

NGU Rapport 96.032

Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i
Tydal kommune

Rapport nr. 96.032		ISSN 0800-3416	Gradering: åpen	
Tittel: Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Tydal kommune.				
Forfatter: Bernt Olav Hilmo og Torleif Lauritsen		Oppdragsgiver: Tydal kommune, Sør-Trøndelag fylkeskommune og NGU		
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Tydal		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1721-III Tydal og 1720 I Stugudal		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 123	Pris: 145	
Feltarbeid utført: juni 95-mai 96		Rapportdato: 07.06.1996	Prosjektnr.: 2632.00	Ansvarlig: <i>J. S. Hennings</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>NGU har gjort undersøkelser for å påvise sikre grunnvannsforekomster til vannforsyning til tre forsyningssteder i Tydal. Undersøkelsene har hovedsakelig bestått av georadarmålinger, sonderboringer med enkle testpumper, vann- og masseprøvetaking og langtids fullskala prøvepumping.</p> <p>I Stugudal ble det påvist gode muligheter for grunnvannsuttak fra to løsmasseavsetninger. Under langtids prøvepumping av en brønn ved Rotåa var kapasiteten i overkant av 2 l/s og vannkvaliteten var meget god i forhold til kravene til drikkevann.</p> <p>For Ås-Aune forsyningsområde ble det påvist muligheter for grunnvannsuttak ved Håen, ved Børhølen, ved Gammelvollsjøen og på Aune, men ut fra grunnvannskvalitet, kapasitet og beliggenhet er brelvavsetningen ved Håen/Lauvøya best egnet for større grunnvannsuttak. Kapasiteten på en fullskala brønn under langtids prøvepumping var 10 l/s og vannkvaliteten var meget god.</p> <p>I Græsli ble det påvist en betydelig grunnvannsforekomst ved Granøya, men vannkvaliteten var dårlig grunnet lav pH og høyt innhold av jern og mangan. Ved en feltbefaring ble det registrert flere store oppkommer og kildehorisonter like ved eksisterende vannledning sør for Hammervollen. Kapasiteten på den største kildehorisonten har i perioden juli -95 til mai -96 variert mellom 0,5 og 10 l/s. Vannkvaliteten er brukbar, bortsett fra litt lav pH og alkalitet.</p>				
Emneord: Hydrogeologi		Grunnvannsforsyning		Geofysikk
Sonderboring		Brønnboring		Grunnvannskilde
Grunnvannskvalitet		Prøvepumping		Fagrapport


FORORD


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. I 12 av kommunene i Sør-Trøndelag ble grunnvannsmulighetene vurdert både ut fra feltregistreringer og eksisterende data.

På bakgrunn av den generelt dårlige kvaliteten på vannforsyningen i fylket, behovet for oppfølgende grunnvannsundersøkelser ut fra GiN-rapportene og positive signaler fra fylkesmyndighetene om finansiering, besluttet NGU å foreta en videreføring av GiN-prosjektet i Sør-Trøndelag. Hovedformålet er en påvisning av sikre grunnvannsforekomster som kan nyttes til alminnelig drikkevannsforsyning, men bedre vannforsyning til næringsmiddel- og reiselivsbedrifter er også prioritert.

I samråd med fylkesmyndighetene og ut fra kommunenes interesse for prosjektet ble kommunene Hemne, Klæbu og Selbu valgt for grunnvannsundersøkelser i 1994 og Holtålen, Midtre Gauldal og Tydal for 1995. Arbeidet i de enkelte kommuner er planlagt i samarbeid med teknisk etat. Undersøkelsene er organisert i prosjektet *Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Sør-Trøndelag*. I tillegg til de seks kommunene som blir prioritert i dette prosjektet er det i forbindelse med NGU's undersøkelsesprogram for Nord-Trøndelag og Fosen gjennomført oppfølgende undersøkelser i kommunene Bjugn, Osen, Rissa og Åfjord.

Prosjektet har en total kostnadsramme på ca. 5 mill. kr. og finansieres av Sør-Trøndelag fylkeskommune (ca. 40 %), de enkelte kommuner (ca. 15 %) og NGU (ca. 45%). I tillegg har kommunene/vannverka bidratt med en vesentlig egeninnsats ved å legge forholdene til rette og ved å bistå med deler av undersøkelsene.


Knut Ellingsen
Hovedprosjektleder


Bernt Olav Hilmo
Forsker

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	3
KONKLUSJON.....	7
1 INNLEDNING.....	8
2 METODEBESKRIVELSE.....	9
3 STUGUDAL	9
3.1 Innledende undersøkelser	9
3.1.1 Møåa.....	9
3.1.2 Rotåa	11
3.2 Prøvepumping.....	12
3.2.1 Hydrauliske parametere.....	12
3.2.2 Grunnvannskvalitet.....	14
3.3 Forurensningstrusler og forslag til klausulering.....	16
4 AS-AUNE.....	17
4.1 Innledende undersøkelser.....	17
4.1.1 Håen og Lauøya	17
4.1.2 Børhølen	19
4.1.3 Gammelvollsjøen	19
4.1.4 Aune.....	20
4.1.5 Skarpdalen.....	21
4.2 Prøvepumping, Håen	22
3.2.1 Hydrauliske parametere.....	22
4.2.2 Grunnvannskvalitet.....	24
4.3 Forurensningstrusler og forslag til klausulering.....	26
5 GRÆSLI	27
5.1 Innledende undersøkelser.....	27
5.1.1 Granøya, Græsli.....	27
5.1.2 Hammervollen	28
5.2 Overvåkning av kildehorisont, Hammervollen.....	29
5.2.1 Kapasitet.....	30
5.2.2 Vannkvalitet	31
5.3 Forslag til utbygging.....	32
5.4 Forurensningstrusler og forslag til klausulering.....	33
REFERANSER	34

KARTBILAG

- 01 Oversiktskart Stugudal
- 02 Oversiktskart Lauøya, Håen og Børhølen
- 03 Oversiktskart Gammelvollsjøen og Aune
- 04 Oversiktskart Græsli
- 05 Detaljkart, M 1: 5000, georadarprofil og sonderboringer, Møåa, Stugudal.
- 06 Detaljkart, M 1: 5 000, georadarprofil og sonderboringer, Rotåa, Stugudal.
- 07 Detaljkart, M 1: 5 000, georadarprofil Lauøya.
- 08 Detaljkart, M 1: 5 000, georadarprofil og sonderboringer, Håen.
- 09 Detaljkart, M 1: 5 000, sonderboringer, Børhølen.
- 10 Detaljkart, M 1: 5 000, sonderboringer, Gammelvollsjøen.
- 11 Detaljkart, M 1: 5 000, georadarprofil og sonderboringer, Aune.
- 12 Detaljkart, M 1: 5 000, georadarprofil og sonderboringer, Græsli.
- 13 Detaljkart, M 1: 5 000, lokalisering av kilder/kildehorisonter og forslag til soneinndeling rundt aktuelt brønnsted, Hammervollen, Græsli.
- 14 Detaljkart, M 1: 5000, produksjonsbrønn,observasjonsbrønner og forslag på soneinndeling rundt brønnstedet ved Rotåa, Stugudal.
- 15 Detaljkart, M 1: 5000, produksjonsbrønner,observasjonsbrønner og forslag på soneinndeling rundt brønnstedet ved Håen.
- 16 Kart som viser prøvetatte kildeframspring i Skarpdalen

TEKSTBILAG

- 1 Georadar - Metodebeskrivelse
- 2 Metodebeskrivelse av hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder

DATABILAG

- 1.1-1.23 Georadarprofiler
- 2.1-2.4 Sonderboringer ved Møåa, borprofiler
- 2.5-2.9 Sonderboringer ved Rotåa, borprofiler
- 2.10-2.12 Sonderboringer ved Håen, borprofiler
- 2.13-2.15 Sonderboringer ved Gammelvollsjøen, borprofiler
- 2.16-2.17 Sonderboringer i Græsli, borprofiler
- 2.18-2.20 Sonderboringer på Aune, borprofiler
- 2.21-2.22 Sonderboringer ved Børølen, borprofiler
- 2.23 Sonderboring ved Håen, borprofil.
- 3.1-3.6 Kornfordelingskurver av masseprøver fra undersøkelsesbrønner og prøvegroper
- 4.1 Fysikalsk-kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner, Møåa.
- 4.2 Fysikalsk-kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner, Møåa, Rotåa, Gammelvollsjøen og Børhølen.
- 4.3 Fysikalsk-kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner, Håen.
- 4.4 Fysikalsk-kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner, Håen.
- 4.5 Fysikalsk-kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner, Græsli og Aune.
- 4.6 Fysikalsk-kjemiske analyser fra kildeframspring, Hammervollen, Græsli.
- 4.7 Fysikalsk-kjemiske analyser fra kildeframspring, Skarpdalen.

- 5.1 Grunnvannsnivå i observasjonsbrønner under langtids prøvepumping ved Rotåa.
- 5.2 Grunnvannsnivå i observasjonsbrønner under langtids prøvepumping ved Håen.
- 6.1 Fysikalsk-kjemiske analyser fra prøvepumping av grunnvannsbrønn ved Rotåa.
- 6.2 Fysikalsk-kjemiske analyser fra prøvepumping av grunnvannsbrønn ved Håen.
- 6.3 Fysikalsk-kjemiske analyser av kildehorisont ved Hammervollen.

KONKLUSJON

Hensikten med grunnvannsundersøkelsene i Tydal var å påvise sikre grunnvannsforekomster som kan benyttes til Stugudal vannverk, Ås-Aune vannverk og Græsli-Hilmo vannverk. Første fase i undersøkelsene besto av en kartlegging av grunnvannsressurser i løsmasseavsetninger ut fra feltbefaringer, georadarmålinger og sonderboringer med enkle testpumper for prøvetaking. I Stugudal ble det påvist muligheter for grunnvannsuttak fra breelvavsetninger både ved Møåa og Rotåa. Ved Møåa ble det påvist opptil 15 m med vannmettet sand og grus hvor det kan tas ut store mengder grunnvann, mens grunnvannsmulighetene ved Rotåa er knyttet til et ca. 2 m tykt sand- og gruslag i ellers finsanddominerte masser. Ut fra beliggenhet i forhold til eksisterende vannledning, forurensningstrusler og grunnvannets fysikalsk-kjemiske kvalitet, ble det besluttet å gjennomføre en langtids prøvepumping ved Rotåa. I hele pumpeperioden ble det fra en Ø50 mm sandspiss tatt ut 2-2,5 l/s som er i overkant av vannbehovet. Både den bakteriologiske- og fysikalsk-kjemiske vannkvaliteten er meget god, idet alle målte parametere ligger innenfor kravene i Drikkevannsforskriften. Lufting er dermed eneste nødvendige vannbehandling.

For Ås-Aune vannverk ble det i første omgang gjort undersøkelser av løsmasseavsetninger på Lauvøya, ved Børhølen, ved Gammelvollsjøen og på Aune. På alle stedene ble det påvist grunnvannsforekomster som trolig kan dekke vannverkets vannbehov, men på Aune og ved Børhølen hadde grunnvannet stedvis for høyt innhold av jern og mangan. Kvaliteten på grunnvannet ved Gammelvollsjøen var akseptabel, men på grunn av beliggenheten i forhold til eksisterende ledningsnett ble ikke denne forekomsten prioritert for videre undersøkelser. De beste forholdene for grunnvannsuttak ble påvist ved Håen på Lauvøya. I en breelvavsetning med opptil 20 m vannmettet sand og grus ble det påvist store grunnvannsressurser av god kvalitet. Det ble satt ned to produksjonsbrønner, og den ene ble prøvepumpet fra oktober 95 til juni 96. Kapasiteten var ca. 10 l/s i hele pumpeperioden, og grunnvannet var av god bakteriologisk og fysikalsk-kjemisk kvalitet. Grunnvannet kan nyttes til vannforsyning uten annen behandling enn lufting. Eneste restriksjon i forhold til dagens aralbruk er begrensninger på gjødsling av dyrkamark.

I Græsli påviste forundersøkelsene en grunnvannsforekomst ved Granøya. Det kan her tas ut store mengder grunnvann, men kvaliteten er ikke tilfredsstillende grunnet lav pH-verdi og for høyt innhold av jern og mangan.

Like ved eksisterende vannledning, sørøst for Hammervollen ble det registrert flere store oppkommer og kildehorisonter i foten av langsgående morenerygger. Kapasiteten på kildene var i juli 95 mellom 1 og 6 l/s. Fra juli 95 til mai 96 ble det foretatt jevnlig kapasitetsmålinger og vannprøvetakinger av den største kildehorisonten. Kapasiteten, som er tydelig påvirket av nedbør og snøsmelting, varierte fra 0,5 til 10 l/s. Vanninntaket bør skje fra horisontalbrønner lagt i drengrofter. På grunn av noe lav pH-verdi og alkalitet kan det med fordel benyttes knust kalkstein som filtermateriale i drengroftene. Den noe lave kapasiteten som ble registrert i tørre/kalde perioder kan økes ved å samle opp flere kildehorisonter eller ved å øke nydannelsen av grunnvann med kunstig infiltrasjon av overflatevann.

I tillegg til de målrettede undersøkelsene for vannforsyning ble det foretatt en vurdering av to kildeframsprang i Skarpdalen. Begge kildene hadde i juli 95 en kapasitet i størrelsesorden 10-15 l/s. Den fysikalsk-kjemiske vannkvaliteten var god, men den ene kilden har litt lav pH-verdi og alkalitet.

Det er ikke gjort særskilte målinger av radoninnholdet i grunnvannet i Tydal, men radoninnholdet i grunnvann fra løsmasser er erfaringsmessig svært lavt og vanligvis langt under de fastsatte grenseverdier.

1 INNLEDNING

Vannforsyningen i Tydal er i dag basert på urensede overflatevannskilder. Tre kommunale vannverk står for over 90 % av vannforsyningen. Ingen av disse vannverkene er godkjent etter kriterier gitt av Folkehelse.

Stugudal vannverk tar vann direkte fra elva Rotåa. Ås-Aune vannverk har Skårsåsjøen og Langfallsjøen som vannkilder, mens Græsli-Hilmo vannverk har et inntak i elva Storhynna. Vannkvaliteten i alle vannkildene er brukbar i store deler av året, men i nedbørsrike perioder og under snøsmeltingen er det for høyt fargetall og tidvis for høyt bakterietall, særlig i vannverkene basert på elveinntak.

I samråd med kommunen ble det planlagt å utrede mulighetene for grunnvannsforsyning til alle tre forsyningsstedene. Kartbilag 1-4 viser oversiktskart over kommunen hvor de prioriterte stedene er avmerket. I GiN-rapporten for Tydal kommune (Grønlie, 1991) ble det ut fra bearbeidelse av eksisterende data konkludert med muligheter for grunnvannsforsyning fra løsmasser i alle de prioriterte områdene.

De innledende feltundersøkelsene som besto av feltbefaring, geofysiske målinger og sonderboringer med enkle testpumper ble gjort i juni og juli 1995, mens langtids prøvepumper på Stugudal og ved Håen (til Ås-Aune forsyningsområde) startet i september 1995 og ble avsluttet i juni 1996. NGU har til sammen brukt ca. 65 dagsverk til feltarbeid.

Forsker Bernt Olav Hilmo har vært ansvarlig for arbeidet. Andre involverte var:

- Bjørn Iversen (løsmasseboringer)
- Eilif Danielsen (igangsetting av prøvepumper)
- Frank Siversvik (brønnboring)
- Geir Viken (brønnboring)
- Torleif Lauritzen (georadarmålinger)
- Øystein Jæger (løsmasseboringer)
- Halvard Abildsnes (løsmasseboringer og undersøkelser av kildehorisont)

Komm. ing. Knut Selboe har vært kommunens kontaktperson. Kommunen har sørget for framlegging av strøm til prøvepumper, innhentet boretillatelse fra grunneiere og hatt ansvaret for overvåkning og prøvetaking under prøvepumplingsperioden.

De påløpte kostnadene på ca. kr. 600 000 dekkes av Sør-Trøndelag fylke (28 %), Tydal kommune (28 %) og NGU (44 %).

2 METODEBESKRIVELSE

Planleggingen startet med en gjennomgang av rapporten fra GiN, fase I (Grønlie, 1991) og kvartærgeologiske kart (Reite, 1990). I samråd med kommunen ble det så satt opp en detaljert arbeidsplan med kostnadsoverslag for hvert prioritert område. Arbeidsplanen beskrev også kort hvilke områder som kunne være egnet for grunnvannsuttak.

De innledende feltundersøkelsene omfattet feltbefaring, geofysiske målinger (georadar) og sonderboringer med enkle testpumper. Metodene står beskrevet i tekstbilag 1 og 2. Ut fra resultatene fra de innledende undersøkelsene og i samråd med kommunen, ble det besluttet å gjennomføre en langtids prøvepumping i Stugudal og ved Håen. I tillegg ble det igangsatt kapasitetsmålinger og prøvetaking av en kildehorisont like ved eksisterende vanninntak for Græsli og Hilmo v.v.

Prøvepumpingen, prøvetakingen og laboratorieundersøkelsene er gjennomført slik som beskrevet i tekstbilag 2.

3 STUGUDAL

Vannbehovet til Stugudal vannverk er oppgitt til 2,0 l/s.

På bakgrunn av eksisterende ledningstrase, tidligere kvartærgeologisk kartlegging og feltbefaring, er de mest aktuelle områdene for grunnvannsuttak breelv/elveavsetninger ved Møåas og Rotåas utløp i Stugusjøen. (kartbilag 1).

3.1 Innledende undersøkelser

Kartbilag 5 og 6 viser plasseringen av georadarprofil og sonderboringer. Georadarprofilene er gjenngitt i databilag 1.1-1.8 og resultatene av sonderboringene er presentert i form av borprofil i databilag 2.1-2.9. Masseprøvers kornfordelingskurver er vist i databilag 3.1 og 3.2, mens databilag 4.1 og 4.2 gir resultatene av fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver.

3.1.1 Møåa

Georadarmålinger

Det ble her utført georadarmålinger langs fire profiler (P10, P11, P12 og P13). Profilenes plassering ble delvis hindret av flom. Opptakene viser at avsetningene i området stort sett består av grove masser (sand/grus), med gode muligheter for grunnvannsuttak.

P10

Opptaket er vist i databilag 1.1. Ned til ca. 7-9 m dyp sees et kraftig, men stedvis kaotisk reflektormønster. Dette indikerer grove avsetninger (sand/grus) med innslag av dårlig sortert materiale. En markert subhorisontal reflektor danner skarp overgang til mer ensgradert materiale, trolig med mye finstoff.

P11

Opptaket fra profil 11 (databilag 1.2) viser kraftige, undulerende reflektorer (grus/sand) ned til ca. 20 m dyp ved posisjon 0 m og til ca. 10 m dyp ved endepunktet. Gradvis overgang til svakere reflektivitet kan indikere økende innhold av finstoff mot dypet.

P12

Opptaket er vist i databilag 1.3. Fra posisjon 0 m til ca. 65 m sees tydelige skrå reflektorer ned til ca 12 m dyp. Disse indikerer en nordlig deltautbygging med grovt materiale (vesentlig sand), og skulle gi gode muligheter for uttak av grunnvann. Under skrålagene sees svakere, horisontale reflektorer ned til ca. 23-24 m dyp. Her er materialet muligens stedvis mer ensgradert, sannsynligvis finere. Resten av profilet (fra ca. posisjon 65 m til 80 m) viser usammenhengende horisontal reflektivitet, og indikerer trolig en annen avsetningsretning. Også i denne delen av profilet er materialet tolket som sand/grus, men overgangen til tettere masser ser her ut til å være mer markert (ved ca. 13 m dyp).

P13

Databilag 1.4 viser opptak fra dette profilet. Karakteristisk for opptaket er en kraftig refleksor som danner en traueform mellom posisjonene 0 m og 55 m, og bunnen ligger på ca. 10-11 m dyp mellom posisjonene 5 m og 30 m. Over denne reflektoren, som muligens indikerer bunnen på et gammelt smeltevannsløp, sees skrå reflektorer med vekslende helningsretning (deltautbygging). Avsetningen består trolig av grovt, noe ensgradert materiale (vesentlig sand) med gode muligheter for vannuttak. Under bunnen av trauet sees svake reflektorer ned til ca. 25 m. Disse er også tolket til å representere sandig materiale. Mot slutten av profilet, mellom posisjonene 55 m og 80 m, avtar penetrasjonsdypet, noe som trolig indikerer større innslag av finstoff.

Boringer

På grunnlag av feltbefaringen og georadarmålingene ble det satt ut fire borpunkt på breelavsetningen ved Møåas utløp i Stugusjøen (kartbilag 5). I borpunkt 1 og 2 ble det påvist henholdsvis 6 og 9 m sand og grus over hardpakket morene. Dette stemmer godt overens med tolkningen av georadarprofil 10. Det ble satt ned en Ø32 mm undersøkelsesbrønn med 1 m filterlengde for prøvetaking og testpumping i borhull 2. Ved testpumping av brønnen på 5 og 7 m dyp ble kapasiteten målt til henholdsvis 1,7 og 2 l/s. Grunnvannets fysikalsk-kjemiske kvalitet er god idet alle analyserte parametere tilfredsstillende kravene i Drikkevannsforskriften (Sosial- og helsedepartementet, 1995).

I borhull 3 ble det registrert ca. 17 m sand og grus over hardpakke og tette masser av finsand og morene. Kornfordelingsanalyser av masseprøver fra 5, 9 og 15 m viser at massene består av grusig sand og sand (databilag 3.1). Ved testpumping av en undersøkelsesbrønn ble kapasiteten målt til 4-5 l/s på 5 m dyp, mens det ved 9 og 13 m dyp ble registrert god vanngjennomgang i massene, men testpumpingen ga lite vann og mye sand. På 15 m dyp var kapasiteten 2,5 l/s.

Den fysikalsk-kjemiske vannkvaliteten er stort sett god da alle analyserte parametere ligger innenfor kravene i Drikkevannsforskriften.

Borhull 4 viste ca. 13 m sand og grus over morene. Testpumper av en Ø32 mm undersøkelsesbrønn på 5 og 9 m dyp ga vannmengder på henholdsvis 2,5 og 5 l/s. Grunnvannets fysikalsk-kjemiske kvalitet var god, men den lave temperaturen (1,9 °C) og det relativt ionefattige vannet kan tyde på at dette grunnvannet har forholdsvis kort oppholdstid i grunnen sammenlignet med grunnvannet i borhull 2 og 3.

De påviste løsmassetyper, løsmassemektigheter og kapasiteter på undersøkelsesbrønnene ved testpumping tyder på at det kan tas ut store mengder grunnvann fra denne avsetningen (min. 20 l/s). Det er derfor ingen tvil om at Stugudalens vannbehov kan dekkes med grunnvann herfra. En sikker dokumentasjon av kvalitet og kapasitet krever likevel en langtids prøvepumping.

Det er anlagt slamlaguner på avsetningen, ca. 500 m øst for undersøkelsesområdet. Disse vil neppe innvirke på grunnvannskvaliteten i brønner ved Møåa, men en fullstendig vurdering av dette må gjøres på grunnlag av en langtids prøvepumping for bestemmelse av grunnvannets strømningsmønster og oppholdstid.

3.1.2 Rotåa

Georadarmålinger

Det ble også her utført georadarmålinger langs fire profiler (P14, P15, P16 og P17). Alle profiler ble lagt på sørsida av Rotåa, ved Vektarstua (kartbilag 3). Profilenes plassering ble i mindre grad hindret av flom. Opptakene viser at avsetningene på sørsida av elva varierer i tykkelse fra ca. 2-10 m, og består stort sett av ensgraderte masser (hovedsakelig sand) over et ca. 2-3 m tykt morenelag.

P14

Opptaket er presentert i databilag 1.5. Kraftige reflektorer ned til ca. 4-5 m dyp tolkes som et topplag bestående av dårlig sorterte masser (stein/grus/sand). Under disse blir massene mer ensgradert, trolig sand (svakere reflektivitet). Mellom posisjonene 33 m og 49 m sees en pakke med kraftige, parallelle reflektorer fra ca. 7 m dyp til ca. 12 m dyp. Disse representerer trolig morenelag over fjell.

P15

Opptaket er vist i databilag 1.6. Morenelaget og fjelloverflaten trer tydelig fram gjennom hele profilet som en 3-4 m tykk undulerende reflektorpakke. Dypet til morenelaget er størst ved posisjon 20 m (ca. 7 m) og minst ved posisjon 65 m (ca. 2 m). Over morenelaget sees «hvite felt» med dårlig reflektivitet. Dette indikerer ensgradert materiale, sannsynligvis sand. Det begrensede dypet til morene reduserer muligheten for grunnvannsuttak.

P16

Opptaket sees i databilag 1.7. Morenelaget går her helt dagnært i første halvdel av profilet, og skrår ned til ca. 5 m dyp ved posisjon 95 m. Det er derfor dårlige muligheter for uttak av grunnvann her.

P17

Opptaket fra profil 17 (databilag 1.8) viser at dypet til fjell øker nedstrøms Rotåa; fra ca. 5 m ved starten av profilet til ca. 9 m dyp ved endepunktet. Mellom topplaget og morene/fjell indikerer svak reflektivitet også her ensgradert materiale (vesentlig sand).

Boringer

Det ble foretatt fem sonderboringer i området; to på sørsida av Rotåa og tre på nordsida (kartbilag 6). Borhull 5 og 6 viste henholdsvis 3,0 og 8,6 m med vesentlig sand over fjell. Testpumping av en undersøkelsesbrønn i borhull 6 ga på grunn av for mye finsand, mindre enn 0,25 l/s. I borhull 7, 8 og 9 ble fjell påvist på henholdsvis 7, 11 og 10 m. Løsmassene er

dominert av et tynt gruslag over sand og finsand, men i borhull 9 ble det påvist et lag med grusig sand mellom 5,0 og 7,5 m. Testpumper av en undersøkelsesbrønn i dette nivået ga 0,5 og 1,3 l/s, mens testpumper i borhull 7 og 8 ga mindre enn 0,1 l/s.

En grunnvannsprøve fra 6,5 -7,5 m dyp i borhull 9 er av meget god fysikalsk-kjemisk kvalitet idet alle målte parametere unntatt turbiditet, tilfredsstiller kravene i Drikkevannsforskriften.

Den høye turbiditeten og det relativt høye fargetallet skyldes partikler i vannet som en følge av kort pumpetid før prøvetaking.

Selv om dette grunnvannsmagasinet har mye mindre kapasitet enn magasinet ved Møaa, vil det trolig kunne dekke Stugudalens vannbehov på 2,0 l/s.

3.2 Prøvepumping

Forundersøkelsene påviste muligheter for å dekke Stugudalens vassverks vannbehov både med grunnvann fra løsmasseavsetninger ved Møaa og Rotåa. Ut fra den påviste grunnvannskvaliteten og avsetningenes beliggenhet i forhold til eksisterende ledningsnett og mulige forurensningskilder, ble det valgt å gjennomføre en langtids prøvepumping fra en brønn ved borhull 9 ved Rotåa. Det ble satt ned en Ø60 mm brønn i rustfritt stål med filter fra 5,5-7,5 m dyp. Filteråpningen ble ut fra kornfordelingskurven til masseprøven fra borhull 9 (6,5-7,5 m dyp) valgt til 1,0 mm. Brønnen ble vekselvis spylt og pumpet mange ganger til kapasiteten kom opp i 3,0 l/s. Vannet var fortsatt grått på grunn av mye silt og finsand i avsetningen, men det ble klart i løpet av ett døgn pumping.

3.2.1 Hydrauliske parametere

Prøvepumpingen startet 19.09.95 og ble avsluttet i april 96. For langtids prøvepumping ble det benyttet en elektrisk sugepumpe. Kapasiteten var i starten knapt 3 l/s, men den ble regulert ned til ca. 2,5 l/s. I løpet av den 7 måneders lange pumpeperioden har kapasiteten variert mellom 2,8 og 2,2 l/s. Grunnvannsnivået under prøvepumpingsperioden ble observert i fire peilebrønner (P1-P4, kartbilag 14). Databilag 5.1 viser grunnvannsstanden i de fire peilebrønnene, og i figur 1 er grunnvannsnivået plottet mot pumpetiden.

Grunnvannsmagasinet størrelse er vanskelig å vurdere eksakt, men ut fra kvartærgeologisk kartlegging dekker avsetningen et areal på ca. 0,9 km². Tykkelsen på vannmettet sand og grus kan ut fra georadarmålinger og sonderboringer anslås til 7 m. Med en porøsitet på 20 % inneholder dermed grunnvannsmagasinet ca. 1,2 mill. m³ grunnvann. Nydannelsen av grunnvann skjer hovedsakelig ved infiltrasjon av nedbør/smeltet snø og infiltrasjon fra Rotåa.

Grunnvannsnivået i P1, P2 og P3 sank 0,3-0,6 m i løpet av de første åtte minuttene. Denne senkningen skyldes trykkreduksjon som følge av uttak av grunnvann, og det viser at grunnvannsmagasinet er et delvis lukket magasin. En tilsvarende senkning kan observeres i P4 etter 60-1320 min. pumping. Fra ca. 1 time til 6 dagers pumping falt grunnvannsnivået i P1 markert. Denne senkningen skyldes større uttak enn tilsig til området rundt brønnen. Deretter får infiltrasjon fra elva innvirkning og senkningskurven flater ut. Det relativt stabile grunnvannsnivået i de andre peilebrønnene mellom ett døgn og 2 måneders pumping bekrefter antagelsen om at infiltrasjon av elvevann har innvirkning på grunnvannsnivået. Fra desember har grunnvannsnivået sunket i alle peilebrønnene. Dette er et resultat av en generell senkning av grunnvannsstanden i området grunnet mindre elve/nedbørsinfiltrasjon gjennom den kalde og

tørre vinteren. I denne perioden har brønnen fått et større bidrag fra mer fjerntliggende områder i grunnvannsmagasinet. Grunnvannsstanden er mye høyere ved den siste målingen som ble foretatt i slutten av april. Dette skyldes en forutgående pumpestopp og en generell økning i grunnvannsstanden som en følge av snøsmelting og økt vannføring i Rotåa. Det er intet som tyder på at reguleringer av vannstanden i Stugusjøen har innvirkning på grunnvannsstanden i peilebrønnene.

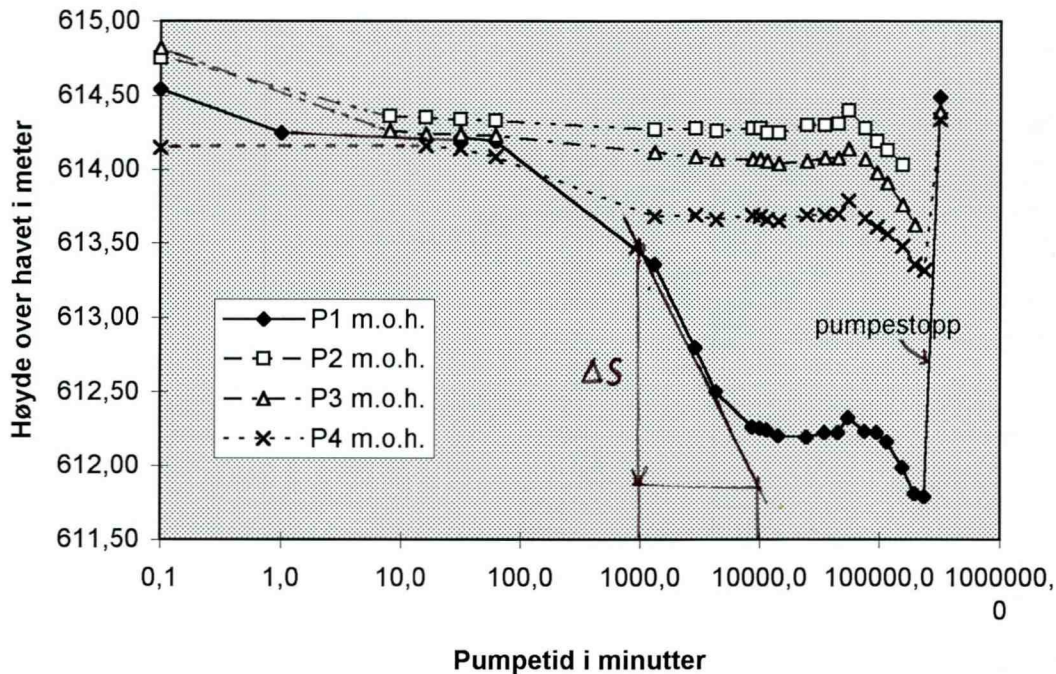


Fig. 1 Senkningskurver for P1, P2, P3 og P4 under pumpeperioden ved Rotåa.

Ut fra senkningsforløpet avsatt som en funksjon av tiden for P1 (fig. 1) kan de hydrauliske parameterne; transmissivitet T og hydraulisk ledningsevne k beregnes.

$$T = \frac{Q \ln 10}{4\pi \Delta s} = 2,56 * 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{s}$$

Q er uttatt vannmengde i $\text{m}^3/\text{s} = 2,4 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.

$\Delta s = 1.71 \text{ m}$ som er gjennomsnittlig senkningen for P1 i løpet av en ln-enhets tid (se fig. 1).

Den hydrauliske ledningsevnen kan beregnes ut fra følgende formel:

$$k = \frac{T}{m} = 8,5 * 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

der m er mektigheten av vannførende sone som i dette tilfellet er ca. 3 m.

Den hydrauliske ledningsevnen kan også beregnes ut fra masseprøvenes kornfordeling ved bruk av formler basert på d_{10} og d_{60} (Anderson et. al., 1984).

I tabell 1 er k-verdiene beregnet for 2 forskjellige masseprøver tatt på 5 og 7 m dyp i avsetningen.

Tabell 1 *Hydraulisk ledningsevne beregnet ut fra masseprøvers kornfordeling.*

	Borhull	Dyp (m.o.h)	D_{10} (mm)	D_{60} (mm)	k (m/s)	k (m/dag)
Pr. 1	9	4,5-5,5	0,092	0,67	$9,6 \cdot 10^{-5}$	8,3
Pr. 2	9	6,5-7,5	0,068	0,16	$7,7 \cdot 10^{-5}$	6,7

Vi ser at den hydrauliske konduktiviteten blir omtrentlig den samme ved de to beregningsmåtene. De beregnede k-verdiene er typiske verdier for mellom-finsand, noe som stemmer godt overens med kornfordelingskurvene og borprofilet.

3.2.2 Grunnvannskvalitet

Grunnvannskvaliteten har vært god gjennom hele pumpeperioden (databilag 6.1). **Alle målte fysikalsk-kjemiske og bakteriologiske parametere tilfredsstiller kravene til drikkevann.** Alkaliteten og pH-verdien er meget gunstig og vil hindre korrosjon på ledningsnettet. Vannets hardhet (Ca + Mg) er også såpass lav at man unngår utfellinger på varmtvannsberedere, kjeler o.l.

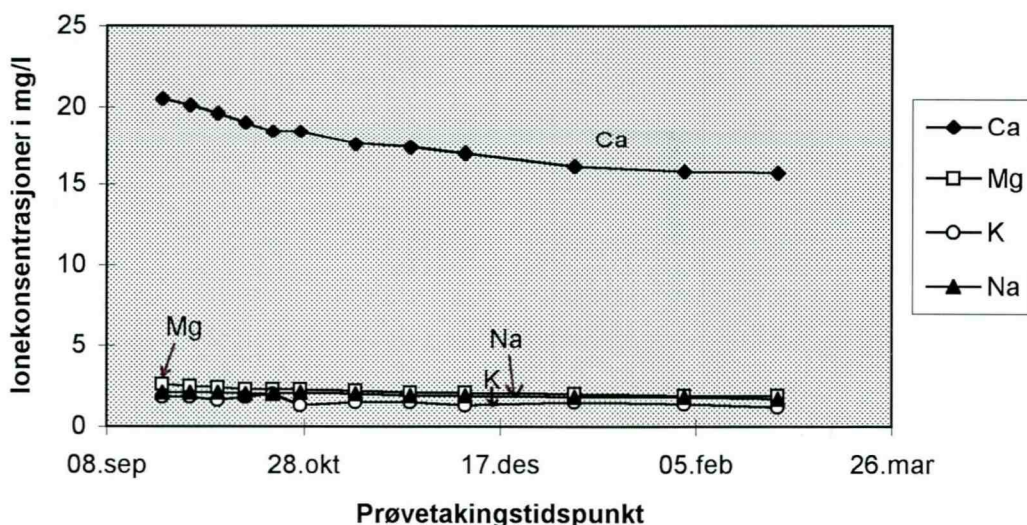


Fig. 2 *Konsentrasjonen av kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na) og kalium (K) under prøvepumping ved Rotåa, Stugudal.*

Figur 2 og 3 viser konsentrasjonen av hovedelementene under prøvepumpingsperioden. Som vi ser har innholdet av hovedelementer avtatt i løpet av prøvepumpingsperioden. Reduksjonen er

relativt sett lik stor for kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (Na), klorid (Cl) og sulfat (SO₄). Dette tyder på at det er trukket inn mer ionefattig vann fra elva, eller at det etter hvert trekkes inn mer ionefattig grunnvann fra områder lenger fra brønnen. Selv om det trekkes inn ellevann er oppholdstiden ut fra den beregnede permeabiliteten lang nok til å opprettholde god renseevne med hensyn på bakterier og organisk innhold.

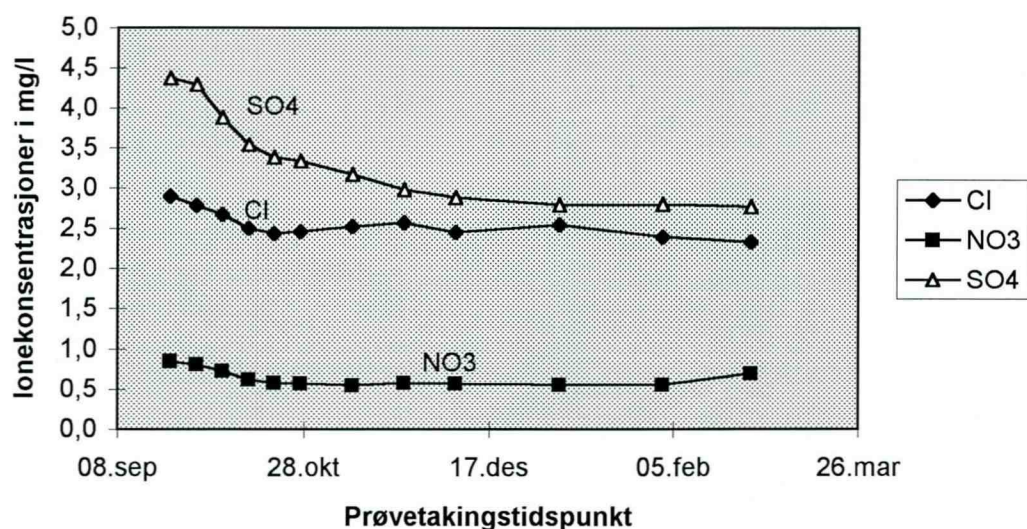


Fig. 3 Konsentrasjonen av sulfat (SO₄²⁻), nitrat (NO₃⁻) og klorid (Cl) under prøvepumping ved Rotåa, Stugudal.

Det er ikke registrert koliforme eller termotolerante koliforme bakterier og totalantall bakterier er maks. 6 ved 20 °C og er maks. 1 ved 37 °C (tabell 2). Dette er langt under kravene i Drikkevannsforskriften.

Tabell 2 Bakteriologiske analyseresultater av grunnvann fra prøvepumping ved Rotåa.

Dato	24.10.95	04.12.95	22.01.96	27.02.96	25.03.96	Krav
Prøve nr.	1	1 2	1 2	1 2	1 2	
Tot. ant. bakt. 20 °C	4	1 0	6 1	1 0	1 1	< 100
Tot. ant. bakt. 37 °C	0	1 0	1 0	1 0	0 0	< 10
Kolif. bakt.	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0
Termotol. kolif. bakt	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0

På grunnlag av den påviste kvaliteten på grunnvannet under prøvepumpingsperioden vil lufting være eneste nødvendige vannbehandling.

3.3 Forurensningstrusler og forslag til klausulering

Grunnvannsmagasinet ligger ganske grunt, men det er relativt godt beskyttet mot forurensninger fra overflaten, da det permeable sand- og gruslaget er dekt av ca. 4 m finsand med relativt lav permeabilitet og god renseevne.

Området rundt brønnen benyttes i dag til beitetrø for hester. I tillegg er det noen hytter og bolighus i området. All kloakk er tilkoblet kommunalt avløpsnett. Det er ikke registrert store forurensningstrusler, men aktuelle forurensingskilder kan være maskinelt utstyr, kloakkledninger og beitende dyr.

Vannets oppholdstid i umettet og mettet sone har stor betydning for både grunnvannets kjemiske og hygieniske kvalitet. Folkehelsa anbefaler at grunnvann som skal brukes til drikkevann bør ha en oppholdstid i grunnen på minst 60 døgn for å oppnå tilfredsstillende bakteriologisk rensing.

For å beskytte grunnvannskilden brukes en soneinndeling basert på grunnvannets oppholdstid. For sonene er det satt opp restriksjoner som avtar i styrke med økende avstand fra uttaksstedet (GiN-veileder nr. 7).

- Sone 0: Brønnområdet
- Sone 1: Det nære tilsigsområdet. Grense for 60 døgns oppholdstid ved et uttak tilsvarende dimensjonerende vannforbruk.
- Sone 2: Det fjerne tilsigsområde. Hele infiltrasjonsområdet.
- Sone 3: Det ytre verneområde. Omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet.

Brønnområdet (sone 0) skal inngjerdes og er kun forbeholdt aktivitet for drift av anlegget. Det anbefales en sone på 15 x 15 m. Utbredelsen av 60 døgns grensen (sone 1) kan beregnes ut fra hydrauliske modeller, tracerforsøk eller «sylindermetoden». Vi har valgt å bruke den sistnevnte metoden som går ut på å beregne størrelsen på magasinet som berøres av et uttak på 2,0 l/s i løpet av 60 døgn. Uttaket i løpet av 60-døgn blir 10368 m³ vann. Med en magasintykkelse på 6 m og en anslått effektiv porøsitet på 15 %, tilsvarer dette en sylinder med radius på 60 m, dvs. at vannet nærmere brønnen enn 60 m har kortere oppholdstid enn 60 døgn. I denne sonen må det ikke igangsettes forurensende aktivitet (kloakkutslipp, lagring av olje, bensin etc., grusuttak, veibygging, P-plasser, bolig- eller hyttebygging, intensivt jordbruk).

Sone 2, som omfatter hele infiltrasjonsområdet vil i dette tilfellet bestå av hele elvesletta ved Rotåa, øst for riksveien. I dette område kan det tillates en viss aktivitet forutsatt at det kan dokumenteres at den ikke kan innvirke på grunnvannskvaliteten. Kartbilag 14 viser inndelingen av sone 0, 1 og 2. Sone 3 som omfatter hele avsetningen og Rotåas nedbørsfelt, går ikke fram av kartet.

Utover en inngjerding av sone 0 er det ikke nødvendig med særskilte arealrestriksjoner i forhold til dagens arealbruk.

4 ÅS-AUNE

Forsyningsområdets vannbehov er oppgitt til ca. 6 l/s. Ut fra GiN-rapporten (Grønlie, 1992), kvartærgeologisk kartlegging, feltbefringing og beliggheten til eksisterende ledningsnett ble det pekt ut fire områder for hydrogeologiske undersøkelser (kartbilag 2 og 3).

4.1 Innledende undersøkelser

Kartbilag 7, 8, 9, 10 og 11 viser plasseringen av georadarprofil og sonderboringer. Resultatene av sonderboringene er presentert i form av borprofil i databilag 2.10-2.15 og 2.18-2.23. Masseprøvers kornfordelingskurver er vist i databilag 3.3-3.5 mens databilag 4.2-4.6 gir resultatene av fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver.

4.1.1 Håen og Lauøya

Området består av en ca. 1 km² stor breelvavsetning på begge sider av elva Tya. Det er flere større vannfylte dødisgroper i området. Knappt halvparten av avsetningen benyttes til dyrkamark, resten består hovedsakelig av skog, myr og vann. Det har foregått og pågår fortsatt sporadisk uttak av grus flere steder på avsetningen. Håen fungerer som et inntaksbasseng for Nea kraftverk. Dette gir vanligvis 0,5-1 m høye vannstandsvariasjoner.

Georadarmålinger

Det ble utført georadarmålinger langs to profiler (P22 og P23) ved Lauvøya og langs fire profiler (P18, P19, P20 og P21) ved Håen. Ved plassering av profilene måtte en ta hensyn til flomutsatte områder. Opptakene viser typiske breelvavsetninger ned til et dyp på ca. 15-20 m. Det antas at det i dette området er meget gode muligheter for grunnvannsuttak.

P18

Opptaket er vist i databilag 1.11. Reflektorene danner en trauforn med største dyp på ca. 15 m. I nedre del av trauret går reflektorene parallelt med traubunnen, mens i øvre halvdel av trauret sees ulike helningsretninger (vekslende deltautbygging). Det avsatte materialet er tolket som grovt, vesentlig sand.

P19

Opptaket er presentert i databilag 1.12. Fra starten av profilet til posisjon 80 m sees typiske foreset-lag ned til ca. 14-15 m dyp. Disse består sannsynligvis i hovedsak av grove masser (sand/grus) og skulle gi meget gode muligheter for uttak av grunnvann. I resten av profilet (mellom posisjon 100 m og 153 m) indikerer redusert penetrasjonsdyp større innslag av finstoff.

P20

Databilag 1.13 viser tydelige skrålag med vekslende helningsvinkel ned til ca. 11-12 m dyp. Under dette nivået blir reflektorene merkbart svakere, men skrålagene kan sees helt ned til ca. 18 m. Avsetningen er tolket som grovt materiale (sand/grus) og skulle gi gode muligheter for grunnvannsuttak.

P21

Profilen går delvis over ei myr (igjennfylt dødisgrop), og opptaket i databilag 1.14 viser tydelig myras konturer mot dypet (mellom posisjonene 10 m og 55 m). Nord for myra sees svake skrå reflektorer ned til ca. 13 m dyp. Disse tolkes til å representere ensgradert materiale; muligens sand.

P22 og P23

Opptakene er vist i databilagene 1.9 og 1.10. Grunnvannsspeilet trer tydelig fram som en kraftig subhorisontal reflektor ved ca. 3-4 m dyp. Under grunnvannsspeilet sees stedvis skrå lagdelinger som indikerer vekslende avsetningsretninger. Penetrasjonsdypet er varierende (fra 10-20 m dyp). Avsetningen tolkes som grus/sand og skulle gi gode muligheter til uttak av grunnvann.

Boringer

På grunnlag av feltbefaringen og georadarmålingene ble det satt ut fire borpunkt på den vestre delen av breeelvavsetningen, ved Håen (kartbilag 8). I borpunkt 10 ble det påvist 19,5 m sand og grus over fjell (databilag 2.10). Testpumping av en undersøkelsesbrønn i nivå 7, 15 og 17 m ga vannmengder på henholdsvis 2,2, 3,0 og 2,5 l/s. På 19 m dyp var massene tettere og kapasiteten ved testpumpingen var bare 0,3 l/s. Borhull 11 viste 13,2 m med grusig sand over fjell og testpumper av en undersøkelsesbrønn på 7 og 11 m dyp ga 2,0 og 0,7 l/s. Lignende masser ble også påvist i borhull 12. Der ble fjell nådd på 18,6 m og testpumper på 7, 11 og 15 m dyp ga vannmengder på henholdsvis 2,5, 0,8 og 2,0 l/s. Løsmasstype, løsmassetykkelse og dybden til grunnvannsnivået i disse borhullene samsvarer godt med resultatene fra georadarmålingene. Borhull 23 ble plassert i en esker (grusrygg) på NV-siden av Håen. Her ble det påvist 17,5 m med sand og grus over fjell og testpumper på fire forskjellige nivå mellom 5 og 17 m ga vannmengder mellom 1,7 og 3,3 l/s.

Det ble til sammen tatt 11 vannprøver for fysikalsk-kjemiske analyser (databilag 4.3 og 4.4). Alle vannprøvene er av god fysikalsk-kjemisk kvalitet. Ioneinnholdet består hovedsakelig av kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), kalium (K), sulfat (SO₄), klorid (Cl) og bikarbonat (HCO₃). Bikarbonat er angitt som alkalitet i analyseresultatene. Vannprøvene tatt fra borhull 10, 11 og 12 har ganske lik sammensetning. pH-verdien som varierer fra 6,4-7,0 er noe lav i forhold til kravet i Drikkevannsforskriften (6,5-8,5). Ledningsevnen varierer fra 11,0 til 14,7 mS/m og alkaliteten ligger mellom 0,7 og 1,3 mmol/l. Grunnvannet fra borhull 23 har et generelt høyere ioneinnhold, og spesielt høyere bikarbonat- (alkalitet) og kalsiuminnhold. Dette grunnvannet har også noe høyere pH-verdi (7,0-8,0). Enkelte vannprøver fra borhull 10 og 23 har et nitratinnhold på over 5 mg/l. Dette nitratinnholdet stammer trolig fra gjødsling av nærliggende dyrkamark, men innholdet er likevel lavt i forhold til kravene i Drikkevannsforskriften (< 44 mg/l NO₃). Fargetallet er mindre enn 3,2 i alle vannprøvene. Innholdet av jern (Fe), aluminium (Al) og mangan (Mn) ligger godt under kravene i alle vannprøvene. For de andre analyserte ionene er innholdet enten under deteksjonsgrensen eller klart under kravet i Drikkevannsforskriften.

Ut fra disse innledende undersøkelsene er dette området vurdert som meget gunstig med tanke på større uttak av grunnvann. Det ble derfor ikke prioritert å gjennomføre sonderboringer på den østre delen av avsetningen (ved georadarprofil P22 og P23).

4.1.2 Børhølen

Dette området ble valgt ut etter en feltbefaring foretatt sammen med mannskap fra Tydal kommune. Den aktuelle avsetningen er en liten elveavsetning ved Tya ca. 1 km nord for Håen (kartbilag 2). Det ble ikke gjort georadarmålinger i dette området.

Boringer

Det ble utført to sonderboringer (kartbilag 9) på avsetningen. Resultatene av sonderboringene er presentert i databilag 2.21 og 2.22. Borhull 21 viste 13 m grusig sand over fjell, mens i borhull 22 ble fjell truffet på 8 m dyp. Testpumper av en undersøkelsesbrønn i borhull 21 ga vannmengder på 1,4, 1,0 og 2,5 l/s på henholdsvis 7, 9 og 11 m dyp. Det ble tatt en vannprøve fra 11 m dyp. Databilag 4.2 viser at den er av god fysikalsk-kjemisk kvalitet idet alle målte parametere tilfredsstillende kravene i Drikkevannsforskriften. Innholdet av jern ligger imidlertid like under største tillatte konsentrasjon på 0,2 mg/l. Feltnålinger av grunnvannet på 7 og 9 m dyp viste høyere jerninnhold (0,5-1,0 mg/l).

På grunn av liten tykkelse av egnede masser ble det ikke gjort testpumper i borhull 22. Selv om det er gode muligheter for å dekke det oppgitte vannbehovet med grunnvann fra denne avsetningen ble det valgt å ikke gjennomføre videre undersøkelser, da området ved Håen er enda gunstigere med tanke på kvalitet og kapasitet.

4.1.3 Gammelvollsjøen

Området ble valgt ut på grunnlag av tidligere kartlegging (Reite, 1990) og at avsetningen ligger ca. 3,5 km fra eksisterende vannledning fra Skårsåsjøen. Løsmassene i området er dominert av en ca. 1 km² stor breelvavsetning beliggende langs nedre deler av elva Røa, ved nordenden av Gammelvollsjøen. Det er flere mindre massetak lengst nord på avsetningen og snitt i disse viser et topplag av stein og grus over sand og grus.

Boringer

Det ble gjort tre boringer i området (kartbilag 10). Resultatene av boringene er gjenngitt i databilag 2.13-2.15. Borhull 13 viste ca. 13 m med grusig sand over finsand og morene. Fjell ligger dypere enn 21,5 m. Det ble foretatt testpumper av en undersøkelsesbrønn på 5, 7, 9, 11 og 13 m dyp. Kapasiteten var 2,5 og 1,7 l/s på 5 og 7 m dyp, mens de dypere nivåene ikke ga vann grunnet for høyt finstoffinnhold. En vannprøve tatt på 7 m dyp er av god fysikalsk-kjemisk kvalitet (databilag 4.2) i forhold til kravene i Drikkevannsforskriften.

De to andre boringene (borhull 14 og 15) viste henholdsvis 9 og 6 m sand og grus over finsand og morene. Selv om det kunne vært muligheter for grunnvannsutttak i sand og grusmassene i toppen, ble det ikke satt ned undersøkelsesbrønn for testpumping da forholdene ble vurdert som dårligere enn i borhull 13.

En produksjonsbrønn i nærheten av borhull 13 vil trolig dekke forsyningsstedets vannbehov, men på grunn av beliggenhet i forhold til ledningsnett og påvisning av en bedre grunnvannforekomst ved Håen, ble det ikke satt igang langtids prøvepumping på denne lokaliteten.

4.1.4 Aune

De undersøkte områdene ligger på breelv- og elveavsetninger langs Nea og vest for Tydal kirke (kartbilag 3).

Georadarmålinger

Det er utført georadarmålinger langs sju profiler i dette området. Profilene P3, P4 og P5 ligger ved Væløyen. Profilene P6 og P7 er målt like vest for Tydal kirke, mens profilene P8 og P9 er lagt på vestbredden av Nea ved Heggneset (kartbilag 11). I alle disse tre områdene ser det ut til at løsmassene er egnet til grunnvannsuttak, men løsmasseykkelsen er trolig for liten ved P8.

P3

Opptaket er vist i databilag 1.15. I første halvdel av profilet (0 m til 95 m) sees et topplag med kraftige subhorisontale reflektorer som trolig representerer grovt materiale (stein/grus/sand). Laget har en tykkelse på ca. 10 m i starten, men avtar til ca. 3-4 m ved posisjon 95 m. Under topplaget reduseres reflektiviteten drastisk, noe som indikerer ensgradert materiale, trolig fin sand. Under sandlaget sees igjen kraftige reflektorer. Dette tolkes som skarp overgang til grovere materiale (grus?) og/eller eventuelt fjell. Fra posisjon 95 m viskes disse reflektorene ut. Dette skyldes sannsynligvis at materialet over grusen/fjellet ikke lenger er finkornet slik at kontrasten er redusert. I denne siste delen av profilet er muligheten for grunnvannsuttak trolig best.

P4

Opptaket, som er presentert i databilag 1.16, viser horisontal/subhorisontal lagdeling ned til maksimum ca. 15 m dyp i første halvdel av profilet. Refleksjonene indikerer grove masser (grus/sand), og det antas derfor at det i dette området er gode muligheter for uttak av grunnvann. Den forholdsvis markerte overgangen til svak reflektivitet, spesielt i profilets andre halvdel, kan representere fjelloverflata.

P5

Opptaket i databilag 1.17 viser horisontal/subhorisontal lagdeling ned til ca. 15 m dyp i starten av profilet. Avsetningen består trolig av grove masser (sand/grus) med gode muligheter for grunnvannsuttak. Penetrasjonsdypet avtar en del mot slutten. Dette kan skyldes at dypet til fjell avtar mot Vælberget, men fjellreflektoren trer ikke klart fram på dette opptaket.

P6 og P7

Opptakene er vist i databilagene 1.18 og 1.19. Fjelloverflata trer fram som en mer eller mindre markert, undulerende reflektor ved ca. 10-15 m dyp. Over fjellreflektoren sees stedvis redusert reflektivitet (særlig i P6), noe som indikerer ensgradert materiale, trolig finsand. Resten av avsetningen består trolig av grove masser (grus/sand). Grunnvannspeilet sees, med enkelte brudd, ved ca. 3-4 m dyp.

P8 og P9

Opptakene er vist i databilagene 1.20 og 1.21. Avsetningen består trolig av sand og grus, men dypet til fjell er relativt begrenset. I profil 8 sees trolig fjelloverflata som en oppdomende reflektor ved posisjon 58 m, omtrent der profilet krysses av profil 9. På opptaket fra profil 9 sees den samme reflektoren på ca. 4 m dyp ved posisjon 12 m. Herfra ser det ut til at dypet til fjell øker mot sør. Dette indikerer en fjellterskel og denne er muligens årsak til elvas avbøying her.

Boringer

Plasseringen av de tre borhullene er vist i kartbilag 11, mens borprofilene er vist i databilag 2.18-2.20. Borhull 18 viste ca. 6 m grusig sand over sand/finsand. Fjell ble nådd på 11,3 m dyp. Kapasiteten ved testpumping av en undersøkelsesbrønn var 0,8 l/s på 5 m dyp, mens massene var for finkornig til grunnvannsutttak på 7 m dyp. Borhull 19 viste 9,2 m med hovedsakelig sand over fjell. Liten løsmassetykkelse og for finkornige masser førte til at det ikke ble satt ned undersøkelsesbrønn her. På grunnlag av georadarprofil 6 ble borhull 20 plassert ca. 60 m vest for borhull 19. Løsmassene besto her av sand og grusig sand. Kornfordelingen til en masseprøve tatt på 11 m dyp er gjenngett i databilag 3.4. Fjelldyppet ble bestemt til 11,4 m. Testpumping av en undersøkelsesbrønn ga henholdsvis 0,4 og 1,7 l/s i nivåene 9 og 11 m.

Det ble tatt to vannprøver for fysikalsk-kjemiske analyser; en fra 5 m dyp i borhull 18 og en fra 11 m dyp i borhull 20 (databilag 4.5). Bortsett fra litt lav pH-verdi (6,5) er grunnvannsprøven fra borhull 18 av god kvalitet, mens kvaliteten til grunnvannsprøven fra borhull 20 er preget av for lav pH-verdi og for høye konsentrasjoner av jern og mangan.

Selv om deler av georadarprofil P4-P5 og P8-P9 virket lovende med hensyn på grunnvannsutttak ble det ikke gjort boringer i tilknytning til disse profilene. Årsaken var at avsetningen ligger lite gunstig plassert i forhold til ledningsnett og ledningsdimensjon og at det allerede var påvist grunnvannsressurser med en mer gunstig beliggenhet.

4.1.5 Skarpdalen

Skarpdalen ligger ca. 15 km nord for Ås i Tydal (kartbilag 17) og på grunn av sin beliggenhet er området lite aktuelt for grunnvannsutttak til kommunal vannforsyning. Området er imidlertid interessant i grunnvannssammenheng da det finnes flere store kildeframsprings fra løsmasser her. Løsmassegeologien er preget av breelv- og bresjøsedimenter. Det kan sees markerte breelvterrasser, eskere, dødisgroper og smeltevannsløp. Løsmassene er dominert av grusig sand i breelvterrassene og eskerne, mens de lavereliggende områdene er dominert av sand, finsand og myr. En av kildene (K1) benyttes som vannforsyning til samiske sommerboplasser. Det er av kommunen dokumentert god bakteriologisk vannkvalitet i denne kilden.

Under en befaring foretatt sammen med komm.ing. K. Selboe og R. Høyem fra Sør-Trøndelag fylkeskommune den 07.07.95 ble det tatt vannprøver fra to kilder. Begge kildene ligger i foten av breelvterrasser og mates med grunnvann infiltrert fra nedbør/snøsmelting og fra mindre bekker i dalsiden ovenfor kildene. Kilde 1 består av 3-4 punktkilder innenfor et område på 5-10 m, mens kilde 2 består av flere punktkilder innenfor en strekning på 50-100 m. Kapasiteten til kildene ble anslått til henholdsvis ca. 10 l/s (K1) og 15 l/s (K2). Kapasitetsanslaget ble gjort like etter/i slutten av snøsmeltingen. Kapasiteten må derfor forventes å være lavere senere på sommeren og særlig på senvinteren. En nøyaktig vurdering av kildenes kapasitet krever målinger over hele året.

Fysikalsk-kjemiske analyser av vannprøver fra kildene (databilag 4.7) viser at K1 har noe lav pH-verdi (6,2) i forhold til kravene i Drikkevannsforskriften, mens pH-verdien i K2 er på 7,0. Alle andre parametere ligger innenfor kravene i forskriften.

I tillegg til de prøvetatte kildene ble det registrert flere mindre kilder i området.

4.2 Prøvepumping, Håen

På grunnlag av resultatene fra de innledende undersøkelsene og i samråd med kommunen ble det bestemt å sette ned brønner for langtids prøvepumping ved borhull 12 ved Håen. Etter kommunens ønske ble det satt ned to Ø168 mm produksjonsbrønner i rustfritt stål. Ut fra kornfordelingskurvene til masseprøver tatt fra borhull 12 ble filteråpningen valgt til 1 mm. Brønnene ble satt ned av NGU's Nemeč borerigg. Fig. 4 viser brønndyp filterlengde og filterplassering til de to brønnene.

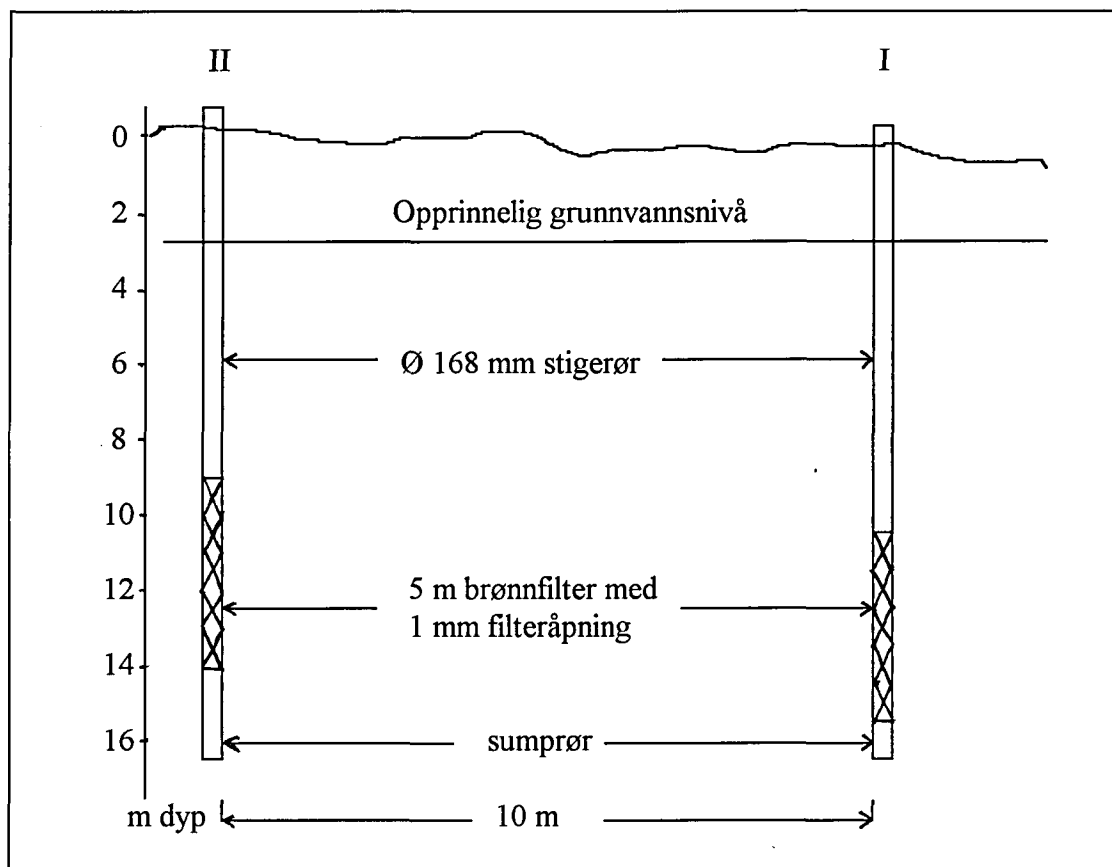


Fig. 4 Skisse av produksjonsbrønner ved Håen.

Under permanent drift vil det bli brukt senkpumper i brønnene, men prøvepumpingen ble gjort med sugepumping fra et innvendig Ø76 mm rør i bare en av brønnene. Prøvepumpingen startet 28.09.95 og pågikk helt til juni 96. Kapasiteten lå stort sett på 10,0 l/s i hele prøvepumpingsperioden.

3.2.1 Hydrauliske parametere

Grunnvannsnivået under prøvepumpingsperioden ble observert i fire peilebrønner (P1-P4, kartbilag 15). Databilag 5.2 viser grunnvannsstanden i de fire peilebrønnene, og i figur 5 er grunnvannsnivået plottet mot pumpetiden.

Ut fra kvartærgeologisk kartlegging er avsetningens utbredelse ca. 0,8 km², og ut fra sonderboringer og georadarmålinger kan gjennomsnittelig tykkelse av vannmettede masser bestemmes til 15 m. Med en antatt porøsitet på 20 % inneholder dermed grunnvannsmagasinet ca. 2,4 mill. m³ grunnvann. Nydannelsen av grunnvann skjer ved infiltrasjon av nedbør/smeltet

snø, infiltrasjon fra Håen, og infiltrasjon fra Tya og bekker som renner ut på avsetningen. I brønnområdet vil infiltrasjon fra Håen og fra nedbør/snøsmelting gi de største bidragene til nydannelsen.

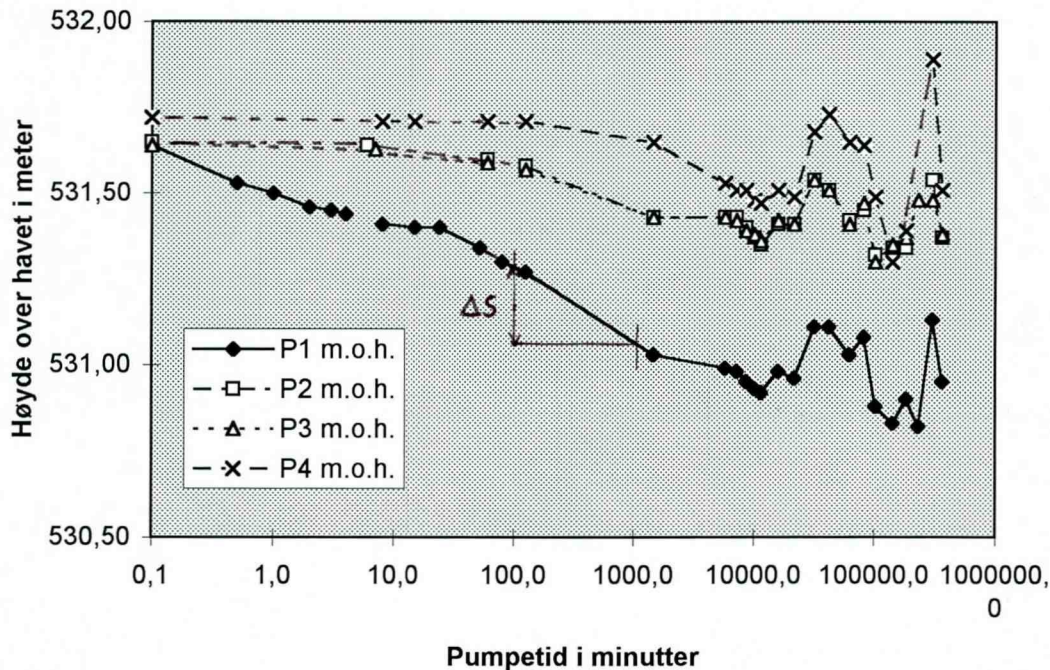


Fig. 5 Senkningskurver for P1, P2, P3 og P4 under pumpeperioden ved Håen.

I P1, P2 og P3 flatet senkningskurven ut etter ett døgns pumping, og i P4 flatet den ut først etter 5 døgns pumping. Utflatingen skyldes at infiltrasjon av vann fra Håen gir en likevekt mellom utpumping og nydannelse av grunnvann. I og med at P4 ligger lengst fra Håen er det naturlig at det tok noe lengre tid før Håen innvirket på denne peilebrønnen. Variasjonene i grunnvannsstand etter 5 døgns pumping skyldes variasjoner i vannsstanden i Håen som følge av nedtappinger i forbindelse med vannkraftproduksjon og/eller naturlige svingninger i grunnvannsstand på grunn av varierende nedbørsmengder/snøsmelting. Grunnvannsnivået i P1 sank mindre enn 1 m, mens senkningen i P2, P3 og P4 var mindre enn 0,4 m i løpet av hele pumpeperioden.

Ut fra senkningsforløpet avsett som en funksjon av tiden for P1 (fig. 5) kan de hydrauliske parameterne; transmissivitet T og hydraulisk ledningsevne k beregnes.

$$T = \frac{Q \ln 10}{4\pi \Delta s} = 8,7 * 10^{-3} m^2 / s$$

Q er uttatt vannmengde i $m^3/s = 10,0 * 10^{-3} m^3/s$.

$\Delta s = 0,21$ m som er gjennomsnittlig senkningen for P1 i løpet av en ln-enhets tid (se fig. 5).

Den hydrauliske ledningsevnen kan beregnes ut fra følgende formel:

$$k = \frac{T}{m} = 5,8 * 10^{-4} \text{ m/s}$$

der m er mektigheten av vannførende sone som i dette tilfellet er ca. 15 m.

Den hydrauliske ledningsevnen kan også beregnes ut fra masseprøvenes kornfordeling ved bruk av formler basert på d_{10} og d_{60} (Anderson et. al., 1984).

I tabell 3 er k-verdiene beregnet for 2 forskjellige masseprøver tatt på 7 og 15 m dyp i borhull 12.

Tabell 3 *Hydraulisk ledningsevne beregnet ut fra masseprøvers kornfordeling.*

Borhull	Dyp (m.o.h)	D_{10} (mm)	D_{60} (mm)	k (m/s)	k (m/dag)
12	6,5-7,5	0,24	1,2	$7,9 * 10^{-4}$	68
12	14,5-15,5	0,18	0,49	$5,3 * 10^{-4}$	46

Vi ser at den hydrauliske konduktiviteten blir omtrent den samme for de to beregningsmåtene. De beregnede k-verdiene er typiske verdier for grov-mellomsand, noe som stemmer godt overens med kornfordelingskurvene og borprofilen (databilag 3.3 og 2.12).

Brønnenes maksimale kapasitet kan anslås ut fra maksimal tillatt senkning. En tillatt senkning av grunnvannsnivået på 5 m i P1 gir en Δs -verdi på ca. 1 m. Med en transmissivitet på $8,73 * 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ tilsvarer en slik senkning et uttak av grunnvann på knapt 50 l/s. Ut fra filterarealet og grunnvannets innstrømningshastighet bør det likevel ikke tas ut mer enn 10 l/s pr. brønn. Et større uttak vil føre til større friksjonstap i filteret og fare for belegg og/eller korrosjon på filterrøret. Ved et større uttak kan også strømmingen inn mot filteret gå over fra å være laminær til å være turbulent, noe som medfører økt filterslitasje og fare for innvasking av partikler med vannet.

4.2.2 Grunnvannskvalitet

Grunnvannskvaliteten har vært god gjennom hele pumpeperioden (databilag 6.1). **Alle målte fysikalsk-kjemiske og bakteriologiske parametere tilfredsstillt kravene til drikkevann.** Selv om pH-verdien er litt lav er alkaliteten såpass høy at det er liten fare for korrosjon på ledningsnettet. Figur 6 og 7 viser konsentrasjonen av hovedelementene under prøvepumpingsperioden. Alkaliteten (bikarbonatinnholdet) og innholdet av kalsium og sulfationer viser en svak økning. Økningen skyldes trolig at brønnen trekker inn mer fjerntliggende grunnvann med høyere ioneinnhold. Et slikt grunnvann ble påvist i borhull 23, på andre siden av Håen. Likevel er vannets hardhet (Ca + Mg) såpass lav at man vil unngå utfellinger på varmtvannsberedere, kjeler o.l. Konsentrasjonen av de andre ionene er relativt stabil.

I tillegg til de målte elementer gjennnitt i databilag 6.2 er det også målt på en rekke andre elementer (tekstbilag 2). Konsentrasjonen av disse ligger under deteksjonsgrensen for analysemetoden og/eller klart under kravene i Drikkevannsforskriften.

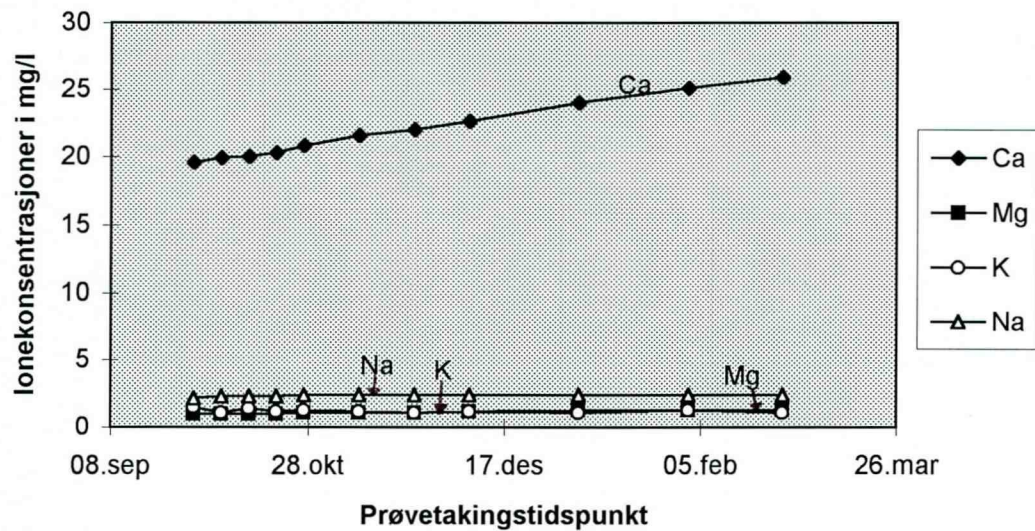


Fig. 6 Konsentrasjonen av kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na) og kalium (K) under prøvepumping ved Håen.

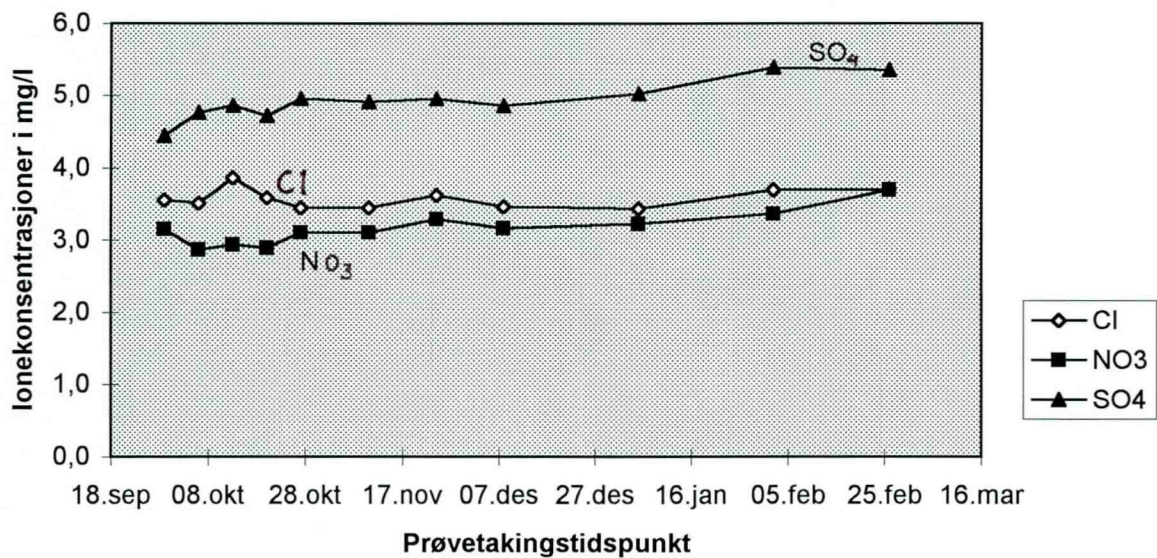


Fig. 7 Konsentrasjonen av sulfat (SO₄²⁻), nitrat (NO₃⁻) og klorid (Cl⁻) under prøvepumping ved Håen.

Det er ikke registrert koliforme eller termotolerante koliforme bakterier i grunnvannet. Totalantall bakterier, særlig ved 37 °C, er noe høyt i den første prøven, men har siden ligget klart under kravene til drikkevann (tabell 4).

Tabell 4 *Bakteriologiske analyseresultater av grunnvann fra prøvepumping ved Håen.*

Dato	24.10.95	04.12.95		22.01.96		27.02.96		25.03.96		Krav
Prøve nr.	1	1	2	1	2	1	2	1	2	
Tot. ant. bakt. 20 °C	32	20	17	2	0	2	0	2	1	< 100
Tot. ant. bakt. 37 °C	19	2	0	0	0	0	0	0	0	< 10
Kolif. bakt.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Termotol. kolif. bakt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

På grunnlag av den påviste vannkvaliteten under prøvepumping blir lufting av grunnvannet eneste nødvendige vannbehandling. Hvis kommunen ønsker en pH-heving kan dette gjøres med tilsetning av lut (NaOH).

4.3 Forurensningstrusler og forslag til klausulering

Området rundt brønnene er skogbevakst, men mot sør er det dyrkamark. Bortsett fra gjødsling er det ingen forurensningstrusler som kan påvirke vannkvaliteten i brønnene. I og med at det ikke er påvist koliforme eller termotolerante koliforme bakterier og innholdet av nitrat er lavt er det intet som tyder på at dagens gjødsling av nærliggende dyrkamark har særlig innvirkning på grunnvannskvaliteten. Vannets oppholdstid i umettet og mettet sone har stor betydning for både grunnvannets kjemiske og hygieniske kvalitet. Folkehelse anbefaler at grunnvann som skal brukes til drikkevann bør ha en oppholdstid i grunnen på minst 60 døgn for å oppnå tilfredsstillende bakteriologisk rensing.

For å beskytte grunnvannskilden brukes en soneinndeling, basert på grunnvannets oppholdstid. For sonene er det satt opp restriksjoner som avtar i styrke med økende avstand fra uttaksstedet (GiN-veileder nr. 7).

- Sone 0: Brønnområdet
- Sone 1: Det nære tilsigsområdet. Grense for 60 døgns oppholdstid ved et uttak tilsvarende dimensjonerende vannforbruk.
- Sone 2: Det fjerne tilsigsområde. Hele infiltrasjonsområdet.
- Sone 3: Det ytre verneområde. Omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet.

Brønnområdet (sone 0) skal inngjerdes og er kun forbeholdt aktivitet for drift av anlegget. Det anbefales en sone på ca. 25 x 15 m.

Utbredelsen av 60 døgns grensen (sone 1) kan beregnes ut fra hydrauliske modeller, tracerforsøk eller «sylindermetoden». Vi har valgt å bruke den sistnevnte metoden som går ut på å beregne størrelsen på magasinet som berøres av et uttak på 6,0 l/s i løpet av 60 døgn. Uttaket i løpet av 60-døgn blir 31104 m³. Med en magasintykkelse på 15 m og en anslått effektiv porøsitet på 20 %, tilsvarer dette en sylinder med radius på 57 m. Dette betyr at vannet nærmere brønnen enn 57 m har kortere oppholdstid enn 60 døgn. Hvis uttaket av grunnvann blir større enn 6 l/s må sone 1 utvides tilsvarende. Et uttak på 10 l/s vil f.eks. føre til at radiusen

for sone 1 blir 74 m. Ut fra metodens usikkerhet og det at det ikke er påvist beskyttende lavpermeabelt lag over grunnvannsmagasinet, anbefales 70 m som grense for sone 1. I denne sonen må det ikke igangsettes forurensende aktivitet (kloakkutslipp, lagring av olje, bensin etc., grusuttak, veibygging, P-plasser, bolig- eller hyttebygging, intensivt jordbruk).

Sone 2 omfatter hele infiltrasjonsområdet, det vil si den delen av grunnvannsmagasinet hvor grunnvannet strømmet mot brønnen under pumping. I dette tilfellet vil sone 2 bestå av sletta sør og øst for Håen. I dette området kan det tillates en viss aktivitet forutsatt at det kan dokumenteres at den ikke kan innvirke på grunnvannskvaliteten. Kartbilag 15 viser inndelingen av sone 0, 1 og 2.

Sone 3 som omfatter hele avsetningen og Tyas nedbørsfelt går ikke fram av kartet.

I forhold til dagens arealbruk er det kun små endringer som er påkrevet. Dette er inngjerding av sone 0 og et forbud mot bruk av naturgjødning og sprøytemidler i sone 1. Engslått med begrenset bruk av kunstgjødning kan aksepteres. I sone 2 er det ikke påkrevet med restriksjoner i forhold til dagens arealbruk.

5 GRÆSLI

5.1 Innledende undersøkelser

På grunnlag av feltbefaringer, kvartærgeologisk kartlegging og tidligere undersøkelser ble det bestemt å gjøre innledende undersøkelser i form av georadarmålinger og undersøkelsesboringer på elvesletta ved Granøya på sørsida av Nea. I tillegg ønsket kommunen en kartlegging av grunnvannskilder i nærheten av eksisterende vannledning i området ved Hammervollen (kartbilag 4).

5.1.1 Granøya, Græsli

Georadarmålinger

Ved Granøya er det foretatt georadarmålinger langs to profiler, P1 og P2, på sørsida av elva (kartbilag 12).

P1 og P2

Opptakene er vist i databilagene 1.22 og 1.23. Kraftig refleksivitet indikerer grove masser (sand/grus). Bare stedvis kan en fastslå fjelloverflatas beliggenhet. Ved kryssingspunktet mellom de to profilene sees fjellreflektoren på ca. 12 m dyp. Profil 2 viser at dypet til fjell avtar raskt mot dalsiden.

Boringer

Ut fra resultatene av georadarmålingene ble det gjort to undersøkelsesboringer (kartbilag 12). Borprofilene er gjenngett i databilag 2.16 og 2.17. Borhull 16 viste 10 m grusig sand over fjell. Kornfordelingskurver til masseprøver fra 5 og 9 m dyp er vist i databilag 3.4. Testpumping av en undersøkelsesbrønn i nivåene 5, 7 og 9 m ga henholdsvis 2,2, 2,0 og 3,3 l/s. I borhull 17 ble det påvist 17,2 m stein, grus og sand over fjell. Testpumping av en undersøkelsesbrønn på 7, 9 og 11 m dyp ga kun små vannmengder, men spyling av brønnen

indikerte god vanngjennomgang i massene. Kapasiteten ved testpumping på 13 og 15 m dyp var 2,0 og 2,5 l/s.

Den fysikalsk-kjemiske vannkvaliteten til grunnvannsprøver fra borhull 16 og 17 framgår av databilag 4.5. I forhold til kravene i Drikkevannsforskriften har alle de fire vannprøvene for lav pH-verdi (5,9-6,2) og for høyt innhold av jern (0,5-3,4 mg/l) og mangan (0,06-0,38 mg/l). I tillegg er konsentrasjonen av aluminium for høy i vannprøven fra borhull 17 tatt på 15 m dyp. Det høye fargetallet i vannprøvene skyldes utfelling av jern på prøveflaskene før analysen, mens den høye turbiditeten skyldes partikler i vannet grunnet stor filteråpning og kort pumpetid før prøvetaking. De andre analyserte parametrene ligger innenfor kravene i Drikkevannsforskriften.

Kapasitetene under testpumpingene, løsmasstype og løsmasstykkelse indikerer muligheter for store uttak av grunnvann (minst 20 l/s). Selv om det ikke ble påvist grunnvann av god kvalitet er det muligheter for at andre deler av avsetningen har bedre grunnvannskvalitet og at kvaliteten vil endre seg ved et konstant uttak over lengre tid. Det er også mulig å redusere innholdet av jern og mangan ved rensing (oksidering og filtrering), men dette vil bli en relativt dyr løsning for et såpass lite vannverk.

5.1.2 Hammervollen

Dette området ble valgt ut på grunn av sin gunstige beliggenhet i forhold til eksisterende ledningsnett til Græsli og Hilmo og tidligere observasjoner av kilder/oppkommer. Løsmassene i området er preget av breelv- og grove moreneavsetninger i de lavereliggende områdene ved Storhynna like sør for Hammervollen. I området lenger opp mot Hyllingvollen er det avsatt 6-7 israndavsetninger (morenerygger) i forskjellig nivå oppover dalsida. Mellom randavsetningene går det spylerenner, og det er i tillegg registrert mange dødisgroper i området. Israndavsetningene er avsatt mellom isen, som dekket hele hoveddalføret, og dalsida. Etter hvert som isen smeltet ned ble det dannet flere morenerygger nedover dalsida. Israndavsetningene består av grovkornige, relativt dårlig sorterte masser av sand, grus og stein.

Under en feltbefaring foretatt 03-04.07.95 ble det registrert flere betydelige kilder/oppkommer i området. Flesteparten av disse ligger i foten av de mange moreneryggene. Det meste av grunnvannet fra de høyereliggende moreneryggene infiltreres i dødisgroper og spylerenner mellom moreneryggene. Det er derfor en klar tendens til økende kapasitet på kildene jo lengre ned man kommer. På feltbefaringen ble det registrert fem kilder/kildehorisonter med kapasiteter på over 1 l/s. Fig. 8 viser en prinsippskisse av grunnvannets strømningsmønster gjennom moreneryggene.

Kapasiteten på bekken som kommer fra ovenforliggende kildeutslag og renner ut i dødisgropa ca. 80 m ovenfor kildehorisont K1 er målt til 50-60 % av samlet kapasitet i K1. Det må antas at alt vannet som infiltreres fra denne dødisgropa kommer fram igjen i kildehorisonten. Dette betyr at en vesentlig del av grunnvannet i K1 stammer fra andre/dypere deler av moreneryggene.

På grunn av mangelfull kartdekning er bare den nederste kildehorisonten med på kartbilag 13.

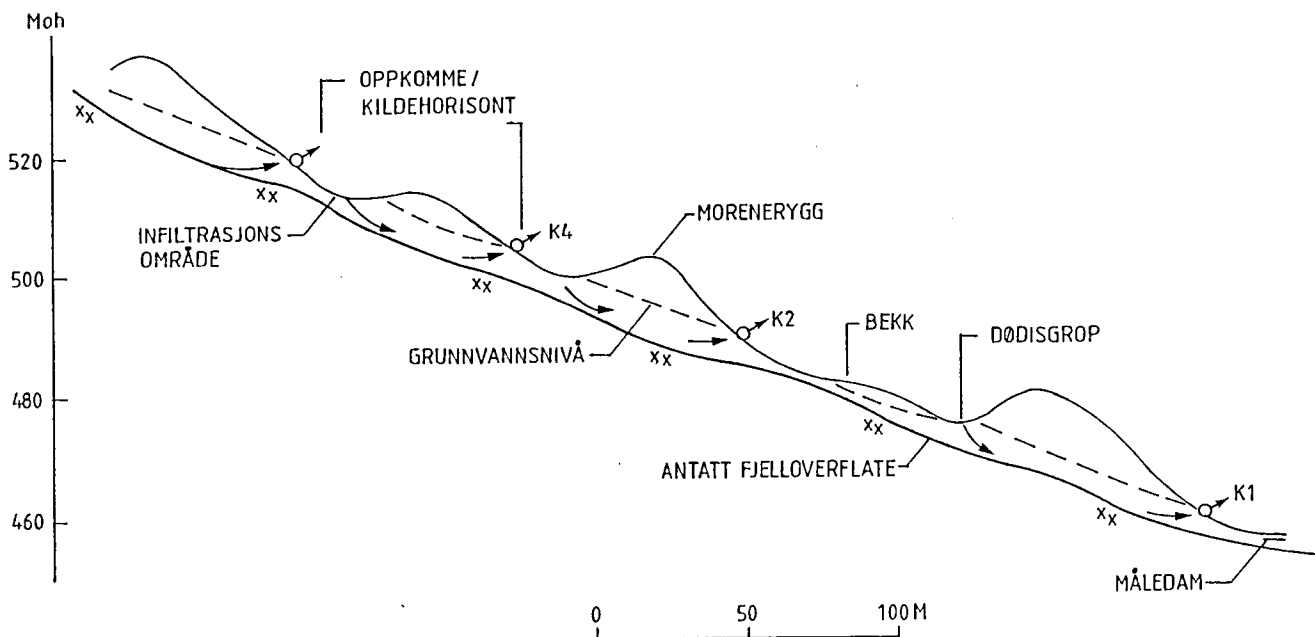


Fig 8 *Prinsippskisse av grunnvannets strømningsmønster gjennom moreneryggene sør for Hammervollen, Græsli.*

Det ble tatt vannprøver fra fire forskjellige grunnvannskilder og fra inntaket til dagens vannforsyning i Hynna. Resultatene av de fysikalsk-kjemiske analysene er vist i databilag 4.6. Grunnvannet er relativt ionefattig og har en litt lav alkalitet og pH-verdi (6,3-6,8) i forhold til kravene i Drikkevannsforskriften. Selv om fargetallet ligger klart innenfor kravet, er det særlig i vannprøvene tatt i juli, noe høyt til grunnvann å være. Vannprøver som ble tatt i kilde 3 og 4 i september 1995 har lavere fargetall og et generelt høyere ioneinnhold enn i vannprøvene som ble tatt i juli. Dette skyldes en tørr periode forut for prøvetakingen i september, slik at disse vannprøvene representerer grunnvann med lengre oppholdstid. Dette er også årsaken til at kapasiteten på K3 har gått ned fra ca. 3 l/s i juli til ca. 1 l/s i september. Bortsett fra lav pH og alkalitet tilfredsstiller alle andre analyserte parametere kravene i Drikkevannsforskriften.

Grunnvannsundersøkelsene i dette området vil inngå i en hovedoppgave til stud.agric. Hallvard Abildsnes, Norges Landbrukshøyskole. For en mer detaljert beskrivelse av grunnvannets strømningsmønster og en bedre kartlegging av kildene, henvises det til hans hovedoppgave som er planlagt ferdig i 1997.

5.2 Overvåkning av kildehorisont, Hammervollen

På grunnlag av kapasitet og beliggenhet i forhold til eksisterende ledningsnett, ble det besluttet å gjøre oppfølgende undersøkelser i form av prøvetaking og kapasitetsmålinger av den nederste og største kildehorisonten (K1). Det ble bygget en provisorisk måledam for vannprøvetaking og kapasitetsmåling. I tillegg ble det foretatt gravinger av to prøvegrøper i det aktuelle området for inntak av kildehorisonten.

Grop 1	Grop 2
0-1,5 m grus (prøve 1)	0-1,0 m grus
1,5-1,7 m finsand (prøve 2)	1-1,2 m finsand
1,7-2,8 m morene	1,2-1,5 m grusig sand
Fjell på 2,8 m	1,5-2,0 m morene

Kornfordelingsanalyser av de to masseprøvene er vist i databilag 3.6.

5.2.1 Kapasitet

Kildehorisontens kapasitet varierer med grunnvannsstanden. Nedbør og snøsmelting fører til høyere grunnvannsstand, og dette resulterer i økt påtrykk av grunnvann og økning i kapasiteten. Kapasiteten under feltbefaringen foretatt 04.07.95 ble anslått til 6 l/s. Fra august-95 er kapasiteten målt jevnlig. Fig. 9 viser hvordan den har variert i løpet av undersøkelsesperioden. I samme figur er det plottet inn nedbørsdata fra en målestasjon ved Nea kraftverk som ligger ca. 12 km øst for kildeutslagene. Figuren viser tydelig sammenheng mellom nedbørsmengder og kapasitet fram til begynnelsen av desember-95. Fra da av og til begynnelsen av april har nedbøren kommet som snø, og det har vært minimalt med snøsmelting. Dette har ført til en jevn reduksjon i kapasiteten fra over 6 l/s i begynnelsen av desember til 0,5 l/s i begynnelsen av mars. Fra april har kapasiteten økt igjen, hovedsakelig som følge av snøsmelting. På sen vinteren var kildeutslagene øverst i skråningsfoten tørket ut, noe som indikerer en generell reduksjon av grunnvanns nivået i området. I og med at det har vært minimal nydannelse av grunnvann i løpet av vinteren, kan 0,5 l/s regnes som en minimumskapasitet på kildehorisonten. Dette er for lavt i forhold til det oppgitte vannbehovet på 2,0 l/s.

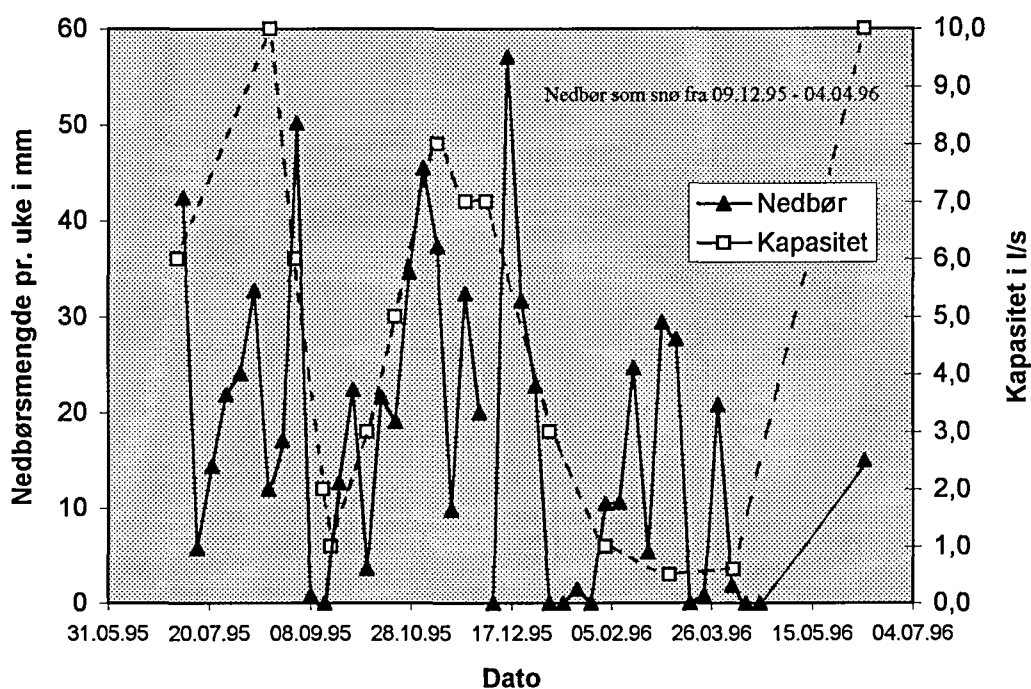


Fig. 9 Kapasitet på kildehorisont ved Hammervollen sammenlignet med nedbørsmengder målt ved Nea kraftstasjon.

Ved graving av prøvegroper ble det registrert betydelige vanninnslag i de grove lagene ned mot 1,5 m dyp. Det er derfor sannsynlig at en 1,5 m dyp inntaksgrøft vil fange opp mer grunnvann, særlig i tørkeperioder, enn det som kommer fram i kildeutslagene, men hvor stor den eventuelle økningen i kapasitet vil bli er vanskelig å vurdere før inntaksgrøfta er bygd.

Ut fra kornfordelingskurvene er permeabiliteten til masseprøvene beregnet til henholdsvis $6,62 \cdot 10^{-4}$ og $4,34 \cdot 10^{-6}$ m/s. Det antas at den groveste prøven er mest representativ for løsmassene i randavsetningen.

Vannets tilsynelatende gjennomsnittshastighet (Darcy-hastigheten) kan beregnes ut fra ligningen $v = k \times i = 1,19 \cdot 10^{-4}$ m/s = 10,3 m/dag, hvor i er hydraulisk gradient som i dette tilfellet er ca. 0,18 (beregnet ut fra høydeforskjellen og avstanden mellom ovenforliggende dødisgrop og kildeutslagene) og k er permeabiliteten.

Hvis en tenker seg en inntaksgrøft med effektivt areal A på 60 m^2 (1,2 m x 50m) blir uttaksmengden $Q = A \times v = 60 \text{ m}^2 \times 1,19 \times 10^{-4} = 7,1 \text{ l/s}$. Denne verdien må betraktes som en maksimumsverdi. I tørkeperioder vil grunnvannsstanden synke slik at grunnvannsstrømmingen skjer i en mindre del av grøftearealet (mindre A -verdi) samtidig som hastigheten (v) avtar grunnet mindre gradient og mer finkornige masser mot dypet (lavere permeabilitet).

Kapasiteten på et grunnvannsuttak fra kildehorisonten kan økes på følgende måter:

- 1) Ta inn flere kildehorisonter. Den mest nærliggende er K5 (se kartbilag 13) som ligger ca. 150 m vest for K1. Kapasiteten til denne kildehorisonten ble i september 1995 målt til ca. 40 % av kapasiteten i K1.
- 2) Infiltrere mer vann inn i ovenforliggende dødisgroper. En bekk som renner ned like vest for kildeutslagene kan ved enkle tiltak ledes inn i ovenforliggende dødisgrop. Denne kapasitetsøkningen vil være minst i nedbørsfattige perioder, da behovet for økning er størst.
- 3) Infiltrere vann fra Hynna til dødisgrop/spylerenne lengre oppe i avsetningen. Dette vil være den sikreste måten å øke kapasiteten på da den vil sikre en jevn nydannelse av grunnvann gjennom hele året.

5.2.2 Vannkvalitet

Den fysikalsk-kjemiske vannkvaliteten under overvåkingen av kildehorisonten fra juli 1995 til mars 1996 er vist i databilag 6.3. pH-verdien varierer mellom 6,4 og 7,0 og er dermed noe lav i forhold til anbefalt verdi (7,5-8,5), men den ligger stort sett innenfor kravet i Drikkevannsforskriften (6,5-8,5). Alkaliteten varierer mellom 0,18 og 0,24 mmol/l og dette er også noe lavt i forhold til anbefalt verdi på 0,6-1 mmol/l. Fargetallet som har variert mellom 6,4 og 13,9 ligger klart innenfor kravet, men det er noe høyt til grunnvann å være. Dette kan skyldes relativt kort oppholdstid på grunnvannet og/eller at det påvirkes av organiske sedimenter i kildeområdet. Ioneinnholdet er lavt og varierer relativt lite i prøvetaksperioden. Alle målte ionekonsentrasjoner ligger innenfor kravene i Drikkevannsforskriften. Det er hverken påvist jern eller mangan i vannprøvene. Den bakteriologiske kvaliteten har også stort sett vært god (tabell 5). Det ble påvist koliforme bakterier i den første vannprøven som ble tatt i november. Dette skyldes trolig forurensninger fra dyr ved selve kildehorisonten. I prøvene fra desember til april er det ikke påvist koliforme bakterier, men kimtallet er noe høyt, selv om det ligger innenfor kravet. Et permanent uttak fra oppsamlingsgrøfter som sikres mot overflateforurensninger vil trolig gi en enda bedre hygienisk kvalitet på vannet.

Tabell 5 *Bakteriologisk kvalitet på grunnvann fra kildehorisont ved Hammervollen, Græsli*

Dato	24.10.95	04.12.95	22.01.96	27.02.96	25.03.96	Krav
Prøve nr.	1	1 2	1 2	1	1 2	
Tot. ant. bakt. 20 °C	100	55 58	22 22	39	53 41	< 100
Tot. ant. bakt. 37 °C	0	0 0	0 0	1	0 0	< 20
Kolif. bakt.	2	0 0	0 0	0	0 0	0
Termotol. kolif. bakt	1	0 0	0 0	0	0 0	0

5.3 Forslag til utbygging

Anlegget bygges med to oppsamlingsgrøfter med drenerør for oppsamling av kildehorisonten. Grøftene bør være 25-30 m lange og legges med et fall på ca. 1:25. Drenerøret legges på ca. 1,5 m dyp og grøfta plasseres like nedenfor øverste nivå for kildeframspringene. Fig. 10 viser en prinsippskisse av hvordan oppsamlingsgrøftene er tenkt bygd. Ut fra grunnvannets kjemiske sammensetning er det ønskelig med en pH-heving og alkalisering av grunnvannet.

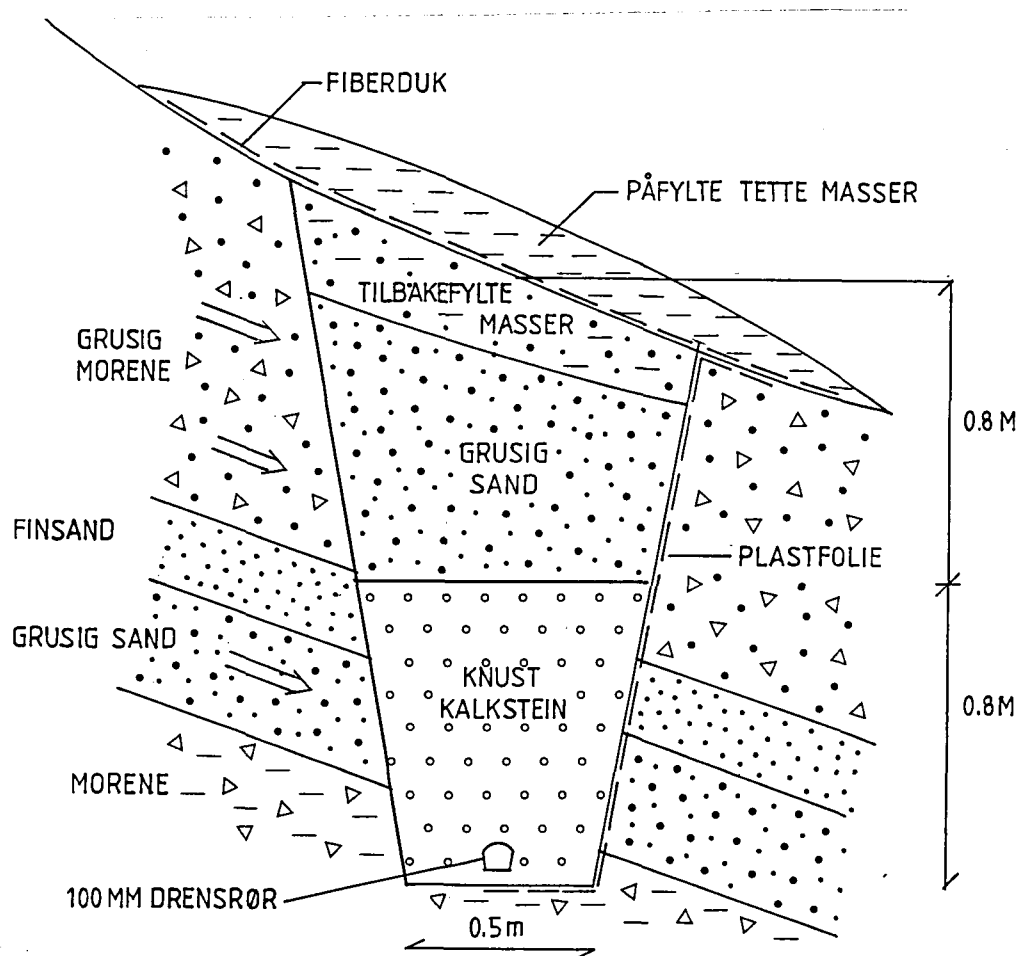


Fig. 10 *Forslag til inntaksløsning av kildehorisonten ved Hammervollen, Græsli*

Det anbefales derfor å legge knust kalkstein som filtermateriale i grøftene. Over kalksteinen bør det legges filtermateriale av grusig sand. På toppen kan det benyttes stedegne masser av sand og grus (morene). For å sikre mot forurensinger av overflatevann dekkes grøfta med en fiberduk hvor det legges tette morenemasser oppå.

Drensgrøftene møtes i en samlelum og derfra ledes vannet til eksisterende vannledning. Hvis kapasiteten på anlegget blir for lav kan det innstalleres en nivåkran i kummen/bassenget hvor vannet fra grunnvannsanlegget påkobles vannledningen fra Hynna. Den vil virke slik at når vannstanden i bassenget synker under et visst nivå åpnes vannledningen fra Hynna. Dette vil bare skje i tørre perioder om sommeren og etter langvarig frost på senvinteren. I slike perioder er vannkvaliteten i Hynna tilfredsstillende. Dette er ikke en fullgod løsning, men sikrer vannverket nok vann av akseptabel kvalitet gjennom hele året. Et slikt anlegg, som tidvis benytter overflatevann, må ha desinfisering (UV eller klorering) for at det skal kunne godkjennes.

5.4 Forurensningstrusler og forslag til klausulering

Nedbørsfeltet til kildehorisonten består av skog, myr og fjellområder. Gjødsling av skog, dyremøkk og forråtnelse av dyr er derfor de mest aktuelle forurensningstruslene. Inndelingen av klausuleringssoner er vist i kartbilag 13. Utbredelsen av sone 1 og 2 er vurdert skjønnsmessig ut fra topografi, løsmassegeologi og løsmassenes sammensetning. På grunn av mangelfullt kartgrunnlag er ikke hele sone 2 med på kartet. Den vil omfatte et ca. 700 m langt og ca. 200 m bred sone rett oppover fra brønnområdet.

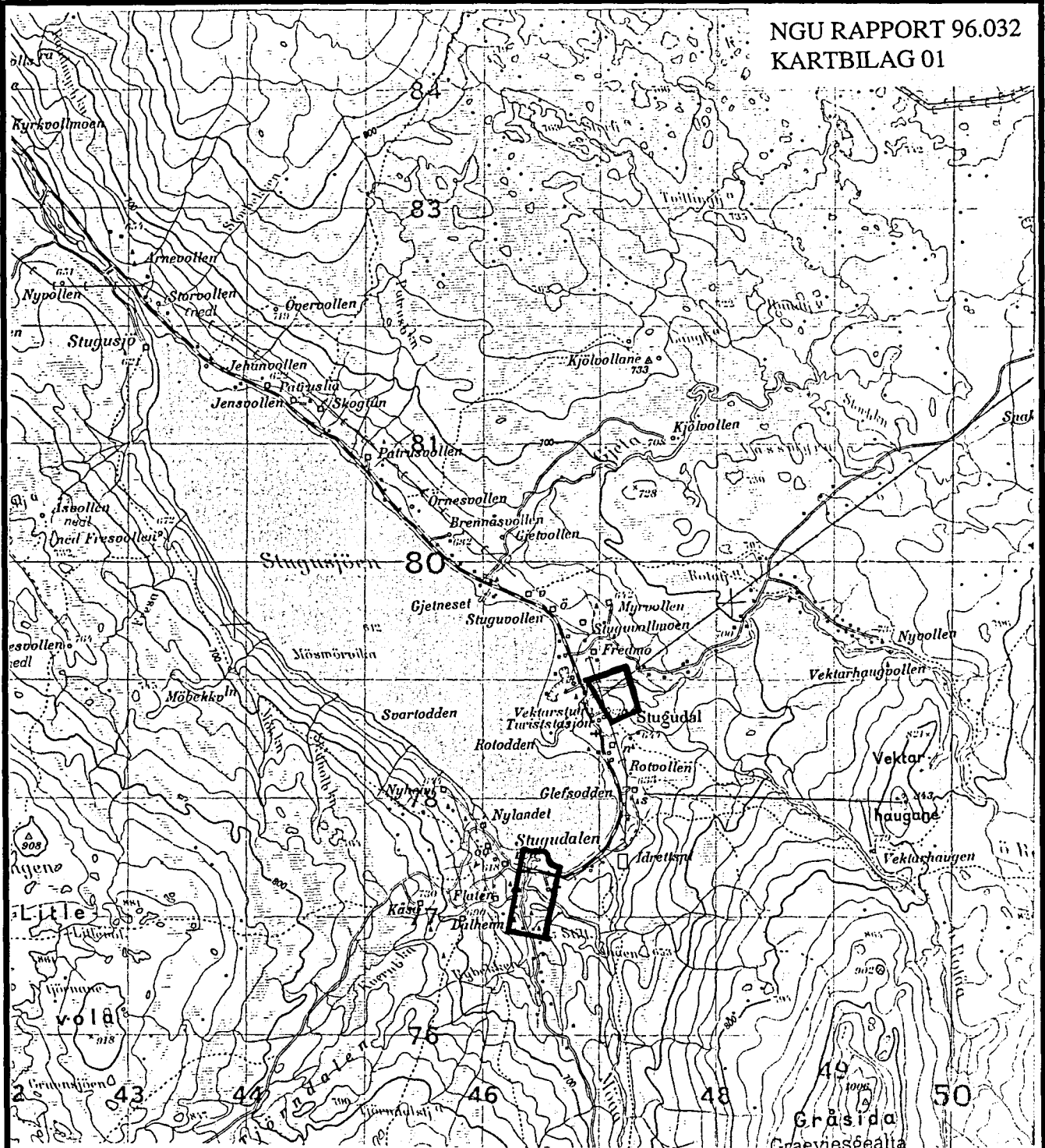
På grunn av forurensningsfaren fra dyr er det viktig at selve brønnområdet inngjerdes. Den vannfylte dødisgropa, ca. 80 m ovenfor brønnområdet bør også inngjerdes, slik at den ikke blir tilgjengelig for badelysten elg. Utover dette er det ikke behov for restriksjoner i forhold til dagens arealbruk.

REFERANSER

- Anderson, A. C., Anderson, O. og Gustafson, G. 1984: *Brunnar. Undersøkning - Dimensjonering - Borrning - Drift*. Statens råd for bygnadsforskning, Stockholm, Sverige.
- Beres, M. Jr. & Haeni, F.P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water, No. 3, 375-386*.
- Folkehelsa 1992: Driftsoppfølging av vannverk i Sør-Trøndelag.
- GiN veileder nr. 7, Eckholdt E. og Snilsberg, P. 1992: Grunnvann. Beskyttelse av drikkevannskilder. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Grønlie, A., 1991: Grunnvann i Tydal kommune. NGU Rapport 91.114. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Nålsund, R. og Wolden, K. 1987: Tydal 1721 III. Sand- og grusressurskart 1:50 000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Nålsund, R. og Wolden, K. 1987: Stugudal 1720 I. Sand- og grusressurskart 1:50 000. *Norges geologiske undersøkelse*
- Reite, A. J. 1990: Sør-Trøndelag fylke, kvartærgeologisk kart i M. 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.

KARTBILAG

- 01 Oversiktskart Stugudal
- 02 Oversiktskart Lauøya, Håen og Børhølen
- 03 Oversiktskart Gammelvollsjøen og Aune
- 04 Oversiktskart Græsli
- 05 Detaljkart, M 1: 5000, georadarprofil og sonderboringer, Møåa, Stugudal.
- 06 Detaljkart, M 1: 5 000, georadarprofil og sonderboringer, Rotåa, Stugudal.
- 07 Detaljkart, M 1: 5 000, georadarprofil Lauøya.
- 08 Detaljkart, M 1: 5 000, georadarprofil og sonderboringer, Håen.
- 09 Detaljkart, M 1: 5 000, sonderboringer, Børhølen.
- 10 Detaljkart, M 1: 5 000, sonderboringer, Gammelvollsjøen.
- 11 Detaljkart, M 1: 5 000, georadarprofil og sonderboringer, Aune.
- 12 Detaljkart, M 1: 5 000, georadarprofil og sonderboringer, Græsli.
- 13 Detaljkart, M 1: 5 000, lokalisering av kilder/kildehorisonter og forslag til soneinndeling rundt aktuelt brønnsted, Hammervollen, Græsli.
- 14 Detaljkart, M 1: 5000, produksjonsbrønn,observasjonsbrønner og forslag på soneinndeling rundt brønnstedet ved Rotåa, Stugudal.
- 15 Detaljkart, M 1: 5000, produksjonsbrønner,observasjonsbrønner og forslag på soneinndeling rundt brønnstedet ved Håen.
- 16 Kart som viser prøvetatte kildeframsprang i Skarpdalen



TEGNFORKLARING



Undersøkt område

NGU/TYDAL KOMMUNE
OVERSIKTSKART

STUGUDAL

TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 50 000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

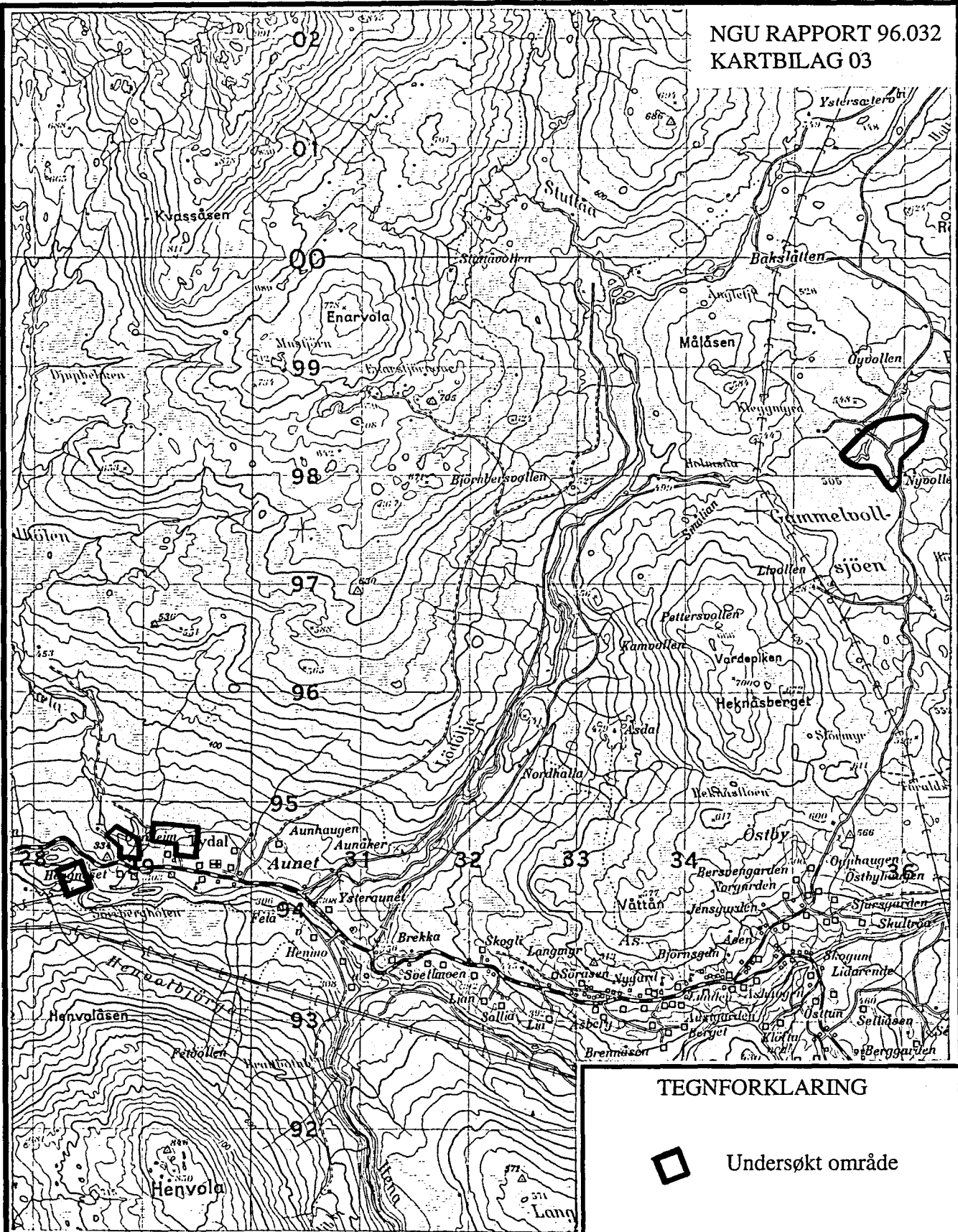
KFR

JUNI - 95


FEB. - 96

TEGNING NR
96.032-01

KARTBLAD NR
1720 I



TEGNFORKLARING

 Undersøkt område

NGU/TYDAL KOMMUNE

OVERSIKTSKART

AUNET & GAMMELVOLLSJØEN

TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 50 000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

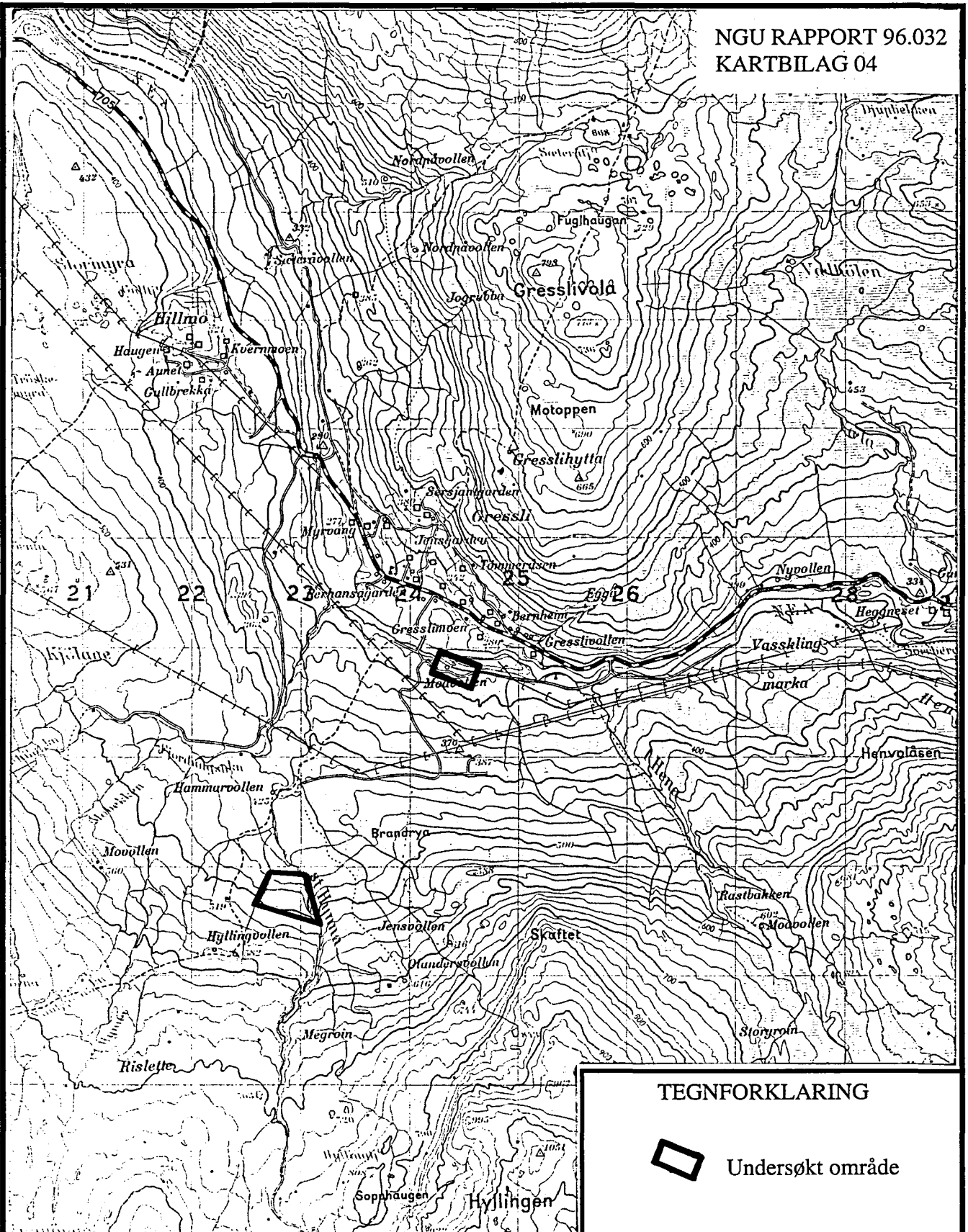
KFR

JUNI - 95

FEB. - 96

TEGNING NR
96.032-03

KARTBLAD NR
1721 III



TEGNFORKLARING



Undersøkt område

NGU/TYDAL KOMMUNE
OVERSIKTSKART
GRESSLI
TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

MÅLESTOKK

1 : 50 000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

KFR

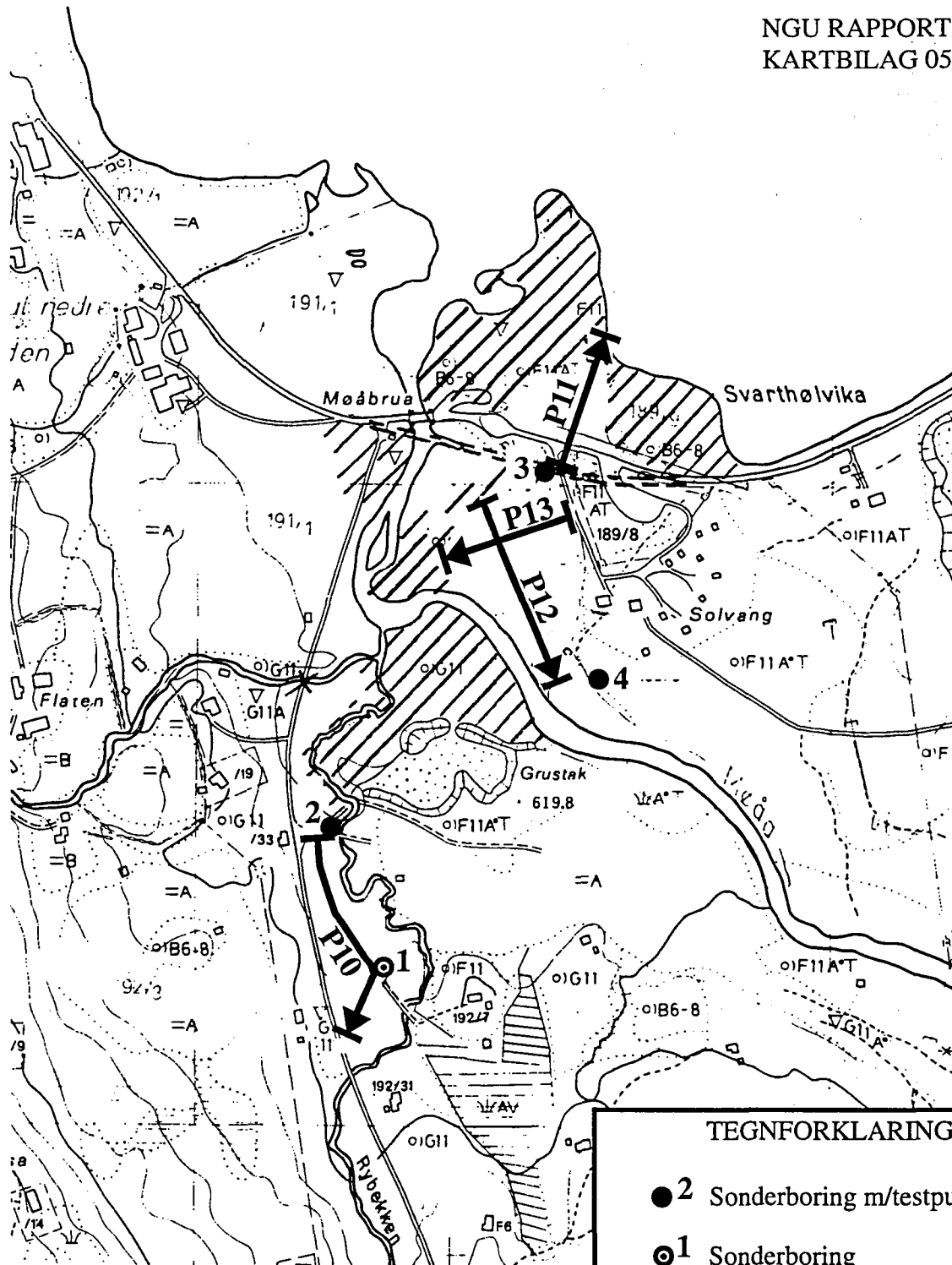
JUNI - 95

FEB. -. 96

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
96.032-04

KARTBLAD NR
1721 III



TEGNFORKLARING

- 2 Sonderboring m/testpumping
- ⊙ 1 Sonderboring

P10 Georadarprofil

Flomområde

NGU/TYDAL KOMMUNE
LOKALISERING AV GEORADARPROFILER
OG SONDERBORINGER

STUGUDAL - MØÅA

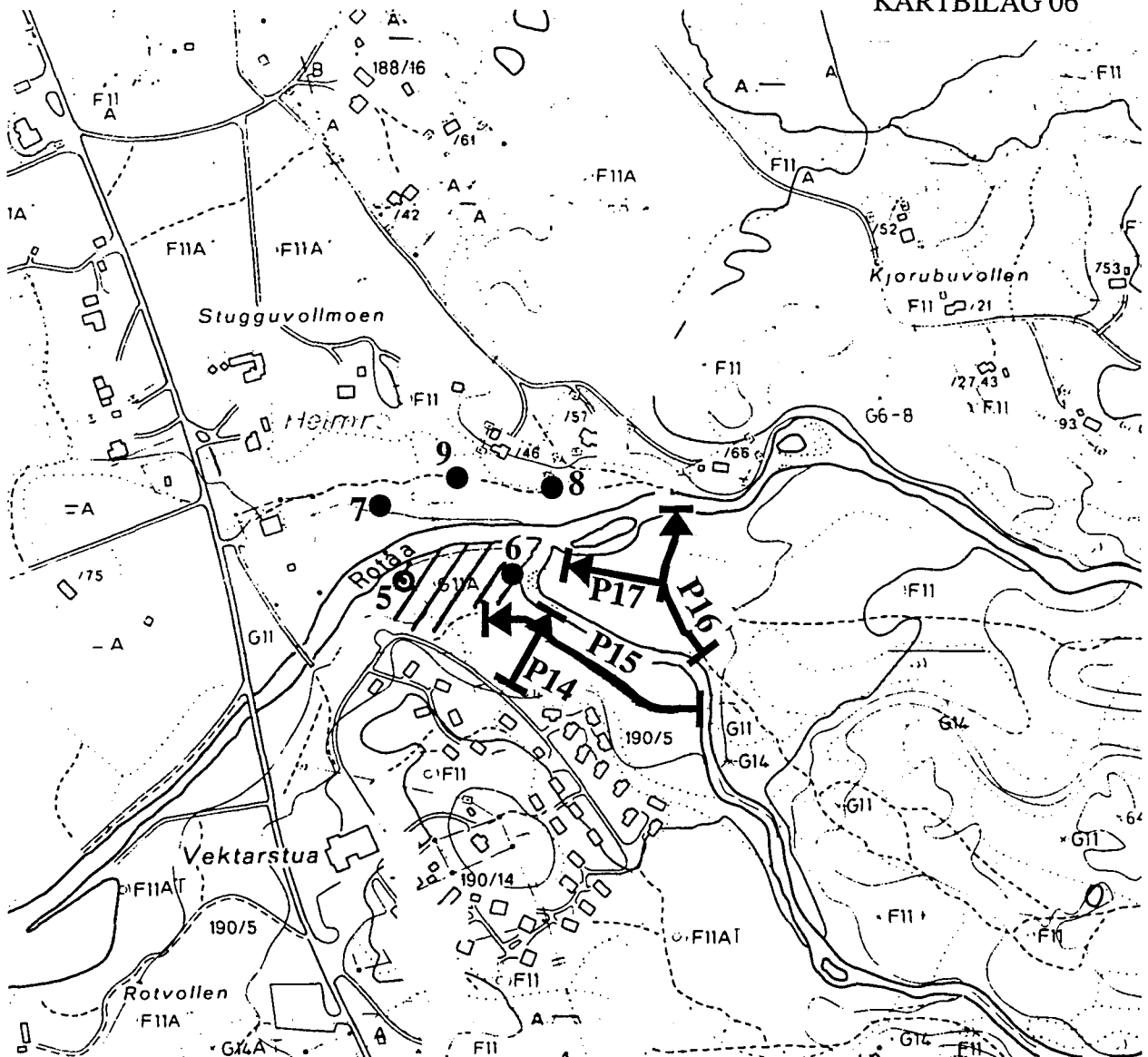
TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1 : 5 000	MÅLT T.L.	JUNI - 95
	TEGN T.L.	FEB. - 96
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR
96.032-05

KARTBLAD NR
1720 I



TEGNFORKLARING

●⁶ Sonderboring m/testpumping

⊙⁵ Sonderboring

P14 → Georadarprofil

▨ Flomområde

NGU/TYDAL KOMMUNE

LOKALISERING AV GEORADARPROFILER
OG SONDERBORINGER

STUGUDAL - ROTÅA

TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 5 000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

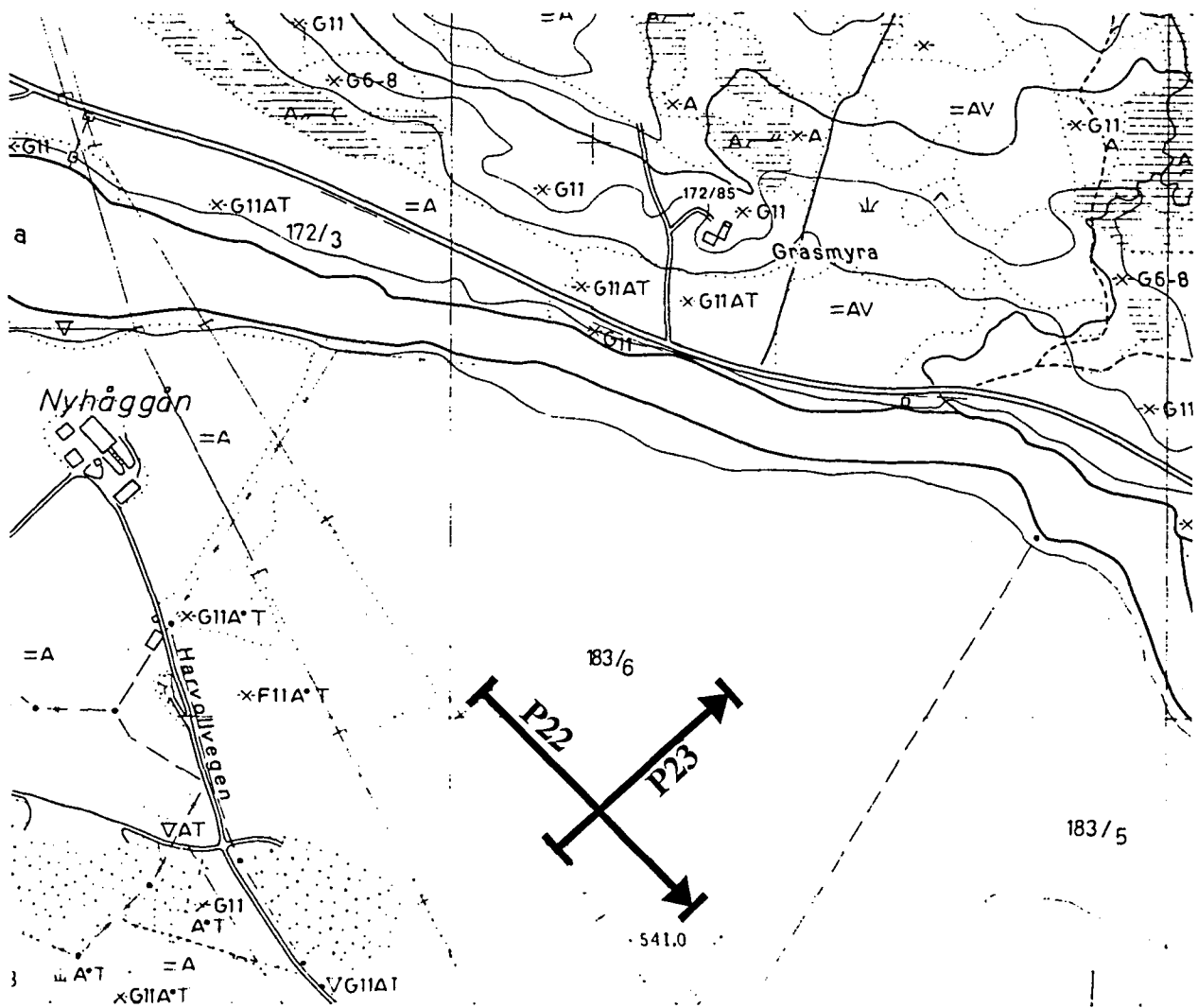
KFR

JUNI - 95

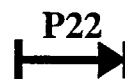
FEB. - 96

TEGNING NR
96.032-06

KARTBLAD NR
1720 I



TEGNFORKLARING



Georadarprofil

NGU/TYDAL KOMMUNE
LOKALISERING AV GEORADARPROFILER
OG SONDERBORINGER

LAUVØYA

TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 5 000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

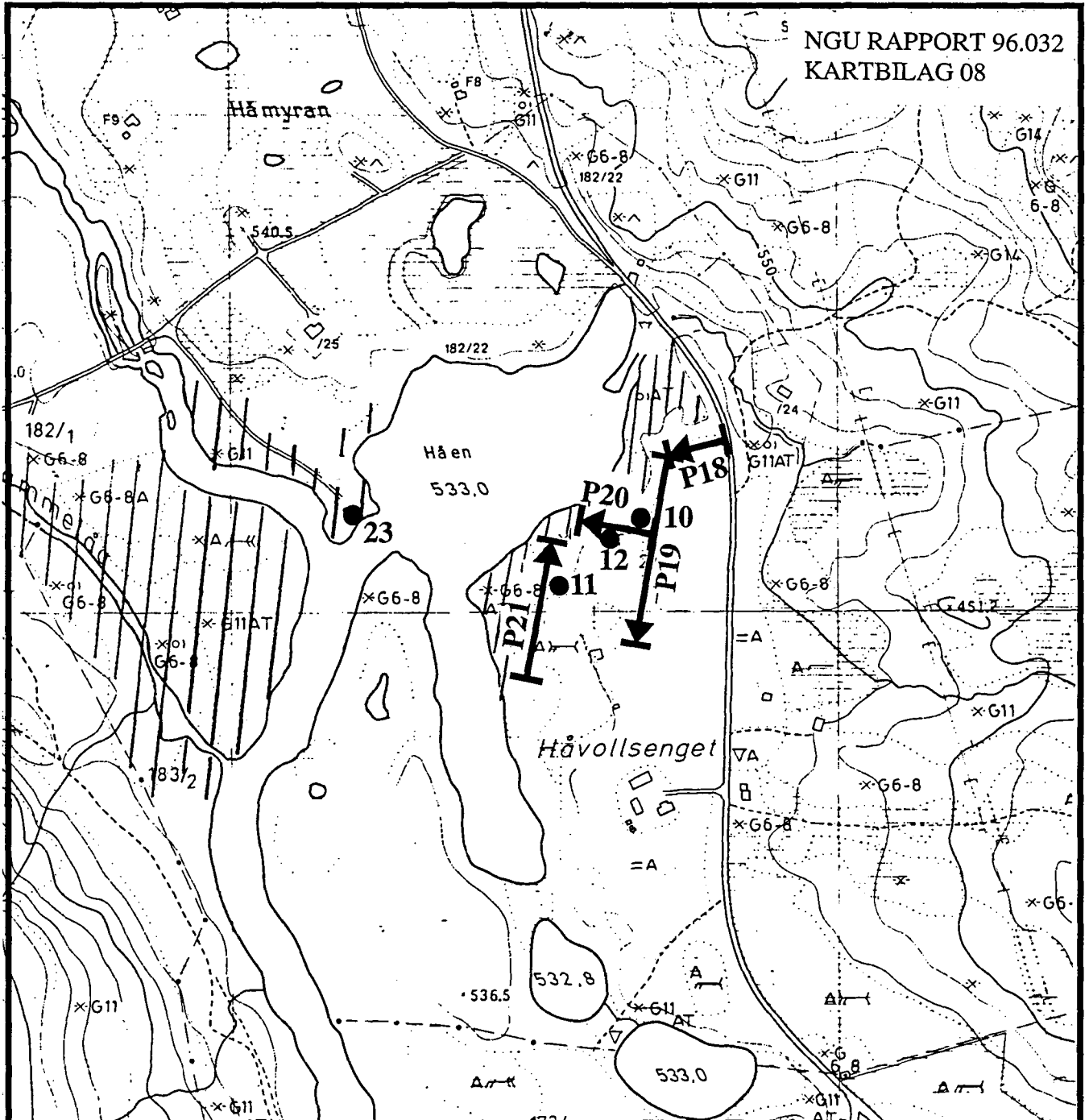
KFR

JUNI - 95

FEB. -. 96

TEGNING NR
96.032-07

KARTBLAD NR
1720 IV



TEGNFORKLARING

● 10 Sonderboring m/testpumping

➔ P18 Georadarprofil

▨ Flomområde

NGU/TYDAL KOMMUNE
LOKALISERING AV GEORADARPROFILER
OG SONDERBORINGER

HÅEN

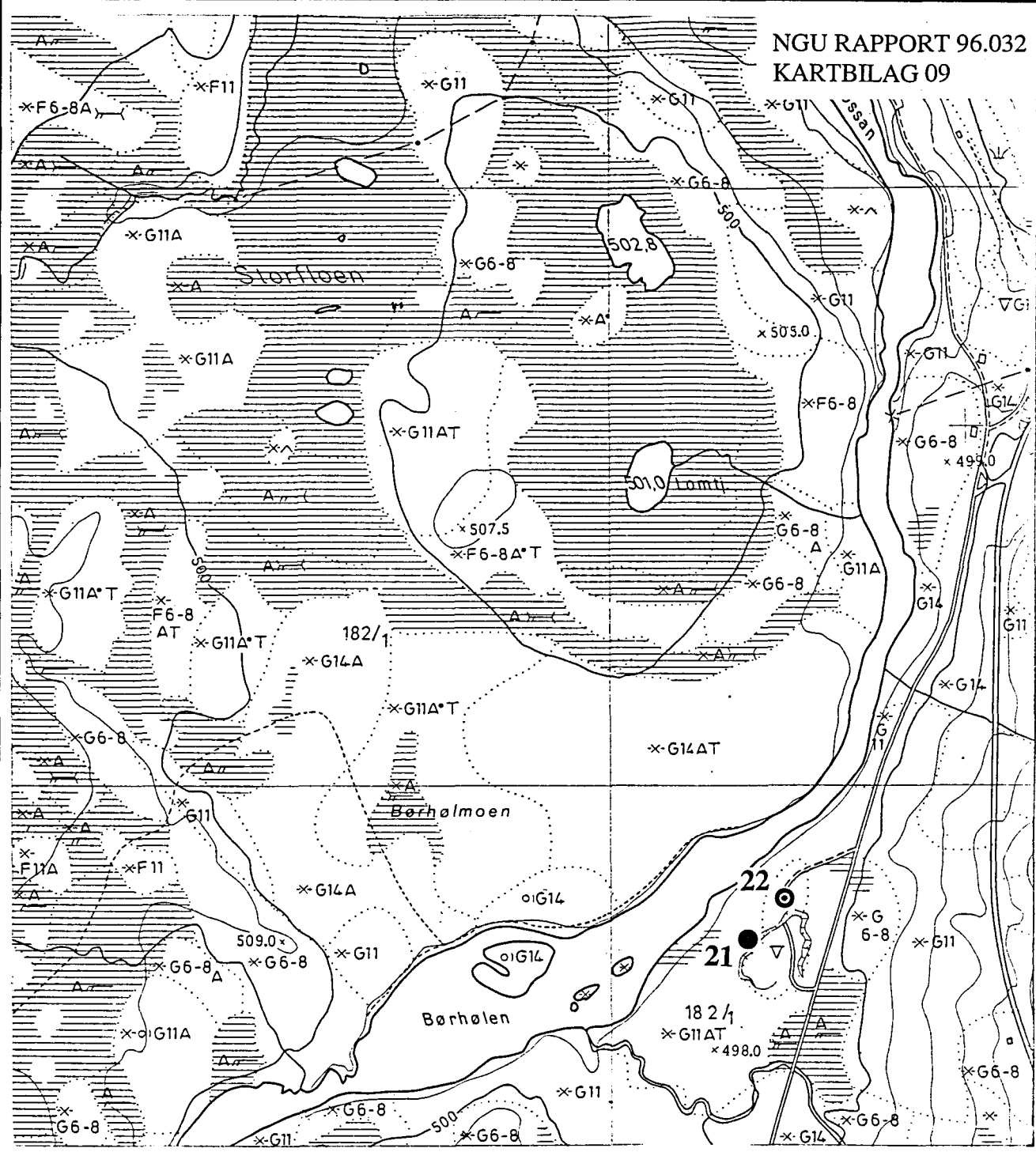
TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1 : 5 000	MÅLT T.L.	JUNI - 95
	TEGN T.L.	FEB. - 96
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR
96.032-08

KARTBLAD NR
1721 III



TEGNFORKLARING

- 21 Sonderboring m/testpumping
- ⊙ 22 Sonderboring

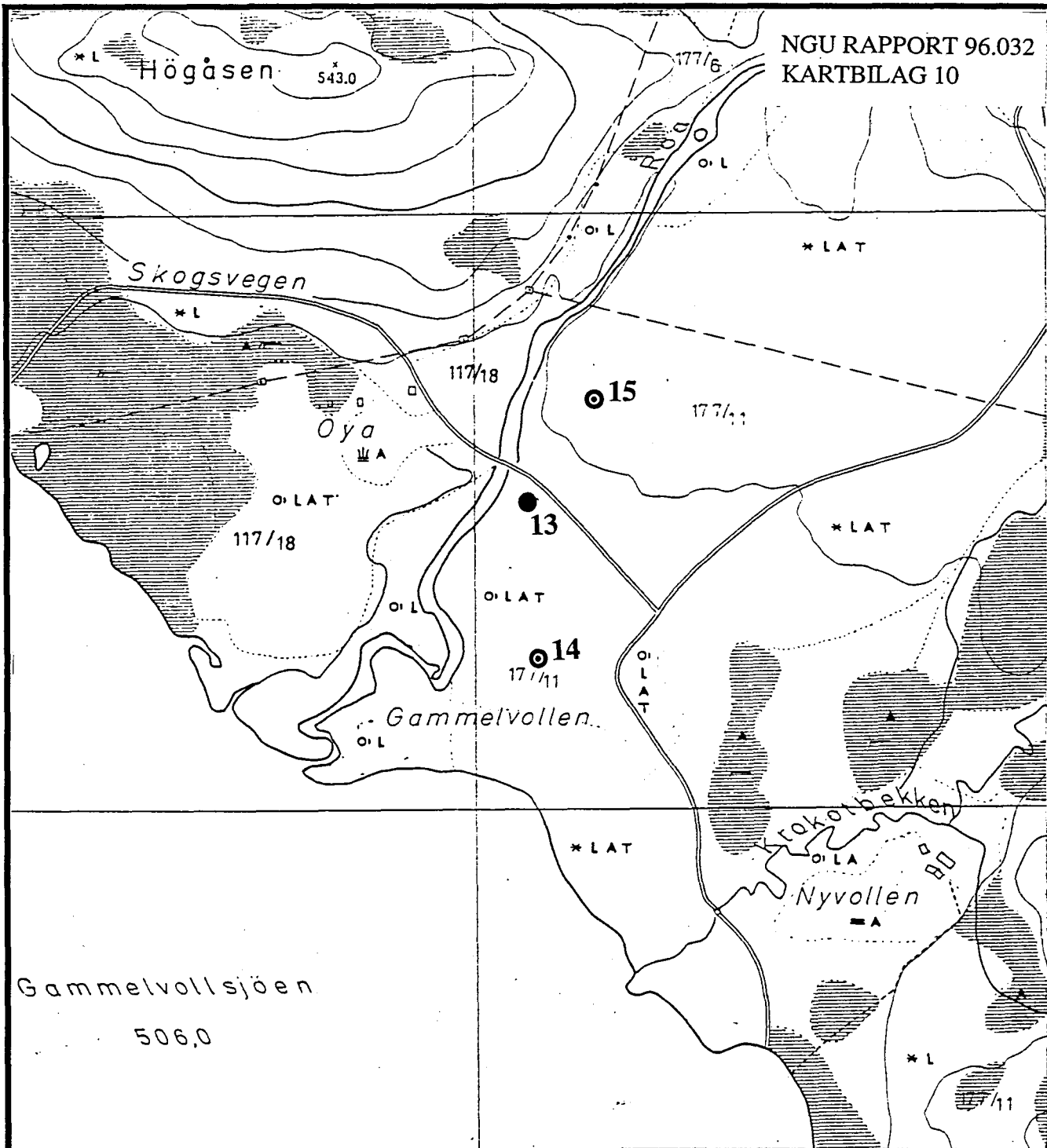
NGU/TYDAL KOMMUNE
LOKALISERING AV SONDERBORINGER
BØRHØLEN
TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1 : 5 000	MÅLT T.L.	JUNI - 95
	TEGN T.L.	FEB. - 96
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
96.032-09

KARTBLAD NR
1721 III



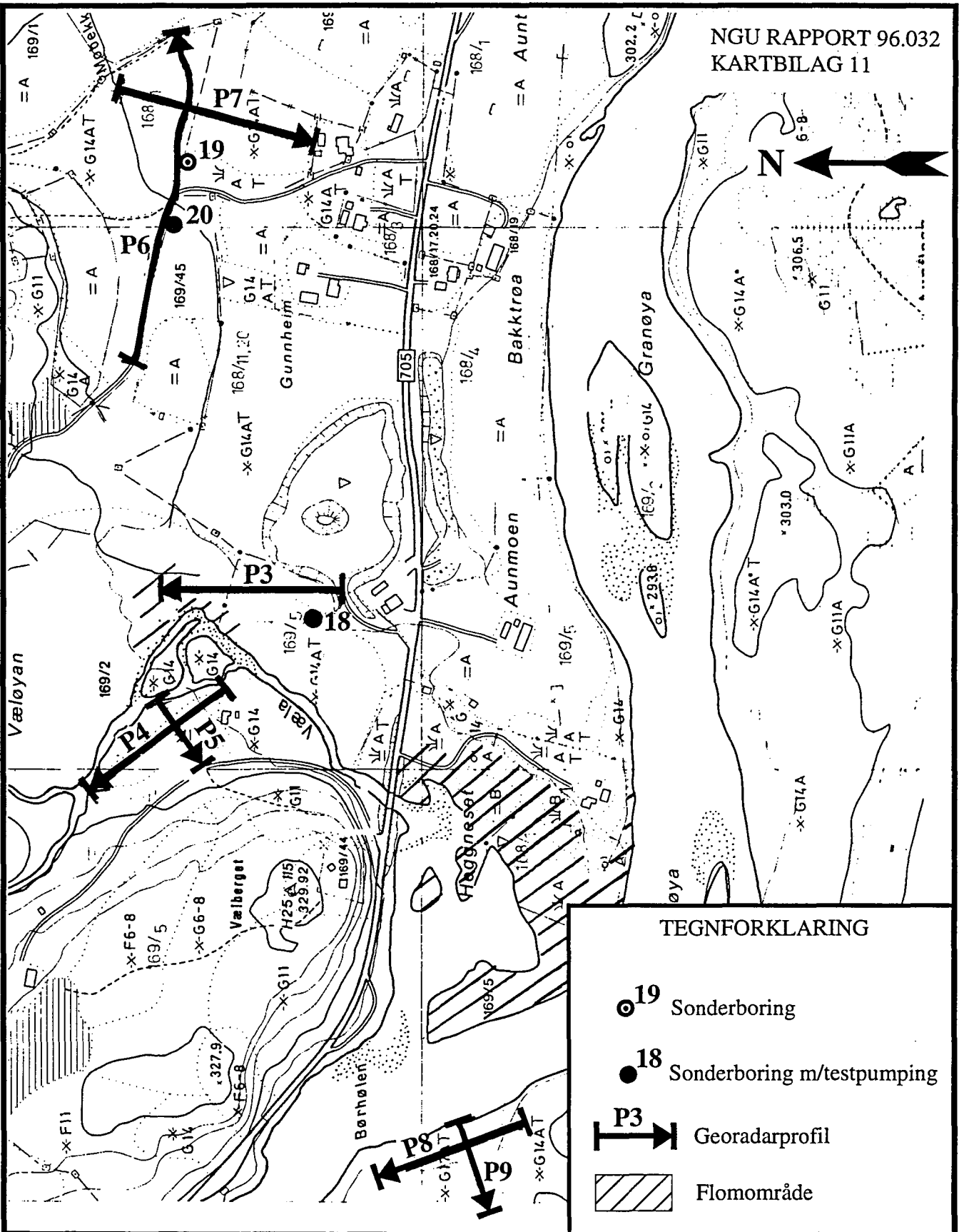
TEGNFORKLARING	
● 13	Sonderboring m/testpumping
⊙ 14	Sonderboring

NGU/TYDAL KOMMUNE
 LOKALISERING AV SONDERBORINGER
GAMMELVOLLSJØEN
 TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG





MÅLESTOKK 1 : 5 000	MÅLT T.L.	JUNI - 95
	TEGN T.L.	FEB. - 96
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR 96.032-10	KARTBLAD NR 1721 III
-------------------------	-------------------------



TEGNFORKLARING

-  19 Sonderboring
-  18 Sonderboring m/testpumping
-  P3 Georadarprofil
-  Flomområde

NGU/TYDAL KOMMUNE
LOKALISERING AV GEORADARPROFILER
OG SONDERBORINGER

AUNET

TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 5 000

MÅLT T.L.

JUNI - 95

TEGN T.L.

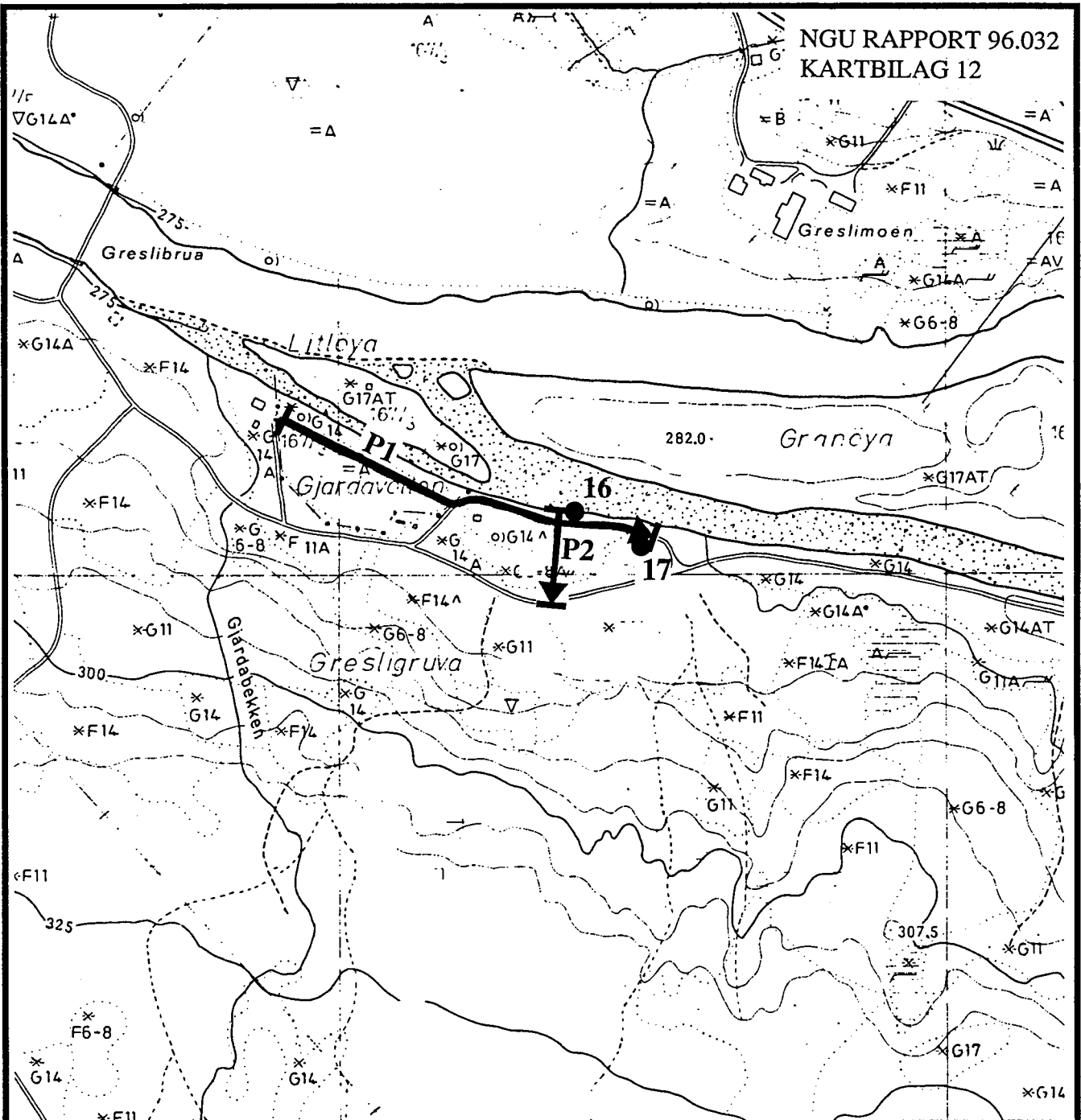
FEB. -. 96

TRAC

KFR

TEGNING NR
96.032-11

KARTBLAD NR
1721 III



TEGNFORKLARING

● 16 Sonderboring m/testpumping

⇨ P1 ⇨ Georadarprofil

NGU/TYDAL KOMMUNE
LOKALISERING AV GEORADARPROFILER
OG SONDERBORINGER

GRANØYA - GRÆSLI

TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 5 000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

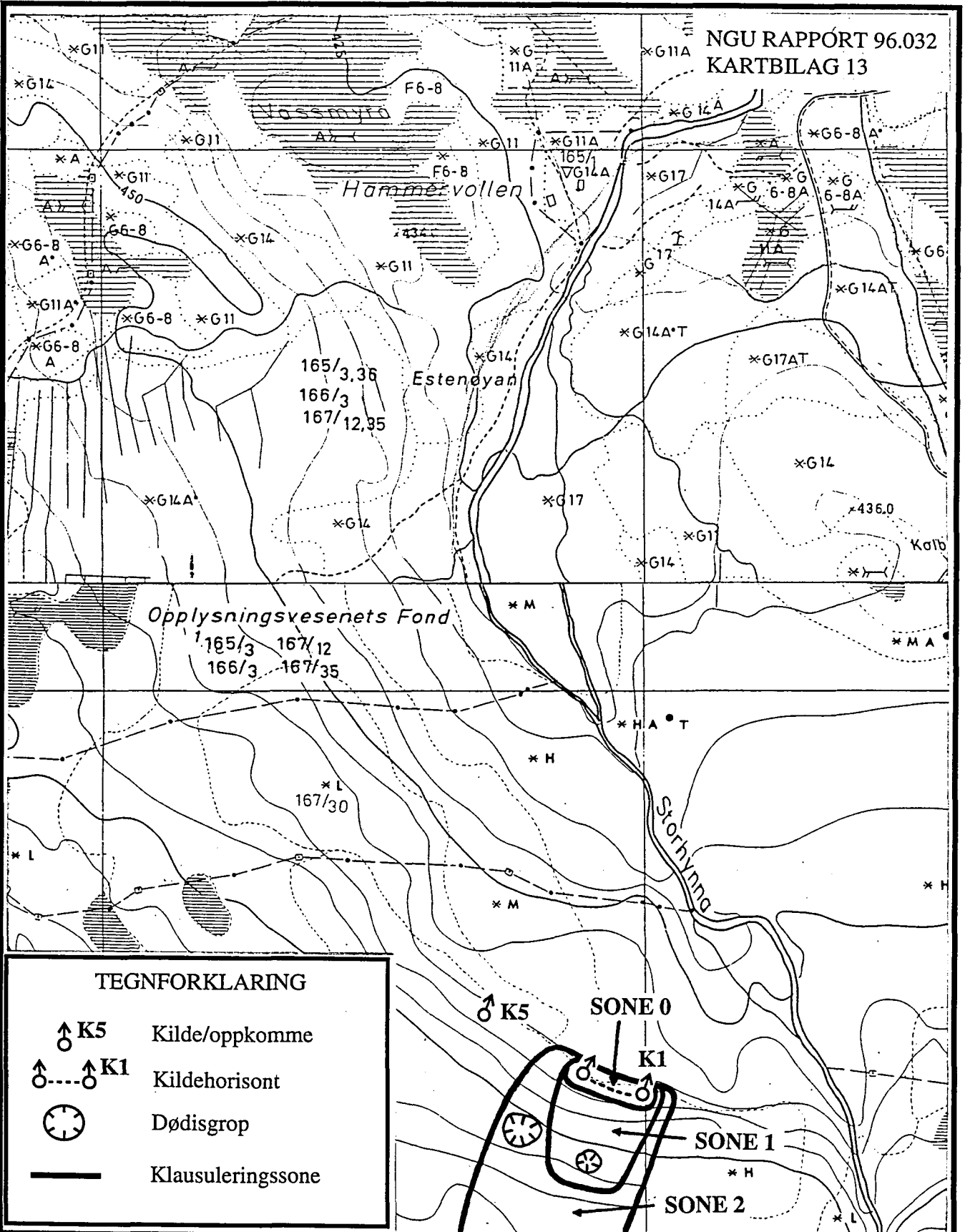
KFR

JUNI - 95

FEB. - 96

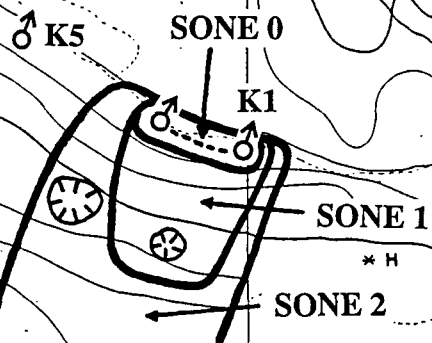
TEGNING NR
96.032-12

KARTBLAD NR
1721 III



TEGNFORKLARING

- ♂ K5 Kilde/oppkomme
- ♂---♂ K1 Kildehorisont
- ⊗ Dødisgrop
- Klausuleringszone



NGU/TYDAL KOMMUNE

Lokalisering av kilder/kildehorisonter og forslag
til soneinndeling rundt aktuelt brønnsted

HAMMERVOLLEN - GRÆSLI

TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

MÅLESTOKK

1 : 5 000

MÅLT T.L.

JUNI - 95

TEGN T.L.

FEB. - 96

TRAC

KFR

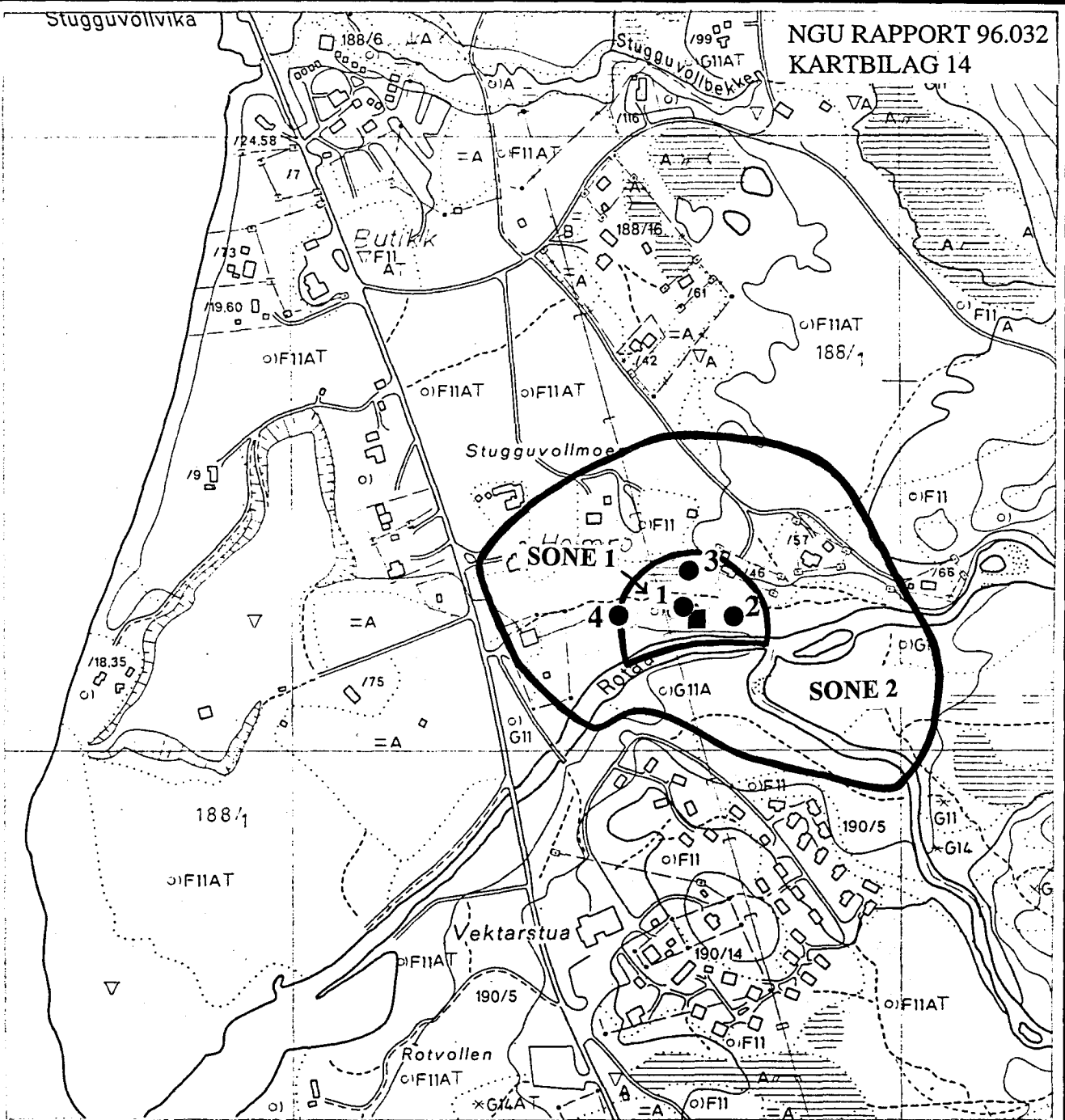
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
96.032-13

KARTBLAD NR
1721 III

Stugguvollvika

NGU RAPPORT 96.032
KARTBILAG 14



TEGNFORKLARING

- 2 Observasjonsbrønner
- Produksjonsbrønn
- Klausuleringssoner

NGU/TYDAL KOMMUNE

Produksjonsbrønn, observasjonsbrønner og forslag til klausulering rundt brønnstedet

STUGUDAL - ROTÅA

TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

MÅLESTOKK

1 : 5 000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

KFR

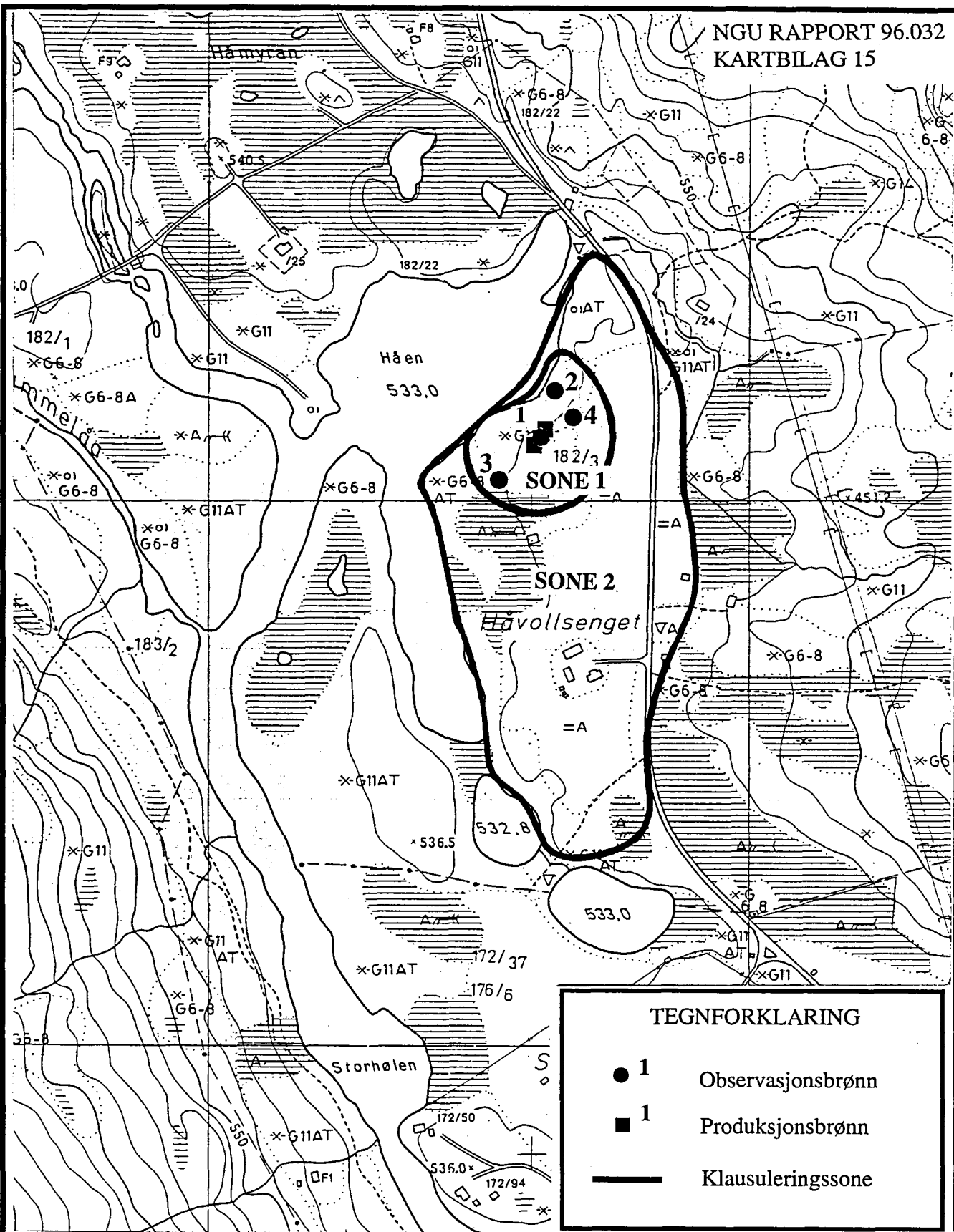
JUNI - 95

FEB. -. 96

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
96.032-14

KARTBLAD NR
1721 III



TEGNFORKLARING

- 1 Observasjonsbrønn
- 1 Produksjonsbrønn
- Klausuleringszone

NGU/TYDAL KOMMUNE

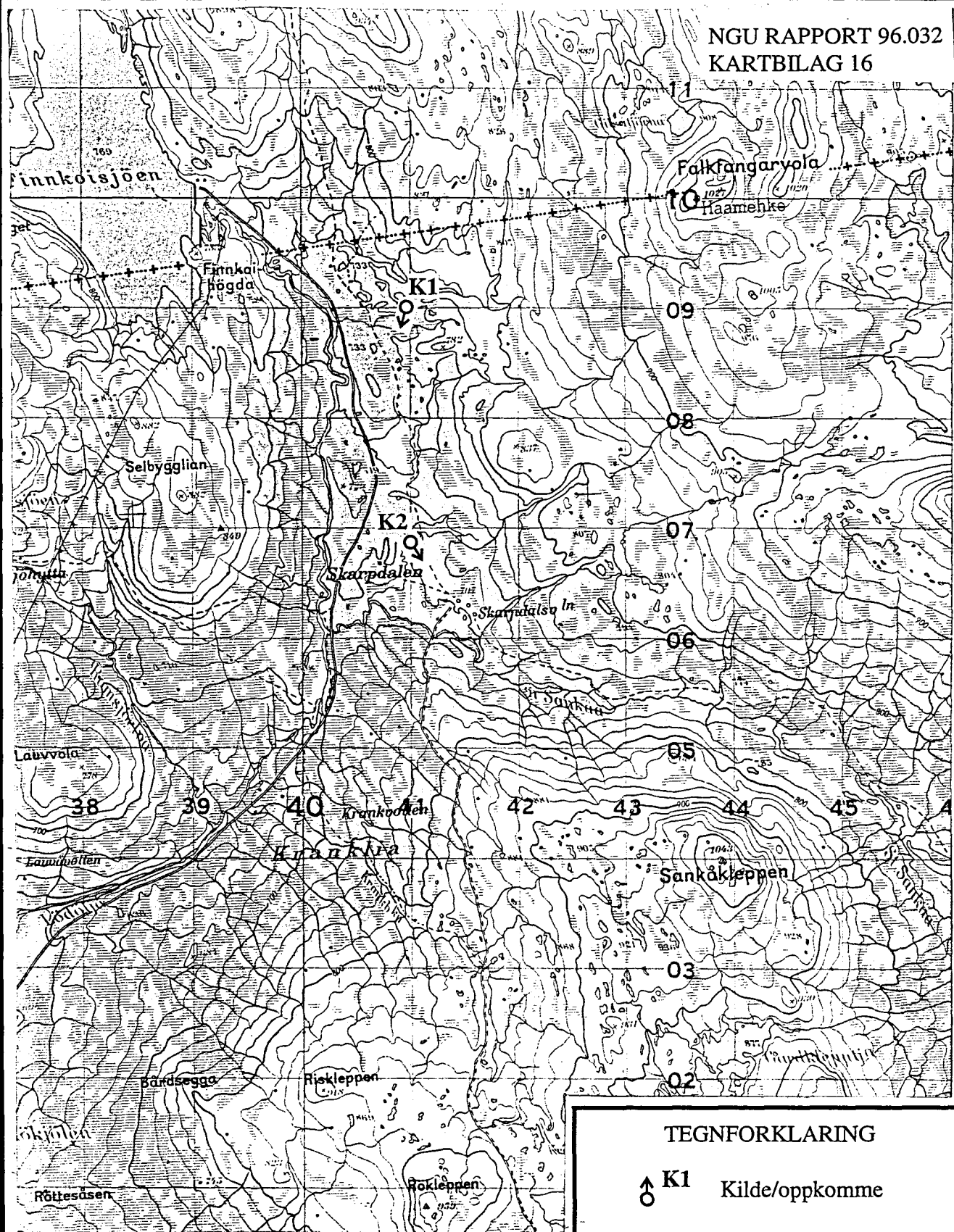
Produksjonsbrønner, observasjonsbrønner og forslag til klausulering rundt brønnstedet

HÅEN

TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1 : 5 000	MÅLT T.L.	JUNI - 95
	TEGN T.L.	FEB. - 96
	TRAC	
	KFR	
TEGNING NR 96.032-15	KARTBLAD NR 1721 III	



TEGNFORKLARING

♁ K1 Kilde/oppkomme

NGU/TYDAL KOMMUNE

Lokalisering av prøvetatte kilder/oppkommer

SKARPDALEN

TYDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 50 000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

KFR

JUNI - 95

FEB. - 96

TEGNING NR
96.032-16

KARTBLAD NR
1721 II

TEKSTBILAG

- 1 Georadar - Metodebeskrivelse
- 2 Metodebeskrivelse av hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en refleksor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en refleksor som er planparallel med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Etter at hastigheten er bestemt kan dypet (d) beregnes etter uttrykket;

$$d = \frac{vt_{2v}}{2}$$

I vakuum er bølgehastigheten lik lyshastigheten: $c = 3.0 \cdot 10^8$ m/s. I alle andre media gjelder følgende relasjon;

$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil

føre til hurtigere dempning av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<i>Medium</i>	ϵ_r	v (m/ns)	<i>ledningsevne (mS/m)</i>
<i>Luft</i>	1	0.3	0
<i>Ferskvann</i>	81	0.033	0.1
<i>Sjøvann</i>	81	0.033	1000
<i>Leire</i>	5-40	0.05-0.13	1-300
<i>Tørr sand</i>	5-10	0.09-0.14	0.01
<i>Vannmettet sand</i>	15-20	0.07-0.08	0.03-0.3
<i>Silt</i>	5-30	0.05-0.13	1-100
<i>Fjell</i>	5-8	0.10-0.13	0.01-1

Tabell over relativt dielektrisitetsstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

HYDROGEOLOGISKE OG HYDROKJEMISKE FELT- OG LABORATORIEMETODER

1 SONDERBORINGER

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 damprør 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 pumping 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 pumping. I tillegg blir det gjort en bedømming av vanngjennomgangen ut fra hvor raskt nedspylt vann synker i testbrønnen. Ved en undersøkelse av en grunnvannsføremkomst 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 grunnvannsmagasinet 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 Nemecc 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 igjenrasing av 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 senkpumpe og strømaggregat. Pumpa plasseres på min. 45 m dyp, eller ca. 2 m over bunnen hvis brønnedypet er mindre enn 45 m. Kapasiteten kan måles på flere måter. En metode er å først lense hullet (til pumpa suger luft) og så måle utpumpet vannmengde over minimum 2 timer. Hvis brønnens kapasitet er så stor at pumpa ikke greier å lense hullet, kan kapasiteten anslås ut fra senkningen av grunnvannspeilet og pumperaten. Hvis brønnens kapasitet er såpass lav at det tar uforholdsmessig lang tid å måle et bestemt vannvolum, kan kapasiteten beregnes ut fra grunnvannsnivåets stigningshastighet i borhullet etter lensing.

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. sugepumpe (tørroppstilt)	1-20 l/s pr. brønn	Mindre enn ca. 6 m under overflaten	Nei
Ø50-76 mm brønn i rustfritt stål og med Con Slot filter	El. sugepumpe (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. Oppumpet 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 spesiellaget 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 sessonvariasjoner 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, størrelsen på den delen av grunnvannsmagasinet som påvirkes av prøvepumpingen (influensområde) og størrelsen på klausulerinssonene og da spesielt sone 1 som representerer grensen for 60 døgns oppholdstid.

7 VANNPRØVETAKING

Under grunnvannsundersøkelser er det aktuelt å ta vannprøver 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 boringer/lokaliteter 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 tørrsiktning 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:

- | | |
|----------------|---------------|
| - 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 $\pm 2\%$ 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 og måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH-meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.03 mmol/l og en målenøyaktighet på $\pm 2.5\%$ for verdier over 2.0 mmol/l, ± 0.004 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 $\pm 7.5\%$.

Bestemmelse av turbiditet blir gjort etter NS 4723 og måleinstrumentet er et Hach 2100 A Turbidimeter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.05 FTU og en analyseusikkerhet på \pm

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 totalkvaliteten 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.

DATABILAG

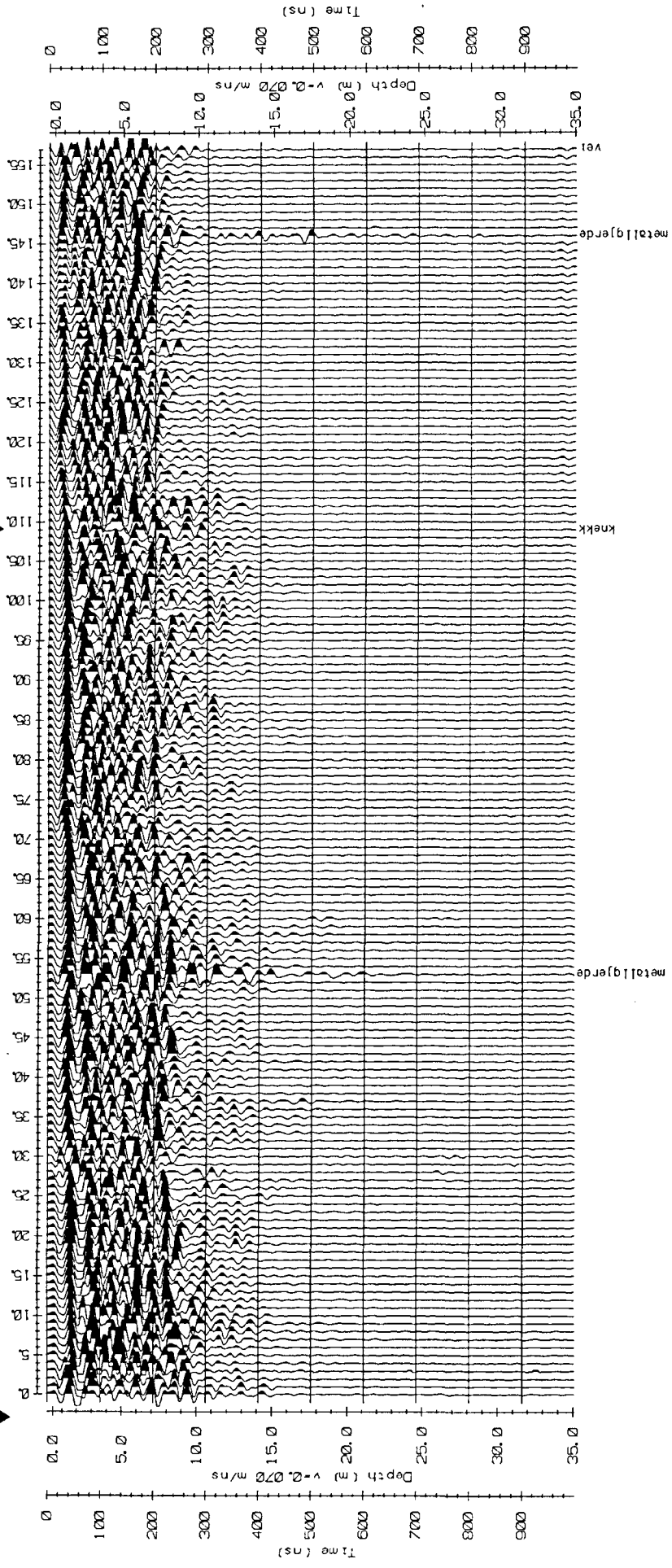
- 1.1-1.23 Georadarprofiler
- 2.1-2.4 Sonderboringer ved Møåa, borprofiler
- 2.5-2.9 Sonderboringer ved Rotåa, borprofiler
- 2.10-2.12 Sonderboringer ved Håen, borprofiler
- 2.13-2.15 Sonderboringer ved Gammelvollsjøen, borprofiler
- 2.16-2.17 Sonderboringer i Græsli, borprofiler
- 2.18-2.20 Sonderboringer på Aune, borprofiler
- 2.21-2.22 Sonderboringer ved Børølen, borprofiler
- 2.23 Sonderboring ved Håen, borprofil.
- 3.1-3.6 Kornfordelingskurver av masseprøver fra undersøkelsesbrønner og prøvegroper
- 4.1 Fysikalsk-kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner, Møåa.
- 4.2 Fysikalsk-kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner, Møåa, Rotåa, Gammelvollsjøen og Børhølen.
- 4.3 Fysikalsk-kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner, Håen.
- 4.4 Fysikalsk-kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner, Håen.
- 4.5 Fysikalsk-kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner, Græssli og Aune.
- 4.6 Fysikalsk-kjemiske analyser fra kildeframspring, Hammervollen, Græsli.
- 4.7 Fysikalsk-kjemiske analyser fra kildeframspring, Skarpdalen.
- 5.1 Grunnvannsnivå i observasjonsbrønner under langtids prøvepumping ved Rotåa.
- 5.2 Grunnvannsnivå i observasjonsbrønner under langtids prøvepumping ved Håen.
- 6.1 Fysikalsk-kjemiske analyser fra prøvepumping av grunnvannsbrønn ved Rotåa.
- 6.2 Fysikalsk-kjemiske analyser fra prøvepumping av grunnvannsbrønn ved Håen.
- 6.3 Fysikalsk-kjemiske analyser av kildehorisont ved Hammervollen.

Georadaroppptak, P10

Møaa

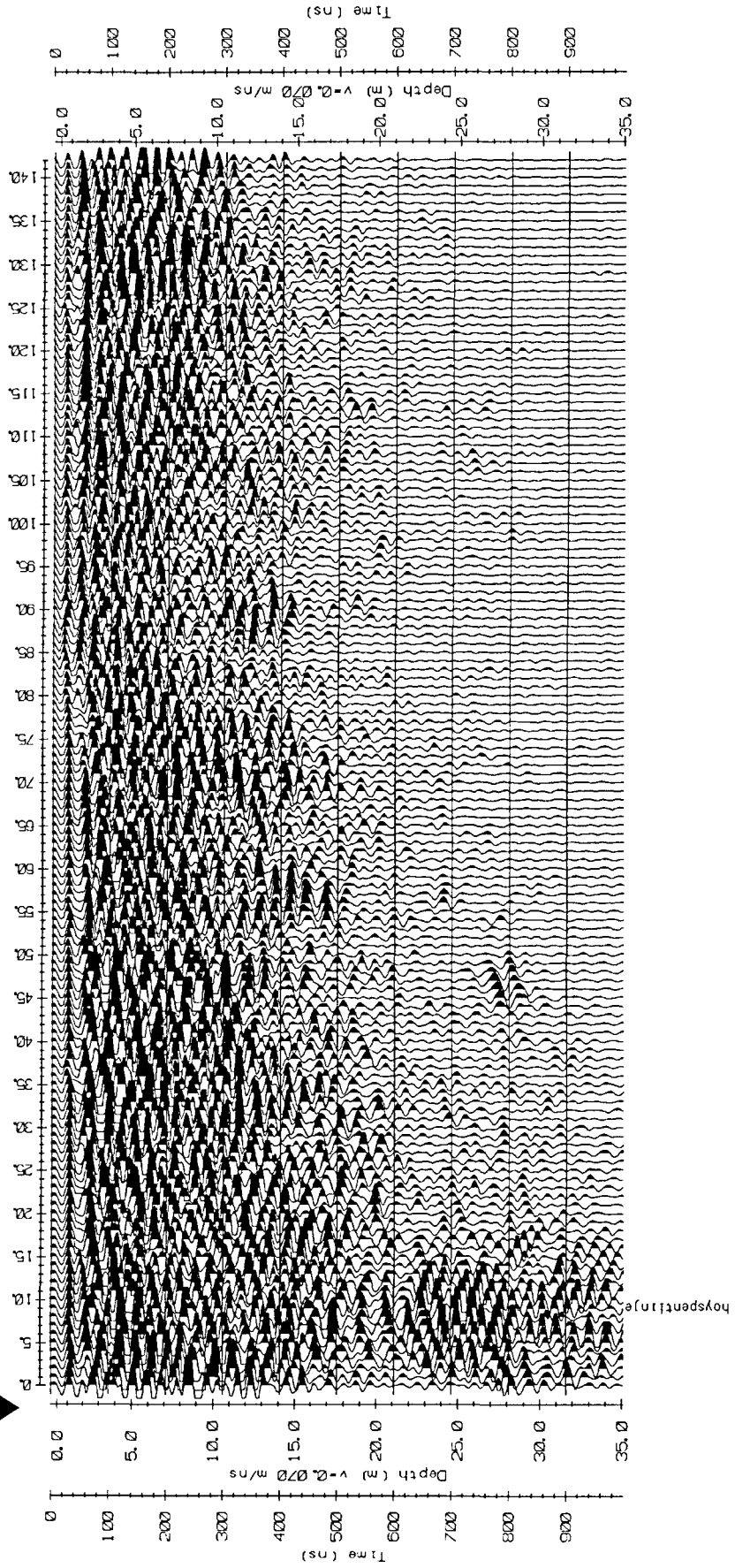
Bh1

Bh2



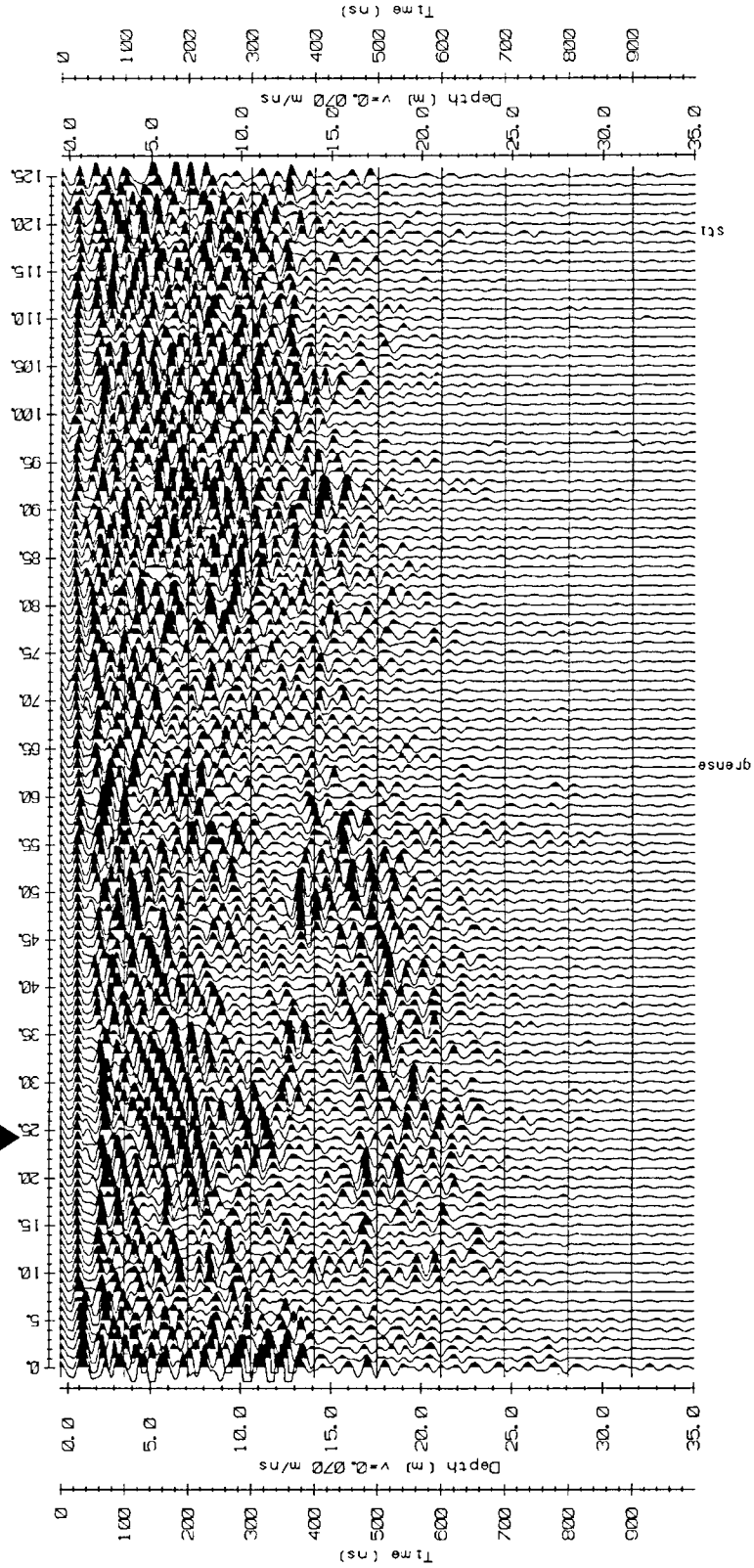
Georadaropptak, P11 Møaa

Bh3



Georadaropptak, P12 Møaa

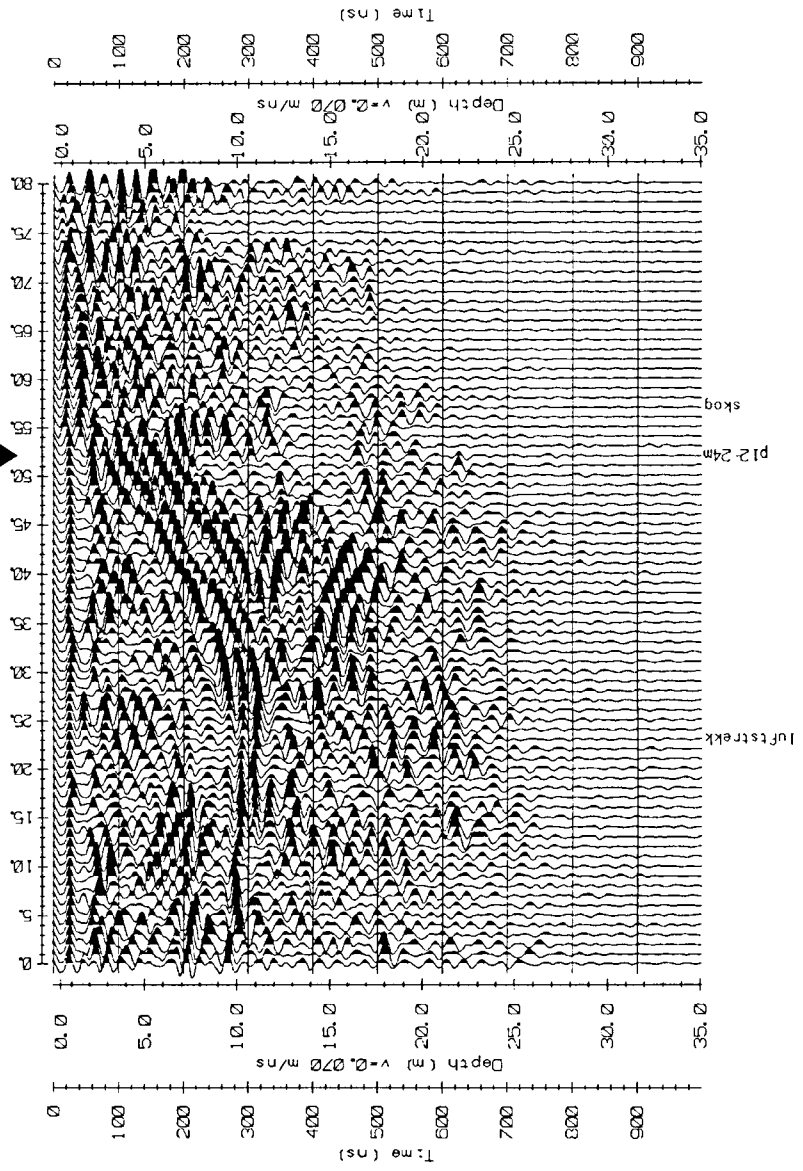
P13



Georadaropptak, P13

Møåa

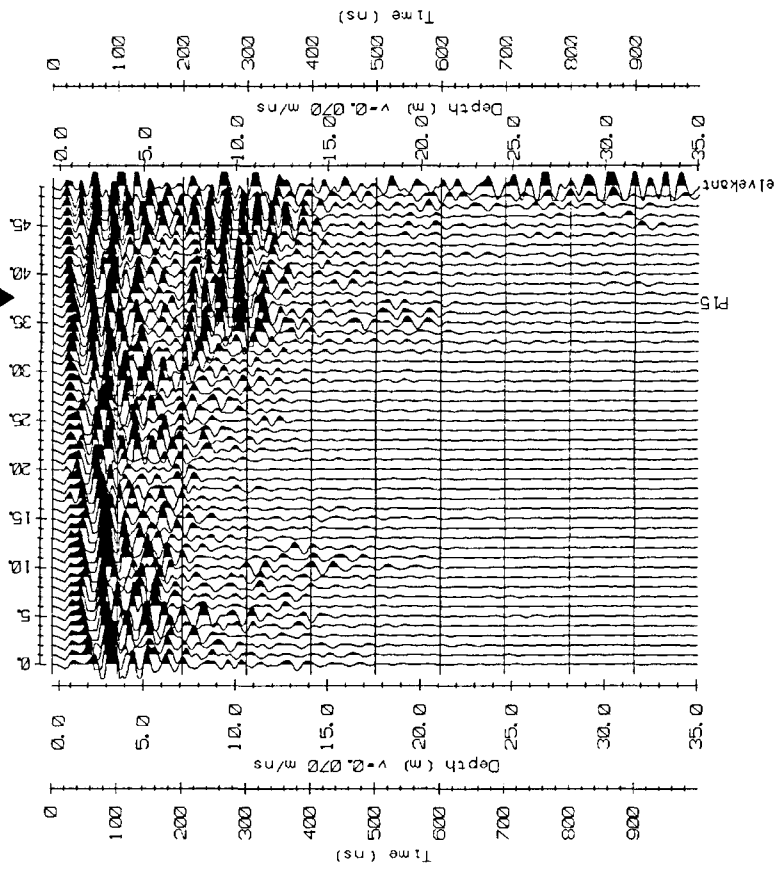
P12



Georadaropptak, P14

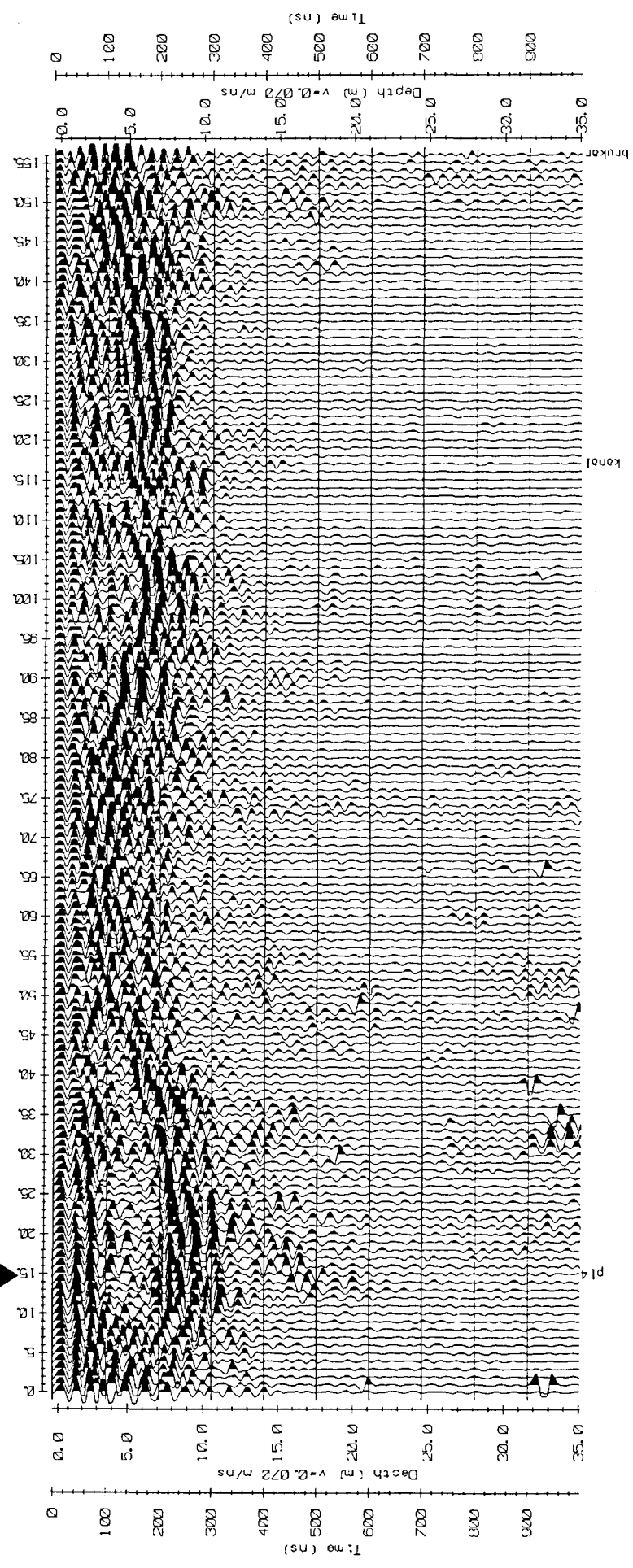
Rotåa

P15



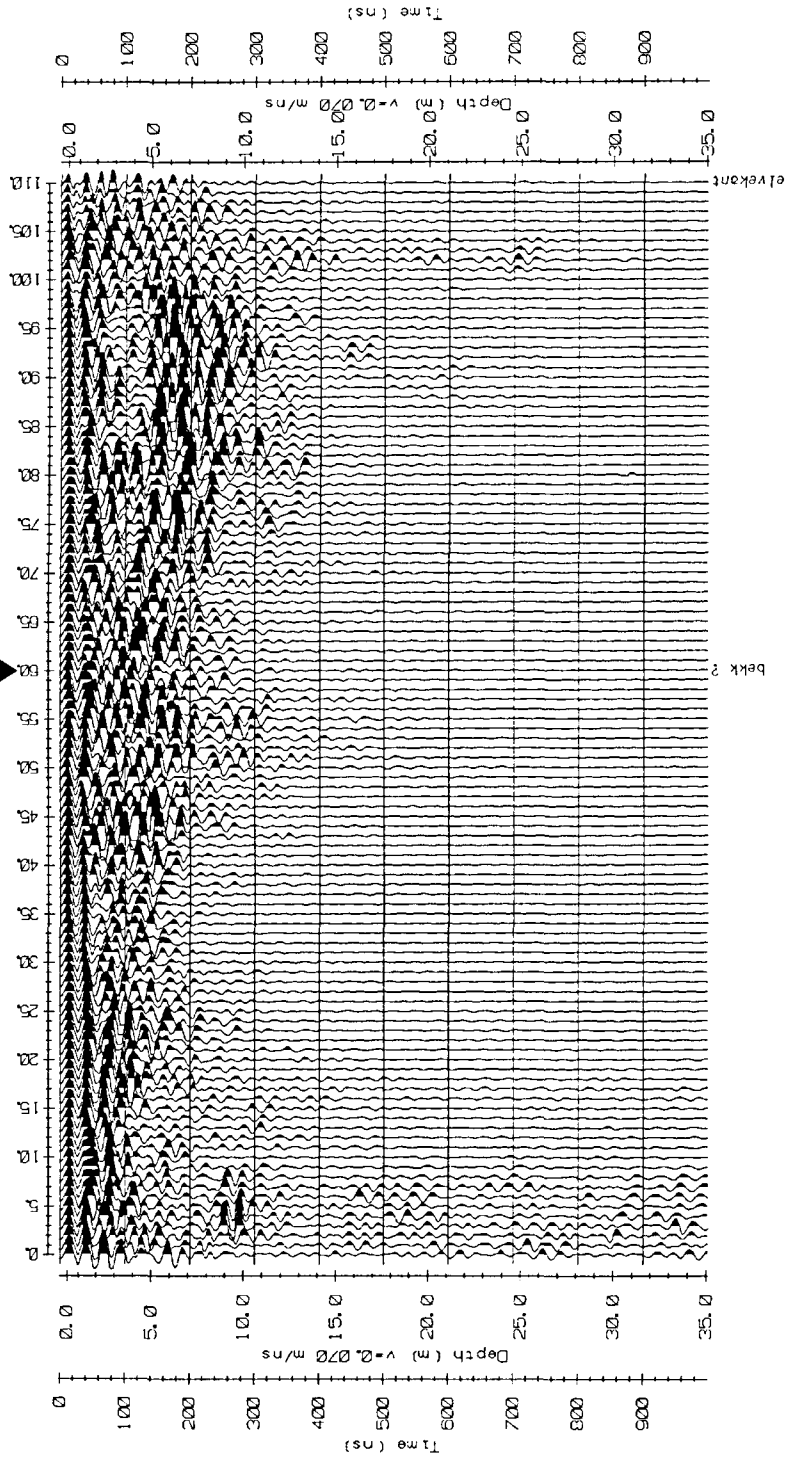
Georadaropptak, P15 Rotåa

P14



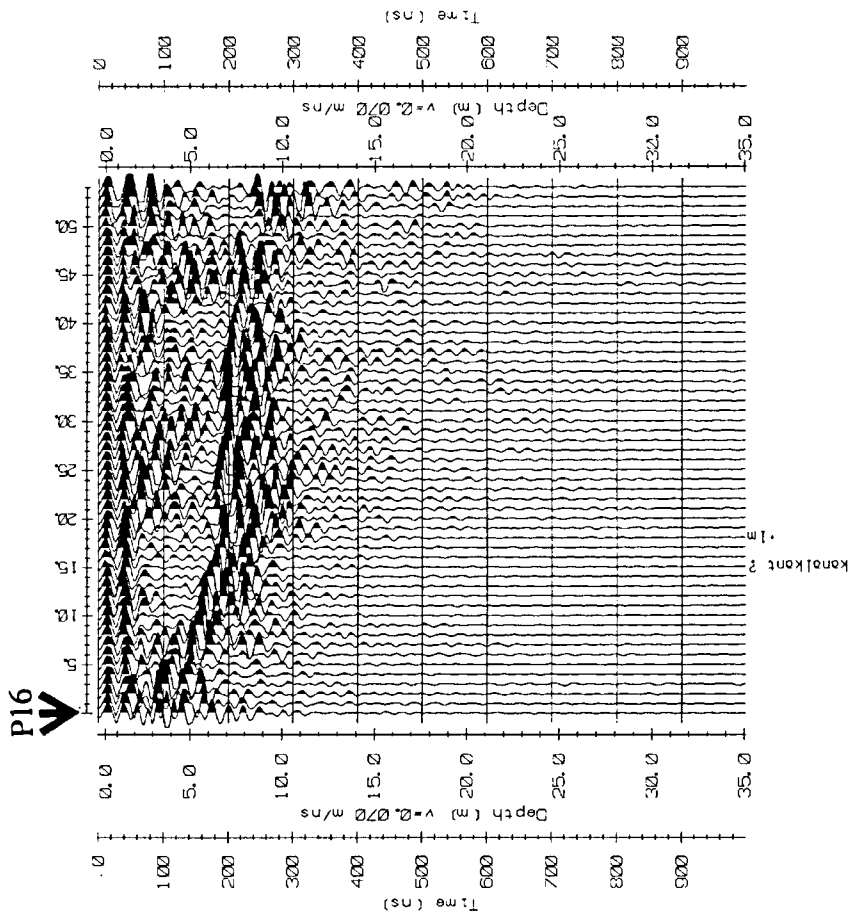
Georadaropptak, P16

Rotåa P17



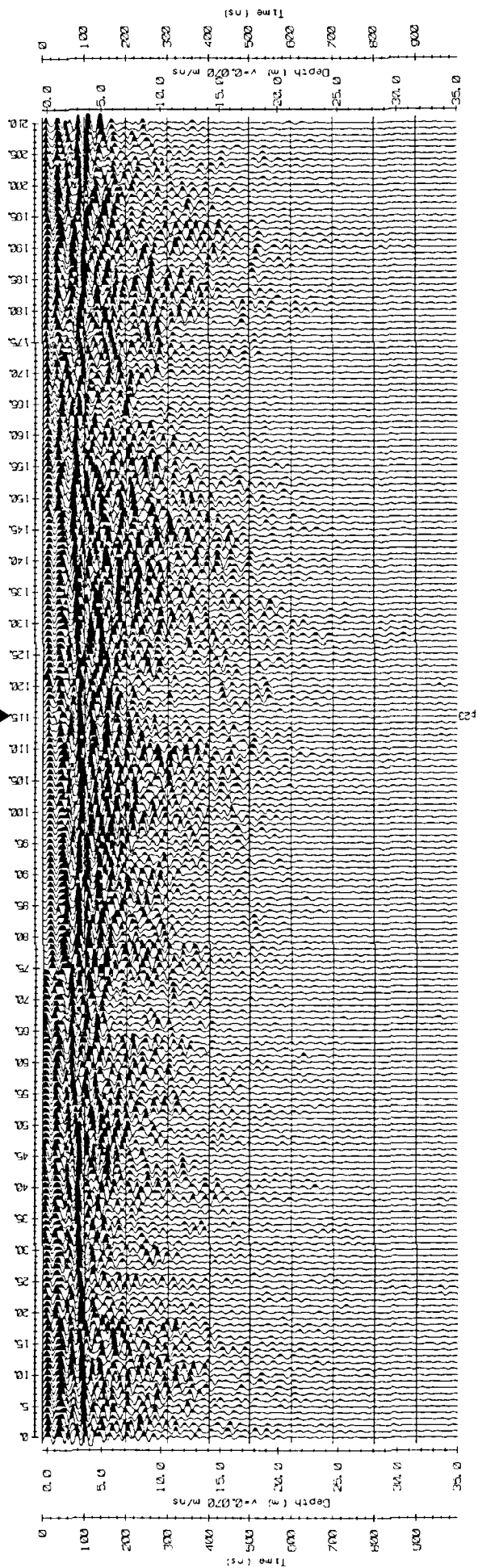
Georadaropptak, P17

Rotåa

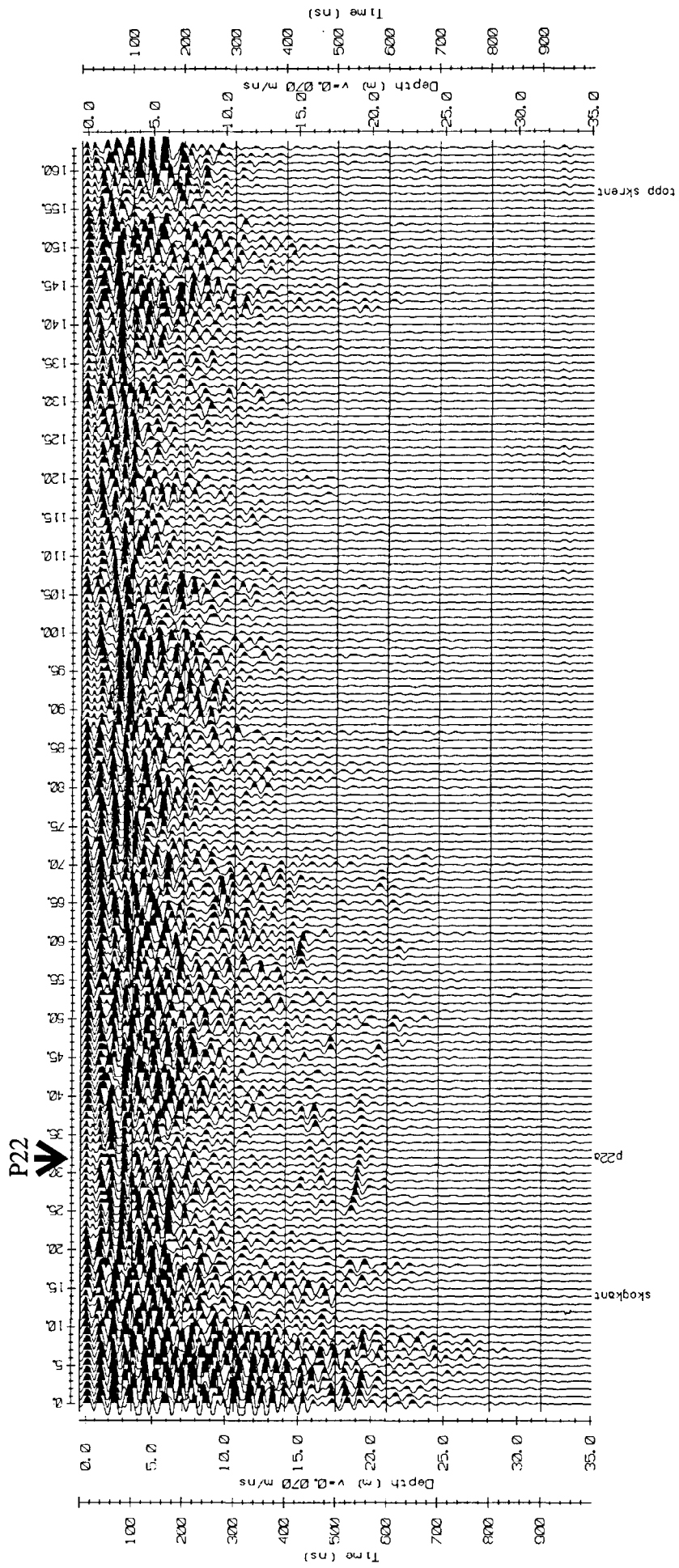


Georadaropptak, P22 Lauvøya

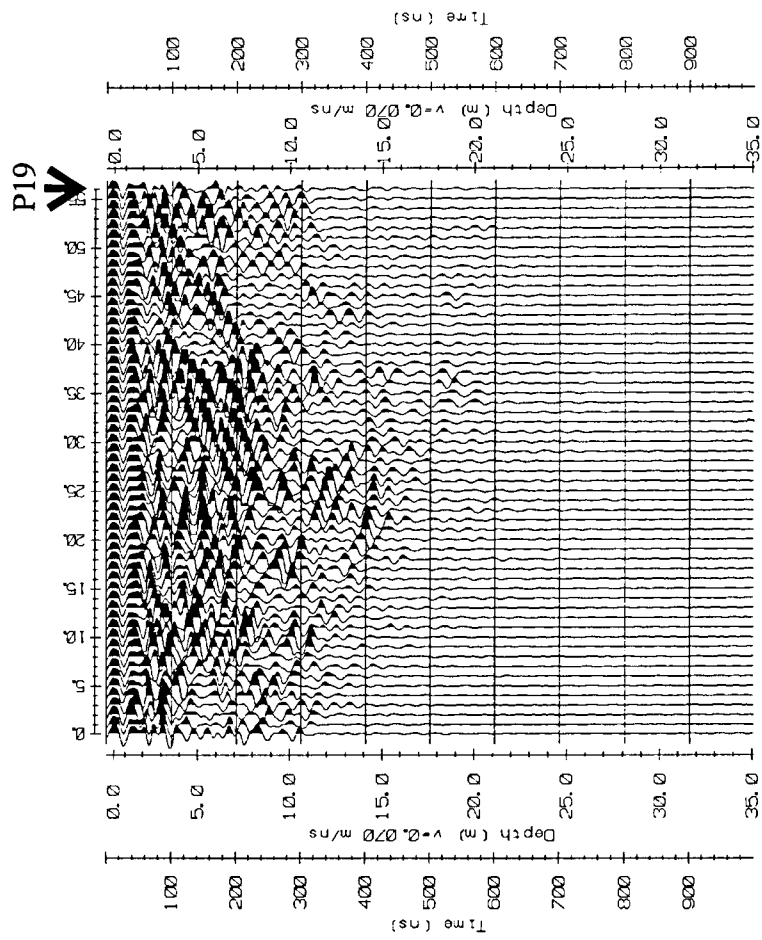
P23



Georadaropptak, P23 Lauvøya

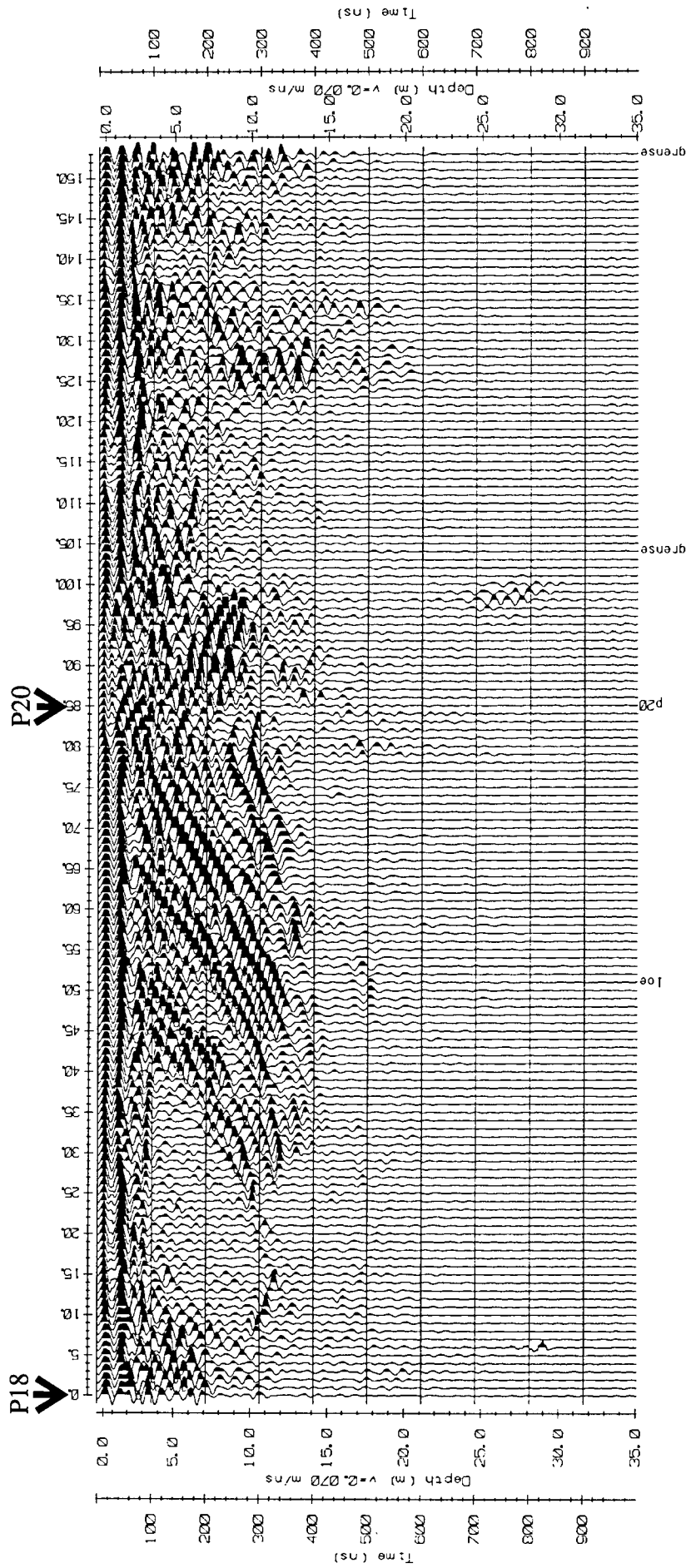


Georadaropptak, P18 Håen

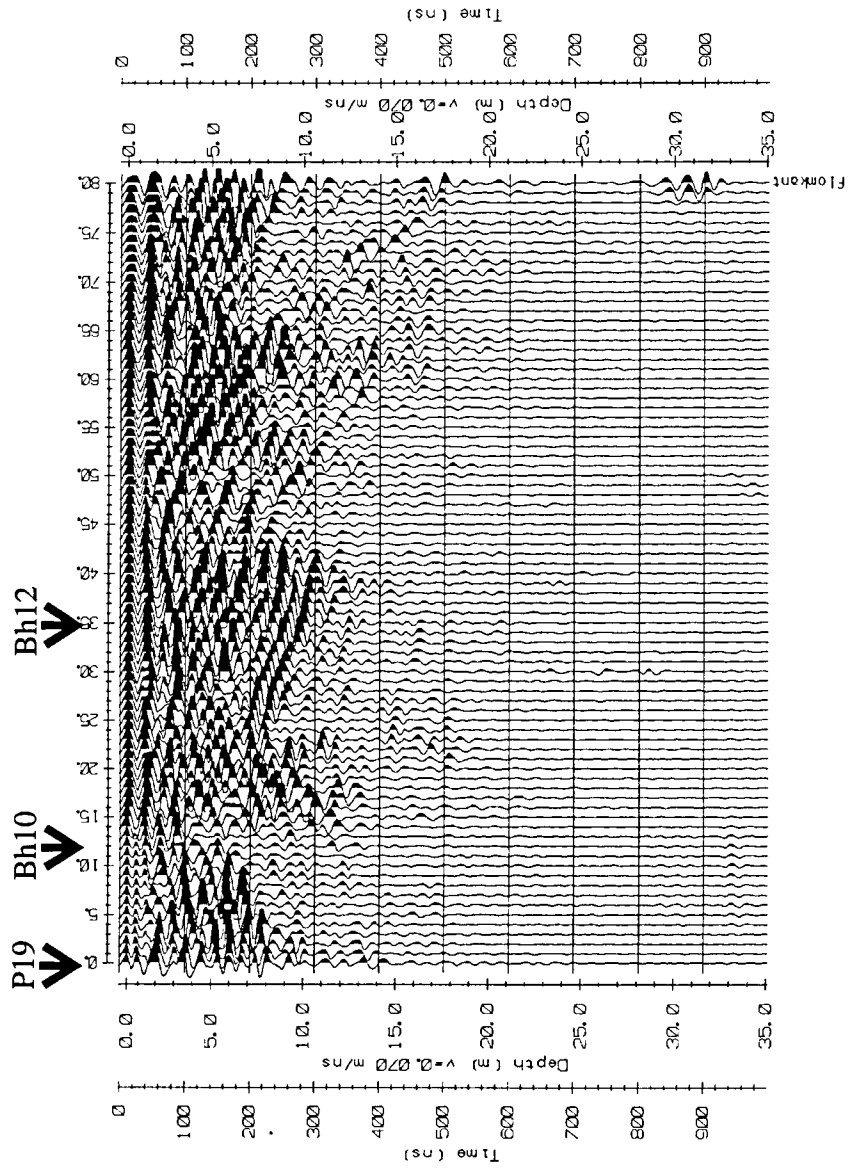


Georadaropptak, P19

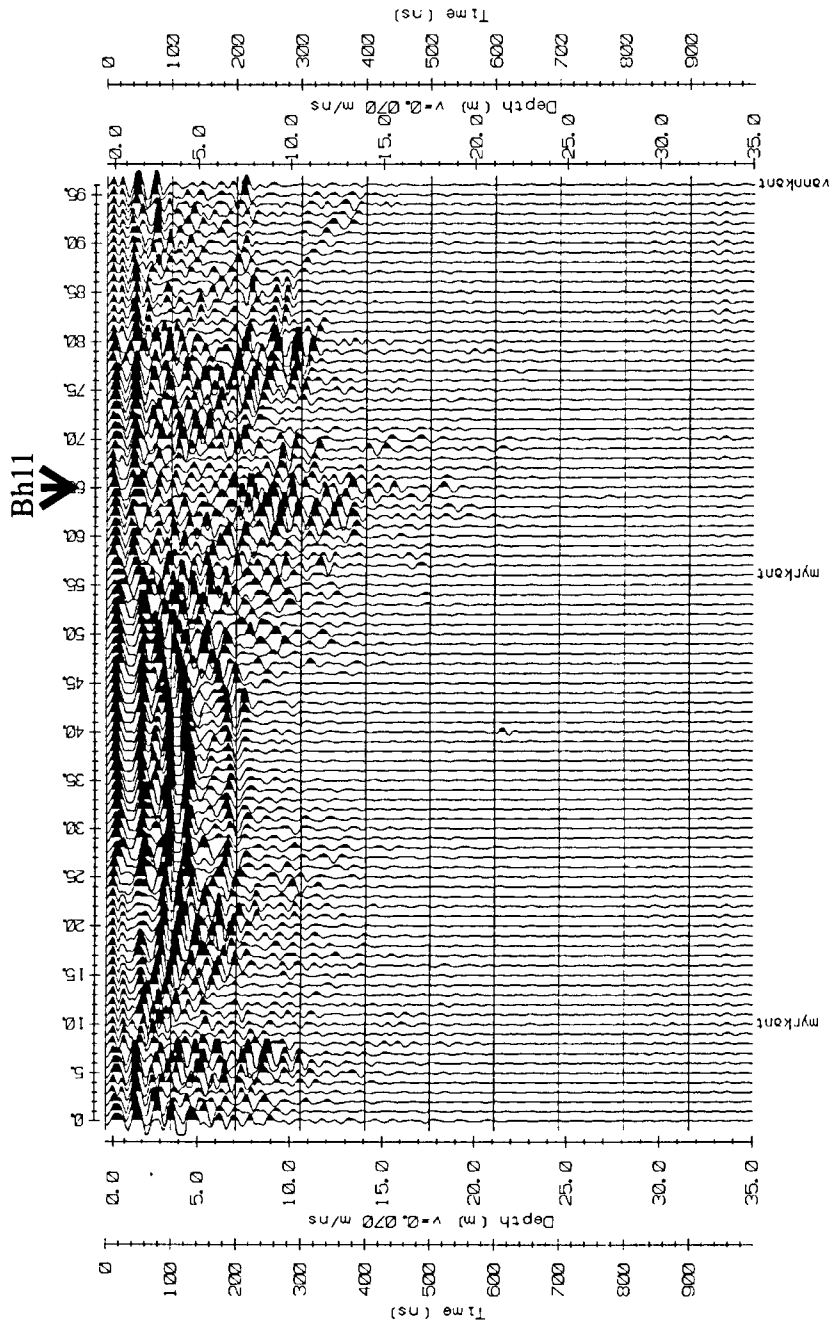
Håen



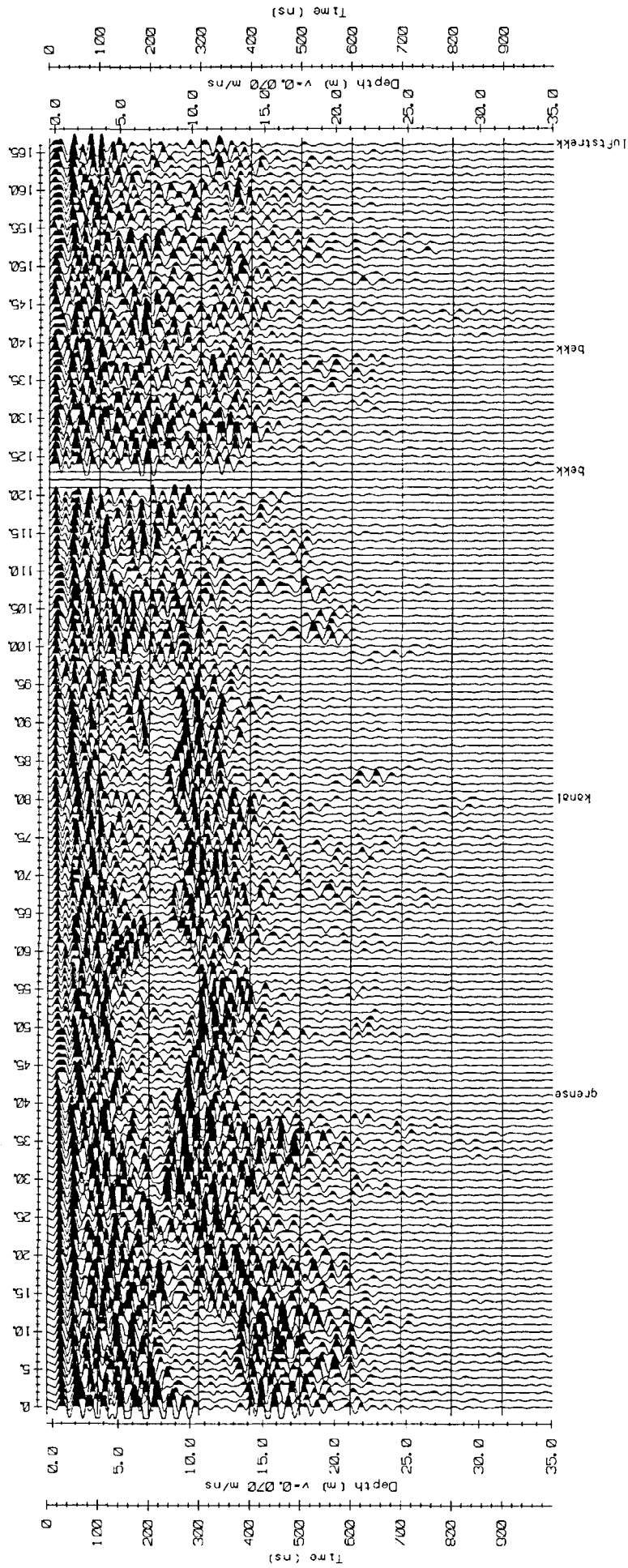
Georadaropptak, P20 Håen



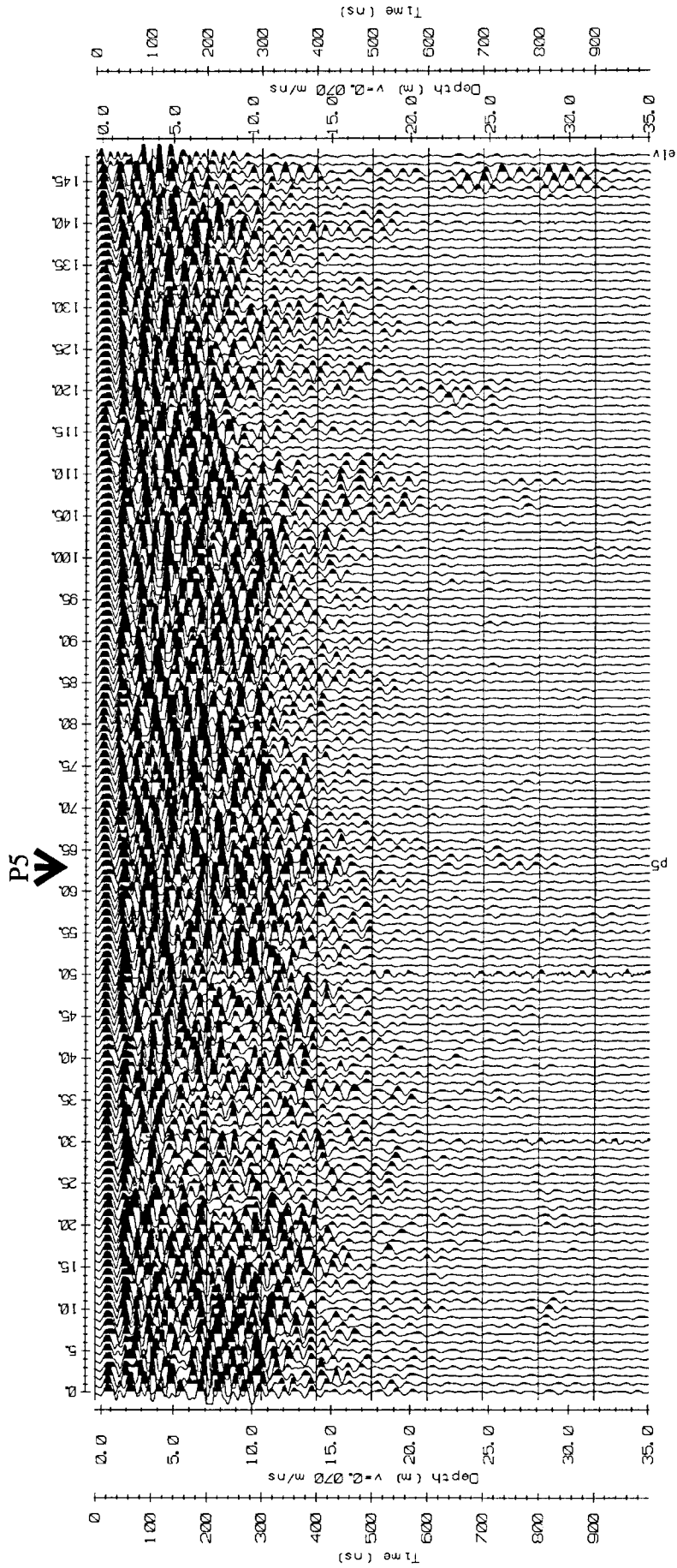
Georadaropptak, P21 Håen



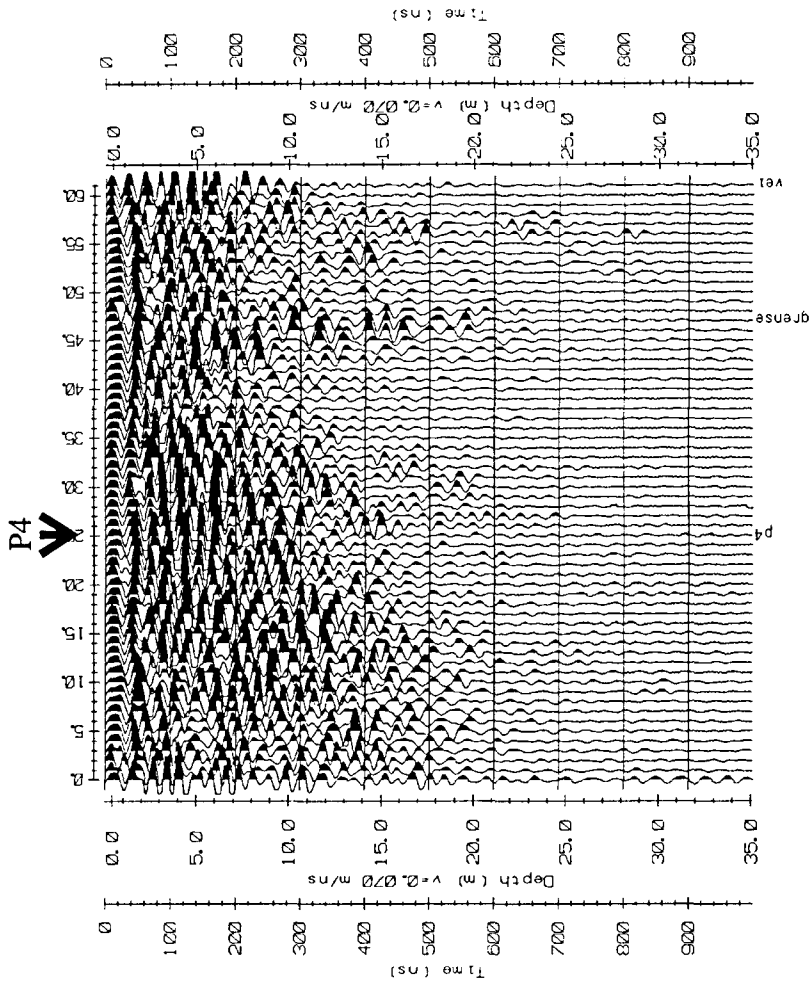
Georadaropptak, P3 Aunet



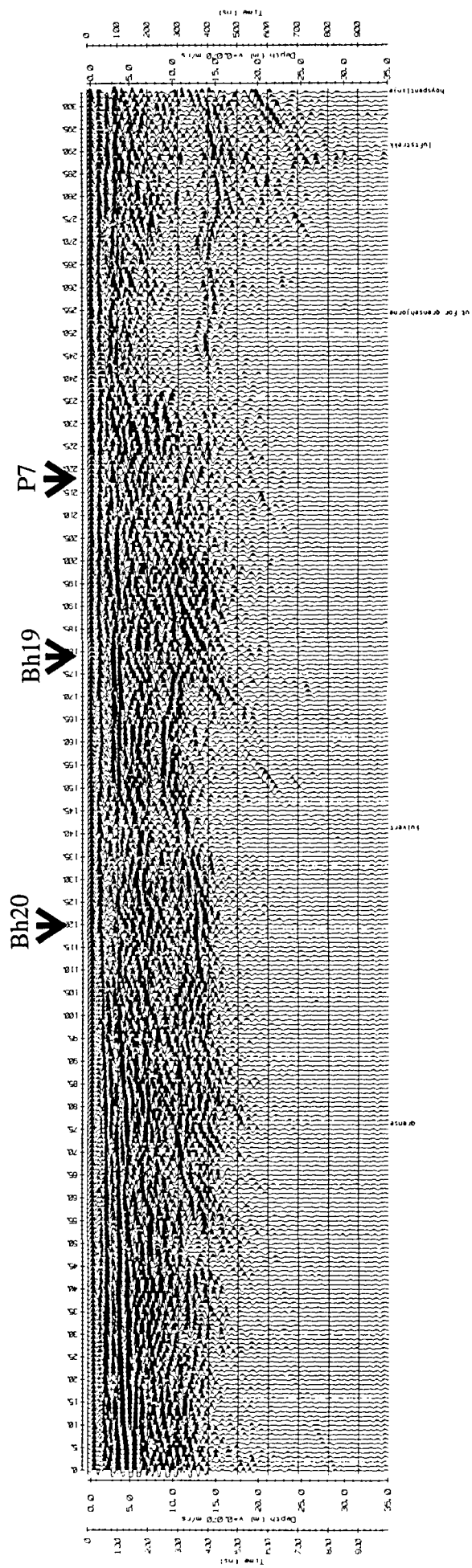
Georadaropptak, P4 Aunet



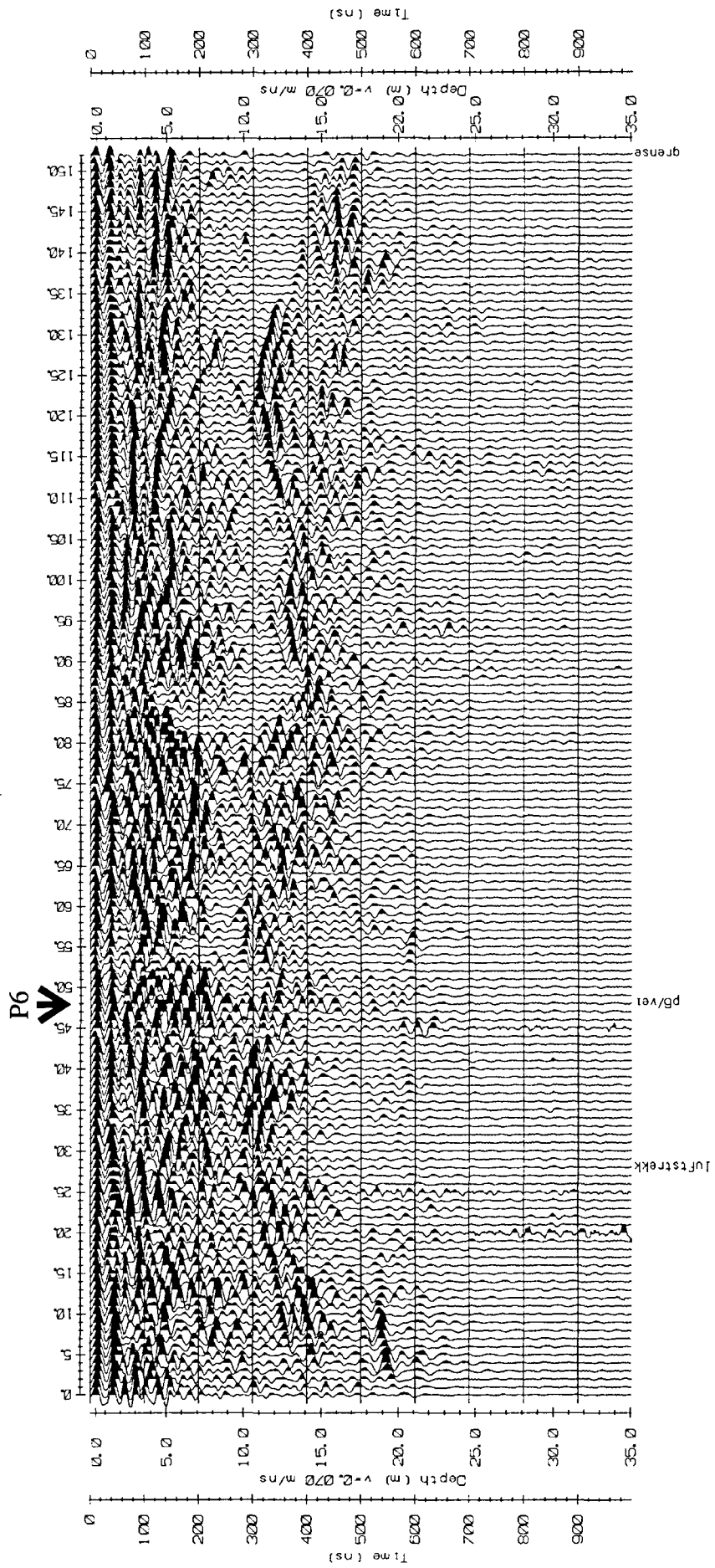
Georadaropptak, P5 Aunet



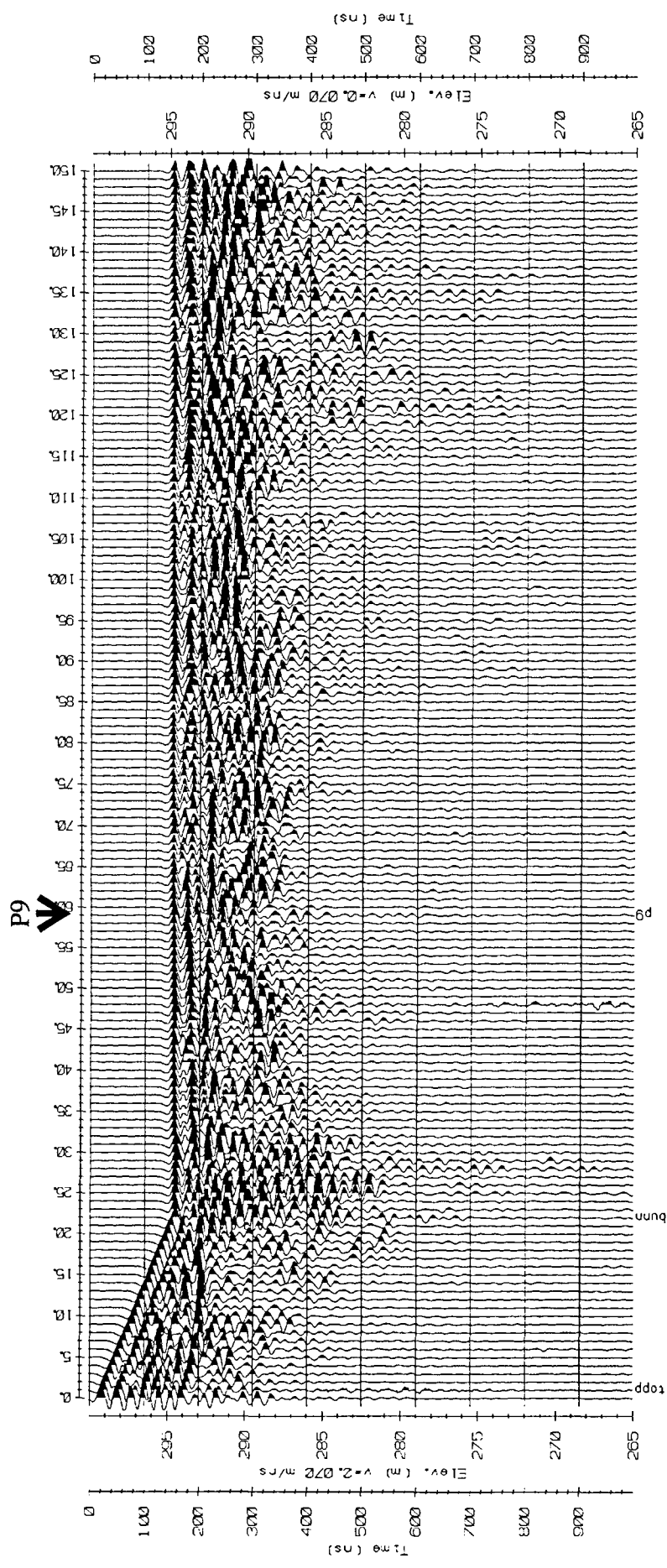
Georadaropptak, P6 Aunet



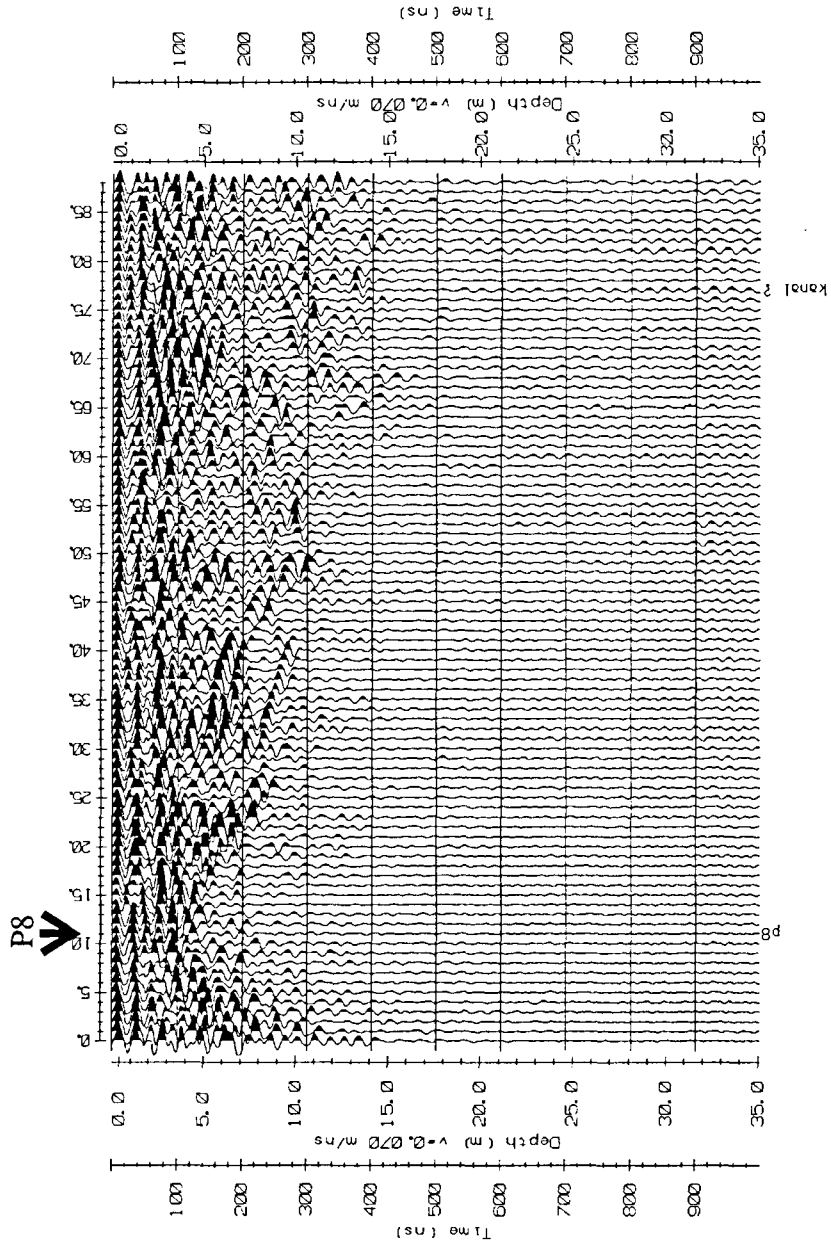
Georadaropptak, P7 Aunet



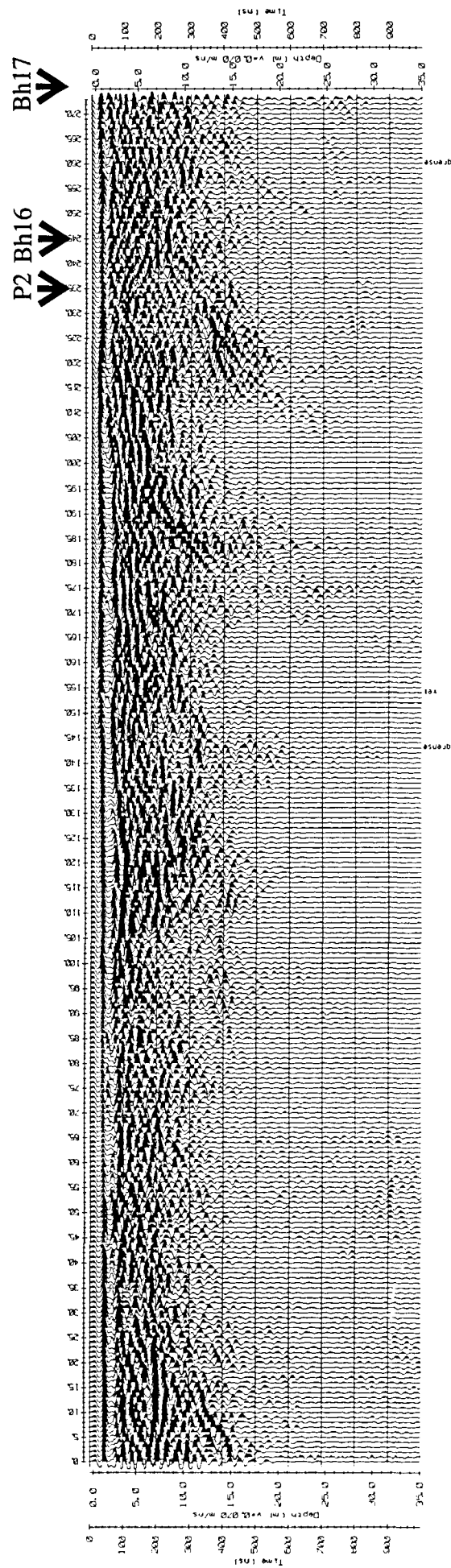
Georadaropptak, P8 Aunet



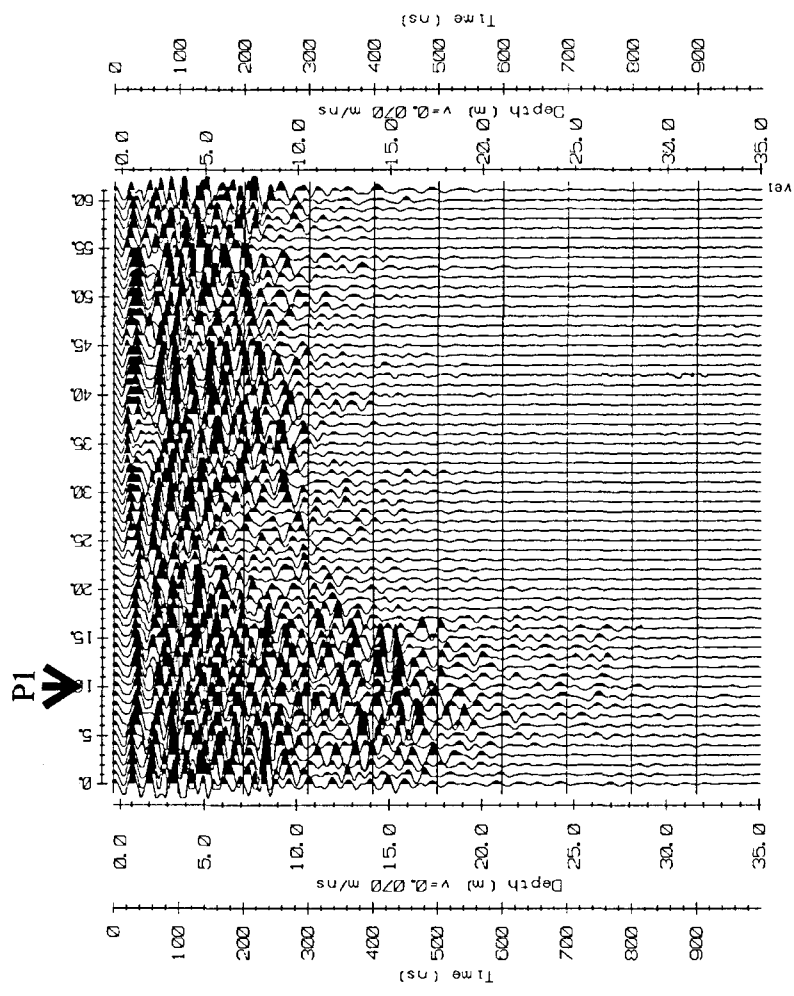
Georadaropptak, P9 Aunet



Georadaropptak, P1 Græsli



Georadaroppatak, P2 Græsli



GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Moåa, Stugudal, Tydal

UTFØRT DATO: 26.06.95

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1720 I **SONE:** 32 **Ø-V:** 6465 **N-S:** 69772

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 619 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1 m

MERKNAD:

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	grus og stein		S	-	B				
	stein, grus og sand	1.15	DS	-	B				
3,5	stein, grus og sand	0.50	S	-	B				
	sand	1.30	S	1	B				
5,5	sand	2.40	S	2	B				
	sand, hardpakket	4.00	S	3-5	G				Moreneaktig
7,5	sand, hardpakket		S	1	G				Moreneaktig
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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: Møaa, Stugudal, Tydal

UTFØRT DATO: 26.06.95

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:** X

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711): 1720 I **SONE:** 32 **Ø-V:** 6465 **N-S:** 69773

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 616 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1 m

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	grus og sand		DS	-	B				
	sand	0.35	-	-	B				
3,5	sand, hardere	1.00	DS	0-3	B				
	grusig sand	1.00	DS	-	B				
5,5	grusig sand	0.45	DS	-	B	3.2	15	1.7	MP + VP
	grusig sand	0.40	S	1-3	B				
7,5	grusig sand	0.45	S	2	B	3.0	15	2.0	VP
	sand, hardpakket	1.30	S	2	B				
9,5	morene	2.20	S	2	B				
	morene	5.10	S	2	B				
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Møaa, Stugudal, Tydal

UTFØRT DATO: 26.06.94

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:** X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1720 I **SONE:** 32 **Ø-V:** 6466 **N-S:** 69775

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 613 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 3.3 m

MERKNAD: Brønnrøret står igjen på 9.5 m dyp.

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	stein, grus og sand		S		B				
	grus og sand	0.10	-	-	borte				
3,5	grusig sand	0.45	DS	-	-				
	grusig sand	0.30	-	-	-				
5,5	grusig sand	0.30	-	-	-	2.1	15	4.5	MP + VP
	grusig sand	0.25	-	-	-				
7,5	grusig sand	0.40	-	-	-				
	grusig sand	0.50	DS	1	-				
9,5	grusig sand	1.00	S	1	-			0.1	God vanngj.gang, MP
	grusig sand	0.55	S	1-2	-				
11,5	grusig sand	0.40	S	2	-				
	grusig sand	0.40	DS	-	-				
13,5	grusig sand	0.55	-	-	-			0.1	God vanngj.gang
	grusig sand	0.50	-	-	-				
15,5	grusig sand	0.45	DS	-	-	2.4	15	2.5	MP+ VP
	grusig sand + finsand	0.55	DS	-	-				
17,5	grusig sand + finsand	0.50	DS	-	-				
	grusig sand + finsand	0.45	S	-	-				
19,5	sand/finsand	1.30	-	-	-				
	morene	2.10	S	2-4	-				
21,5	morene	2.05	S	3	-				
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Møåa, Stugudal, Tydal

UTFØRT DATO: 26.06.95

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:** X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1720 I **SONE:** 32 **Ø-V:** 6466 **N-S:** 69774

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 615 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 3.5 m

MERKNAD:

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, sand og grus		S	-	B				
	sand og grus	0.55	S	4	B				
3,5	sand og grus	1.00	DS	4	B				
	sand og grus	0.40	-	-	B				
5,5	sand og grus	0.45	-	-	B	1.9	15	2.5	MP + VP
	grusig sand	0.55	-	-	B				
7,5	grusig sand	0.45	-	-	borte				
	grusig sand	0.45	-	-	borte				
9,5	grusig sand	0.50	DS	-	borte	1.9	15	4.0	12 mg/l O ₂ , MP + VP
	grusig sand	0.45	-	-	borte				
11,5	grusig sand	0.50	-	1-3	borte				
	grusig sand	0.45	DS	2	borte				
13,5	morene	3.30	S	-	borte				
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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: Rotåa, Stugudal, Tydal

UTFØRT DATO: 27.06.95

BORPUNKT NR: 5

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1621 I **SONE:** 32 **Ø-V:** 6471 **N-S:** 69791

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 615 moh

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	stein og sand		DS	1-3	B				
	stein og sand	1.30	S	1-3	G				
	fjell fra 3 m	3.40	S		G				
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER
STED: Rotåa, Stugudal, Tydal

UTFØRT DATO: 27.06.95

BORPUNKT NR: 6

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:** X

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711): 1621 I **SONE:** 32 **Ø-V:** 6472 **N-S:** 69791

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 616 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1.7 m

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	jord, stein og grus		DS	-	B				
	grus og sand	1.10	DS	-	B				
3,5	sand	1.10	-	-	B				
	sand	0.40	-	-	B				
5,5	sand	1.00	DS	-	B			0.25	MP, Pumper bare finsand
	sand, tettere	1.15	DS	-	B				
7,5	morene	1.35	S	-	B			0.20	Pumper bare finsand
	morene	1.30	S	2-5	G				
9,5	fjell fra 8.6 m		S						
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Rotåa, Stugudal, Tydal

UTFØRT DATO: 27.06.95

BORPUNKT NR: 7

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1621 I **SONE:** 32 **Ø-V:** 64715 **N-S:** 69792

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 617 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1.5 m

MERKNAD:

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, sand og grus		S	-	B				
	stein, sand og grus	1.10	DS	-	B				
3,5	sand/finsand	1.20	-	-	B				
	sand/finsand	0.45	-	-	G				
5,5	sand/finsand, tettere	1.45	DS	-	G			<0.1	For mye finstoff
	sand/finsand, tette masser	1.50	S	-	G				
7,5	fjell fra 7.0 m	2.10	S	-	G			<0.1	Moreneaktig
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER
STED: Rotåa, Stugudal, Tydal

UTFØRT DATO: 27.06.95

BORPUNKT NR: 8

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESRØNN:** X

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711): 1621 I **SONE:** 32 **Ø-V:** 6473 **N-S:** 69792

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 617 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1.5 m

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	grus og stein		DS	-	borte				
	grus og stein	0.50	S	-	B				
3,5	grus og sand	1.05	S	-	B				
	sand m/ gruslag, tettere	2.15	S	2-4	B				
5,5	finsand	2.40	S	8-20	delvis borte			< 0.1	for tette masser
	finsand	1.50	S	5	G				
7,5	finsand	2.30	S	0-3	G			< 0.1	for tette masser
	finsand	1.40	S	3	G				
9,5	finsand m/ gruslag	1.20	DS	0-3	G			< 0.1	for tette masser
	finsand m/ gruslag	1.10	S	-	G				
11,5	Fjell fra 11.0 m	4.00	S						
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Rotåa, Stugudal, Tydal

UTFØRT DATO: 27.06.95

BORPUNKT NR: 9

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:** X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1720 I **SONE:** 32 **Ø-V:** 6471 **N-S:** 69792

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 617 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1.4 m

MERKNAD: brønnrøret står igjen på 7.5 m dyp

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	jord, grus og sand		S	-	B				
	sand	0.30	-	-	B				
3,5	sand	0.35	-	-	B				
	grusig sand	0.40	DS	-	B				
5,5	grusig sand	1.00	DS	-	B			0.5	Pumpet mye sand, MP
	grusig sand	0.55	DS	-	borte				
7,5	grusig sand	0.40	S	-	G	4.0	20	1.3	MP + VP
	finsand, tettere	1.45	S	2-4	G				
9,5	grus og finsand	2.00	S	2	G				
	fjell fra ca. 10.3 m								
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Håen, Tydal

UTFØRT DATO: 23.06.95

BORPUNKT NR: 10

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III SONE: 32 Ø-V: 6359 N-S: 69893

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 536 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 2.5 m

MERKNAD: 12 m rør står igjen som peilebrønn

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	grus og sand		-	2	B				
	grusig sand	1.00	-	3-4	borte				
3,5	grusig sand	0.50	DS	-	-				
	sand	0.20	-	-	-				
5,5	sand	0.40	-	-	-				
	sand og noe grus	0.25	-	-	-				
7,5	sand	0.45	-	-	-	3.7	15	2.2	MP + VP
	grusig sand	0.40	-	-	-				
9,5	grusig sand	0.40	-	-	-				
	grusig sand	1.00	-	-	-				
11,5	sand	0.30	-	-	-				
	sand	0.25	-	-	-				
13,5	sand	0.35	-	-	-				
	sand med gruslag	1.15	DS	-	-				
15,5	sand med gruslag	1.15	DS	-	-	4.8	15	3.0	MP + VP
	sand med gruslag	0.50	DS	1-3	-				
17,5	sand med gruslag	0.40	S	2	-	5.0	15	2.5	VP
	sand med gruslag	0.40	S	1	-				
19,5	sand	0.40	S	2	-			0.3	
	fjell fra 19.5								
21,5									
23,5									
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: Håen, Tydal

UTFØRT DATO: 28.06.95

BORPUNKT NR: 11

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESRØNN:** X

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711): 1721 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6358 **N-S:** 69892

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 535 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1.5 m

MERKNAD: 12 m rør står igjen som peilebrønn

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	grus, sand		S	-	B				
	grus, sand	0.30	-	-	B				
3,5	grusig sand	1.00	DS	-	B				
	grusig sand	0.45	DS	-	borte				
5,5	grusig sand	0.25	S	-	-				
	grusig sand	0.45	-	-	-				
7,5	grusig sand	1.10	-	0-2	-	4.6	15	2.0	MP + VP
	grusig sand	0.50	S	2	-				
9,5	grusig sand	0.50	S	2	-				
	grusig sand	0.45	S	2-3	-				
11,5	grusig sand	0.55	S	2-3	-	5.7	15	0.7	VP
	grusig sand	1.15	S	3	-				
13,5	grus, fjell fra 13.2 m		S	-	-				
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Håen, Tydal

UTFØRT DATO: 29.06.95

BORPUNKT NR: 12

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III SONE: 32 Ø-V: 6358 N-S: 69893

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 536m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 2.0 m

MERKNAD: 14 m rør står igjen som peilebrønn.

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
	jord og sand		-	-	B				
3,5	sand og grus	0.45	-	-	B				
	grusig sand	0.55	-	-	B				
5,5	grusig sand	0.40	DS	-	B				
	grusig sand	0.40	-	-	B				
7,5	grusig sand	0.50	DS	1-2	B	4.5	15	2.5	MP + VP
	grusig sand	0.40	-	-	B				
9,5	grusig sand	0.45	DS	1	borte				
	sand, med gruslag	0.45	DS	1	-				
11,5	grusig sand	0.50	DS	-	-	5.5	15	0.8	VP
	grusig sand	1.15	DS	1	-				
13,5	grusig sand	0.50	DS	1	-				
	grusig sand	0.50	DS	1	-				
15,5	sand	0.45	-	1	-	4.7	15	2.0	MP + VP
	grusig sand	0.45	-	1	-				
17,5	grusig sand	0.40	-	1	-				
	grusig sand, hardere	1.00	DS	1	-				god vanngjennomgang
19,5	grusig sand, hardere	1.00	-	-	-				
	fjell fra 18.6 m								
21,5									
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER
STED: Gammelvollsjøen, Tydal

UTFØRT DATO: 29.06.95

BORPUNKT NR: 13

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711): 1721 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6358 **N-S:** 69985

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 508 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 2.5 m

MERKNAD: 10 m rør står igjen

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 og grus		S	-	B				
3,5	stein og sand sand m/ gruslag	1.50 1.35	S S	2-5 -	B B				
5,5	sand m/ gruslag sand	0.40 0.40	S -	0-2 -	B borte	4.9	15	2.5	
7,5	gruslg sand grusig sand	1.05 0.35	DS S	1 1	B borte	3.0		1.7	VP + MP
9,5	grusig sand grusig sand	0.30 0.35	- -	- -	- -				liten vanngjennomgang
11,5	grusig sand grusig sand	0.25 0.30	- -	- -	- -				liten vanngjennomgang
13,5	grusig sand grusig sand	1.15 0.45	- -	- 1-3	- -				liten vanngjennomgang
15,5	sand finsand	0.15 0.15	- -	1-3 1-3	- -				
17,5	finsand finsand	0.15 0.15	- -	- -	- -				
19,5	finsand finsand	0.40 0.30	DS S	1-2 1-2					
21,5	morene morene	2.10 3.40	S S	2 1-2					
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Gammelvollsjøen, Tydal

UTFØRT DATO: 30.06.95

BORPUNKT NR: 14

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X UNDERSØKELSESBRØNN:

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III SONE: 32 Ø-V: 6358 N-S: 69984

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 508 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca 2 m

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
	grus og stein		S		borte				
3,5	grusig sand	0.50	-	-	B				
	grus g sand	0.55	-	-	B				
5,5	grusig sand	1.00	-	-	B				
	grusig sand	1.00	-	-	B				
7,5	grusig sand	0.45	-	-	B				
	grusig sand	0.49	-	-	B				
9,5	sand m/ gruslag	0.40	-	-	B				
	sand m/ gruslag	0.50	-	-	B				
11,5	sand/finsand	0.30	-	-	B/G				
	sand/finsand	0.35	-	-	B/G				
13,5	siltig sand	0.10	-	-	G				
	siltig sand	0.15	DS	-	G				
15,5	siltig sand	0.35	S	-	G				
	siltig sand	0.35	S	-	G				
17,5	morene	0.50	S	-	G				
	morene	2.40	S	-	G				
19,5									
21,5									
23,5									
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: Gammelvollsjoen, Tydal

UTFØRT DATO: 30.06.95

BORPUNKT NR: 15

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6359 **N-S:** 69986

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 511 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 2 m

MERKNAD:

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 og grus		S	-	B				
	stein, grus og sand	1.00	S	-	B				
3,5	stein, grus og sand	1.20	S	-	B				
	sand	0.50	S	1-3	B				
5,5	grusig sand	0.45	DS	-	B				
	sand m/ gruslag	0.25	-	1	B/G				
7,5	sand /finsand	0.55	DS	1	B/G				
	sand /finsand	0.50	DS	1	G				
9,5	sand /finsand	0.35	S	1	G				
	sand /finsand	1.10	S	2	G				
11,5	sand /finsand	2.40	S	3-5	G				
	siltig sand, hardpakket	3.40	S	3-5	G				
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER
STED: Græsli, Tydal

UTFØRT DATO: 05.07.95

BORPUNKT NR: 16

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711): 1721 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6247 **N-S:** 69940

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 278 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1.7 m

MERKNAD: 10 m rør står igjen

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	grusig sand		DS	-	B				
	grusig sand	1.10	S	1	B				
3,5	grusig sand + stein	1.45	S	-	B				
	grusig sand	1.25	-	1	B				
5,5	grusig sand	1.00	DS	1	B			2.2	mye sand i vannet, MP
	grusig sand	0.50	-	1	B				
7,5	grusig sand	1.15	DS	1	B	4.5	15	2.0	VP
	grusig sand	1.15	DS	1	B				
9,5	grusig sand	1.15	DS	1	borte	4.6	15	3.3	MP + VP
	grusig sand, fjell fra 10 m			-					
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Græsli, Tydal

UTFØRT DATO: 05.07.95

BORPUNKT NR: 17

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X UNDERSØKELSESBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III SONE: 32 Ø-V: 6249 N-S: 69939

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 278 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 2.5 m

MERKNAD: 12 m rør står igjen

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	grus og stein	1.30	S	-	B				
	grus og stein	1.40	S	-	B				
3,5	grus og stein	1.35	S	-	B				
	grusig sand	0.25	DS	0-3	B				
5,5	grus, stein og sand	1.20	S	-	B				
	grusig sand + stein	2.20	S	-	B				
7,5	grusig sand	0.50	S	-	borte			0.2	god vanngjennomgang
	grusig sand	1.00	DS	0-1	-				
9,5	grusig sand	1.00	S	2	-			0.2	god vanngjennomgang
	grusig sand, hardere	1.15	DS	-	B				
11,5	grusig sand	1.00	S	2	B			0.2	god vanngjennomgang
	grusig sand	1.00	S	2	B				
13,5	grusig sand	1.10	DS	-	B	4.8	15	2.0	VP
	grusig sand	1.00	S	1	B				
15,5	grusig sand	1.30	S	-	borte	4.8	15	2.5	VP
	grus	1.20	S	3-5	-				
17,5	grus, fjell fra 17.2 m				-				
19,5									
21,5									
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Aune, Tydal

UTFØRT DATO: 06.07.95

BORPUNKT NR: 18

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X UNDERSØKELSESBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III SONE: 32 Ø-V: 6290 N-S: 69947

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 294 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1.5 m

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	sand, grus og stein		S	-	B				
	sand, grus og stein	1.00	S	-	B				
3,5	grusig sand	0.55	DS	-	B				
	grusig sand	0.35	DS	-	Borte				
5,5	grusig sand	1.30	-	-	B	4.2	15	0.8	VP
	sand	0.40	-	-	B				
7,5	sand	0.35	-	-	B				pumpet bare finsand
	sand	0.40	-	-	B				
9,5	sand	1.20	-	-	B				
	grusig sand	1.00	DS	-	B				
11,5	gr. sand, fjell fra 11.3 m	2.40	S	1	B				
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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: Aune, Tydal

UTFØRT DATO: 06.07.95

BORPUNKT NR: 19

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6295 **N-S:** 69948

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 298 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

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 og grus		S	-	B				
	grus og sand	1.30	S	-	B				
3,5	sand med gruslag, hardt	2.45	S	-	borte				
	sand	1.00	DS	-3	B				
5,5	sand	0.40	S	-1-3	B				
	sand	0.50	S	1-3	B				
7,5	sand med gruslag	0.50	S	1-3	B				
	sand	0.45	S	0-3	B				
9,5	fjell fra 9.2 m	3.20	S		borte				
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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: Aune, Tydal

UTFØRT DATO: 06.07.95

BORPUNKT NR: 20

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:** X

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711): 1721 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6294 **N-S:** 69948

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 298 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 3 m

MERKNAD: 12 m rør står igjen

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 og stein		S	-	B				
	sand og grus, hardpakket	1.40	S	1-3	B				
	sand og grus, hardpakket	2.05	S	2-5	B				
	sand	0.45	DS	3	B				
5,5	sand	0.55	DS	3	B				
	grusig sand	0.45	-	-	B				
7,5	sand	1.15	DS	3	B				
	sand	0.45	S	2	B				
9,5	grusig sand	0.55	S	2	B			0.4	
	grusig sand	1.00	DS	0-3	borte				
11,5	grusig sand	1.35	S	-	borte	4.8	15	1.7	MP + VP
	fjell fra 11.4 m	3.00							
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									

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: Børhølen, Tydal

UTFØRT DATO: 06.07.95

BORPUNKT NR: 21

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESRØNN:** X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6355 **N-S:** 69906

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 496 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 2 m

MERKNAD:

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	grusig sand		-	-	B				
	grusig sand	0.15	-	-	B				
3,5	grusig sand	0.30	DS	-	B				
	grusig sand	0.30	DS	-	B				
5,5	sand	0.40	DS	-	B				
	sand med gruslag	0.55	-	-	B				
7,5	grusig sand	1.05	DS	-	B	4.2	15	1.4	MP
	grusig sand	0.35	DS	-	borte				
9,5	grusig sand	0.30	DS	-	-	4.7	15	1.0	
	grusig sand	0.30	-	-	-				
11,5	grusig sand	0.45	DS	0-1	-	4.2	15	2.5	MP + VP
	grusig sand	1.05	S	0-1	-				
13,5	fjell fra 13.2 m	3.00	S	-	-				
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
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 [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Børholen, Tydal

UTFØRT DATO: 07.07.95

BORPUNKT NR: 22

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6355 **N-S:** 69907

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 495 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	sand og grus		S	-	B				
	sand, grus og stein	3.40	S	-	B				
3,5	grusig sand		DS	-	B				
	grusig sand		DS	-	B				
5,5	grusig sand		DS	-	B				
	sand, tettere		DS	1	B				
7,5	sand, vekslende		S	1	B				
	fjell fra 8.0 m								
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									

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: Håen, Tydal

UTFØRT DATO: 07.07.95

BORPUNKT NR: 23

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X **UNDERSØKELSESBRØNN:** X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1721 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6357 **N-S:** 69893

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 534 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca. 1m

MERKNAD: 10 m rør står igjen som peilebrønn

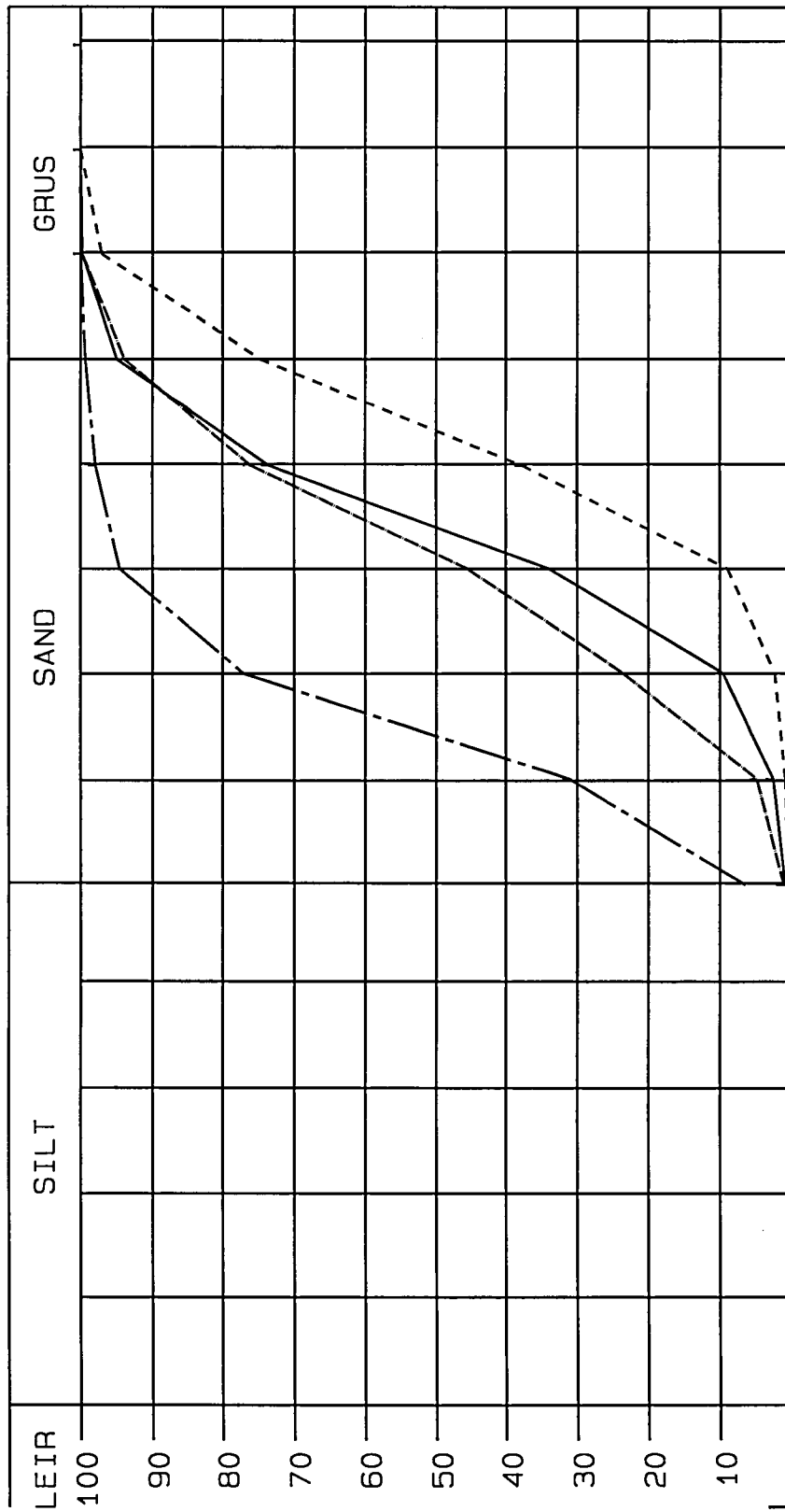
Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
	grus og sand		-	-	B				
3,5	grusig sand	0.35	-	1	borte				
	grusig sand	0.55	DS	-	borte				
5,5	grusig sand	0.50	DS	-	del. borte		15	3.3	VP + MP
	grusig sand	1.00	-	-	borte				
7,5	sand, løs	0.15	-	-	-				
	sand, løs	0.15	-	-	-				
9,5	sand, løs	0.20	-	1	-		15	2.0	VP + MP
	sand med gruslag	0.40	DS	1	-				
11,5	grusig sand	0.40	S	1-3	-				
	grusig sand	0.50	S	-	-				
13,5	grusig sand	0.45	S	2	-		15	1.7	VP + MP
	grusig sand	0.40	S	2	-				
15,5	grusig sand	0.35	DS	1	-				
	sand	0.50	S	1	-				
17,5	grusig sand	0.40	S	1	-			2.5	MP
	grus, fjell fra 17.5 m	2.30	S						
19,5									
21,5									
23,5									
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]

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

Stugusjø 17201



MY 2 4 8 16 32 63 0.125 0.25 0.5 1 2 4 8 16

MM 0.002

KORNSTØRRELSE

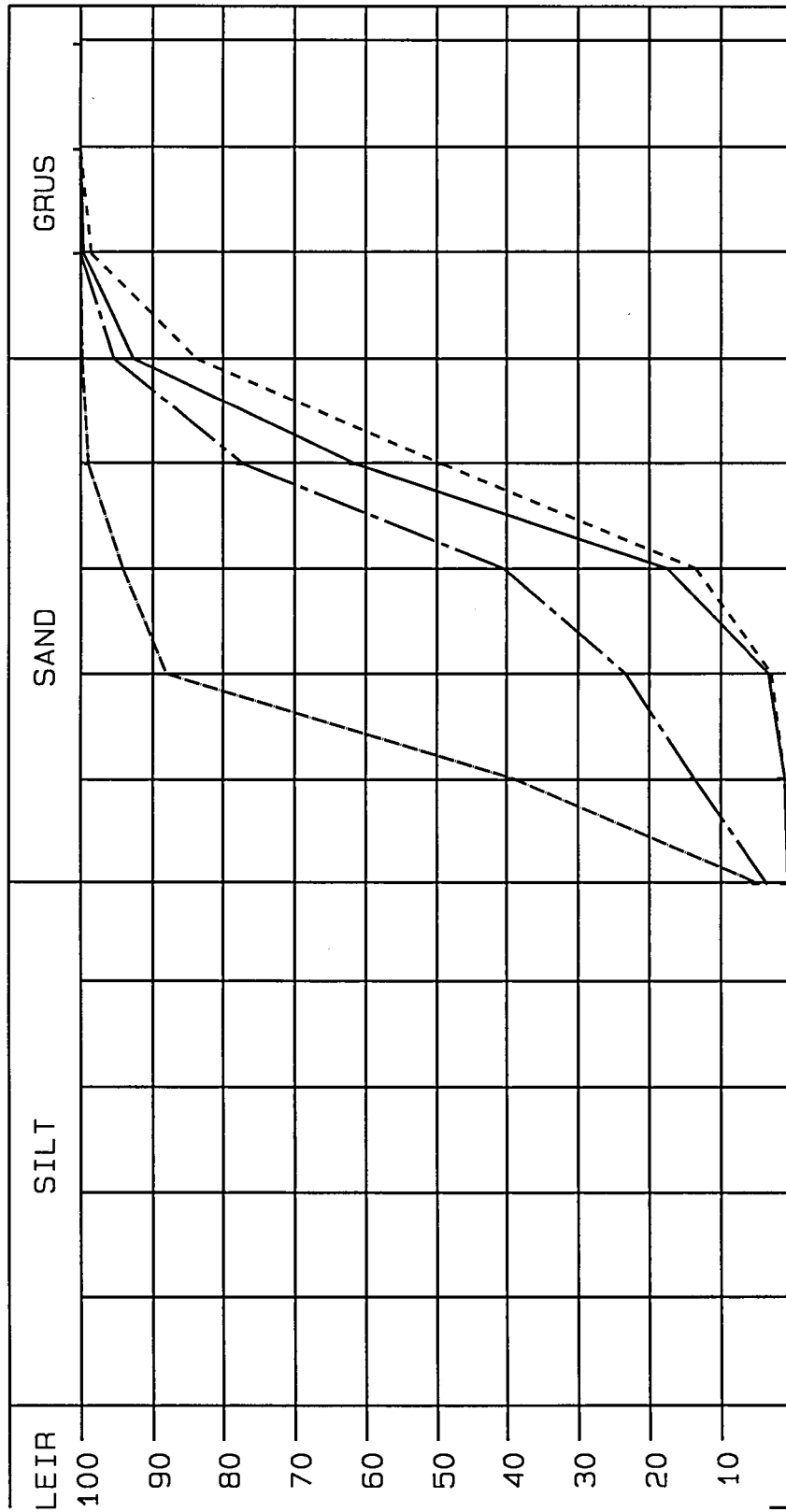
- 950308
- - - 950309
- 950310
- - - 950311

UTM X	UTM Y	Sted	Borhull	Dyp (m)
6465	6977	Stugudal	2	4,5- 5,5
6466	6977	Stugudal	3	4,5- 5,5
6466	697	Stugudal	3	8,5- 9,5
6466	6977	Stugudal	3	14,5-15,5

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

Stugusjø 17201



MY	2	4	8	16	32	63	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16
MM	0.002													
KORNSTØRRELSE														
							Sted	Borhull	Dyp (m)					
950312							Stugudal	4	4,5 - 5,5					
950313							Stugudal	4	8,5 - 9,5					
950314							Stugudal	9	4,5 - 5,5					
950315							Stugudal	9	6,5 - 7,5					
	UTM X	6466	6466	6472	6472	6977	UTM Y	6977	6979	6979				

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVE

Tydal 17213



MY 2 4 8 16 32 63
 MM 0.002

KORNSTØRRELSE

—————	950316
-----	950317
-----	950318
-----	950319
-----	950320
-----	950321

UTM X	UTM Y	Sted	Borhull	Dyp (m)
6359	6989	Håen	10	6,5- 7,5
6359	6989	Håen	10	14,5-15,5
6358	6989	Håen	11	6,5- 7,5
6358	6989	Håen	12	6,5- 7,5
6358	6989	Håen	12	14,5-15,5
6358	6998	Gammelv.sjøen	13	6,5- 7,5

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVE

Tyda1 17213

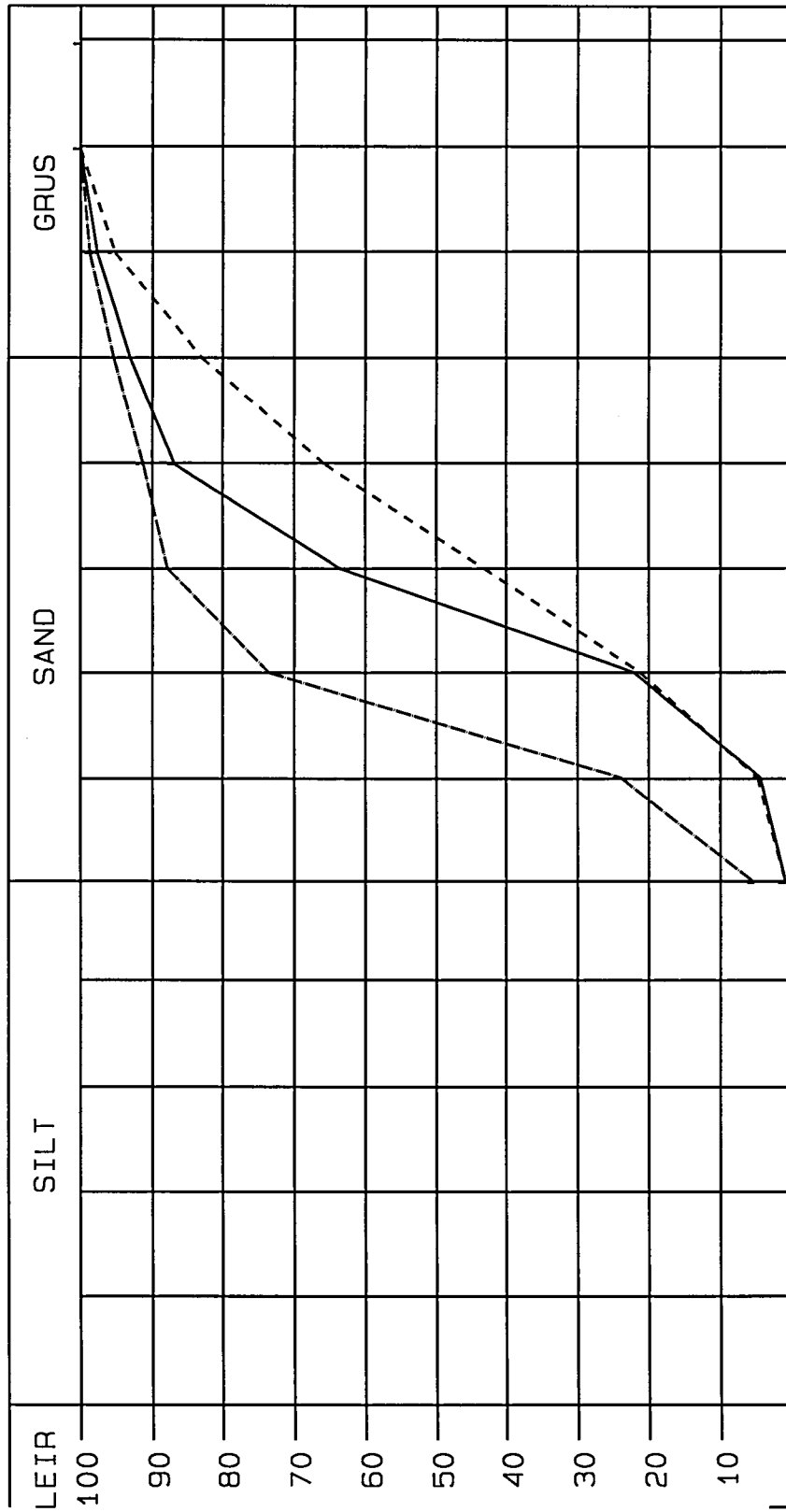


MY	2	4	8	16	32	63	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	
MM	0.002														
KORNSTØRRELSE															
---	950322														
---	950323														
---	950324														
---	950325														
---	950326														
---	950327														
UTM X	6247														
UTM Y	6994														
Borhull	16														
Dyp (m)	4,5- 5,5														
Sted	Grasli														
	Grasli														
	Aune														
	Borhølen														
	Borhølen														
	Håen														

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVE

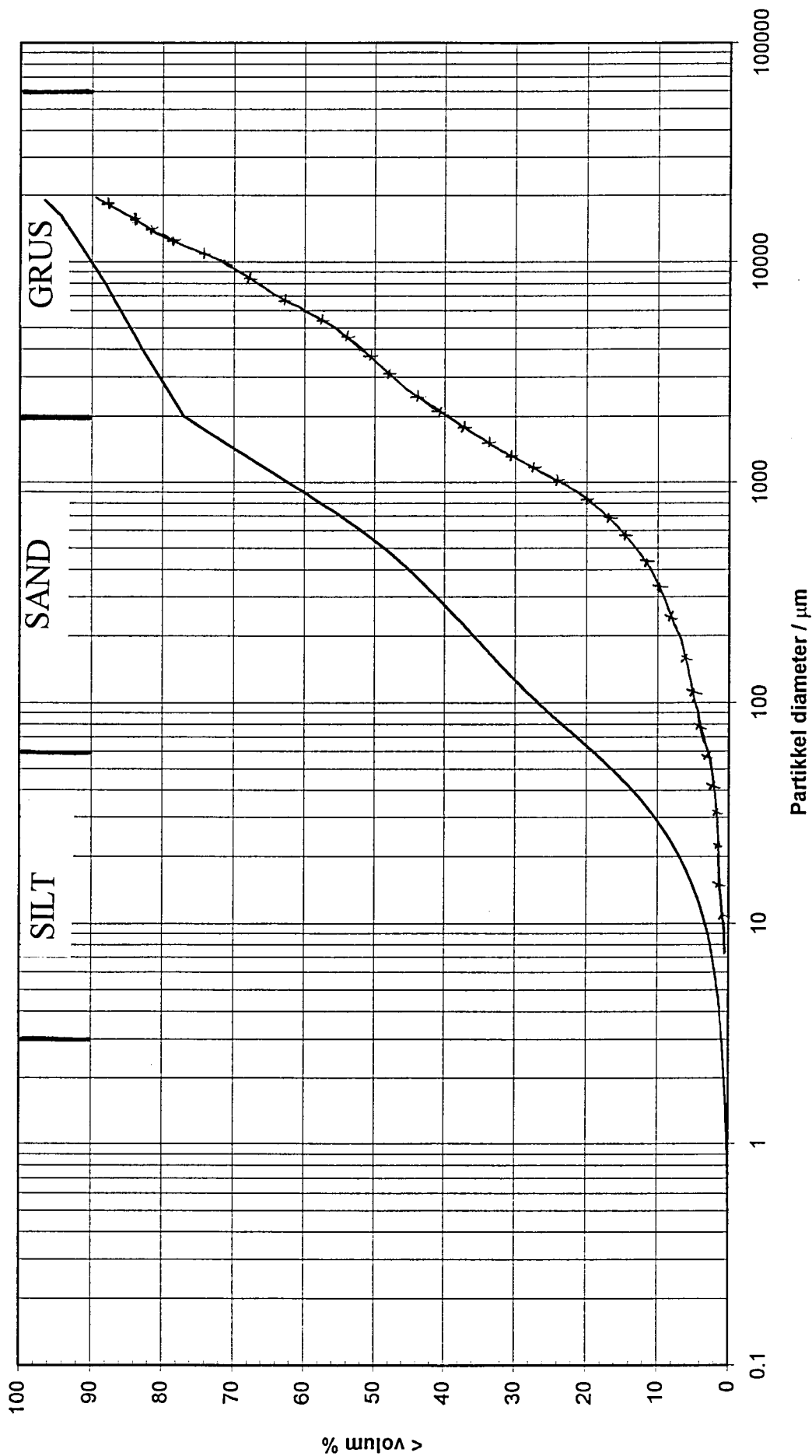
Tydal 17213



MY	2	4	8	16	32	63	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	
MM	0.002														
KORNSTØRRELSE															
	950328														
	950329														
	950330														
		UTM X	UTM Y	Sted	Borhull	Dyp (m)									
		6357	6989	Håen	23	8,5-9,5									
		6357	6989	Håen	23	12,5-13,5									
		6357	6989	Håen	23	16,5-17,5									

960311

kummulativ < volum %



Sted	Prøve nr.	Grop nr.	Dyp	Merknad
Hammervollen	1	1	1,0 m	x-x-x-x-x-x-x-x-x-x
Hammervollen	2	1	1,6 m	—

VANNANALYSER

FYLKE: Sør-Trøndelag

KART (M711): 1720-I, Stugusjøen

KOMMUNE: Tydal

PRØVESTED: Stugudal

OPPDRAKSNUMMER: 139/95

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	Møaa Stugudal	2 Møaa	2 Møaa	3 Møaa	3 Møaa							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon
Dato	26.06.95	26.06.95	26.06.95	26.06.95	26.06.95	27.06.95							
Brønntype	elv	unders.br.	u.b.	u.b.	u.b.	u.b.							
Provedyp	m	4.5-5.5	6.7.7.5	4.5-5.5	14,5-15.5								
Brønndimensjon	mm	32	32	32	32	32							
X-koordinat	Sone: 32	6465	6465	6465	6466	6466							
Y-koordinat	Sone: 32	69773	69773	69773	69775	69775							
Fysisk/kjemisk													
Surhetsgrad, felt/lab	pH	8,66	6,8	7,36	7,27	7,48	7,02					7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab	mS/m	6,9	7,8	7,9	7,6	7,6	3,2	6,5	4,1	4,5		< 400	
Temperatur	°C	8,2	3,2	3,0	2,1	2,4						< 12	25
Alkalitet	mmol/l	0,61	0,68	0,67	0,53	0,35						0,6-1,0 ²	
Fargetall	mg Pt/l	10,7	1,7	< 1,4	2,4	< 1,4						< 1	20
Turbiditet	F.T.U	0,14	0,60	2,6	1,9	3,6						< 0,4	4
Oppløst oksygen	mg O ₂ /l											> ca 9	
Fritt karbondioksid	mg CO ₂ /l											< 5 ²	
Redoks.potensial, E _h	mV			102	82	103							
Anioner													
Fluorid	mg F/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05							1,5
Klorid	mg Cl/l	1,08	1,58	1,37	1,57	1,13						< 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	< 0,05	1,06	0,30	1,06	0,47							44
Fosfat	mg PO ₄ /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2							
Sulfat	mg SO ₄ /l	1,25	1,58	1,74	1,78	1,50						< 25	100
Sum anioner+alkalitet	meq/l	0,67	0,79	0,75	0,64	0,43							
Kationer													
Silisium	mg Si/l	1,2	1,3	1,7	1,4	1,3							
Aluminium	mg Al/l	< 0,02	0,038	0,034	0,054	0,036						< 0,05	0,2
Jern	mg Fe/l	< 0,01	0,033	0,051	0,040	0,045						< 0,05	0,2
Magnesium	mg Mg/l	1,3	0,54	1,7	0,58	0,93							20
Kalsium	mg Ca/l	7,8	3,7	10,7	10,2	5,7						15-25 ²	
Natrium	mg Na/l	1,0	0,81	1,1	0,98	0,80						< 20	150
Kalium	mg K/l	0,87	0,60	1,1	< 0,5	0,98						< 10	12
Mangan	mg Mn/l	< 0,001	0,002	0,004	0,020	0,006						< 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	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002						< 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	0,56	0,28	0,75	0,61	0,42							
Ionebalanseavvik ⁴	%	- 9	- 48	0	- 2	- 1							

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%

VANNANALYSER

FYLKE: Sor-Trøndelag

KART (M711): 1720-I, Stugusjøen og 1721-3, Tydal

KOMMUNE: Tydal

PRØVESTED: Stugudal, Gammelvollsjøen og Børhøl

OPPDRAKSNUMMER: 139/95 og 143/95

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	4 Møaa	4 Møaa	9 Rotåa	13 Gammelv.s	21 Børhølen			
Dato	27.06.95	27.06.95	28.06.95	29.06.95	06.07.95			
Brønntype	unders.br	unders.br.	u.b.	u.b.	u.b.			
Provedyp m	4,5-5,5	8.5-9.5	6.7.7.5	6.5-7.5	10,5-11.5			
Brønndimensjon mm	32	32	32	32	32			
X-koordinat Sone: 32	6466	6466	6471	6358	6355			
Y-koordinat Sone: 32	69774	69774	69792	69985	69906			
Fysisk/kjemisk							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon
Surhetsgrad, felt/lab pH	6,0	6,53	6,74	6,9	8,16	6,0	6,71	6,89
Ledningsevne, felt/lab mS/m	2,0	2,0	2,4	2,4	12,5	12,9	4,9	4,9
Temperatur °C	1,9	1,9	4,0	2,1	4,2			
Alkalitet mmol/l	0,12	0,16	1,08	0,31	0,93			
Fargetall mg Pt/l	2,8	8,4	8,6	1,5	13,5			
Turbiditet F.T.U	5,7	32	36	6,4	61			
Oppløst oksygen mg O ₂ /l		12						
Fritt karbondioksid mg CO ₂ /l								
Redoks.potensial, E _h mV	100		113	135				
Anioner								
Fluorid mg F/l	<0,05	<0,05	0,153	<0,05	<0,05			1,5
Klorid mg Cl/l	1,00	0,93	2,44	2,71	1,85			<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	0,17	0,24	1,50	0,41	0,22			44
Fosfat mg PO ₄ /l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			
Sulfat mg SO ₄ /l	1,27	1,21	4,54	2,64	5,40			<25
Sum anioner+alkalitet meq/l	0,18	0,23	1,28	0,46	1,11			100
Kationer								
Silisium mg Si/l	0,99	1,0	2,4	2,9	2,4			
Aluminium mg Al/l	0,122	0,093	<0,02	0,096	0,054			<0,05
Jern mg Fe/l	0,113	0,085	<0,01	0,091	0,188			<0,05
Magnesium mg Mg/l	0,31	0,35	2,5	0,85	0,95			20
Kalsium mg Ca/l	2,2	2,7	18,7	5,5	18,3			15-25 ²
Natrium mg Na/l	0,63	0,84	2,4	2,6	1,8			<20
Kalium mg K/l	<0,5	<0,5	1,8	1,1	1,3			<10
Mangan mg Mn/l	0,010	0,004	0,001	0,007	0,016			<0,02
Kobber mg Cu/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005			<0,1
Sink mg Zn/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002			<0,1
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	0,18	0,21	1,29	0,49	1,10			
Ionebalanseavvik ⁴ %	0	-5	0	3	0			

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 = Σ kationer - Σ anioner / (Σ kationer + Σ anioner) · 100%

VANNANALYSER
FYLKE: Sør-Trøndelag

KART (M711): 1721-3 Tydal

KOMMUNE: Tydal

PRØVESTED: Håen, Løvøya

OPPDRAKSNUMMER: 139/95

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	10 Håen	10 Håen	10 Håen	11 Håen	11 Håen	12 Håen								
Dato	28.06.95	28.06.95	28.06.95	29.06.95	29.06.95	29.06.95								
Bronntype	unders.br	unders.br.	u.b.	u.b.	u.b.	u.b.								
Provedyp m	6,5-7,5	14,5-15,5	16,5-17,5	6,5-7,5	10,5-11,5	6,5-7,5								
Brønddimensjon mm	32	32	32	32	32	32								
X-koordinat Sone: 32	6359	6359	6359	6358	6358	6358								
Y-koordinat Sone: 32	69893	69893	69893	69892	69892	69893								
Fysisk/kjemisk							Velledende verdi	Største tillatte konsentrasjon						
Surhetsgrad, felt/lab pH	6,0	6,37	5,9	6,84	6,2	7,03	6,49	6,57	6,48	7,5-8,5	6,5-8,5 ²			
Ledningsevne, felt/lab mS/m	11,2	11,0	12,0	12,0	14,7	14,7	13,6	13,6	13,8	13,8	11,3	11,2	< 400	
Temperatur °C	3,7		4,9		5,0		4,6		5,7		4,5		< 12	25
Alkalitet mmol/l	0,74		1,03		1,29		1,06		1,08		0,83		0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l	1,9		1,9		< 1,4		< 1,4		< 1,4		< 1,4		< 1	20
Turbiditet F.T.U	0,12		0,12		0,17		0,29		1,3		16		< 0,4	4
Oppløst oksygen mg O ₂ /l													> ca 9	
Fritt karbondioksid mg CO ₂ /l													< 5 ²	
Redoks.potensial, E _h mV	115		110		99									
Anioner														
Fluorid mg F/l	< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,05			1,5
Klorid mg Cl/l	4,12		2,42		2,62		3,57		3,70		3,53		< 25	
Nitritt mg NO ₂ /l	< 0,05		< 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		< 0,1			
Nitrat mg NO ₃ /l	5,85		0,38		0,28		2,87		2,47		2,62			44
Fosfat mg PO ₄ /l	< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2			
Sulfat mg SO ₄ /l	3,78		3,38		4,26		5,00		5,19		4,34			100
Sum anioner+alkalitet meq/l	1,03		1,19		1,46		1,32		1,34		1,07			
Kationer														
Silisium mg Si/l	3,0		2,8		2,9		3,4		3,6		3,1			
Aluminium mg Al/l	< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		0,080		< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		0,087		< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	0,91		0,86		1,1		0,99		1,2		0,97			20
Kalsium mg Ca/l	17,4		20,5		26,0		22,9		23,0		17,9		15-25 ²	
Natrium mg Na/l	2,6		2,3		2,3		2,6		3,2		2,5		< 20	150
Kalium mg K/l	0,83		1,3		0,95		1,1		1,8		1,2		< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,002		0,002		0,002		0,002		0,019		0,012		< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	< 0,002		< 0,002		< 0,002		0,005		0,004		< 0,002		< 0,1	0,3
Bly mg Pb/l	< 0,05		< 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		< 0,02			0,05
Kadmium mg Cd/l	< 0,005		< 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		< 0,01			0,05
Sølv mg Ag/l	< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01			0,01
Sum kationer ³ meq/l	1,08		1,23		1,51		1,37		1,43		1,11			
Ionebalanseavvik ⁴ %	2		2		2		2		3		2			

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 = Σ kationer - Σ anioner / (Σ kationer + Σ anioner) · 100%

VANNANALYSER
FYLKE: Sør-Trøndelag

KART (M711): 1721-3 Tydal

KOMMUNE: Tydal

PRØVESTED: Håen, Løvøya

OPPDRAKSNUMMER: 139/95 og 143/95

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	12 Håen	12 Håen	23 Håen	23 Håen	23 Håen			
Dato	29.06.95	29.06.95	07.07.95	07.07.95	07.07.95			
Brønntype	unders.br	unders.br.	u.b.	u.b.	u.b.			
Provedyp m	10,5-11,5	14,5-15,5	4,5-5,5	8,5-9,5	12,5-13,5			
Brønndimensjon mm	32	32	32	32	32			
X-koordinat Sone: 32	6358	6358	6357	6357	6357			
Y-koordinat Sone: 32	69893	69893	69893	69893	69893			
Fysisk/kjemisk							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon
Surhetsgrad, felt/lab pH	6,42	6,53	6,99	7,76	8,07		7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab mS/m	12,0 12,2	13,8 13,7	26,1	30,5	31,2		< 400	
Temperatur °C	5,5	4,7	4,6	4,6	4,7		< 12	25
Alkalitet mmol/l	0,92	1,08	2,50	2,74	2,74		0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l	< 1,4	3,2	2,4	< 1,4	< 1,4		< 1	20
Turbiditet F.T.U	0,43	0,24	0,55	1,4	2,2		< 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	0,072	0,079			1,5
Klorid mg Cl/l	3,95	3,86	3,70	5,85	6,14		< 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	2,91	2,22	1,79	5,63	5,68			44
Fosfat mg PO ₄ /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2			
Sulfat mg SO ₄ /l	4,42	5,28	5,54	9,73	13,9			100
Sum anioner+alkalitet meq/l	1,17	1,35	2,75	3,21	3,31			
Kationer								
Silisium mg Si/l	3,4	3,5	3,1	3,3	3,5			
Aluminium mg Al/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,011		< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	1,0	1,0	2,2	4,5	4,1			20
Kalsium mg Ca/l	19,7	23,0	48,9	53,0	54,1		15-25 ²	
Natrium mg Na/l	2,0	2,8	2,3	3,0	3,5		< 20	150
Kalium mg K/l	1,7	1,5	1,8	3,7	3,9		< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,006	0,006	0,001	0,005	0,002		< 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	< 0,002	< 0,002	0,005	0,004		< 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	1,20	1,39	2,77	3,25	3,29			
Ionebalanseavvik ⁴ %	1	1	0	1	0			

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%

VANNANALYSER
FYLKE: Sør-Trøndelag

KART (M711): 1721-3 Tydal

KOMMUNE: Tydal

PRØVESTED: Græsli og Aune

OPPDRAKSNUMMER: 143/95

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	16 Græsli	16 Græsli	17 Græsli	17 Græsli	18 Aune	20 Aune		
Dato	05.07.95	05.07.95	05.07.95	05.07.95	06.07.95	06.07.95		
Brønntype	unders.br	unders.br.	u.b.	u.b.	u.b.	u.b.		
Prøvedyp m	6,5-7,5	8,5-9,5	12,5-13,5	14,5 15,5	4,5-5,5	10,5-11,5		
Brønndimensjon mm	32	32	32	32	32	32		
X-koordinat Sone: 32	6247	6247	62485	62485	6290	6294		
Y-koordinat Sone: 32	69940	69940	69939	69939	69947	69948		
Fysisk/kjemisk							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon
Surhetsgrad, felt/lab pH	5,87	5,98	6,14	6,20	6,48	6,24	7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab mS/m	6,6 6,2	9,0 8,0	7,5 7,3	8,1 7,8	4,3 4,3	10,0 8,9	< 400	
Temperatur °C	4,5	4,6	4,8	4,8	4,2	4,8	< 12	25
Alkalitet mmol/l	0,34	0,24	0,39	0,38	0,22	0,64	0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l	24,3	65,6	12,9	17,9	8,4	28,4	< 1	20
Turbiditet F.T.U	34	23	16	22	16	27	< 0,4	4
Oppløst oksygen mg O ₂ /l						2,0	> ca 9	
Fritt karbondioksid mg CO ₂ /l							< 5 ²	
Redoks.potensial, E _h mV								
Anioner								
Fluorid mg F/l	< 0,05	< 0,05	0,075	0,104	< 0,05	0,121		1,5
Klorid mg Cl/l	3,74	3,54	4,70	5,71	3,56	4,50	< 25	
Nitritt mg NO ₂ /l	< 0,05	< 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	< 0,1		
Nitrat mg NO ₃ /l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	1,17	0,07		44
Fosfat mg PO ₄ /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2		
Sulfat mg SO ₄ /l	4,62	17,1	6,79	8,27	2,24	3,24		100
Sum anioner+alkalitet meq/l	0,55	0,71	0,67	0,73	0,40	0,85		
Kationer								
Silisium mg Si/l	6,1	5,7	7,1	7,4	3,3	6,2		
Aluminium mg Al/l	0,171	0,155	0,128	0,415	0,023	0,035	< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	1,4	3,4	0,52	1,0	0,048	3,2	< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	1,5	1,5	1,8	1,8	0,95	1,5		20
Kalsium mg Ca/l	5,7	8,2	6,8	6,9	3,5	10,0	15-25 ²	
Natrium mg Na/l	3,2	2,9	3,9	4,5	2,4	3,4	< 20	150
Kalium mg K/l	0,82	0,85	1,1	1,5	0,91	1,1	< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,378	0,159	0,061	0,057	0,011	0,484	< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,007	< 0,1	0,3
Bly mg Pb/l	< 0,05	< 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	< 0,02		0,05
Kadmium mg Cd/l	< 0,005	< 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	< 0,01		0,05
Solv mg Ag/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,01
Sum kationer ³ meq/l	0,57	0,68	0,69	0,73	0,38	0,80		
Ionebalanseavvik ⁴ %	2	- 2	1	0	- 3	- 3		

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%

VANNANALYSER

FYLKE: Sør-Trøndelag

KART (M711): 1721-3 Tydal

KOMMUNE: Tydal

PRØVESTED: Græsli

OPPDRAKSNUMMER: 143/95 og 227/95

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	K1 Hammerv.	K2 Hammerv.	K3 Hammerv.	K3 Hammerv.	K4 Hammerv.	Hynna							
Dato	04.07.95	04.07.95	04.07.95	18.09.95	18.09.95	04.07.95							
Brønntype	kilde	kilde	kilde	kilde	kilde	elv							
Kapasitet l/s	ca. 6	ca. 1,5	ca. 3	ca. 1	ca. 0,5								
Brønndimensjon mm													
X-koordinat Sone: 32	6230	6229	6231	6231	6230	6233							
Y-koordinat Sone: 32	69918	69916	69916	69916	69915	69916							
Fysisk/kjemisk							Veledende verdi	Største tillatte konsentrasjon					
Surhetsgrad, felt/lab pH	6,3	6,07	6,56	6,0	6,65	6,85	6,69	6,1	6,78	7,5-8,5	6,5-8,5 ²		
Ledningsevne, felt/lab mS/m	2,0	2,8	2,0	3,0	1,8	2,9	4,3	5,1	1,1	1,4	< 400		
Temperatur °C	7,7		5,6		4,9				6,9		< 12	25	
Alkalitet mmol/l	0,15		0,18		0,18		0,30		0,38		0,07	0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l	14,3		12,7		11,5		3,5		4,4		20,3	< 1	20
Turbiditet F.T.U	0,20		0,12		0,17		0,54		0,42		0,17	< 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	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		1,5
Klorid mg Cl/l	2,06		2,01		1,94		2,41		2,49		1,01	< 25	
Nitritt mg NO ₂ /l	< 0,05		< 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		< 0,1		
Nitrat mg NO ₃ /l	0,17		0,10		0,15		0,25		0,20		< 0,05		44
Fosfat mg PO ₄ /l	< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		
Sulfat mg SO ₄ /l	1,35		1,44		1,39		1,45		1,89		1,20		100
Sum anioner+alkalitet meq/l	0,24		0,28		0,27		0,41		0,50		0,14		
Kationer													
Silisium mg Si/l	2,0		1,8		1,8		2,2		2,7		0,7		
Aluminium mg Al/l	0,117		0,066		0,048		< 0,02		< 0,02		< 0,02	< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		0,018	< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	0,54		0,58		0,49		0,70		0,92		0,19		20
Kalsium mg Ca/l	2,5		2,9		2,8		4,8		5,9		1,4	15-25 ²	
Natrium mg Na/l	1,6		1,6		1,6		1,8		2,1		0,61	< 20	150
Kalium mg K/l	< 0,5		0,53		0,62		< 0,5		0,56		< 0,5	< 10	12
Mangan mg Mn/l	< 0,001		< 0,001		< 0,001		< 0,001		< 0,001		< 0,001	< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005	< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	0,002		< 0,002		< 0,002		< 0,002		< 0,002		< 0,002	< 0,1	0,3
Bly mg Pb/l	< 0,05		< 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		< 0,02		0,05
Kadmium mg Cd/l	< 0,005		< 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		< 0,01		0,05
Sølv mg Ag/l	< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		0,01
Sum kationer ³ meq/l	0,25		0,28		0,27		0,39		0,48		0,12		
Ionebalanseavvik ⁴ %	2		0		0		- 3		- 2		- 8		

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 = Σ kationer - Σ anioner / (Σ kationer + Σ anioner) · 100%

Grunvannsnivå i observasjonsbrønner under langtids prøvepumping ved Rotåa.

Dato	Tid min.	Kapasitet l/s	P1 m.o.h.	P2 m.o.h.	P3 m.o.h.	P4 m.o.h.
19.09.95	0,1	2,40	614,54	614,75	614,82	614,15
19.09.95	1,0	2,40	614,25			
19.09.95	8,0	2,40		614,36	614,26	
19.09.95	16	2,40		614,35	614,24	614,16
19.09.95	31	2,40	614,22	614,34	614,24	614,14
19.09.95	61	2,40	614,19	614,33	614,23	614,09
20.09.95	1320	2,40	613,36	614,27	614,12	613,68
21.09.95	2880	2,40	612,79	614,28	614,09	613,69
22.09.95	4320	2,40	612,50	614,26	614,07	613,66
25.09.95	8640	2,40	612,26	614,28	614,07	613,69
26.09.95	10080	2,40	612,25	614,28	614,07	613,68
27.09.95	11520	2,40	612,24	614,25	614,06	613,66
29.09.95	14400	2,40	612,20	614,25	614,04	613,65
06.10.95	24480	2,40	612,19	614,30	614,06	613,69
13.10.95	34560	2,40	612,22	614,30	614,08	613,69
20.10.95	44640	2,40	612,22	614,31	614,08	613,70
27.10.95	54720	2,60	612,32	614,40	614,14	613,79
10.11.95	74880	2,40	612,23	614,28	614,07	613,67
24.11.95	95040	2,40	612,22	614,19	613,98	613,61
08.12.95	115200	2,40	612,16	614,13	613,91	613,56
05.01.96	155520	2,40	611,99	614,03	613,76	613,48
02.02.96	195840	2,20	611,81		613,62	613,36
01.03.96	236160	2,40	611,79			613,32
24.04.96	313920	2,80	614,49		614,39	614,34

* De siste målingene av grunnvannsstanden er mangelfulle grunnet nedsnødde peilebrønner.

Grunnvannsnivå i observasjonsbrønner under langtids prøvepumping ved Håen.

Dato	Tid min.	Kapasitet l/s	P1 m.o.h.	P2 m.o.h.	P3 m.o.h.	P4 m.o.h.
28.09.95	0,1	10,0	531,64	531,65	531,64	531,72
28.09.95	0,5	10,0	531,53			
28.09.95	1,0	10,0	531,50			
28.09.95	2,0	10,0	531,46			
28.09.95	3,0	10,0	531,45			
28.09.95	4,0	10,0	531,44			
28.09.95	6,0	10,0		531,64		
28.09.95	7,0	10,0			531,63	
28.09.95	8,0	10,0	531,41			531,71
28.09.95	15	10,0	531,40			531,71
28.09.95	24	10,0	531,40			
28.09.95	52	10,0	531,34			
28.09.95	60	10,0		531,60	531,59	531,71
28.09.95	80	10,0	531,30			
28.09.95	125	10,0	531,27	531,58	531,57	531,71
29.09.95	1460	10,0	531,03	531,43	531,43	531,65
02.10.95	5760	10,0	530,99	531,43	531,43	531,53
03.10.95	7200	10,0	530,98	531,43	531,42	531,51
04.10.95	8640	10,0	530,95	531,40	531,39	531,51
05.10.95	10080	10,0	530,93	531,37	531,38	531,48
06.10.95	11520	10,0	530,92	531,35	531,36	531,47
09.10.95	15840	10,0	530,98	531,41	531,42	531,51
13.10.95	21600	10,0	530,96	531,41	531,41	531,49
20.10.95	31680	8,4	531,11	531,54	531,54	531,68
27.10.95	41760	10,0	531,11	531,51	531,51	531,73
10.11.95	61920	10,0	531,03	531,42	531,41	531,65
24.11.95	82080	10,0	531,08	531,45	531,47	531,64
08.12.95	102240	10,0	530,88	531,32	531,30	531,49
05.01.96	142560	10,0	530,83	531,34	531,35	531,30
02.02.96	182880	10,0	530,90	531,34	531,37	531,39
07.03.96	231840	10,0	530,82		531,48	
24.04.96	300960	10,0	531,13	531,54	531,48	531,89
07.06.96	362880	10,0	530,95	531,37	531,38	531,51

* Målingen av grunnvannsstanden 07.03.96 er mangelfull grunnet nedsnødde peilebrønner.

Fysikalsk-kjemiske analyser fra prøvepumping av grunnvannsbrønn ved Rotåa

Dato	Kapasitet l/s	pH-verdi	Ledh.evne mS/m	Alkalitet mmol/l	Turbiditet F.T.U.	Fargetall	Si mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	F mg/l	NO3 mg/l	SO4 mg/l
22.09.95	2,4	7,99	13,5	1,13	0,05	< 1,4	2,5	< 0,02	< 0,01	< 0,001	20,5	2,6	1,8	2,1	2,89	0,14	0,85	4,37
29.09.95	2,4	7,94	13,2	1,12	0,18	< 1,4	2,5	< 0,02	< 0,01	< 0,001	20,1	2,5	1,8	2,1	2,78	0,14	0,81	4,29
06.10.95	2,4	7,97	12,8	1,08	0,06	< 1,4	2,5	< 0,02	< 0,01	< 0,001	19,6	2,4	1,6	2,1	2,67	0,16	0,73	3,88
13.10.95	2,4	8,01	12,4	1,06	0,13	< 1,4	2,5	< 0,02	< 0,01	< 0,001	19,0	2,3	1,8	2,0	2,50	0,12	0,62	3,54
20.10.95	2,4	8,04	12,0	1,03	0,10	< 1,4	2,5	< 0,02	< 0,01	< 0,001	18,4	2,3	2,0	2,0	2,43	0,12	0,58	3,38
27.10.95	2,6	7,85	11,8	1,00	0,05	< 1,4	2,5	< 0,02	< 0,01	< 0,001	18,4	2,3	1,3	2,1	2,46	0,17	0,57	3,33
10.11.95	2,4	7,92	11,4	0,97	0,07	< 1,4	2,5	< 0,02	< 0,01	< 0,001	17,5	2,2	1,5	2,0	2,52	0,17	0,55	3,16
24.11.95	2,4	7,90	11,2	0,95	0,05	< 1,4	2,5	< 0,02	< 0,01	< 0,001	17,3	2,1	1,5	1,9	2,57	1,16	0,58	2,97
08.12.95	2,4	7,88	10,9	0,92	0,05	3,20	2,4	< 0,02	< 0,01	< 0,001	16,9	2,1	1,3	1,9	2,45	0,16	0,57	2,88
05.01.96	2,4	7,93	10,6	0,89	0,06	2,70	2,4	< 0,02	< 0,01	< 0,001	16,1	2,0	1,5	1,8	2,54	0,15	0,56	2,79
02.02.96	2,2	8,01	10,3	0,86	0,07	< 1,4	2,3	< 0,02	< 0,01	< 0,001	15,8	1,9	1,4	1,8	2,39	0,15	0,56	2,80
26.02.96	2,2	8,03	10,1	0,86	0,07	< 1,4	2,3	< 0,02	< 0,01	< 0,001	15,7	1,9	1,2	1,7	2,33	0,14	0,70	2,77

Konsentrasjonen av andre ioner ligger enten under deteksjonsgrensen (se tekstbilag 2) eller klart innenfor kravene i Drikkevannsforskriften

Fysikalsk-kjemiske analyser fra prøvepumping av grunnvannsbrønn ved Håen.

Dato	Kapasitet l/s	pH-verdi	Ledn.evne ms/m	Alkalitet mmol/l	Turbiditet F.T.U.	Fargetall	Si mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	F mg/l	NO3 mg/l	SO4 mg/l
29.09.95	10,0	6,68	12,0	0,90	0,10	< 1,4	3,3	< 0,02	< 0,01	< 0,001	19,6	1,0	1,5	2,2	3,56	< 0,05	3,15	4,44
06.10.95	10,0	6,68	12,3	0,92	0,12	< 1,4	3,2	< 0,02	< 0,01	< 0,001	19,9	1,0	1,1	2,3	3,51	< 0,05	2,87	4,76
13.10.95	8,5	6,63	12,2	0,92	0,12	< 1,4	3,2	< 0,02	< 0,01	< 0,001	20,0	1,0	1,4	2,3	3,87	0,10	2,94	4,86
20.10.95	10,0	7,93	12,3	0,95	0,06	< 1,4	3,1	< 0,02	< 0,01	< 0,001	20,3	1,0	1,2	2,3	3,59	< 0,05	2,89	4,72
27.10.95	10,0	7,64	12,4	0,96	0,07	< 1,4	3,2	< 0,02	< 0,01	< 0,001	20,8	1,1	1,3	2,4	3,45	< 0,05	3,11	4,96
10.11.95	10,0	6,97	12,7	1,00	0,06	< 1,4	3,2	< 0,02	< 0,01	< 0,001	21,6	1,1	1,2	2,4	3,45	< 0,05	3,11	4,91
24.11.95	10,0	6,84	12,9	1,00	0,06	< 1,4	3,2	< 0,02	< 0,01	< 0,001	22,0	1,1	1,1	2,4	3,63	< 0,05	3,29	4,96
08.12.95	10,0	6,96	13,3	1,04	0,06	< 1,4	3,2	< 0,02	< 0,01	< 0,001	22,6	1,2	1,2	2,4	3,47	< 0,05	3,17	4,86
05.01.96	10,0	6,98	14,0	1,10	0,05	< 1,4	3,2	< 0,02	< 0,01	< 0,001	24,0	1,3	1,1	2,4	3,44	< 0,05	3,23	5,03
02.02.96	10,0	6,87	14,7	1,16	0,08	1,60	3,2	< 0,02	< 0,01	< 0,001	25,1	1,3	1,3	2,4	3,71	< 0,05	3,37	5,39
26.02.96	10,0	6,87	15,1	1,19	0,07	2,70	3,2	< 0,02	< 0,01	< 0,001	25,9	1,3	1,1	2,4	3,72	< 0,05	3,71	5,35

Konsentrasjonen av andre ioner ligger enten under deteksjonsgrensen (tekstbilag 2) eller klart innenfor kravene i Drikkevannsforskriften.

Fysikalsk-kjemiske analyser av kildehorisont ved Hammervollen, Græsli

Dato	Kapasitet l/s	pH-verdi	Ledn.evne mS/m	Alkalitet mmol/l	Turbiditet F.T.U.	Farge tall	Si mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Kation mekv/l	Cl mg/l	F mg/l	NO3 mg/l	SO4 mg/l	Anioner mekv/l	avvik %
04.07.95	6	6,65	2,9	0,18	0,17	11,5	1,8	0,05	<0,01	<0,001	2,8	0,49	0,6	1,6	0,265	1,94	<0,05	0,15	1,39	0,266	0
19.08.95	10	6,80	3,3	0,21	0,17	13,5	1,9	0,04	<0,01	<0,001	3,1	0,63	0,9	1,6	0,300	1,75	<0,05	0,23	1,27	0,289	2
31.08.95	6	6,79	3,3	0,21	0,18	13,9	1,9	0,06	0,01	<0,001	3,2	0,59	0,7	1,5	0,291	1,73	<0,05	0,18	1,28	0,288	1
14.09.95	2	6,94	3,5	0,23	0,09	7,7	2,1	0,04	<0,01	<0,001	3,3	0,64	0,5	1,8	0,308	1,91	<0,05	0,27	1,3	0,315	-1
18.09.95	1	6,40	3,2	0,22	0,12	8,4	2,2	0,04	<0,01	<0,001	3,6	0,53	0,5	1,5	0,301	1,81	<0,05	0,55	0,93	0,299	0
06.10.95	5	6,65	3,7	0,24	0,08	7,2	2,1	0,05	<0,01	<0,001	3,8	0,73	0,5	1,8	0,341	2,17	<0,05	0,45	1,3	0,335	1
20.10.95	3																				
10.11.95	8																				
24.11.95	7	6,93	3,2	0,19	0,14	11,1	2,0	<0,02	<0,01	<0,001	3,1	0,66	0,55	1,6	0,293	2,19	<0,05	0,39	1,32	0,285	1
04.12.95	7	6,97	3,2	0,19	0,14	7,6	2,0	<0,02	<0,01	<0,001	3,2	0,63	0,5	1,6	0,294	2,16	<0,05	0,48	1,36	0,287	1
05.01.96	3	6,86	3,2	0,19	0,14	8,8	2,1	0,02	<0,01	<0,001	3,1	0,65	0,5	1,6	0,291	2,24	<0,05	0,68	1,50	0,295	-1
02.02.96	1	6,93	3,3	0,19	0,08	6,4	2,2	<0,02	<0,01	<0,001	3,2	0,68	0,5	1,7	0,302	2,21	<0,05	0,60	1,45	0,292	2
26.02.96		6,94	3,2	0,19	0,09	8,8	2,2	<0,02	<0,01	<0,001	3,2	0,68	0,5	1,7	0,302	2,21	<0,05	0,68	1,46	0,294	1

Kationer: Summen av Ca, Mg, K og Na i mekv/l.

Anioner: Summen av NO₃, SO₄ og alkalitet (HCO₃) i mekv/l.

Avvik: [Σ kationer- Σ anioner/ Σ kationer + Σ anioner]x100%

Konsentrasjonen av andre ioner ligger enten under deteksjonsgrensen (tekstbilag 2) eller klart innenfor kravene i Drikkevannsforskriften.