

NGU Rapport 98.042

Oppfølgende boringer etter grunnvann på
Nesflaten i Suldal kommune.

| | | | |
|---|----------------------------|---|---------------------------------------|
| Rapport nr.: 98.042 | | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen |
| Tittel: Oppfølgende boringer etter grunnvann på Nesflaten i Suldal kommune. | | | |
| Forfatter: Øystein Jæger, Aase Midtgård og Bjørn Iversen | | Oppdragsgiver: NGU og Suldal kommune | |
| Fylke: Rogaland | | Kommune: Suldal | |
| Kartblad (M=1:250.000) Sauda | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1314 - II, Suldalsvatnet | |
| Forekomstens navn og koordinater: Nesflaten, UTM - sone: 32 Ø - V: 37600, N - S: 661400 | | Sidetall: 21 Pris: kr 40,- Kartbilag: 1 | |
| Feltarbeid utført: september 1997 | Rapportdato: 12.02.1998 | Prosjektnr.: 2713.11 | Ansvarlig: <i>Tor Eivind Finne</i> |
| <p>Sammendrag:</p> <p>NGU har tidligere påvist gode muligheter for grunnvannsuttak fra løsmasser på Nesflaten og har anbefalt plassering av fullskala brønn for langtids prøvepumping (Midtgård m/fl. 1997). Kommunen ønsket imidlertid å få utredet mulighetene for alternativ plassering av grunnvannsbrønn så nært dagens vanninntak i Brattlandselva som mulig. Høsten 1997 utførte derfor NGU oppfølgende grunnvannsundersøkelser i området som har omfattet sonderboringer, etablering av undersøkelsesbrønner for kapasitetstester og uttak av vann- og masseprøver.</p> <p>Undersøkelsen bekrefter at løsmassene i området er godt egnet for grunnvannsuttak og det er angitt alternativ plassering av fullskala brønn for langtids prøvepumping. En slik prøvepumping er nødvendig for å avklare kapasitet og kvalitet over tid før eventuell utbygging av grunnvannsanlegg. Data fra en slik langtids prøvepumping vil også gi grunnlag for å utarbeide framtidige klausuleringssoner rundt anlegget.</p> <p>Vannkvaliteten er stort sett god, men vannet har lav pH og alkalitet. I den ene vannprøven fra det dypeste nivået overskrider konsentrasjonen av jern veiledende verdi i «Forskrift om vannforsyning og drikkevann». Jerninnholdet er likevel godt under største tillatte verdi i forskriften.</p> | | | |
| Emneord: hydrogeologi | grunnvann | grunnvannsforsyning | |
| grunnvannskvalitet | sonderboring | løsmasse | |
| ressurskartlegging | vannverk lite | fagrapport | |

INNHold

| | |
|--|---|
| FORORD..... | 4 |
| 1 INNLEDNING | 5 |
| 2 METODEBESKRIVELSE..... | 5 |
| 3 FELTUNDERSØKELSER OG ANBEFALINGER..... | 6 |
| 3.1 Boringer..... | 6 |
| 3.2 Vannkvalitet | 7 |
| 4 KONKLUSJON | 7 |
| 5 REFERANSER | 8 |

TEKSTBILAG

- 1 Metodebeskrivelse av hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder

KARTBILAG

- 1 Detaljkart, M 1: 5000, over det undersøkte området ved Nesflaten med undersøkelsespunktene inntegnet

VEDLEGG

- 1.1 - 1.3 Undersøkelsesboringer; boreprofiler
- 2 Kornfordelingsanalyser av masseprøver
- 3 Kjemiske analyser av vannprøver

FORORD

En god vannforsyning med hensyn til kapasitet og kvalitet er grunnleggende og burde være en selvfølge i vårt land som har så mye lett tilgjengelig og lite forurenset ferskvann. Likevel har nesten 1 mill nordmenn for dårlig vannforsyning, mest på grunn av feil valg av vannkilde og mangelfullt rensset vann. EU-normene og de nye norske drikkevannsforskriftene medfører behov for en bedring av drikkevannsforsyningen i mange områder. I en femårsperiode fra 1995-1999 vil ulike departement bevilge 100 mill. kr. hvert år til forbedring av vannforsyningen.


Etter initiativ fra Miljøverndepartementet gjennomførte Norges geologiske undersøkelse (NGU) i perioden 1989-1992 prosjektet *Grunnvann i Norge (GiN)*. Det overordnede mål for GiN-prosjektet var å skape grunnlag for økt bruk og bedre beskyttelse av grunnvannsressurser. En viktig del av prosjektet bestod i registrering av potensielle grunnvannsressurser i 301 av landets kommuner. Registreringen ble gjennomført dels ved feltarbeid (30 % av kommunene) og dels ved gjennomgang av eksisterende bakgrunnsmateriale. GiN-prosjektet viste muligheter for grunnvannsforsyning til over 800 forsyningssteder (over 600 000 p.e.).

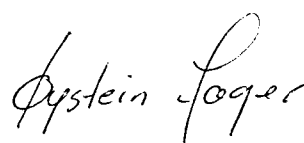
NGU har på bakgrunn av de forannevnte momentene startet prosjektet «*Økt bruk av grunnvann*». Formålet er en sikker dokumentasjon av kvantitet og kvalitet av grunnvannsforekomster som kan nyttes til allminnelig drikkevannsforsyning. Bedre vannforsyning til næringsmiddel- og reiselivsbedrifter er også prioritert.

Prosjektet gjennomføres som et samarbeidsprosjekt mellom NGU, fylkeskommuner og kommuner. Prioriteringen av kommuner vil bli gjort i samarbeid med fylkeskommunene, mens prioriteringen av forsyningssteder vil bli foretatt i samråd med kommunene.

I samråd med fylkesmyndighetene i Rogaland og ut fra kommunenes interesse for prosjektet ble kommunene Bjerkreim, Gjesdal, Hjelmeland, Hå, Sauda og Suldal valgt for grunnvannsundersøkelser i 1996. I 1997 ble det utført oppfølgende undersøkelser i kommunene Sauda og Suldal i tillegg til grunnvannsundersøkelser i Strand kommune.

Arbeidet i de enkelte kommunene er planlagt i samarbeid med teknisk etat som har bidratt med innhenting av bakgrunnsmateriale og teknisk tilrettelegging.


Bernt Olav Hilmo
Hovedprosjektleder


Øystein Jæger
avd.ing.

1 INNLEDNING

Sommeren 1996 gjennomførte NGU grunnvannsundersøkelser i sand- og grusavsetningene ved Brattlandselvas utløp i Suldalsvannet (Midtgård m/fl - 1997). Det ble den gang påvist gode muligheter for grunnvannsuttak og det ble angitt en lokalitet for etablering av fullskala brønn for langtids prøvepumping. Kommunen ønsket imidlertid å få utredet mulighetene for alternativ plassering av grunnvannsbrønn så nært dagens vanninntak i Brattlandselva som mulig og NGU gjennomførte av den grunn oppfølgende grunnvannsundersøkelser høsten 1997.

Vannbehovet for Nesflaten er angitt til 5 l/sek.

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden 17. - 18. September 1997 og mannskapet fra NGU var:

Forsker Aase Midtgård
Forsker Gaute Storrø
Ingeniør Bjørn Iversen (løsmasseboringer)

Alle analyser av vann- og masseprøver er utført ved NGUs laboratorium.

Kommunens kontaktperson har vært Reidar Blesvik. Kommunen har bl.a. innhentet boretillatelse fra grunneierne.

2 METODEBESKRIVELSE

På grunnlag av undersøkelsesresultatene etter feltsesongen 1996 (Midtgård m/fl - 1997) Ble det valgt ut borepunkter for oppfølgende undersøkelser. Undersøkelsen har omfattet tre løsmasseboringer med NGUs beltegående Borros borerigg. I to av borehullene ble det etablert undersøkelsesbrønner for kapasitetstesting og uttak av vann- og masseprøver i ulike dyp. Det er utført kornfordelingsanalyser av fire masseprøver og fysikalsk - kjemiske analyser av 5 vannprøver.

Det understrekes at kapasitetstestene angir vannmengder fra undersøkelsesbrønn (ϕ 32 mm) med 1 m filter. Målingene gir informasjon om vanngjennomgangen i ulike løsmasselag og representerer ikke vannkapasiteten i en eventuell produksjonsbrønn.

Metodebeskrivelse for hydrogeologiske/hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder står nærmere beskrevet i tekstbilag 1 og er fulgt i gjennomføringen av denne undersøkelsen.

3 FELTUNDERSØKELSER OG ANBEFALINGER

Undersøkelsesområdet ved Brattlandelvas utløp i Suldalsvannet er vist i kartbilag 1. Området er et breelvdelta som ble dannet under nedsmeltingen av innlandsisen på slutten av siste istid. Arealbruken er bebyggelse, dyrka mark og noe skog.

Området er tidligere undersøkt sommeren 1996 med georadarprofileringer og to boringer (Midtgård m/fl 1997). Undersøkelsen viste gode forhold for grunnvannsuttak fra løsmasser. Løsmassene har stor mektighet (> 35 m) og vanngjennomgangen er god. Undersøkelsen viste også at det noen steder er høy grunnvannstemperatur. Dette tolkes slik at grunnvannet har kort oppholdstid i grunnen og at vannet dermed har dårlig beskyttelse mot overflateforurensning. Det ble imidlertid funnet ett punkt med stabil lav grunnvannstemperatur og samtidig god vanngjennomgang; borepunkt 3/96 (se kartbilag 1) og det ble anbefalt langtids prøvepumping av fullskala brønn i dette punktet.

Kommunen ønsket imidlertid å få utredet mulighetene for uttak nærmere dagens vanninntak i Brattlandselva og av denne grunn ble de oppfølgende boringene utført høsten -97.

3.1 Boringer

Plasseringen av borepunktene er vist i kartbilag 1.

Ved sonderboring i borepunkt 1 (vedlegg 1.1) ved idrettsbanen nordøst for Brattlandselva ble det registrert sand og grus med antatt god vanngjennomgang til 25,5 m. Dette samsvarer godt med tidligere boringer i området som også viser lignende løsmassefordeling (Midtgård m/flere - 1997). Boringen ble avsluttet 25,5 m under bakkenivå på grunn av tett borekrone.

Etter ønske fra kommunen ble borepunkt 2 (vedlegg 1.2) plassert ved vanninntaket til Nesflaten vassverk. I borepunktet ble det registrert grus og noe sand over fjell på 23 m dyp. Prøvepumping av undersøkelsesbrønn (ϕ 32 mm), påmontert 1 m sandspiss, i ulike nivå mellom 4,5 og 21,5 m ga vannmengder mellom 0,17 og 2,9 l/sek. Vanngjennomgangen i løsmassene er god, men den målte temperaturen i grunnvannet er høy i alle nivå og dette indikerer at vannet har kort oppholdstid i grunnen. Lokaliteten anbefales derfor ikke for etablering av permanent grunnvannsbrønn.

Borepunkt 3 (vedlegg 1.3) ble boret ca. 300 m nedstrøms borepunkt 2 i nordkanten av et oppdyrket område. Boringen viser 17,5 m grus og sand med god vanngjennomgang over mer hardpakket sand og grus. Boringen ble avsluttet i nivå 23,5 m under bakken. Prøvepumping av undersøkelsesbrønn (ϕ 32 mm), påmontert 1 m sandspiss, hver fjerde meter mellom 6,5 og 15,5 m ga vannmengder mellom 2 og 3,3 l/sek. I nivå 18,5 - 19,5 m var ytelsen mindre; 0,5 l/sek. Kornfordelingsanalysene av masseprøver (vedlegg 2) viser at massene inneholder mer sand i det dypeste nivået og dette forklarer at vanngjennomgangen er dårligere enn i de overliggende grusige massene. Grunnvannstemperaturen ble målt til 11 °C i nivå 6,5 - 7,5 m, men dypere i profilet ble temperaturen målt til 4,8 - 4,9 °C og dette indikerer grunnvann uten direkte kontakt med overflatevann fra Brattlandselva.

3.2 Vannkvalitet

Kjemiske analyser av 4 grunnvannsprøver fra borehull 3 (vedlegg 3) viser at vannet har lav pH (5,72 - 6,30) og alkalitet (< 0,04 - 0,04 mmol/l). Det vil derfor bli nødvendig med pH-justering og alkalisering av vannet ved eventuell grunnvannsproduksjon.

I vannprøven fra nivå 18,5 - 19,5 m overstiger jernverdien veiledende verdi i drikkevannsforskriften (Sosial- og helsedepartementet 1995). Verdien er likevel godt under største tillatte konsentrasjon.

Det er målt høye verdier for turbiditet (inntil 6,3 F.T.U.) i noen av prøvene, men dette skyldes trolig slam fra boringen og verdiene forventes å synke ved lengre tids pumping.

Analyse av vann fra Brattlandselva (vedlegg 3) viser at ioneinnholdet i elvevannet er lavere enn i grunnvannet samtidig som temperaturen er høyere. Dette indikerer at grunnvannet i borehull 3 har forholdsvis lang oppholdstid i grunnen.

4 KONKLUSJON

Undersøkelsen bekrefter at det er gunstige geologiske forhold for uttak av grunnvann fra løsmassene på Nesflaten. I tidligere undersøkelse utført i 1996 er det anbefalt en lokalitet for etablering og prøvepumping av fullskala brønn (Midtgård m/fl 1997). Denne lokaliteten ligger innenfor et område med dyrka mark.

Undersøkelsen beskrevet i denne rapporten påviser i tillegg at det er mulig å ta ut grunnvann lenger opp langs Brattlandselva, nærmere Nesflaten vassverks vanninntak.

Ved vanninntaket er oppholdstida for grunnvannet kort slik at det ikke anbefales etablering av grunnvannsbrønn her.

Det gunstigste punktet i denne undersøkelsen for grunnvannsuttak er ved borehull 3/97. Dette punktet ligger bedre beskyttet mot eventuell forurensning fra landbruket enn brønnpunktet som ble anbefalt for langtids prøvepumping i forrige grunnvannsundersøkelse (Midtgård m/fl. 1997). Dersom kommunen velger å utrede denne lokaliteten nærmere anbefales det etablering av fullskala brønn for langtids prøvepumping for å undersøke kapasitet og kvalitet over tid. Brønnen bør utformes etter følgende spesifikasjoner:

| | |
|-----------------------|---|
| Brønntype: | vertikal rørbrønn |
| Brønnmateriale: | rustfritt stål |
| Brønndiameter: | Bestemmes av pumpevalg (minimum D = 160 mm) |
| Filterplassering: | 11 - 17 m u/bakkenivå (6 m filter) |
| Filtertype/lysåpning: | Kontinuerlige slisser (con-slot)/ 1,0 mm |

Brønnen må utstyres med 1 meter sumprør.

Prøvepumpingen bør strekke seg over minst 3 måneder med jevnlig uttak vannprøver for kjemiske og bakteriologiske analyser. I tillegg til prøvebrønnen bør det etableres et nett av observasjonsbrønner i området for å skaffe data for klausulering av området ved eventuell utbygging av nytt grunnvannsanlegg.

Dersom prøvepumpingen blir vellykket kan prøvebrønnen senere benyttes som produksjonsbrønn.

5 REFERANSER

Midtgård, M. Mauring, E., Jæger, Ø., Tønnesen, J.F. & Iversen, B. 1997: Grunnvannsundersøkelser - Erfjord/Hålandsdalen, Nesflaten og Suldalsosen, Suldal kommune. *NGU Rapport 97.041*

Sosial- og Helsedepartementet 1995: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. Nr. 68, 1-9/95.

HYDROGEOLOGISKE OG HYDROKJEMISKE FELT- OG LABORATORIEMETODER

1 SONDERBORINGER I LØSMASSER

a) Metodikk

Standard sonderboringer i løsmasser blir gjort med Borros borerigg og Ø57 mm krone med vannspyling. Boringen er hydraulisk drevet og kan gjøres med både rotasjon og slag. Vanligvis bores det til 20-30 m dyp eller til fjell, men ellers er lengden av sonderstrengen eneste begrensning i mulig boredyp. For å få en mest mulig sikker kontroll av fjelldyp, bores det min. 0.5 m ned i fjellet.

Sonderboringer kan også gjøres med håndholdt borutstyr (pionar slagbormaskin). Det benyttes 40 mm firkantet sonderspiss og Ø25 mm sonderstenger av en meters lengde. Denne boremetoden er mest brukt på lokaliteter med vanskelig tilgjengelighet og ved grunne boringer.

b) Dataregistreringer

Under boring med Borros borerigg registreres borsynk (sekund/m), vanntrykk (kg), om det brukes slag under boring og karakterisering av boreslammet (farge og kornstørrelse).

Ved sonderboring med håndholdt borutstyr registreres borsynk og friksjonslyden ved dreining av sonderspissen.

c) Tolkning

Ut fra dataregistreringene og egne vurderinger gjør boreingeniøren en tolkning av massene for hver meter. Fargen på boreslammet sier i tillegg noe om det er oksyderende (brunt spylevann) eller reduserende forhold (grått spylevann) i magasinet. Hvis spylevannet forsvinner i grunnen, gir vanntrykket en indikasjon på massenes hydrauliske ledningsevne.

Ved sonderboring med håndholdt borutstyr vurderes løsmassetypen for hver meter ut fra borsynk, dreiemotstand og friksjonslyd ved dreining av sonderspissen.

2 TESTPUMPINGER

a) Metodikk

Hvis sonderboringen indikerer egnede masser for grunnvannsuttak, blir det boret en undersøkelsesbrønn for kapasitetsmålinger og prøvetaking av masser og grunnvann i bestemte nivå i magasinet. Brønnen bores med samme utstyr som sonderboringene og den settes ned i et forboret hull. Undersøkelsesbrønner lages av Ø32 mm dampør med en meter filterlengde bestående av 3-5 mm brede slisser. Det finnes også spesielle sandspisser til dette formålet. Før testpumpingen spyles brønnen ren for masser som har trengt inn under boring. Testpumpingen skjer ved bruk av bensindrevet sugepumpe med en kapasitet på 5 l/s. For å kunne vurdere

kapasiteten i hvert nivå og for å få klart grunnvann til prøvetaking, må det bygges opp et naturlig grusfilter rundt brønnfilteret. Dette gjøres ved vekselvis spyling og pumping av brønnen, dreining av hele brønnrøret og/eller ved å starte og stoppe pumpa gjentatte ganger. For å få pumpet opp vann med sugepumper må dybden til grunnvannsnivået ikke være større enn 6-7 m.

b) Dataregistreringer

Før pumpingen starter måles grunnvannsstanden i testbrønnen. I hvert nivå hvor det blir testpumpet, blir brønnens vanngiverevne målt (l/s) og det blir tatt prøver av grunnvannet etter ca. 15 min. pumping. Grunnvannsstanden blir også målt like etter pumpingen. I tillegg blir det gjort en bedømming av vanngjennomgangen ut fra hvor raskt nedspylt vann synker i testbrønnen. Ved en undersøkelse av en grunnvannsforekomst er det vanlig med 2-10 undersøkelsesbrønner som prøvetas og testpumpes i 2-5 forskjellige nivå.

c) Tolkning

De forskjellige nivåenes vanngiverevne, vanngjennomgangen i massene og senkningen av grunnvannsstanden under testpumping blir brukt til en helhetlig vurdering av grunnvannsmagasinetes hydrauliske egenskaper og til å bestemme lokalisering og filterplassering til eventuelle fullskala pumpebrønner.

3 SEDIMENTPRØVETAKING

Sedimentprøver kan tas av oppspylte/oppumpede masser i hvert nivå hvor det blir testpumpet. Vanligvis tas det oppumpede prøver, men i tilfeller med lav grunnvannsstand eller for liten prøvemengde ved pumping, tas det oppspylte prøver. Oppspylte prøver tas etter at brønnen er spylt ren for masser som er trengt inn under boring, mens oppumpede prøver tas like etter oppstart av testpumping. Disse sedimentprøvene er ikke helt representative for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvekarer. Ved undersøkelser som stiller strengere krav til representative og mer uforstyrrende prøver blir det benyttet spesielle prøvetakere.

Ut fra sedimentprøvenes kornfordeling kan man gjøre overslag av massenes hydrauliske ledningsevne og anbefale filteråpning på eventuelle produksjonsbrønner.

4 BORINGER AV FJELLBRØNNER

a) Metodikk

Fjellbrønner blir boret med Nemec borerigg og Ø140 mm borkrone med luftspyling. Det blir benyttet foringsrør ned til fast fjell. Boreriggen kan bore skråbrønner, opptil 45° fra loddlinjen. Vanligvis blir det boret til 60-150 m dyp, men boringen kan bli avsluttet før på grunn av fare for innrasing i hullet (løst fjell) eller på grunn av klare indikasjoner på tilstrekkelige vannmengder på mindre dyp.

b) Dataregistrering

Under boring registreres borsynk, farge på borkaks, svakhetssoner/sprekker, dybde til eventuelle vanninnslag og anslått mengde vann som blåses opp under boring.

c) Tolkning

Ut fra fargen og forandringer av fargen på borkakset kan man vurdere bergartstype, type svakhetssone og bergartsgrenser. Vannmengden som blåses opp under boring gir grunnlag for kapasitetsanslag.

5 TESTPUMPINGER AV FJELLBRØNNER

Til testpumping av fjellbrønner benyttes en Ø95 mm elektrisk dykkpumpe og strømaggreat. Pumpa plasseres på min. 45 m dyp, eller ca. 2 m over bunnen hvis brønndypet er mindre enn 45 m. Kapasiteten kan måles på flere måter. En metode er å først lense borhullet (til pumpe suger luft) og så måle utpumpet vannmengde over en periode på 1-3 timer. Hvis brønnens kapasitet er så stor at pumpe ikke greier å lense hullet, kan kapasiteten beregnes ut fra senkningen av grunnvannsspeilet og pumperaten.

6 FULLSKALA, LANGTIDS PRØVEPUMPING**a) Metodikk**

Fullskala, langtids prøvepumping av løsmassebrønner kan skje ved bruk av forskjellige brønntyper og pumper avhengig av forventet grunnvannsnivå under pumping, pumperate og av sjansene for at brønnen senere kan benyttes til produksjonsbrønn.

Tabell 1: Brønn- og pumpetyper som benyttes til fullskala prøvepumping.

| Brønntype | Pumpetype | Pumperate | Grunnvannsstand under pumping | Produksjonsbrønn |
|--|-----------------------------|--------------------|-------------------------------------|------------------|
| Ø50-100 mm damprør med oppslisset filter | El. Sugpumpe (tørroppstilt) | 1-20 l/s pr. brønn | Mindre enn ca. 6 m under overflaten | Nei |
| Ø50-76 mm brønn i rustfritt stål og med f.eks. Con Slot filter | El. Sugpumpe (tørroppstilt) | 1-10 l/s pr. brønn | Mindre enn ca. 6 m under overflaten | Ja |
| Ø 150-500 mm rørbrønn. | El. Senkpumpe | 1-50 l/s pr. brønn | Ingen begrensning | Ja |

For å kunne måle grunnvannsnivået rundt prøvebrønnen før og under pumpeperioden blir det satt ut observasjonsbrønner av Ø32 mm damprør med filter bestående av oppslisset rør. Det er viktig at disse brønnene blir satt ned i samme nivå som filteret på prøvebrønnen eller i et nivå med god hydraulisk kommunikasjon til prøvebrønnen. Opp-pumpet grunnvann blir ledet bort fra brønnens influensområde eller til et vassdrag med mye større vannføring enn pumperaten for å unngå reinfiltrasjon og tilbakestrømning til pumpebrønnen.

b) Dataregistrering

Før og under prøvepumpingen blir grunnvannsstanden i observasjonsbrønnene målt ved hjelp av et spesiallaget målebånd. Målingene blir gjort med korte tidsintervall i starten og stadig lengre intervall etter hvert. I tillegg blir pumperaten målt, enten manuelt med målekar og stoppeklokke eller ved hjelp av automatisk vannmåler. Det prøvepumpes i min. 3 måneder, men for større vannverk bør det prøvepumpes ett år slik at man får med eventuelle seshongvariasjoner i nedbør og vannføring i nærliggende vassdrag som kan ha innvirkning på kapasitet og grunnvannskvalitet.

c) Tolkning

Pumperaten og senkningen av grunnvannsnivået under pumping gir grunnlag for beregning av hydrauliske parametere som igjen brukes til vurderinger av magasinets/brønnens totale kapasitet og utbredelsen av klausulerinssonene (se GiN-veileder nr. 7).

d) Langtids prøvepumping av fjellbrønner

Langtids prøvepumping av fjellbrønner skjer stort sett etter de samme prinsipper som prøvepumping av løsmassebrønner. Pumpeperioden bør være minst tre måneder. Pumpa bør dimensjoneres ut fra kapasiteten funnet ved testpumpingen og maksimal løftehøyde (i en driftsfase). Som oftest har man ingen eller svært få peilebrønner rundt pumpebrønnen. Dette gjør det vanskelig å beregne hydrauliske parametere og størrelsen på klausuleringssoner. Kapasiteten måles sikrest ved bruk av automatisk vannmåler på utløpsledningen fra pumpa etter at pumperaten er regulert slik at vannstanden i borehullet innstiller seg i et konstant nivå like over pumpa. Det er da likevekt mellom uttatt vannmengde og det maksimale tilsiget av grunnvann til brønnen. Utløpsledningen føres såpass langt bort fra brønnen at det ikke kan skje reinfiltrasjon av opp-pumpet vann langs brønnrøret eller i nærliggende fjellsprekker som står i hydraulisk kontakt med grunnvannsmagasinet.

Under pumpeperioden tas det vannprøver til både fysikalsk-kjemiske og bakteriologiske analyser minimum en gang pr. måned.

7 VANNPRØVETAKING

Under grunnvannsundersøkelser tas det vannprøver til fysikalsk-kjemiske analyser fra:

- undersøkelsesbrønner i løsmasser
- borede fjellbrønner
- kildeutslag
- prøvepumpingsbrønner
- nærliggende produksjonsbrønner
- nærliggende overflatevann som kan infiltrere i grunnvannsmagasinet

Prøvetakingen av grunnvann fra undersøkelsesbrønner blir tatt etter min. 15 min. pumping og fra borede fjellbrønner etter min. 1 times pumping. Vannprøver fra eksisterende produksjonsbrønner tas så nær inntaket som mulig.

Hver vannprøve omfatter en 500 ml ufiltrert prøve til analyse av pH, elektrisk ledningsevne, alkalitet, turbiditet og fargetall, en filtrert (0.45 µm papirfilter) 100 ml prøve til anionanalyser og en 100 ml filtrert og surgjort prøve (tilsatt 0.5 ml ultraren 65 % salpetersyre) til kationanalyser. Vannprøvene blir lagret i kjølerom/kjøleskap før analyse på NGU's laboratorium.

8 FELTANALYSER

Feltanalyser blir gjort for å få en foreløpig vurdering av grunnvannskvaliteten, og av parametre som må/bør analyseres i felt. Aktuelle kationer og anioner (Fe, Mn, NO₃), CO₂-innhold og O₂-innhold blir bestemt ved bruk av fargespektrometri, mens til feltmålinger av pH, Eh og ledningsevne brukes sensoriske metoder.

Den største fordelen med feltanalysene er at de gir raske indikasjoner på grunnvannskvaliteten. Dette kan ha stor betydning for feltundersøkelsene i og med at foreløpige resultater av grunnvannskvalitet gir grunnlag for omprioriteringer av borer/lokalteter og grunnlag for lokalisering og filterplasseringen av testbrønner. Forundersøkelser og nedsetting av testbrønner kan dermed gjøres i samme tidsrom.

9 LABORATORIEUNDERSØKELSER

I forbindelse med grunnvannsundersøkelser blir det ved NGU's laboratorium utført kornfordelingsanalyser av masseprøver og fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver. Kornfordelingen er bestemt ved tørrsikting av materiale større enn 0.063 mm med bruk av følgende siktesats: 0.0625 mm, 0.125 mm, 0.25 mm, 0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm, 4.0 mm, 8.0 mm og 16 mm. Hvis mer enn 10 % av prøven er mindre enn 0.0625 mm blir det kjørt sedigrafanalyse på oppslemmet materiale av denne prøvedelen.

Som standard analyseres følgende fysikalsk-kjemiske parametre på vannprøver:

- | | |
|----------------|---------------|
| - ledningsevne | - turbiditet |
| - pH | - 30 kationer |
| - alkalitet | - 7 anioner |
| - fargetall | |

Bestemmelse av ledningsevne blir gjort etter Norsk Standard (NS) 4721 og måleinstrumentet er et Radiometer CDM 83 Conductivity meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.004 mS/m og en målenøyaktighet på ± 2% for verdier over 0.2 mS/m, ± 0.004 mS/m i måleområdet 0.004-0.2 mS/m og ± 0.003 mS/m i måleområdet < 0.004 mS/m.

pH-verdien blir bestemt etter NS 4720 og måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH meter med en analyseusikkerhet på ± 0.05 pH.

Bestemmelse av alkalitet blir gjort etter NS 4754. Måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH-meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.03 mmol/l og en målenøyaktighet på ± 2.5 % for verdier over 2.0 mmol/l, ± 0.04 mmol/l i måleområdet 0.2-2 mmol/l og ± 0.03 mmol/l i måleområdet 0.03-0.2 mmol/l.

Fargetallet bestemmes etter NS 4787 og instrumenttypen er et SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer med en nedre bestemmelsesgrense på 1.4 og en analyseusikkerhet på ± 7.5 %.

Bestemmelse av turbiditet blir gjort etter NS 4723. Måleinstrumentet er et Hach 2100 A Turbidimeter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.05 FTU og en analyseusikkerhet på ± 0.04 FTU i måleområde 0.05-1.0, ± 0.4 FTU i måleområde 1.0-10, ± 4 FTU i område 10-100 og ± 40 FTU i område 100-1000 FTU.

Standardanalyse av 30 forskjellige elementer bestemmes ved ICP og bruk av måleinstrumentet Thermo Jarrell Ash ICP 61. Nedre bestemmelsesgrenser og analyseusikkerhet går fram av tabell 2:

I tillegg kan tungmetaller som Pb, Cd, Hg, As, Se og Sb bestemmes ved bruk av atomadsorpsjon og med en målenøyaktighet som tilfredsstiller de krav som stilles i Forskriftene om vannforsyning og drikkevann m.m. (Sosial- og Helsedepartementet, 1995).

Tabell 2: Nedre bestemmelsesgrense og analyseusikkerhet for analyserte kationer.

| Element | Nedre bestemmelsesgrense | Analyseusikkerhet | Element | Nedre bestemmelsesgrense | Analyseusikkerhet |
|---------|--------------------------|-------------------|---------|--------------------------|-------------------|
| Si | 20 ppb | 10 % | V | 5 ppb | |
| Al | 20 ppb | 10 % | Mo | 10 ppb | 10 % |
| Fe | 10 ppb | | Cd | 5 ppb | 20 % |
| Ti | 5 ppb | | Cr | 10 ppb | |
| Mg | 50 ppb | | Ba | 2 ppb | |
| Ca | 20 ppb | | Sr | 1 ppm | |
| Na | 50 ppb | 10 % | Zr | 5 ppb | 10 % |
| K | 500 ppb | 20 % | Ag | 10 ppb | 10 % |
| Mn | 1 ppb | | B | 10 ppb | 10 % |
| P | 100 ppb | | Be | 1 ppb | |
| Cu | 5 ppb | | Li | 5 ppb | 20 % |
| Zn | 2 ppb | | Sc | 1 ppb | |
| Pb | 50 ppb | 20 % | Ce | 50 ppb | 20 % |
| Ni | 20 ppb | | La | 10 ppb | 10 % |
| Co | 10 ppb | | Y | 1 ppb | |

Sju forskjellige anioner bestemmes ved en IC-analyse der instrumenttypen er en Dionex ionekromatograf 2120i. Nedre bestemmelsesgrense går fram av følgende tabell:

Tabell 3: Nedre bestemmelsesgrense for analyserte anioner

| ION | F ⁻ | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | Br ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ |
|---------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Nedre bestemmelsesgrense - mg/l | 0.05 | 0.1 | 0.05 | 0.10 | 0.05 | 0.2 | 0.1 |

Analyseusikkerheten er 10 % rel. for alle ionene.

Kvaliteten av analysene er kontrollert ved beregning av ionebalansen (Σ kationer = Σ anioner) Ionebalanseavviket er beregnet etter formelen:

$$(\Sigma kationer - \Sigma anioner) / (\Sigma kationer + \Sigma anioner) \times 100 \%$$

Avhengig av totalkonsentrasjonen kan ionebalanseavviket si om totalkvaliteten i analysen er tilfredsstillende. Ionebalanseavviket bør være mindre enn følgende verdier for at analysen er akseptabel:

| | | | |
|---|----|---|-----|
| Σ Anioner + Σ kationer [mekv/l] | 20 | 7 | 0.9 |
| Ionebalanseavvik [%] | 2 | 3 | 12 |

Sammenligning av totalt ioneinnhold og målt elektrisk ledningsevne gir også muligheter for å kontrollere analyseresultatene.

NGU, faggruppe for laboratorier er akkreditert for alle de nevnte analysene (akkrediteringsdokument P020), og en nærmere beskrivelse av kvalitetssikring, produksjonsrutiner og måleutstyr er gitt i NGU-SD 0.1 Kvalitetshåndbok for NGU-lab.

LITTERATUR

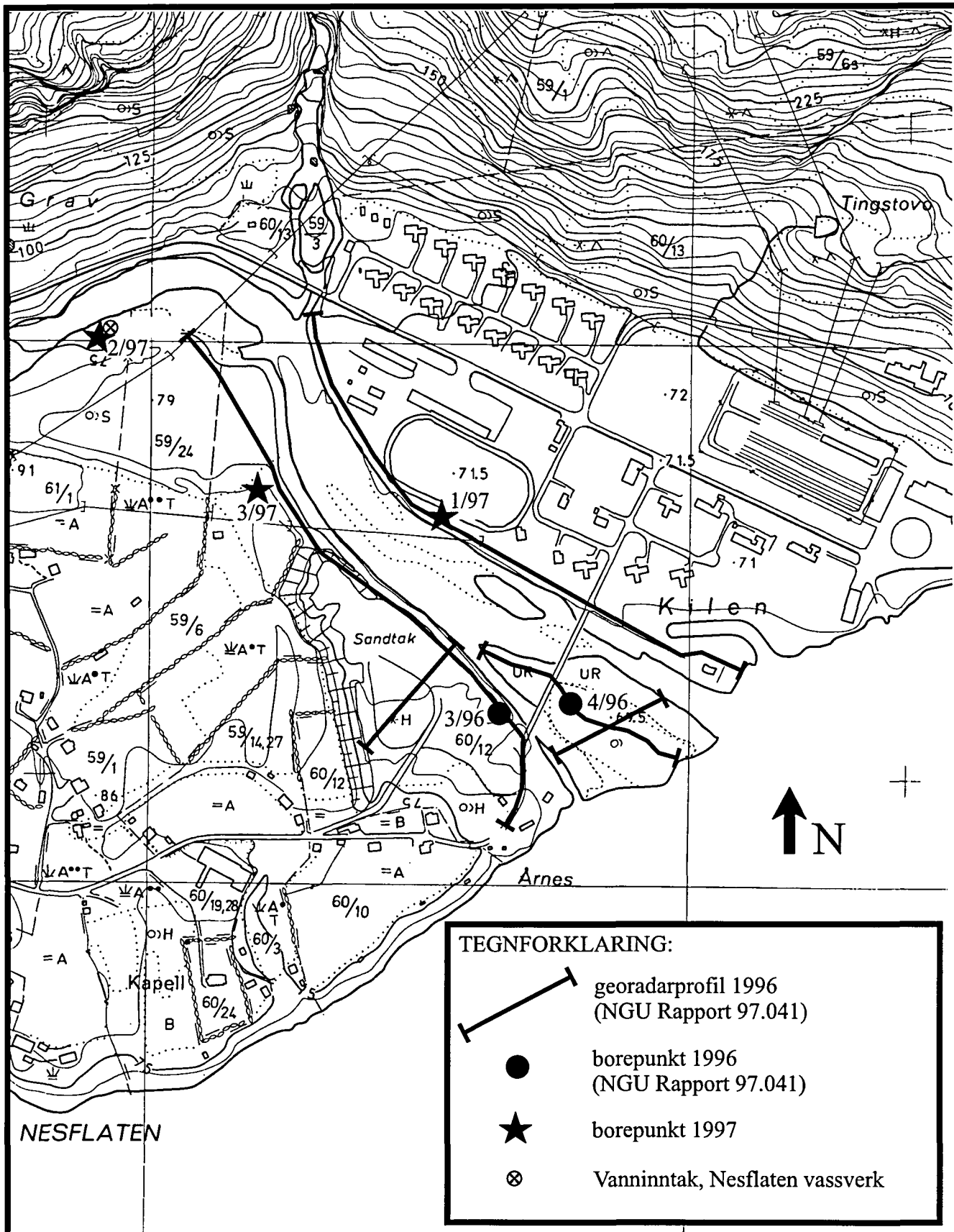
Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.

Bjerkli, K., 1994: NGU-SD 0.1 Kvalitetshåndbok for NGU-LAB. *Norges geologiske undersøkelse*.





GiN-veileder nr. 3, 1990: Grunnvannsundersøkelser i løsmasser. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*.

GiN-veileder nr. 6, 1990: Grunnvatn i fjell til spreidd busetnad. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*.

GiN-veileder nr. 7, 1990: Grunnvann. Beskyttelse av drikkevannskilder. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*.



TEGNFORKLARING:

-  georadarprofil 1996 (NGU Rapport 97.041)
-  borepunkt 1996 (NGU Rapport 97.041)
-  borepunkt 1997
-  Vanninntak, Nesflaten vassverk

| | | | |
|--|------------------------|---------------------------|------------|
| SULDAL KOMMUNE DETALJKART NESFLATEN ROGALAND | MÅLESTOKK | MÅLT JFT/ØJ | 1996/1997 |
| | 1: 5000 | TEGN AaM/ØJ | FEBR. 1998 |
| | | TRAC | |
| | | KFR | |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR 98.042-1 | KARTBLAD NR AU 039-5-4 | |

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Nesflaten

UTFØRT DATO: 17.09.97

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X UNDERSØKELSESRØNN:

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1314 - II SONE: 32 V Ø-V: 37655 N-S: 661433

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca. 70 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: Boringen avsluttet på 25,5 m dyp fordi borekrona gikk tett.

| Dyp [m] | Materialtype | Borsynk [min/m] | Slag | Vann- trykk [kg] | Boreslam | Temp. [°C] | P.tid før prøve taking [min] | Vann- føring [l/s] | Merknad |
|------------|-----------------------|--------------------|------|------------------------|----------|---------------|---------------------------------------|--------------------------|---------|
| 1,5 | sand, grus | | - | - | borte | | | | |
| 3,5 | sand, grus | 0,35 | DS | - | " | | | | |
| | stein, sand, grus | 4,10 | S | - | " | | | | |
| 5,5 | stein, grus | 1,00 | S | - | " | | | | |
| | grus | 0,35 | S | - | " | | | | |
| 7,5 | grus, grovt | 0,40 | S | - | " | | | | |
| | grus | 0,25 | S | - | " | | | | |
| 9,5 | grus, noe grovt | 0,50 | S | - | " | | | | |
| | grus | 0,40 | S | - | " | | | | |
| 11,5 | grus | 0,20 | S | - | " | | | | |
| | grus | 0,20 | S | - | " | | | | |
| 13,5 | grus, noe sand | 0,15 | S | - | " | | | | |
| | grus, noe sand | 0,15 | S | - | " | | | | |
| 15,5 | grus, noe sand | 0,35 | - | - | " | | | | |
| | grus, tettere | 0,55 | S | 7 | " | | | | |
| 17,5 | grus, tettere | 0,40 | S | - | " | | | | |
| | grus, sand, vekslende | 0,35 | S | 0-5 | " | | | | |
| 19,5 | grus | 0,40 | S | - | " | | | | |
| | grus | 0,35 | S | - | " | | | | |
| 21,5 | grus | 0,20 | S | - | " | | | | |
| | grus | 0,20 | S | - | " | | | | |
| 23,5 | grus | 0,30 | S | - | " | | | | |
| | grus | 0,25 | S | - | " | | | | |
| 25,5 | grus | 0,25 | S | - | " | | | | |
| | grus | 0,30 | S | - | " | | | | |
| 27,5 | | | | | | | | | |
| 29,5 | | | | | | | | | |

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Nesflaten

UTFØRT DATO: 17.09.97

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSEBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):

1314 - II SONE: 32 V

Ø-V: 376252

N-S: 6614675

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca. 75 m

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: Høy temperatur og lav ledningsevne indikerer kort oppholdstid for grunnvannet.

| Dyp [m] | Materialtype (tolking ved sonderboring) | Borsynk [min/m] | Slag | Vann- trykk [kg] | Boreslam | Temp. [°C] | P.tid før prøve taking [min] | Vann- føring [l/s] | Merknad |
|------------|---|--------------------|------|------------------------|----------|---------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------|
| 1,5 | blokk | | S | - | borte | | | | |
| | blokk, stein, grus | 4,10 | S | - | " | | | | |
| 3,5 | stein, grus | 1,00 | S | - | " | | | | |
| | grus, grovt | 0,40 | S | - | " | | | | |
| 5,5 | grus, grovt | 0,45 | S | - | " | 11,7 | | 1,7 | L: 12,2 µS/sm |
| | grus | 0,30 | S | - | " | | | | |
| 7,5 | grus, stein | 1,00 | S | - | " | | | | |
| | grus | 0,30 | S | - | " | | | | |
| 9,5 | grus | 0,25 | S | - | " | 10,7 | | 2,9 | L: 11,3 µS/sm |
| | grus | 0,30 | S | - | " | | | | |
| 11,5 | grus, noe grovt | 0,30 | S | - | " | | | | |
| | grus, noe grovt | 0,35 | S | - | " | | | | |
| 13,5 | grus, sand, noe grovt | 0,40 | S | - | " | 13,1 | | 0,17 | L: 14,2 µS/sm |
| | grus, sand, noe grovt | 0,35 | S | - | " | | | | |
| 15,5 | grus, sand, noe grovt | 0,35 | S | - | " | 12,8 | | 1,7 | L: 12,8 µS/sm |
| | grus | 0,45 | S | - | " | | | | |
| 17,5 | grus, noe grovt | 0,40 | S | - | " | | | | |
| | grus | 0,40 | S | - | " | | | | |
| 19,5 | grus, noe grovt | 0,55 | S | - | " | 12,2 | | 1,5 | L: 29,5 µS/sm |
| | grus, noe grovt | 0,35 | S | - | " | | | | |
| 21,5 | grus, vekslende | 0,30 | S | - | " | 11,2 | | 2,5 | L: 15 µS/sm |
| | grus | 0,30 | S | - | " | | | | |
| 23,5 | grus, noe grovt | | | | | | | | |
| | fjell fra 23 meter | | | | | | | | |
| 25,5 | | | | | | | | | |
| 27,5 | | | | | | | | | |
| 29,5 | | | | | | | | | |

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [µS/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Nesflaten

UTFØRT DATO: 18.09.97

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1314 - II SONE: 32 V Ø-V: 376439 N-S: 6614461

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca. 75 m

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 3,37 m

MERKNAD: 20 m 5/4" rør står igjen som peilerør

| Dyp [m] | Materialtype | Borsynk [min/m] | Slag | Vann- trykk [kg] | Boreslam | Temp. [°C] | P.tid før prøve taking [min] | Vann- føring [l/s] | Merknad |
|------------|--|--------------------|----------|------------------------|------------|---------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1,5 | stein, grus, sand | | S | - | B | | | | |
| 3,5 | stein, grus, sand sand | 3,10 0,15 | S - | - - | borte " | | | | |
| 5,5 | sand, grus grus, noe grovt | 0,35 0,35 | DS DS | - - | " " | | | | |
| 7,5 | grus grus | 0,25 0,25 | DS DS | - - | " " | 11,0 | 30 | 2,5 | MP + VP L: 15,8 µS/cm |
| 9,5 | grus grus, noe grovt | 0,25 0,25 | S S | - - | " " | | | | |
| 11,5 | grus grus, sand, noe grovt | 0,25 0,35 | S S | - - | " " | 4,8 | 12 | 3,3 | MP + VP L: 19,7 µS/cm |
| 13,5 | grus grus, sand, hardpakket | 0,25 1,00 | S S | - 0-10 | " " | | | | |
| 15,5 | grus, sand, vekslende grus, sand, vekslende | 1,00 0,50 | S S | - - | " " | 4,9 | 13 | 2 | MP + VP L: 24,1 µS/cm |
| 17,5 | blokk, grus grus | 1,20 1,00 | S S | - - | " " | | | | |
| 19,5 | stein, sand, grus hardpakket sand, grus | 2,30 2,30 | S S | 0-15 0-10 | " " | 6,8 | 15 | 0,5 | MP + VP L: 22,6 µS/cm |
| 21,5 | grus, sand grus, sand, noe grovt | 1,10 2,25 | S DS | 0-8 0-5 | " " | | | | |
| 23,5 | hardpakket sand, grus hardpakket sand, grus | 1,10 3,10 | S S | 8 8 | " " | | | | |
| 25,5 | | | | | | | | | |
| 27,5 | | | | | | | | | |
| 29,5 | | | | | | | | | |

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

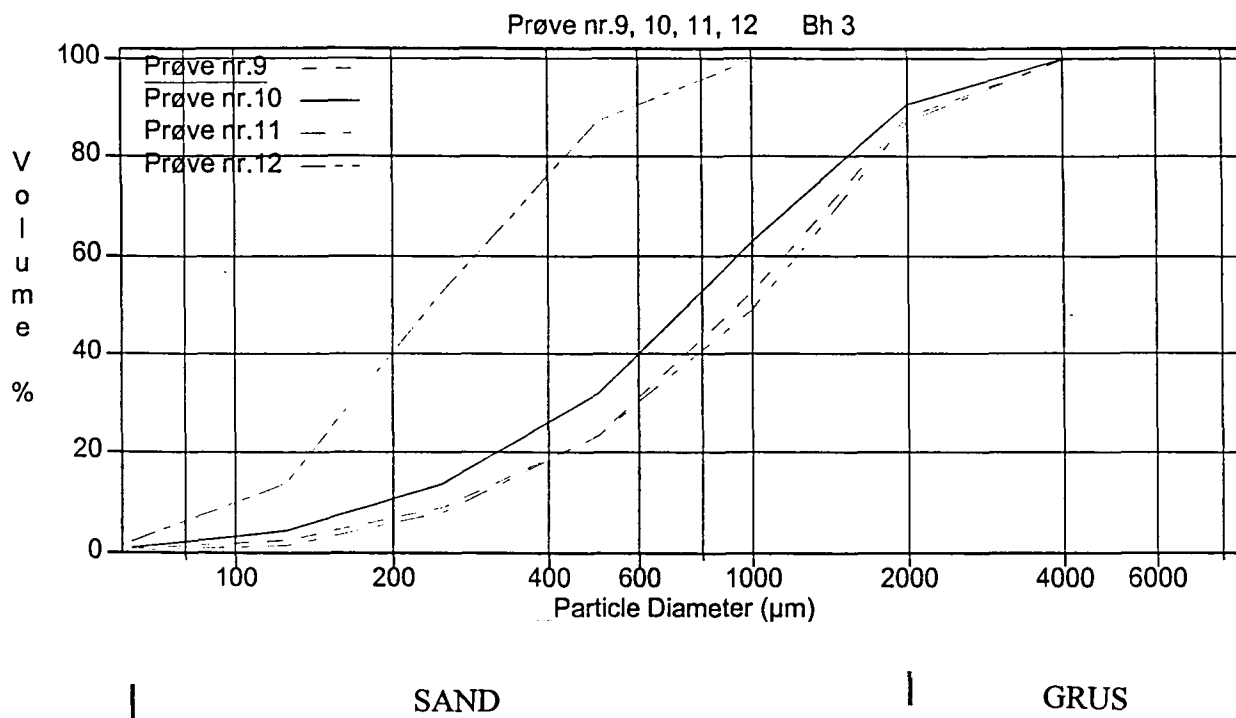
S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [µS/cm]



Prøve nr 9 : 6,5 - 7,5 m
 Prøve nr 10: 10,5 - 11,5 m
 Prøve nr 11: 14,5 - 15,5 m
 Prøve nr 12: 18,5 - 19,5 m

Kornfordelingskurver av oppsugde masseprøver fra borehull 3

VANNANALYSER

FYLKE: Rogaland

KART (M711): 1314 - II

KOMMUNE: Suldal

PRØVESTED: Nesflaten

OPPDRAKSNUMMER: 1997.0243

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

| Brønn-nr/sted | VP 10 Bh. 3 | VP 11 Bh. 3 | VP 12 Bh. 3 | VP 13 Bh. 3 | VP 14 Brattl.elva | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|---------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------|------|------|--|----------------------|-------|
| Dato | 18.09.97 | 18.09.97 | 18.09.97 | 18.09.97 | 18.09.97 | | | | | | | | | |
| Brønntype | | | | | | | | | | | | | | |
| Prøvedyp | m | 6,5 - 7,5 | 10,5 - 11,5 | 14,5 - 15,5 | 18,5 - 19,5 | | | | | | | | | |
| Brønndimensjon | mm | 32 | 32 | 32 | 32 | | | | | | | | | |
| X-koordinat | Sone: 32 V | 37644 | 37644 | 37644 | 37644 | | | | | | | | | |
| Y-koordinat | Sone: 32V | 661446 | 661446 | 661446 | 661446 | | | | | | | | | |
| Fysisk/kjemisk | | | | | | | Veiledende verdi | Største tillatte konsentrasjon | | | | | | |
| Surhetsgrad, felt/lab | pH | 5,72 | 5,97 | 5,84 | 6,30 | 6,35 | | 7,5-8,5 | 6,5-8,5 ² | | | | | |
| Ledningsevne, felt/lab | µS/cm | 15,8 | 15,0 | 19,7 | 18,6 | 24,1 | 22,8 | 22,6 | 21,3 | 12,6 | 12,2 | | < 400 | |
| Temperatur | °C | 11,0 | 4,8 | 4,9 | 6,8 | 9,6 | | | | | | | < 12 | 25 |
| Alkalitet | mmol/l | <0,04 | <0,04 | <0,04 | 0,04 | <0,04 | | | | | | | 0,6-1,0 ² | |
| Fargetall | mg Pt/l | <1,4 | <1,4 | 2,4 | 1,9 | 4,0 | | | | | | | < 1 | 20 |
| Turbiditet | F.T.U | 0,44 | 2,8 | 6,3 | 1,2 | 0,44 | | | | | | | < 0,4 | 4 |
| Oppløst oksygen | mg O ₂ /l | | | | | | | | | | | | > ca 9 | |
| Fritt karbondioksid | mg CO ₂ /l | | | | | | | | | | | | < 5 ² | |
| Redoks.potensial, E _h | mV | | | | | | | | | | | | | |
| Anioner | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluorid | mg F/l | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | 1,5 |
| Klorid | mg Cl/l | 1,25 | 2,37 | 3,62 | 2,66 | 1,22 | | | | | | | < 25 | |
| Nitritt | mg NO ₂ /l | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | 0,16 |
| Brom | mg Br/l | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | |
| Nitrat | mg NO ₃ /l | 1,11 | 0,908 | 1,29 | 1,28 | 0,566 | | | | | | | | 44 |
| Fosfat | mg PO ₄ /l | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | | | | | | | | |
| Sulfat | mg SO ₄ /l | 1,78 | 1,75 | 1,51 | 1,70 | 1,32 | | | | | | | < 25 | 100 |
| Sum anioner+alkalitet | meq/l | . 0,14 | . 0,17 | . 0,21 | . 0,18 | . 0,12 | | | | | | | | |
| Kationer | | | | | | | | | | | | | | |
| Silisium | mg Si/l | 0,618 | 0,739 | 0,791 | 0,980 | 0,279 | | | | | | | | |
| Aluminium | mg Al/l | 0,0517 | 0,0546 | 0,0543 | 0,0228 | 0,0379 | | | | | | | < 0,05 | 0,2 |
| Jern | mg Fe/l | 0,0288 | 0,0160 | 0,0256 | 0,0512 | <0,01 | | | | | | | < 0,05 | 0,2 |
| Magnesium | mg Mg/l | 0,167 | 0,255 | 0,332 | 0,273 | 0,151 | | | | | | | | 20 |
| Kalsium | mg Ca/l | 0,588 | 0,904 | 1,26 | 1,03 | 0,784 | | | | | | | 15-25 ² | |
| Natrium | mg Na/l | 1,37 | 1,66 | 1,86 | 2,05 | 0,967 | | | | | | | < 20 | 150 |
| Kalium | mg K/l | <0,5 | <0,5 | 0,521 | 0,643 | <0,5 | | | | | | | < 10 | 12 |
| Mangan | mg Mn/l | 0,0128 | 0,00690 | 0,00989 | 0,00755 | 0,00677 | | | | | | | < 0,02 | 0,05 |
| Kobber | mg Cu/l | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | | | | | | | < 0,1 | 0,3 |
| Sink | mg Zn/l | <0,002 | 0,00211 | <0,002 | 0,00219 | 0,00238 | | | | | | | < 0,1 | 0,3 |
| Bly | mg Pb/l | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | 0,02 |
| Nikkel | mg Ni/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | | | | | | | | 0,05 |
| Kadmium | mg Cd/l | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | | | | | | | | 0,005 |
| Krom | mg Cr/l | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | 0,05 |
| Sølv | mg Ag/l | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | 0,01 |
| Sum kationer ³ | meq/l | . 0,12 | . 0,15 | . 0,18 | . 0,18 | . 0,11 | | | | | | | | |
| Ionebalanseavvik ⁴ | % | -. 8 | -. 6 | -. 8 | . 0 | -. 4 | | | | | | | | |

1. Det Kgl. Sosial- og helsedepartement: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m (1995).

2. Vannet bør ikke være aggressivt.

3. Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

4. Ionebalanseavvik = Σkationer - Σanioner / (Σkationer + Σanioner) · 100%