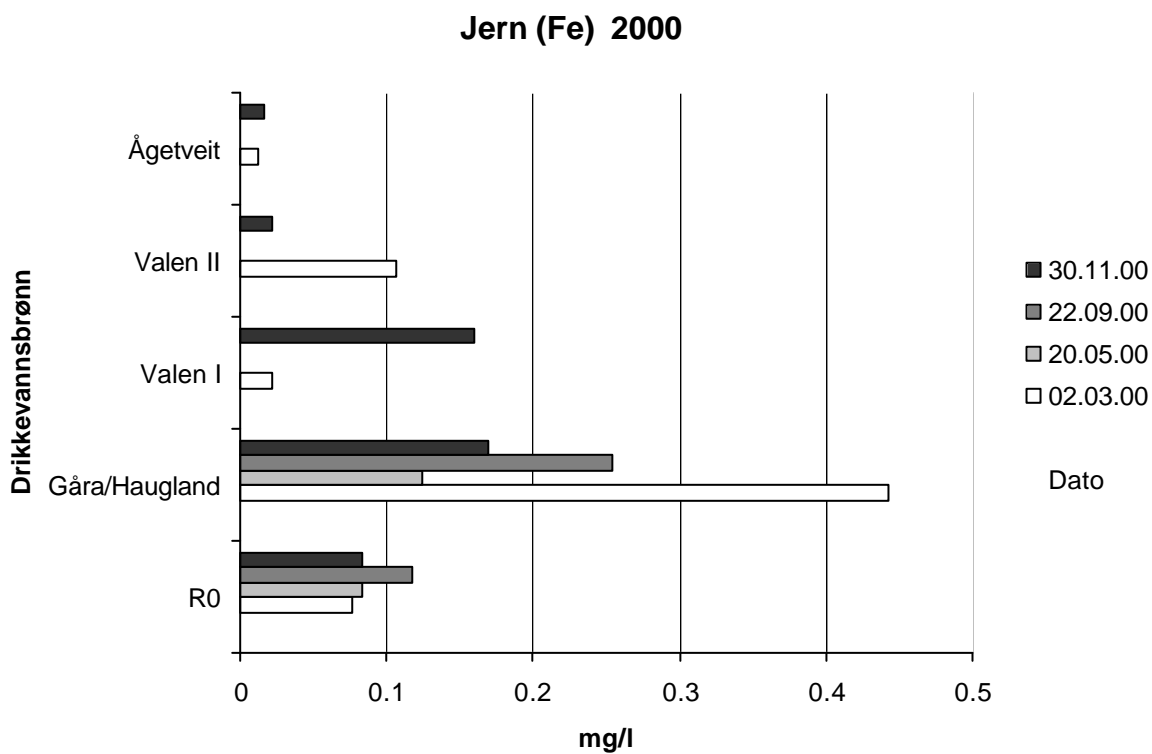


Fig. 21. Konsentrasjoner av jern i drikkevannsbrønner 2000. *Veiledende verdi: 0.05 mg/l Fe. Største tillatte verdi: 0.2 mg/l Fe.*

Bly (Pb) 2000

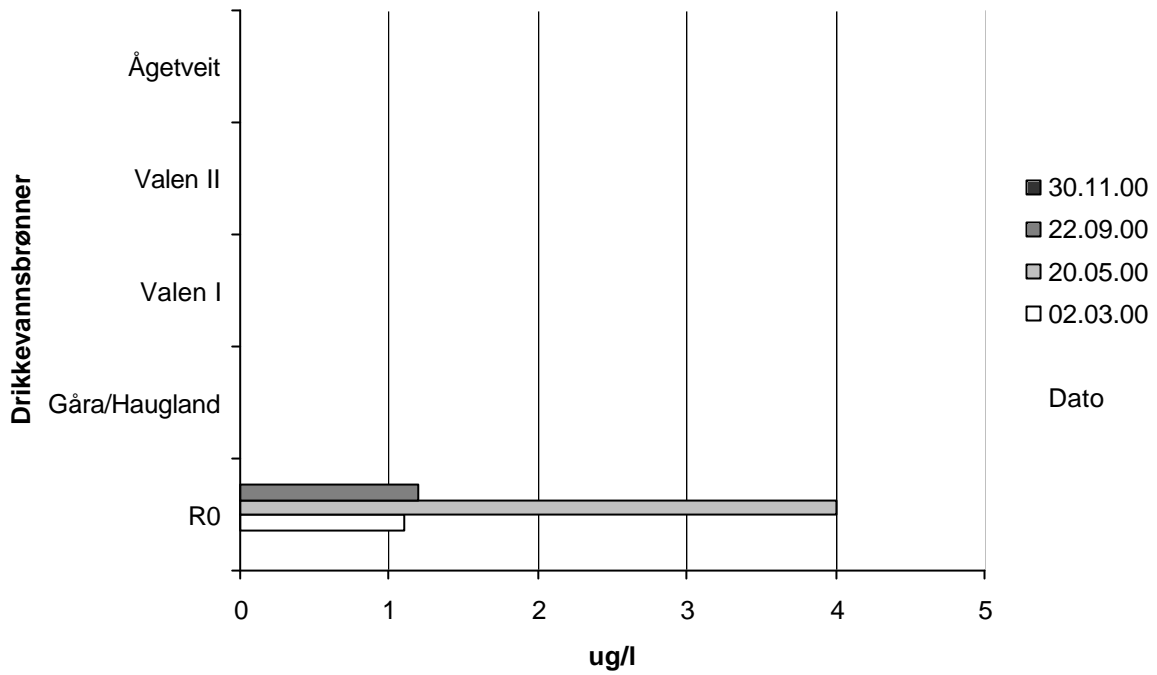


Fig. 22. Konsentrasjoner av bly i drikkevannsbrønner 2000. *Største tillatte verdi: 20 mg/ Pb.*

Total nitrogen (tot. N) 2000

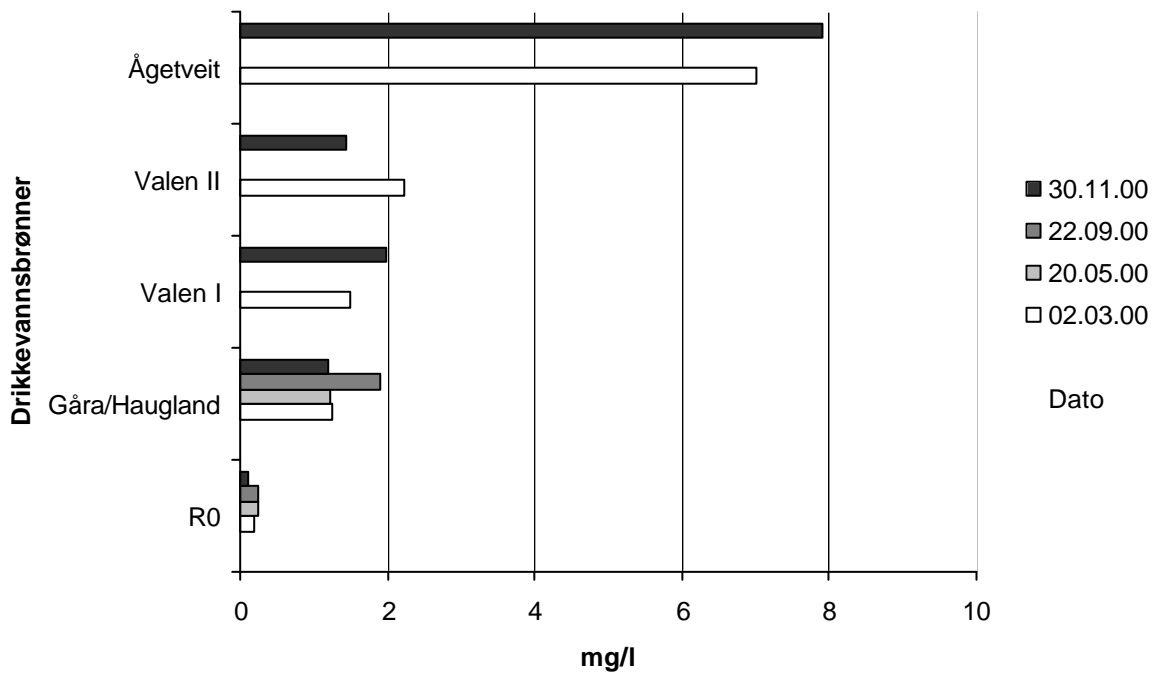


Fig. 23. Konsentrasjoner av total nitrogen i drikkevannsbrønner 2000.

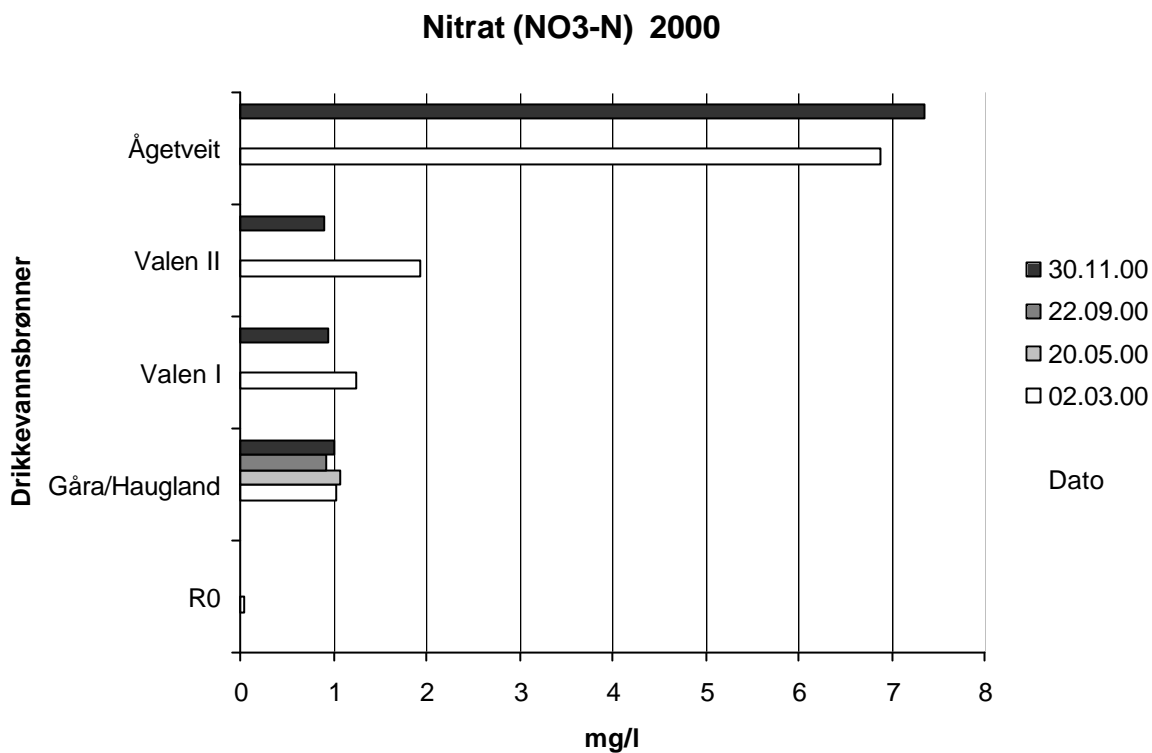


Fig. 24. Konsentrasjoner av nitrat-N i drikkevannsbrønner 2000. **Største tillatte verdi: 10 mg/l NO₃-N.**

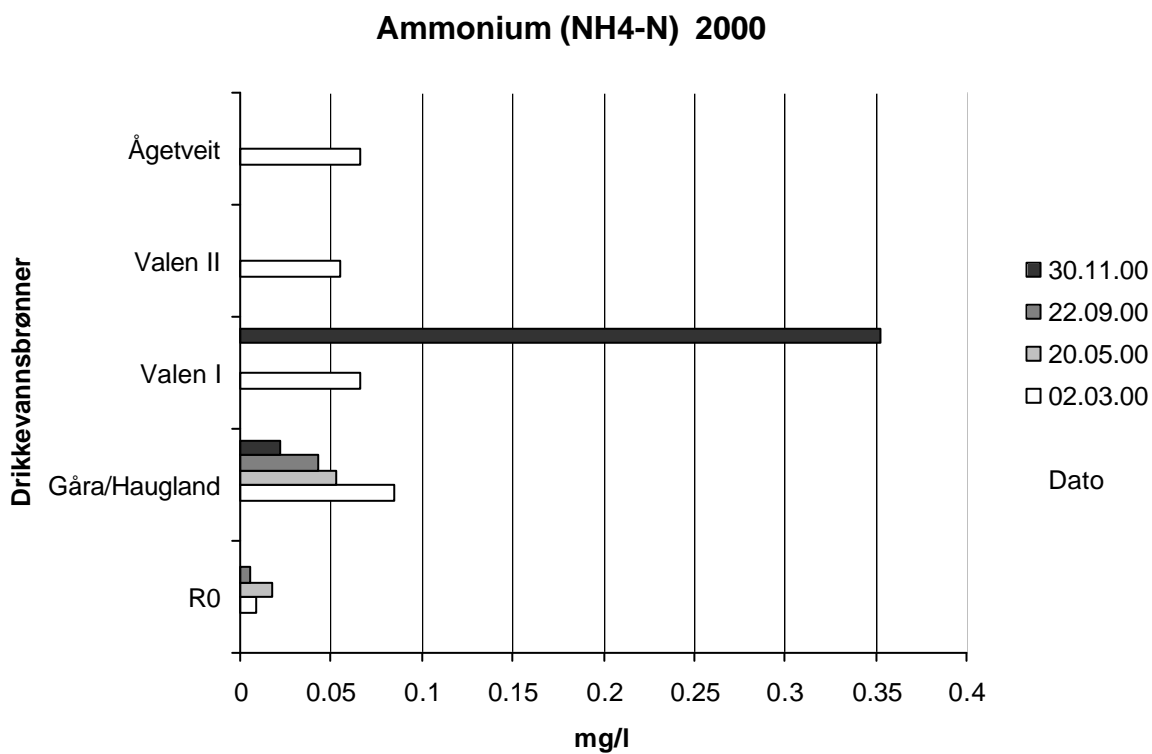


Fig. 25. Konsentrasjoner av ammonium-N i drikkevannsbrønner 1999. **Veiledende verdi: 0.05 mg NH₄-N. Største tillatte verdi: 0.5 mg/l NH₄-N.**

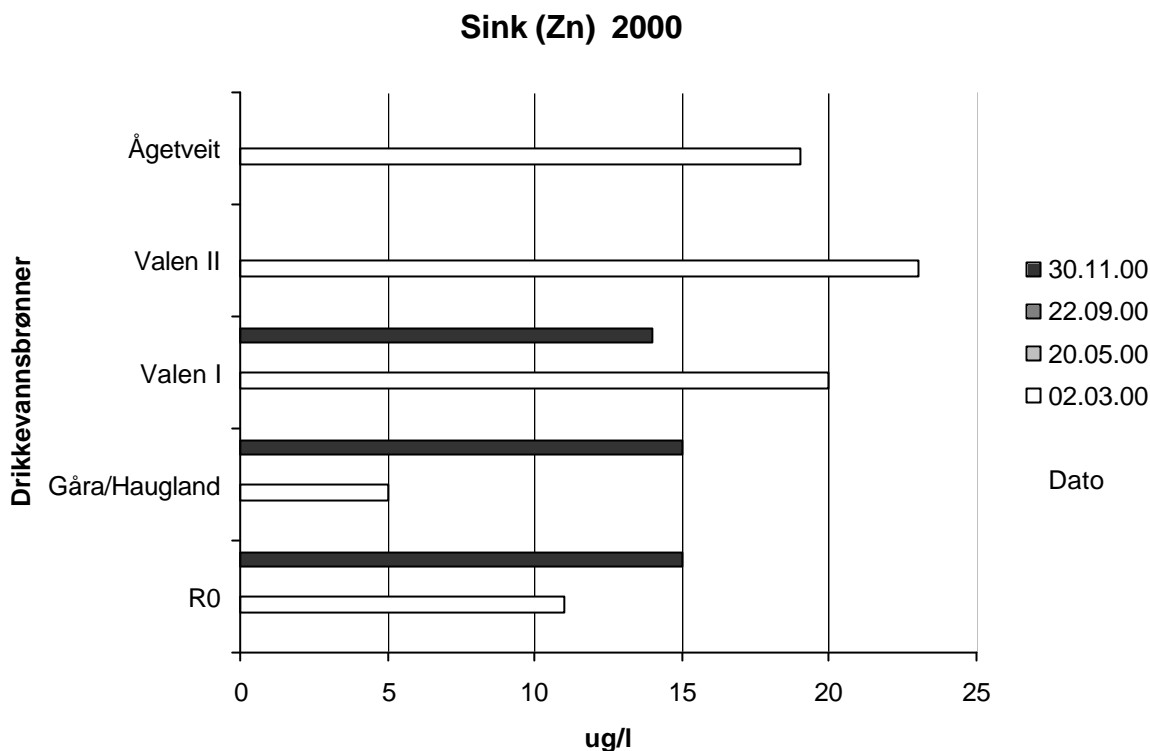


Fig. 26. Konsentrasjoner av sink i drikkevannsbrønner 2000. **Veiledende verdi: 100 mg/Zn.**
Største tillatte verdi: 300 mg/l Zn.

LITTERATUR

DNMI, 1998, 1999. Nedbørsobservasjoner 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.

Klempe, H. 2001a. Overvåking av grunnvannsforurensning fra Revdalen kommunale avfallsfylling. Årsrapport for 1998. HiT notat nr. 3/2001. Høgskolen i Telemark.

Klempe, H. 2001b. Overvåking av grunnvannsforurensning fra Revdalen kommunale avfallsfylling. Årsrapport for 1999. HiT notat nr. 4/2001. Høgskolen i Telemark.

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